

Matias Moisanen

**Vakioitujen KIS-rakennusosakomponenttien mallinnus ja detail-
jointi**

Vakioitujen KIS-rakennusosakomponenttien mallinnus ja detail- jointi

Matias Moisanen
Opinnäytetyö
Kevät 2016
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma, Rakennesuunnittelu

Tekijä(t): Matias Moisanen
Opinnäytetyön nimi: Vakioitujen KIS-rakennusosakomponenttien mallinnus ja detaljointi
Työn ohjaaja(t): Seppo Perälä
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2016
Sivumäärä: 33 + 2 liitettä

Uudisrakentamisessa pyritään tehostamaan projektin läpimenoaikaa ja laatua hyvällä suunnittelulla sekä toteutuksella. Tämän vuoksi elementtien ja komponenttien käyttö uudisrakentamisessa on yleistynyt huomattavasti. Nykyaikaisilla mallinnusohjelmilla pystytään suunnittelemaan rakenneratkaisut mittatarkasti ja paikantamaan ongelmakohdat ennen niiden ilmenemistä rakennuskohteessa.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä komponenttikatalogi niistä komponenteista, joita Rakennuskartio Oy käyttää rakennuskohteissaan. Lisäksi tarkoituksena oli laatia valmiiksi mallinnetut mittatarkat komponentit arkkitehtisuunnittelua varten ja valmiit rakennedetaljit työn toteutusta ja tuotteiden valmistajia varten.

Opinnäytetyössä käytiin läpi rakennusliikkeen käyttämän KIS eli ”Keep It Simple” -konseptiksi nimitetyn ajatusmallin taustaa. Työssä tarkasteltiin keskeisessä asemassa olevien komponenttien rakenneratkaisuja ja niihin liittyviä ongelmia. Työssä kävi ilmi, että ongelmat ovat yleensä mittavirheitä, jotka vaikeuttavat työn toteutusta. Virheitä pyritään välttämään huolellisella suunnittelulla ja mittojen vakioinnilla.

Komponenteista tehtiin 3D-mallit ja valmiit asennusdetaljit käyttäen ArchiCAD-suunnitteluohjelmistoa. Valmiista komponenteista laadittiin Word-ohjelmalla komponenttikatalogi, josta ilmenee jokaisen komponentin käyttötarkoitus.

Opinnäytetyössä laadittu valmis komponenttikatalogi sisältää komponenttikohdattaiset tuotekuvat ja asennusdetaljit. Komponentit on jaoteltu eri osa-alueisiin käyttötarkoitusten mukaan, jotta lukijan olisi mahdollisimman helppo tarkastella komponenttiin liittyviä tiedostoja, kuten esivalmistettujen tuotteiden rakennepiirustuksia. ArchiCAD-ohjelmistolle tehtyjä mittatarkkoja 3D-malleja arkkitehtisuunnittelijat voivat käyttää hyväksi rakennussuunnittelussa.

Asiasanat: rakennuskomponentti, 3D-mallinnus, katalogi

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil engineering, Structural engineering

Author(s): Matias Moisanen

Title of thesis: Modeling and detailing of standard KIS building block components

Supervisor(s): Seppo Perälä

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2016

Pages: 33 + 2 appendices

The aim in construction is to improve quality and speed up the construction lead time with good planning and execution. On account of this, elements and components have become substantially more common in constructing. With present-day modelling software it is possible to design structural solutions accurately and pinpoint structural errors before appearing on building site.

The aim of this thesis was to create a component catalogue of those components which the building company Rakennuskartio Oy uses in their construction projects. In addition to the catalogue it was to compile accurate component models for architects and complete structural details for execution and manufacturers of products.

The thesis looks through the scheme of things of KIS as a "Keep It Simple" concept which the construction firm uses in its projects. Structural solutions and problems of essential components were also analyzed in this task. The components were designed and executed with an ArchiCAD software. 3D-models and installation drawings were made from complete components and piled to a component catalogue.

As a result a complete component catalogue and installation details were made. Also complete 3D models were ready to be used in construction planning to help the architects component usage.

Keywords: construction component, 3D modeling, catalogue

ALKULAUSE

Kiitän Rakennuskartio Oy:tä mielenkiintoisesta opinnäytetyön aiheesta ja Urho Myllymäkeä hyvästä yhteistyöstä yrityksen osuuden laatimisessa. Haluan myös kiittää lehtori Seppo Perälää opinnäytetyöni ohjauksesta.

19.4.2016
Matias Moisanen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	
1 JOHDANTO	7
2 KOMPONENTTIEN SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT	9
2.1 Rakennuskomponentti	9
2.2 KIS-konsepti	9
2.3 KIS-konseptin mukaisia rakenneratkaisuja	11
2.3.1 Asuinkerrostalon runko	11
2.3.2 Hissikuilut	12
2.3.3 Portaat	13
2.3.4 Parvekkeet	14
3 KOMPONENTTIEN MALLINNUS JA KATALOGIN LAATIMINEN	19
3.1 Komponenttien suunnittelun lähtökohdat	20
3.2 Mallintaminen ArchiCAD-ohjelmalla	20
3.3 Komponenttien rakenteellinen toimivuus	25
3.4 Komponenttikatalogin laatiminen	29
4 POHDINTA	31
LÄHTEET	33
LIITTEET	
Liite 1. KIS-rakennustapaohje	
Liite 2. KIS-komponenttikatalogi	

1 JOHDANTO

Rakennuskartio Oy:n kehittämässä KIS-konseptissa haetaan ratkaisuja vakioitujen rakennusosien käyttöön ja niiden rakennustapoihin. KIS-konsepti pohjautuu ”Keep It Simple” -ajatusmalliin, jossa pyritään tekemään rakenneratkaisut ja toteutus mahdollisimman yksinkertaisesti. Rakennusosien käyttö ja niiden vakioidut rakennustavat ovat yleistyneet rakennusliikkeen samantapaisissa kohteissa. Rakennuskartio Oy on käyttänyt Urho Myllymäen laatimaa KIS-rakennustapaohjetta KIS-kerrostalohankkeissaan vuodesta 2015. Koska näissä hankkeissa noudatetaan määrättyä rakennustapaa, on kohteissa toistuvia rakennuskomponentteja vakioitu. Komponenttien asennuksiin ja yhteensopivuuksien pohjalle perustuvan kehitystyön ansiosta kohteen läpimenoaikaa saadaan nopeutettua ja laatua parannettua.

Eri suunnitteluosapuolet käyttävät suunnittelussaan eri ohjelmistoja, joissa on käytössä erilaisia ominaisuuksia. Sen vuoksi esimerkiksi rakennesuunnittelijan ja arkkitehdin suunnitelmien mittatarkkuuksissa saattaa olla virheitä. Rakennusliike on huomannut ensimmäisissä KIS-ajattelun mukaan toteutetuissa kohteissa osa-alueita, joita voidaan parantaa esimerkiksi komponenttien yhteensovittamisella tai tuotteiden mittojen vakioinnilla. Komponenttien mittatarkkuus ja viimeistely suunnittelu vähentävät virheitä ja helpottavat toteutusta. Tämän vuoksi komponenttien mallinnukseen ja asennusdetaljien suunnitteluun on päätetty kiinnittää enemmän huomiota.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on mallintaa rakennesuunnittelun ja toteutuksen kannalta keskeisessä asemassa olevia KIS-mallin komponentteja. Komponentit mallinnetaan ArchiCAD-ohjelmalla, jotta arkkitehtisuunnittelussa olisi mahdollista hyödyntää mittatarkkoja komponentteja niin, että tehdyt suunnitelmat vastaisivat toteutusta. Työn pohjalta laaditaan myös komponenttikatalogi, josta käyvät ilmi kaikki komponenttien asennusdetaljit, komponenttien eri variaatiot ja väri vaihtoehdot. Katalogista tuotteen valmistaja, suunnittelija ja työntekijä saavat mahdollisimman laajan tiedon komponenteista, niiden käyttötarkoituksista ja asennusohjeista.

Työssä perehdytään rakennusliikkeen käyttämiin rakenneratkaisuihin ääni-, palo- ja kosteusteknisistä näkökulmista, jotta komponenttien yhdistäminen olisi toimivaa. Rakenneratkaisut pyritään suunnittelemaan niin, että ne ovat helposti toteutettavissa ja komponenttien lopullinen ulkonäkö sopisi myös arkkitehtisuunnittelijoille.

2 KOMPONENTTIEN SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

Nykypäivänä suomalaiset talouskoot ovat pienentyneet, minkä vuoksi pienempien asuntojen tarve on lisääntynyt. Varsinkin kaupunkikeskuksissa tämä on ajanut rakentamisen siihen, että taloudellisten syiden takia on järkevämpää rakentaa asuinkerrostaloja. Liiketaloudellisten päämäärien kannalta tavoitteena on rakentaa tuotantokuluiltaan mahdollisimman edullisia ja kysyntää vastaavia asuntoja. (Myllymäki 2015-2016.)

2.1 Rakennuskomponentti

Rakennuskomponentit voivat olla yksittäisiä asioita, kuten parvekelaatta, ikkuna tai pilari. Komponentit muodostuvat perinteisistä esivalmistetuista mittatarkoista tuotteista, joita voidaan yhdistellä ja koota keskenään. Komponentoinnilla pyritään helpottamaan toteutusta niin, että kaikki liittyvät tuotteet olisivat mittatarkkoja ja niiden asennustavat olisivat vakioituja. Esimerkiksi parvekelaatan mitta maailma määräytyy sen mukaan, että se pystytään yhdistämään siihen liittyvien komponenttien, kuten nurkkapilarin, parvekelasitusten, välipohjan ja ikkunoiden kanssa niin, että kaikki komponentit asettuvat mutkattomasti yhteen ilman mittavirheitä. (Myllymäki 2015-2016.)

2.2 KIS-konsepti

KIS eli ”Keep It Simple” -konsepti sai alkunsa Rakennuskartio Oy:n johdon ja rakennusliikkeen kanssa yhteistyössä olleen arkkitehtitoimiston yhteisestä ajatusmallista kehittää mahdollisimman taloudellisia ja kompakteja asuntoja vastaamaan kysyntää. Rakennuskartion strategia on yrityksen kasvuun perustuva. Sillä pyritään vakaaseen yrityksen tuottavuudelliseen ja taloudelliseen kasvuun. Peruseriaatteena KIS-konseptissa on suunnitella ja kehittää tarjontaa niin, että se vastaa aina mahdollisimman hyvin kysyntää. (Myllymäki 2015-2016.)

Aluksi KIS-konsepti oli alkeellisella tasolla, jolloin se oli vain suunnittelussa käytetty tietty ajattelutapa, jolla saataisiin esim. huoneistojen käytettävyyttä parannettua. Vuoden 2015 alusta Urho Myllymäki siirtyi konseptin suunnittelupäälli-

köksi ja kehitti KIS-rakennustapaohjeen eli mallin, jonka mukaan rakennuskohdeissa noudatettaisiin määrättyjä rakennustapoja. Tämän jälkeen KIS-konseptin suunnittelua, toteutusta ja esivalmistettuja tuotteita on tietoisesti kehitetty ja ohjattu. (Myllymäki 2015-2016.)

Ensimmäinen KIS-konseptin mukainen kerrostalon rakentaminen aloitettiin vuonna 2013 ja se valmistui vuoden 2014 alussa Vantaalle. Kohde oli 8-kerroksinen asuinkerrostalo, jossa oli noin 50 huoneistoa. KIS-konseptin mukaisia projekteja on valmistunut 10 ja 10 projektia on tällä hetkellä tekeillä. Nämä kesken-eräiset projektit ovat pääosin asuinkerrostaloja ja muutamia pienempiä luhtitaloja. (Myllymäki 2015-2016.)

KIS-konseptin kehittäminen on vaikuttanut työmaatasolla jonkin verran myös kohteiden läpimenoaikaan, mutta ei merkittävästi. Konsepti on kuitenkin tuottanut tietynlaisen toimintajärjestelmän rakentamiseen, millä on ollut suuri vaikutus työn laatuun. Vakioidut huoneistotyytit ja huoneistosuunnittelun kehitys ovat tuoneet varmuutta kaupalliseen ennustettavuuteen. Taloudellisesta näkökulmasta KIS-konsepti on vaikuttanut pitemmällä aikavälillä kustannussäästöihin lähinnä rakentamistapojen ja rakenneratkaisujen osalta. Suurin syy tähän on se, että samoja toimintatapoja pystytään käyttämään eri kohteissa. Kysyntä ja suunnittelumahdollisuudet määräytyvät paikkakunnan mukaan. Eri paikkakunnalla voi olla eri asiakaskunta tai rakennuksen käyttötarkoitus. Myös määräykset, jotka rajoittavat suunnittelua, voivat muuttua. (Myllymäki 2015-2016.)

KIS-konseptin kehitystyölle ei ole määritetty varsinaista maalia, sillä konseptia kehitetään jatkuvasti kysynnän mukaan niin suunnittelun kuin tuotannonkin puolelta. Tarkoitus on pyrkiä jatkuvaan kehitykseen. Kehityksessä pyritään parantamaan työmaan valmiusasteita esimerkiksi valmiiksi tehtyjen ilmanvaihtokonehuoneiden asentamisen osalta. Rakennuskohteilla rakentamisen toimintatapoihin etsitään parempia vaihtoehtoja ja materiaalivirtoja pyritään parantamaan. (Myllymäki 2015-2016.)

2.3 KIS-konseptin mukaisia rakenneratkaisuja

KIS-konseptissa on panostettu rakenneratkaisujen yksinkertaistamiseen työn toteutuksen näkökulmasta. Rakenneratkaisut on tehty vastaamaan kysyntää niin ulkonäöllisesti kuin käytännöllisesti. Niissä otetaan myös huomioon se, rakennetaanko kohde omistusmyyntiin vai sijoitusmyyntiin, sillä materiaalivalinnoilla ja tuotteiden laadulla on vaikutusta katteeseen (Myllymäki 2015-2016). Komponenttien mallintamisen osalta keskeisiä rakenteita ovat runkorakenteet, porrashuone ja parvekkeet.

2.3.1 Asuinkerrostalon runko

Kerrostalorakentamisessa tavanomaisimpia rakenneratkaisuja ovat paikallavaluna toteutettu runkorakenne tai elementtirunkorakenne. Yksinkertaisen suunnittelun ja toteutuksen vuoksi asuinkerrostaloissa käytetään usein paikalla valettuja runkorakenteita, joissa kuormitukset johdetaan kantavien ulkoseinien, kantavien väliseinien tai pilarien kautta pohjarakenteille. (RT 82-10814. 2004, 3.)

Suomessa tavallisimpana pidetty runkojärjestelmä on kantavien väliseinien ja päätyseinien varaan tukeutuva välipohjarakenne. Asuinkerrostalon vaakarakenteena käytetään yleensä joko ontelolaattajärjestelmää tai paikallavalettua tasapaksuista massiivilaattaa. Kantavat rakenteet pyritään yleensä sijoittamaan noudattaen tiettyä systematiikkaa. Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaan asuinkerrostalojen vähimmäiskorkeus on 3 000 mm ja vähimmäishuonekorkeus on 2 500 mm, jolloin tekniikalle ja rakenteille jää tilaa 500 mm. Tämä pystysuuntainen mitoitus mahdollistaa esim. kynnyksettömät märkätilat. (RT 82-10821. 2004, 2.)

Asuinkerrostalojen suunnittelussa kantavat väliseinät pyritään sijoittamaan usein huoneistojen välille. Myös ääneneristys- ja palonestovaatimukset täyttyvät, kun rungon jäykisteenä käytetään 200 mm paksua betonista väliseinäarakennetta. (RT 82-10814. 2004, 4.)

Runkorakenteena Rakennuskartio käyttää KIS-kohteissa ns. kirjahyllyrunkoa, jolloin kantavina seinälinjoina ovat paikallavaletut väliseinät ja jäykistävinä ra-

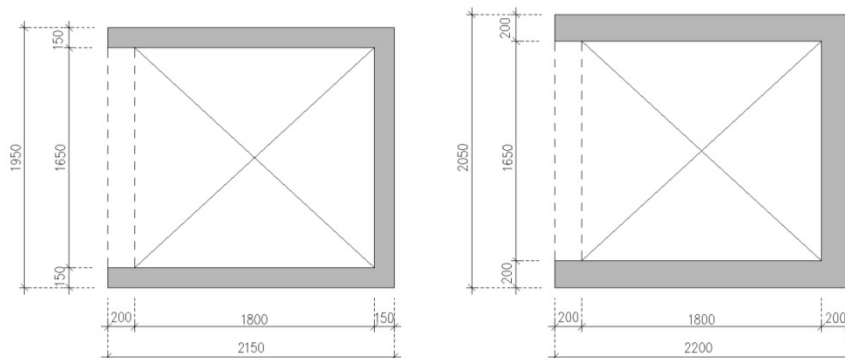
kenteina päädyissä ovat paikallavaletut ulkoseinät. Ei-kantavat ulkoseinät asennetaan puurunkoisista seinäelementeistä. KIS-konseptissa käytetyt ulkoseinäarakenteet ja niiden paksuudet vaihtelevat kohteen mukaan. Välipohjarakenteena käytetään paikallavalettua holvia, joka tuetaan kantavien seinien ja pilarien varaan. Vakioitujen pohjapiirrosten vuoksi kohteet voidaan aina suorittaa samalla runkorakennearjestelmällä. (Liite 1.)

KIS-konseptin mukaiset tarkemmat runkorakennearatkaisut löytyvät liitteestä 1.

2.3.2 Hissikuilut

Hissikuilut valmistetaan yleensä paikallavaluna tai elementteinä. Nykyisin monella valmistajalla on tuotevalikoimassaan kerroksen kokoisia hissikuiluelementtejä. Näitä elementtejä käyttäen saadaan tehokkaita kustannussäästöjä asennustöissä ja paikallavalettuun hissikuiluun verrattuna aikataulusäästöt ovat huomattavat. (Hissikuilut.)

Hissikuiluelementtien perusidea on, että kuilun pohjalle sijoitetaan kuppielementti, jonka päälle sijoitetaan kerroksen korkuisia kuiluelementtejä ja yläpään asennetaan joko kuppielementti tai laattaelementti. Vaikka hissikuilun lopullisen suunnittelun tekee valmistajan suunnittelija, on asuinkerrostaloja varten kehitetty vakioitu kuilutyyppejä (kuva 1). Hissikuilun mitoituksessa noudatetaan peruseriaatteita, jolloin kuilun sisämitat ovat 1 650 x 1 800 mm, seinämävahvuus on 150 -200 mm ja elementin kerroskorkeus on 3 000 mm. (Hissikuilut.)



KUVA 1. Vakioittaiset kuiluelementit

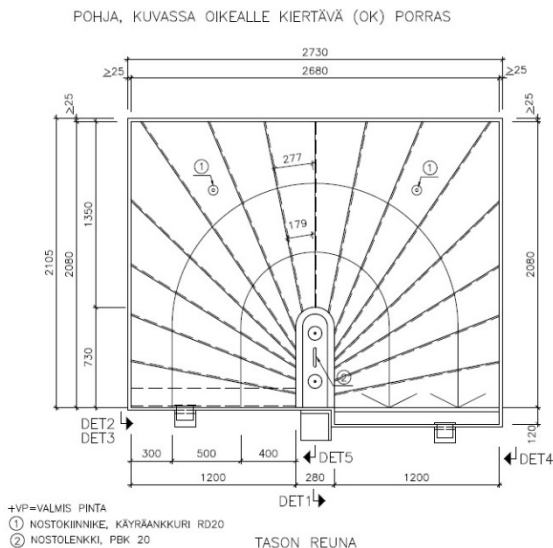
Rakennuskartio käyttää KIS-kohteissa valmiita hissikuiluelementtejä niiden tehokkaan asennusajan vuoksi. Kohteesta riippumatta on vakioitu käytettäväksi yksi hissikuiluelementtityyppi, jonka korkeus on 3 000 mm. Hissikuiluelementtien kappalemäärät määräytyvät kohteen korkeuden mukaan. (Liite 1.)

KIS-konseptin mukaiset tarkemmat hissi- ja hissikuilumitoitukset löytyvät liitteestä 1.

2.3.3 Portaat

Portaat on suunniteltava ja rakennettava tarkoitukseensa soveltuvaksi, riittävän väljäksi ja eritoten turvalliseksi. Asuinkerrostalokohteissa yleensä on porrashuoneeseen sijoitettu hissi, mutta jos hissiä ei ole, tulee portaisiin sijoittaa lepotasot kerrostasanteiden välille. (Portaat. 2014.)

Koska portaiden tekeminen työmaalla esim. paikallaanvalettuna on työlästä ja kallista, käytetään kerrostalorakentamisessa kustannusten vuoksi lähes aina porraselementtejä. Tämä on kustannustehokas ratkaisu, joka nopeuttaa kohteen läpimenoaikaa ja vähentää suunnittelijoista aiheutuvia virheitä, sillä elementtisuunnittelussa on otettu huomioon standardien mukaiset mitoitusvaatimukset (Hissikuilut). Tyypillisiä porraselementtejä kerrostalorakentamisessa ovat kierreportaat (kuva 2) tai suorat portaat. Tällä hetkellä markkinoilla olevia porraselementtejä tarjoavia yrityksiä ovat esim. Rudus Oy ja HB-Betoniteollisuus Oy.



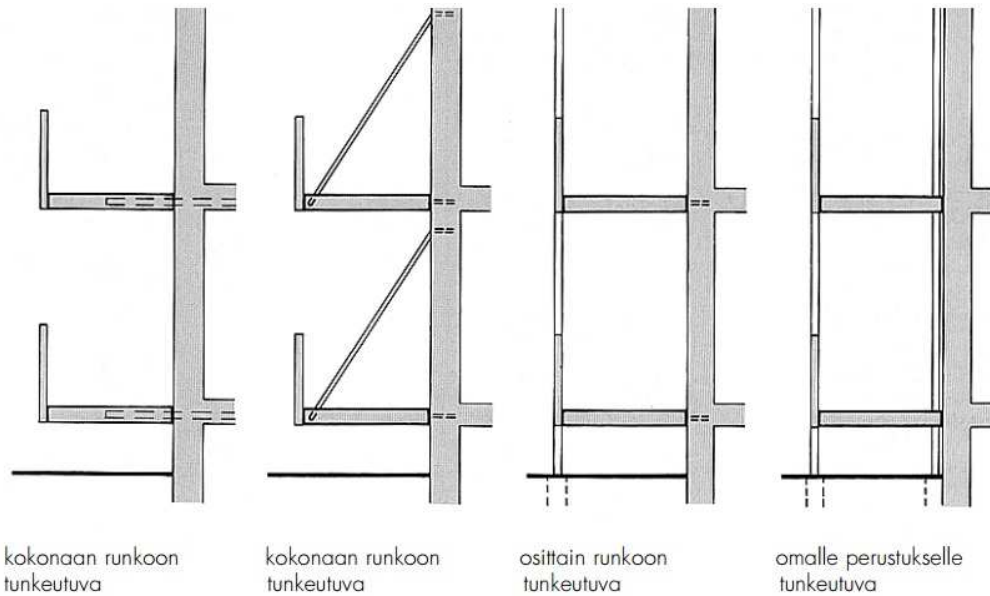
KUVA 2. Kierreporraselementti

Rakennuskartio käyttää KIS-kohteissa valmiita porrselementtejä niiden tehokkaan asennusajan ja materiaalivalintojen vuoksi. Kohteesta riippumatta on vakioidu käytettäväksi kaksi porrselementtityyppiä, joista toinen porrselementti on suora ja toinen kierreporras. (Liite 1.)

KIS-konseptin mukaiset tarkemmat porrasmittaukset löytyvät liitteestä 1.

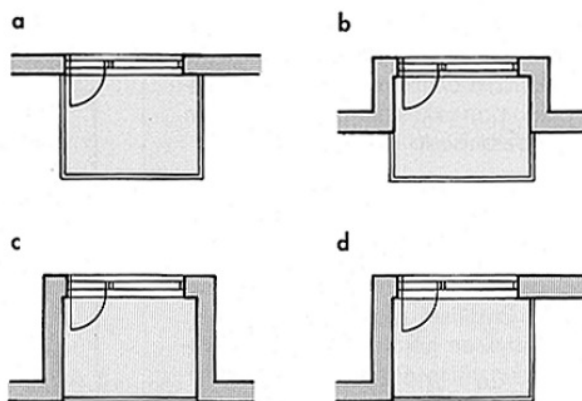
2.3.4 Parvekkeet

Parvekkeet voivat olla tuennaltaan kokonaan runkoon tuettuja, osittain runkoon tuettuja tai kokonaan omalle perustalle tuettuja (kuva 3). Tavanomaisimpia parvekeratkaisuja asuinkerrostalorakentamisessa ovat erillinen pilari- tai elementti-tuettu parvekelinja tai ulokeparveke. (RT 86-10563. 1995, 2.)



KUVA 3. Esimerkkejä parvekkeiden tuennasta

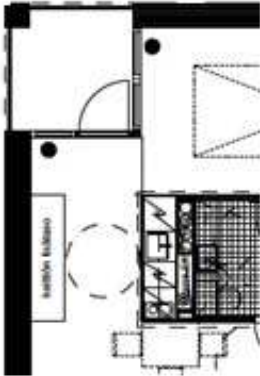
Parveke voidaan sijoittaa kokonaan rakennuksen rungon ulkopuolelle, osittain tai kokonaan sisäänvedetyksi, rakennuksen rungon sisään tai rakennuksen rungon sisäkulmiin (kuva 4). Parvekkeen sijoitukseen vaikuttavat ulkonäkö, tuenta ja käytännöllisyys. (RT 86-10563. 1995, 2.)



KUVA 4. Parvekkeen sijoitus runkoon nähden

KIS-konseptin mukaisissa rakennuskohteissa käytetään vakioitujen huoneistotyyppien vuoksi kokonaan sisäänvedettyjä nurkkaparvekkeita (kuva 5) tai ranskalaisia parvekkeita. Nurkkaparvekkeet ovat osittain runkoon tuettuja. Parvekkeilla on kantavat nurkkapilarit ja parvekelaattaelementissä on puikot, jotka va-

letaan välipohjarakenteeseen. Sisäänvedetyissä parvekkeissa käytetään kolme eri ikkunatyyppiä riippuen siitä, onko kohde sijoitusmyyntiin vai omistusmyyntiin tarkoitettu. (Liite 1.)



KUVA 5. Kokonaan sisäänvedetty nurkkaparveke

Vakioitujen huoneistotyyppien vuoksi ranskalaista parvekettä (kuva 6) käytetään niissä huoneistoissa, joissa ei ole nurkkaparvekettä. Ranskalaisessa parvekkeessa on sisäänpäin aukeavat ovet ja syvyydeltään noin 400 mm kantava parveketaso. Parveketasona käytetään esivalmistettua parvekettä, jossa on kaiteet ja rakenteen kiinnityskappaleet valmiina. (Liite 1.)

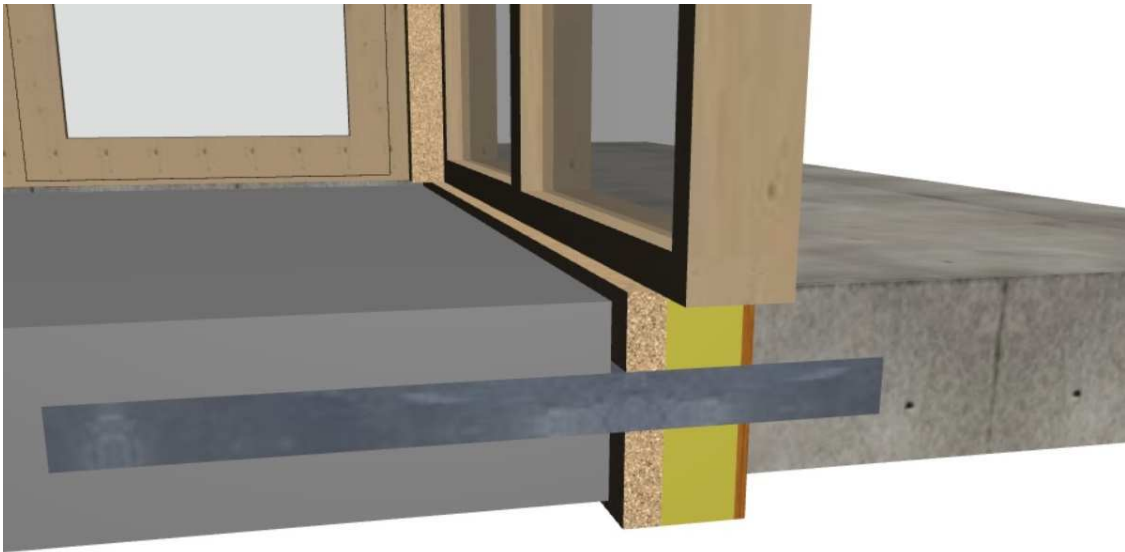


KUVA 6. Ranskalainen parveke

Parvekkeita suunniteltaessa täytyy kiinnittää huomiota niiden paloturvallisuuden, vedeneristykseen ja kylmän johtumiseen. Päällekkäin sijoitettujen parvekkeiden välillä täytyy olla osastoivat rakenteet. Näiden rakenteiden ja materiaalien valinnassa otetaan huomioon RakMK osan E1 paloturvallisuutta koskevat määräykset. (RT 86-10563. 1995, 2.)

Vedeneristykseen käytetään yleensä vesitiivistä betonilaattaa tai bitumiker-
mieristystä, jonka päälle tarvittaessa valetaan suojabetoni (RT 86-10563. 1995,
4). Kosteuden pääsy seinärakenteisiin on estettävä parvekelaatan niillä reuna-
alueilla, jotka ovat rakennuksen vaippaa vasten. Bitumikermillä eristettäessä
tätä ongelmaa ei synny, sillä kermillä saadaan tiiviisti ohjattua kosteus haluttuun
suuntaan. Nykyään parvekelaatoissa käytetään pääosin vesitiivistä betonilaat-
taa ja seinää vasten oleva laatan osa tiivistetään joko bitumikermillä tai kosteus
ohjataan erillisellä pellityksellä laatan kallistuksen suuntaan. (Myllymäki, 2015.)

Välipohjaan tuettujen ulokeparvekkeiden teräsbetoniset kannatuspalkit luovat
kylmäsiltaa (kuva 7) läpäisevään ulkoseinärakenteeseen (Varis – Vuorinen
2001, 7). Näitä kylmäsiltoja pyritään välttämään eristämällä kyseiset kannatus-
palkit ulkoseinärakenteen läpäisevältä osalta esimerkiksi täyttämällä palkit mi-
neraalivillalla ja asettamalla palkin pintaan pakkasmatto.



*KUVA 7. Välipohjaan tuetusta teräsbetonisesta kannatuspalkista johtuva kylmä-
silta*

Ranskalaiset parvekkeet voidaan rinnastaa ikkunoihin ja niitä käytettäessä täy-
tyy ottaa niiden paloturvallisuus huomioon (liite 2). Ympäristöministeriön Ympä-
ristöoppaan mukaan rakennusten paloturvallisuudesta ikkunoiden kohdalla sa-
netaan, että huoneistopalo pyrkii leviämään ylöspäin. Pällekkäin sijaitsevien eri

huoneistojen ikkunoitten välillä tulisi olla A2-luokan materiaalia (esimerkiksi kipsilevyä tai kivivillaa) noin metri, mutta jos näin ei ole ja ikkunat ovat lähempänä toisiaan, suositellaan ulokelistaa tai muuta vastaavaa katkaisevaa rakennetta. (Rakennusten paloturvallisuus & Paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003, 99.)

KIS-konseptin mukaiset parvekkeiden mitoitus ja rakenneratkaisut löytyvät liitteestä 2.

3 KOMPONENTTIEN MALLINNUS JA KATALOGIN LAATIMINEN

Komponenttien mallinnus tehtiin ArchiCAD 18 -ohjelmalla. Mallinnettavat komponentit valittiin suunnittelupäällikön kanssa palaverissa, jossa käytiin läpi tuotteiden valmistajia ja näiden rakenneratkaisuja. Mallintaminen rajoitettiin niihin komponentteihin, jotka ovat keskeisessä asemassa arkkitehtisuunnittelussa tai joiden mallinnuksesta tulee olemaan hyötyä toteutuksen kannalta.

Seuraavassa on lueteltu mallinnettavat komponentit:

- o porrasedimentit
- o teräspilarit
- o hissikuilu
- o nurkkaparvekkeen betonipilari
- o runkorakenteet
- o nurkkaparvekelaatat ja liittyvät rakenteet
- o IV-koneet ja -konehuoneet
- o ovet ja ikkunat
- o parvekkeet ja kaiteet
- o alumiinilasiseinät
- o porrashuoneen kaiteet ja käsijohteet
- o vakioidut vaatekaapit.

Mallinnettavista komponenteista laadittiin asennusdetaljit ja tarvittavat leikkauskuvat niin, että esivalmistettujen tuotteiden yhteensopivuus ja työmaalla tekeminen olisi mahdollisimman selkeää ja yksinkertaista. Komponenttien 3D-kuvista ja asennusohjeista laadittiin komponenttikatalogi, josta tuotteen valmistaja, suunnittelija tai työntekijä saa suurpiirteisen kuvan kyseisestä komponentista ja sen tekemisestä. Katalogiin liitettiin hyperlinkkein komponentteihin liittyvät kuvat, detaljit, pohjakuva, leikkaukset ja asennusohjeet, jotta tarkastelija saisi mahdollisimman laajan tarvittavan tiedon.

Komponenttien yhteensovittamisessa syntyy usein rakenteellisia ongelmia, joihin täytyy kiinnittää huomiota suunniteltaessa. Usein ongelmat johtuvat puutteellisesta suunnittelusta tai esivalmistettujen tuotteiden asennusohjeista.

Esimerkiksi KIS-komponenteissa käytettävät parvekelaattaelementit tarvitsivat erityistä tarkastelua, sillä niiden yhdistäminen ulkoseinärakenteen läpi välipohjarakenteeseen luo kylmäsiltoja. Parvekkeiden ulkoseinän lämmöneristyskerroksen läpi menevät teräspuutket, joilla kuormat siirretään välipohjarakenteelle, joltavat jonkin verran kylmää ns. lämmitetyn vaipan sisäpuolelle. Tällä on vaikutusta lämpötalouteen, huoneiston viihtyvyyteen ja paloteknilliseen toimivuuteen.

3.1 Komponenttien suunnittelun lähtökohdat

Rakennuskartio Oy:n suunnittelupäällikkö Urho Myllymäki oli määrittänyt KIS-rakennustapaohjeessa käytettävät komponentit sekä mallintanut niistä mittatarkat 3D-mallit Autodesk Revit -ohjelmalla. Rakennesuunnittelijat, joita Rakennuskartio pääosin käyttää kaikissa rakennuskohteissaan, käyttävät tätä kyseistä ohjelmaa. Arkkitehtien käyttämälle ArchiCAD-ohjelmistolle ei näitä malleja kuitenkaan ollut vielä tehty.

Komponenttien mallintaminen aloitettiin niistä komponenteista, jotka olivat keskeisessä osassa esivalmistettujen tuotteiden suunnittelun kannalta. Suurimmalle osalle komponenteista oli jo detaljiikka ja asennusohjeet päätetty rakennustapaohjeessa. Ne komponentit, joista näitä ei ollut tehty, jouduttiin suunnittelemaan ja tarkastelemaan niiden toimivuus toteutuksen ja rakennusfysiikan kannalta.

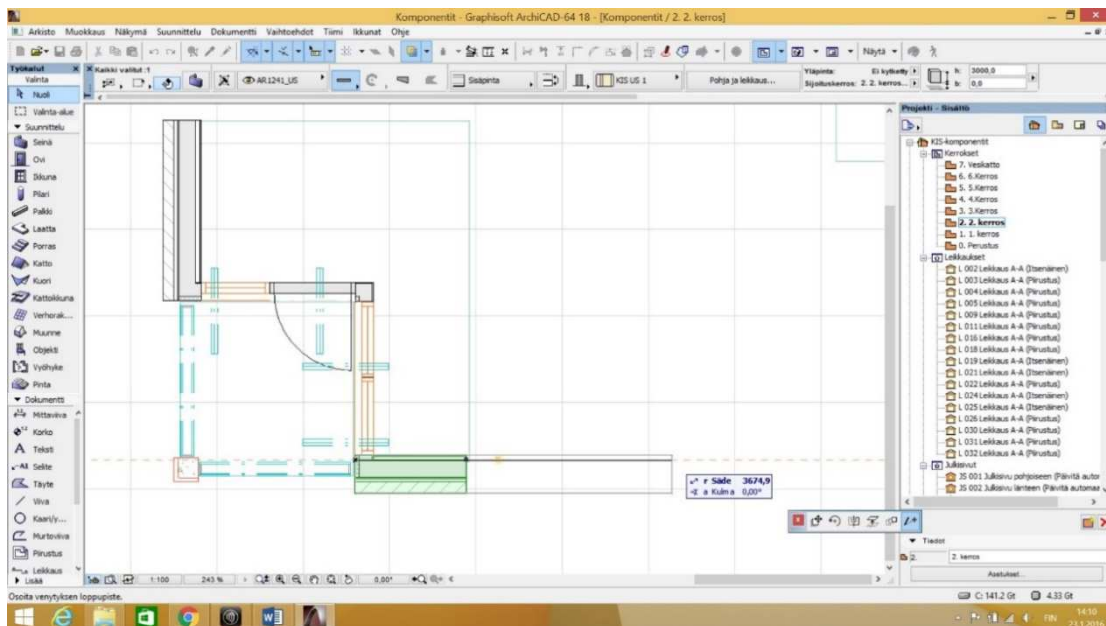
3.2 Mallintaminen ArchiCAD-ohjelmalla

ArchiCAD on rakennussimulaattori, jolla voidaan mallintaa objekteja ja kokonaisia rakennuksia. Mallinnettavasta rakennuksesta on mahdollista saada kaikki tarvittavat piirustukset ja 3D-mallit, joita voidaan käyttää hyväksi lisäsuunnittelussa ja työn toteutuksessa.

ArchiCAD 18 -ohjelmistoon kuuluu Micro Aided Designin tarjoama peruskirjasto 18, joka sisältää objekteja, rakennetyyppejä ja materiaalivaihtoehtoja. Opinnäytetyötä varten ohjelmistoon haettiin myös peruskirjasto 15, sillä joidenkin komponenttien kohdalla muokkausparametrit olivat siinä kattavammat. ArchiCAD on käytännöllinen ohjelmisto 3D-mallinnukseen sen monipuolisten muokkausmah-

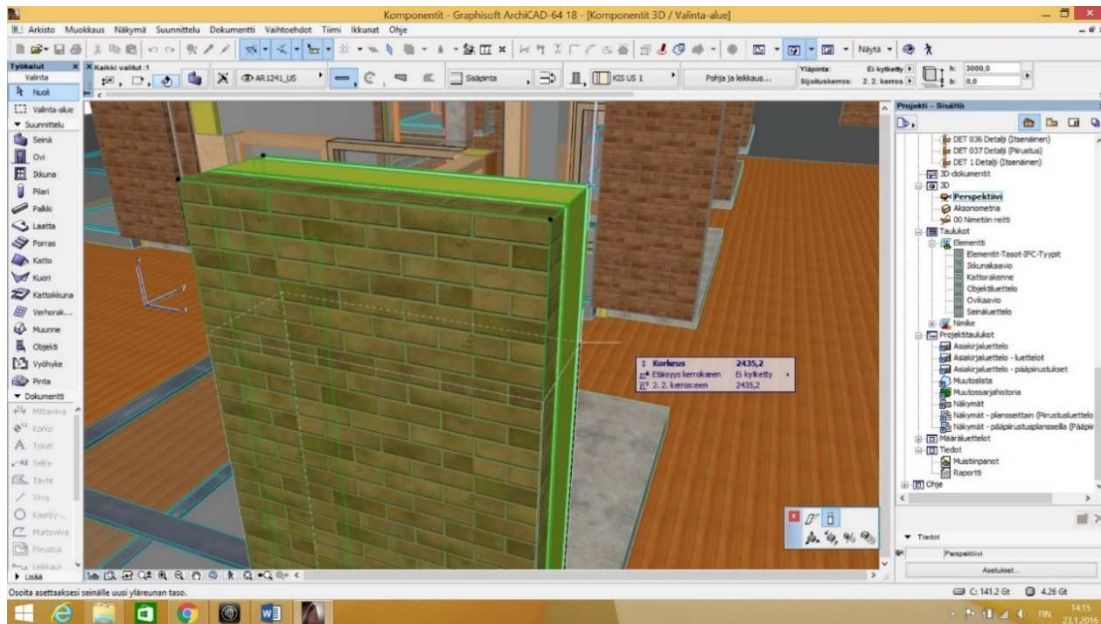
dollisuuksien ja kattavan pintamateriaalikirjaston vuoksi. Niiden avulla mallinnettavista komponenteista saadaan mahdollisimman todenmukaisia ja tarkkoja malleja.

ArchiCAD-ohjelmassa mallintaminen on mahdollista sekä 2D- että 3D-tilassa. 2D-tilassa (kuva 8) on helpompaa siirrellä eri objekteja ja muokata pituuksia tarpeen vaatiessa, sillä koordinaatistossa ei ole korkeuteen liitettyä akselia. Korkeuksia voi muokata vain objektien tietoja muokkaamalla.



KUVA 8. 2D-tilassa seinärakenteen pituuden säätäminen

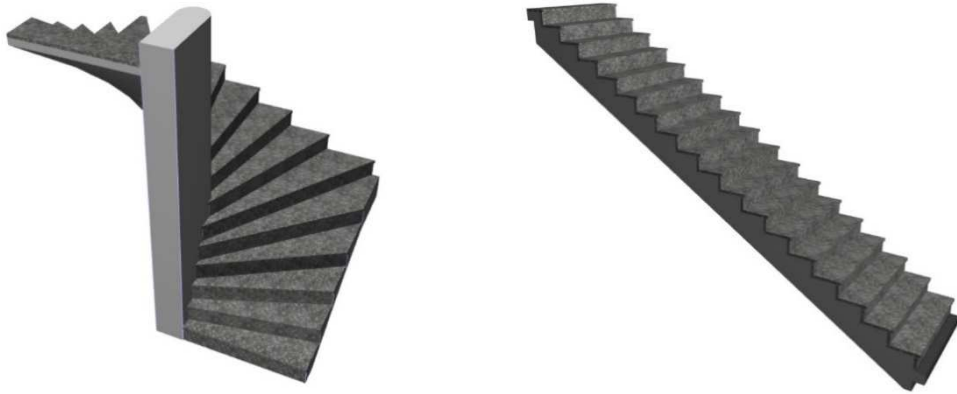
3D-tilassa (kuva 9) kuvakulmaa voi pyöritellä haluttuun asentoon ja objektien parametrejä voi muokata x-, y-, ja z-koordinaatiston mukaisesti.



KUVA 9. 3D-tilassa seinärakenteen korkeuden säätäminen

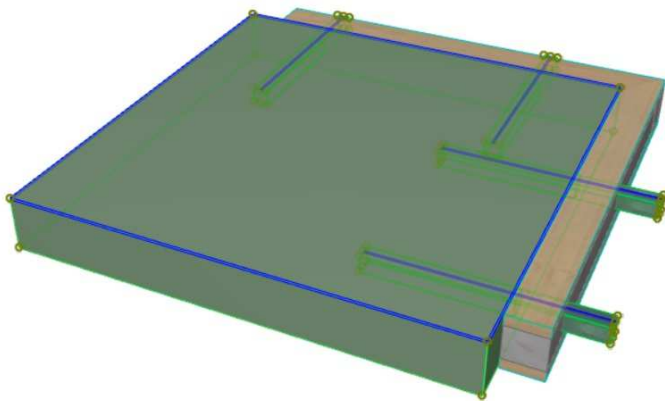
Komponenttien mallinnus aloitettiin suunnittelun kannalta keskeisimmistä komponenteista. Komponenttien mittatarkkuudet, asennusohjeet ja käyttökohteet käytiin läpi suunnittelupäällikön kanssa epäselvyyksien välttämiseksi.

Käytettävät komponentit ja niihin liittyvät rakenteet mallinnettiin mittatarkasti pääsääntöisesti pilari-, palkki-, laatta-, seinä-, objekti-, ikkuna- ja ovityökaluilla. Joidenkin komponenttien kohdalla mallintaminen ei kuitenkaan onnistunut näillä perustyökaluilla, vaan jouduttiin käyttämään esimerkiksi verhorakenteita ja Muunne-työkalua. Ainoastaan KIS-konseptiin kuuluvien porraskomponenttien kohdalla opinnäytetyössä käytettiin valmiita 3D-objekteja (kuva 10), sillä ne olivat saatavissa valmistajan nettisivuilta.



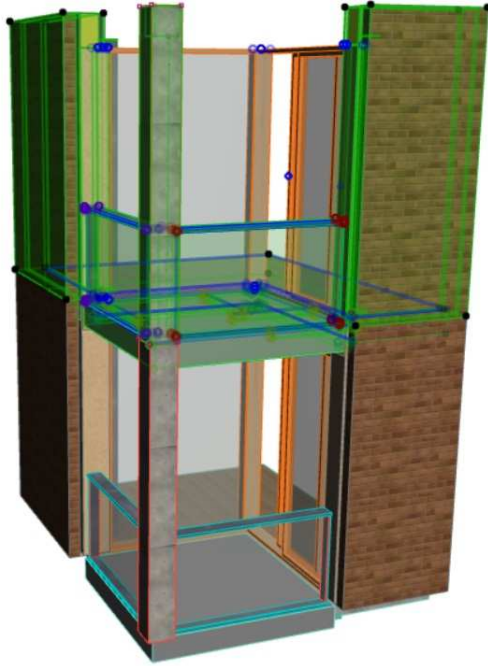
KUVA 10. Valmistajan tarjoamat 3D-mallit porraselementeistä

Komponenttien mallinnus aloitettiin mallintamalla yksittäisiä osia niin, että ne olivat mittatarkat ja niiden sijoitus koordinaatistossa oli oikea. Valmiit yksittäiset osat yhdistettiin ryhmiksi liikuttelun helpottamiseksi (kuva 11). Näin valmiista työtä käyttäessä arkkitehdin on helpompi liikuttaa tiettyä ryhmää yhden objektin sijaan. Mallinnusohjelmassa on kuitenkin mahdollisuus poissulkea ryhmien liikuttelu, mikäli tarve on muokata tai liikuttaa tiettyä objektia.



KUVA 11. Parvekelaatta ja kannatinpalkit yhdessä ryhmässä

Valmiiden objektien jälkeen voitiin kasata rakenteet yhdeksi kokonaisuudeksi, jolloin on helppo tutkia mahdollisia rakenteellisia ongelmakohtia, ulkonäköä ja monistaa kokonaisia rakenneratkaisuja, kuten nurkkaparvekkeita. Nurkkaparvekeryhmä voidaan esimerkiksi nostaa ja monistaa 3 000 mm korkeammalle (kuva 12), jolloin mittamaailma pysyy täysin samana. Tämä mahdollistaa arkkitehdin nopean suunnittelun ja minimoi mittavirheiden aiheuttamia ongelmia.



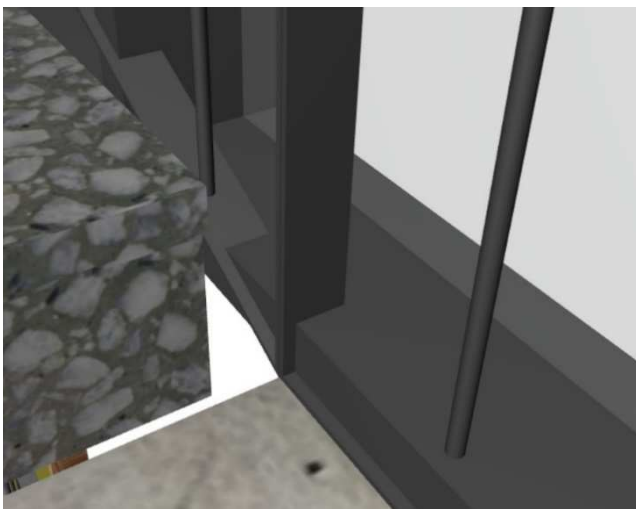
KUVA 12. Nurkkaparvekeryhmän monistaminen toiseen kerrokseen

Yhtenäisten kokonaisuuksien muodostaminen (kuva 13) auttaa paikantamaan suunnitteluvirheitä, joita ei välttämättä tuotteen valmistaja, arkkitehti tai rakennesuunnittelija huomaa. 3D-tilassa komponenttien tarkastelu on suhteellisen mutkatonta ohjelmiston hyvän 3D-liikkumisominaisuuden vuoksi.



KUVA 13. Komponenteista koottu kokonaisuus

Suurten komponenttien yhteensopivuus määrää yleensä pienempien komponenttien sijoituksen, sillä suurten komponenttien sijoitus on sidottu vakioituihin pohjaratkaisuihin. Tästä voi kuitenkin aiheutua suunnitteluvirheitä, joilla voi olla vaikutusta rakenteelliseen toimivuuteen tai toteutukseen. Esimerkiksi porraskaiteen virheellinen sijoittaminen (kuva 14) porraskomponentin mukaan saattaa vaikuttaa koko porrashuoneen toteutukseen. Näissä tapauksissa joudutaan suurempien komponenttien sijoitusta muuttamaan niin, että rakenteesta tulee virheetön. 3D-tilassa paikannettuja virheitä on mahdollista tarkastella tarvittavasta kuvakulmasta ja muokata komponentteja niin, että virheet korjaantuvat.



KUVA 14. Suunnitteluvirhe porraskaiteen mitoituksessa

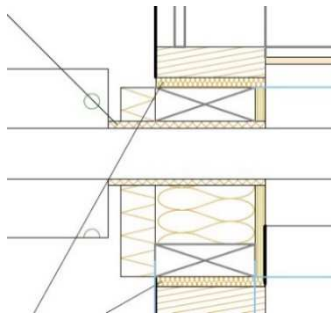
Komponenttien objektit tehtiin yksitellen, jotta niiden yhdistäminen yhtenäiseksi kokonaisuudeksi oli vaivatonta. Peruseriaate tässä oli luoda mahdollisimman helppokäyttöiset ja mittatarkat komponentit arkkitehdille, jonka täytyy kohteesta riippuen pystyä yhdistelemään konseptin eri komponentteja kokonaisuuksiksi ja tarkastelemaan niitä ulkonäön ja käytännöllisyyden kannalta.

3.3 Komponenttien rakenteellinen toimivuus

Komponenttien yhdistämisessä syntyy aina haasteita, jotka täytyy ratkaista suunnitellessa rakennetta. Nämä tilanteet tulevat yleensä vastaan tutkiessa rakenteita 3D-tilassa, jolloin on helppo havaita, meneekö joku rakenne päällekkäin jonkun toisen rakenteen kanssa. Detaljeita tarkastellessa leikkaustasolla huomaa mahdollisia rakenteiden mittoja, jotka eivät ole todenmukaisia tai ovat

muuten haastavia toteuttaa työntekijän kannalta. Suurin osa mallinnettavista komponenteista oli asennusdetaljiikaltaan niin selviä, ettei mallinnuksessa syntynyt ongelmia. Parvekkeita ja porrashuonetta mallinnettaessa kävi ilmi, että joidenkin komponenttien detaljiikassa oli kuitenkin kehitettävää.

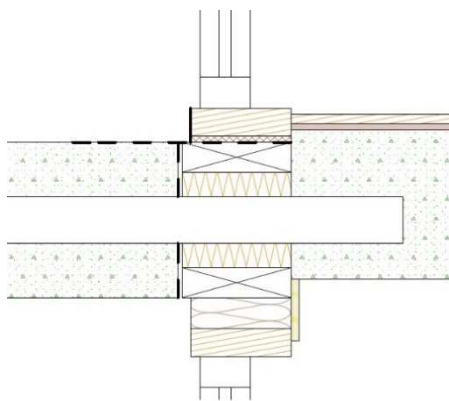
Sisäänvedettyjen nurkkaparvekkeiden tarkka mallintaminen oli työlästä, sillä jokainen parvekeratkaisu ikkunavaihtoehtoineen jouduttiin mallintamaan erikseen. Parvekelaatan ja välipohjan liittorakenne vaati erityistä huomiota rakenteellisen toimivuuden kannalta, sillä kannatuspalkit luovat kylmäsilan lämmitetyn vaipan sisäpuolelle. Liittorakenteeseen oli määritetty kaksi eri rakennevariaatiota, joilla kylmän johtumista saataisiin vähennettyä ja parvekkeen ikkunat kannatettua. Peruseriaatteena suunnittelussa käytettiin mahdollisimman helposti toteutettavaa ja toimivaa rakennetta. Esimerkiksi ensimmäisen variaation (kuva 15) mukaan ikkunoiden kannatus tehtiin kannatinpalkkien päälle asennetun alajuoksun päälle, jolloin ikkunoista aiheutuvat kuormat jakautuisivat mahdollisimman tasaisesti.



KUVA 15. Liittorakenteen ratkaisu variaatio 1

Tässä rakenneratkaisussa saataisiin eristyskerrokset tarpeeksi vahvoiksi ja rakenne palomääräykset täyttäväksi. Vedeneristyksessä bitumikermin asennukselle ei jää paljoa nostovaraa ikkunakarmiin, joten vedeneristys jouduttaisiin hoitamaan bitumin lisäksi pellityksillä. Rakenne on suunniteltu työvaiheiden mukaan, jotta se olisi helppo toteuttaa.

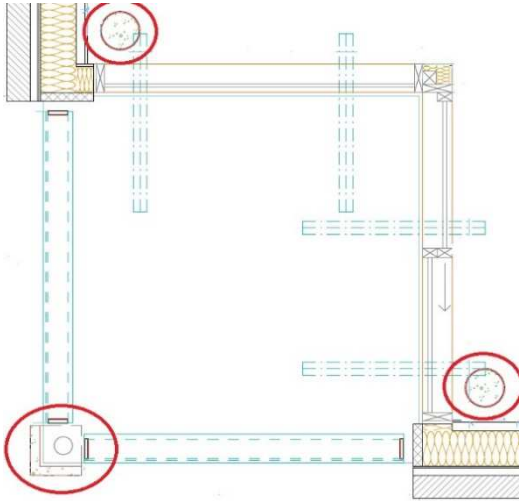
Toisen variaation (kuva 16) peruseriaate oli, että osa rakenteesta voitaisiin tehdä jo tehtaalla valmiiksi parvekelaatan yhteydessä. Tämä nopeuttaisi ja vähentäisi työmaalla toteutettavia tehtäviä.



KUVA 16. Liittorakenteen ratkaisu variaatio 2

Tällä rakenneratkaisulla päästiin siihen, että palo-, ääni- ja kosteusteknilliset vaatimukset täyttyivät. Ratkaisun myötä välipohjien valumuottien tekeminen, ikkunoiden asennus ja vedeneristys nopeutuivat. Kokonaisuudessaan rakenneratkaisulla oli vaikutusta detaljin tiiveyteen ja toteutuksen nopeutumiseen.

Jotta parvekkeiden rakenneratkaisut sopisivat kaikkiin KIS-konseptin mukaisiin kohteisiin muutoksista huolimatta, käytettiin suunnittelussa kolmipistemitoitusta. Parvekkeen nurkkapilarin ja kahden huoneiston sisällä sijaitsevan teräspilarin etäisyydet pysyvät kohteesta riippuen aina samalla etäisyydellä toisistaan (kuva 17). Tämä mahdollistaa sen, että ikkunalinjan sisämitat pysyvät aina samana, vaikka lasiliukuovet vaihdettaisiin moduuli-ikkunoihin tai käytettäisiin seinän vaihtoehtoisia rakennetyyppejä. Ainoastaan kylmäsiirtadetallit muuttuvat ikkunoiden kohdalla.



KUVA 17. Kolmipistesuunnittelu sisäänvedetyssä parvekkeessa

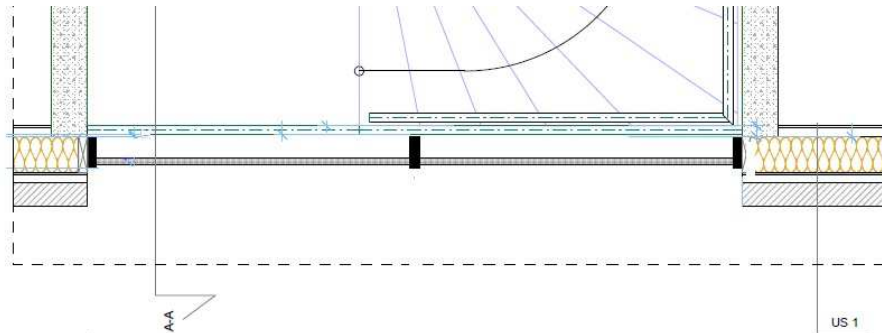
Alumiinilasiseinän (kuva 18), porraselementin ja hissielementin yhdistämisessä aiheutui haasteita komponenttien kiinnityskohtien mitoituksessa, sillä porrashuoneen mitat oli etukäteen määrätty KIS-rakennustapaohjeessa. Nämä komponentit olivat tuotteiden valmistajien kanssa määritettyjä ja niiden yhdistäminen piti suunnitella niin, että niiden mitoitukset sopivat keskenään.



KUVA 18. Alumiinilasiseinä porrashuoneeseen

Alumiinilasiseinän kiinnityskohtia ja sen sijoitusta ulkoseinärakenteeseen täytyi sovitella monta kertaa, kunnes mitoituksessa ei tullut enää virheitä. Porraselementtiä jouduttiin siirtämään kauemmas alumiinilasiseinästä, jotta porrashuoneen tuuletusta saatiin parannettua ja komponenttien mitoitus olisi yhteensopivampaa. Alumiinilasiseinä jouduttiin kiinnittämään ulkoseinärakenteen erilliseen

pystyrunkopuuhun, jotta eristävyys pysyisi mahdollisimman tehokkaana (kuva 19).



KUVA 19. Alumiinilasiseinän sijoitus porrashuoneeseen

3.4 Komponenttikatalogin laatiminen

Komponenttikatalogin tarkoituksena on kerätä tiiviiseen luetteloon KIS-konseptissa käytetyt komponentit ja niiden käyttökohteet sekä sisällyttää mittatarkat piirustukset ja asennusdetaljit. Komponenttikatalogiin koottiin myös havainnollistavia kuvia komponenteista ja käytiin läpi mahdolliset väri vaihtoehdot, jotta arkkitehdin on helppo käyttää KIS-konseptin mukaisia suunnittelulähtökohtia visualisoinnissa.

Komponenttikatalogi tehtiin Word-ohjelmistolla vastaamaan sisällysluetteloltaan KIS-rakennustapaohjetta. Komponentit jaoteltiin kuuden otsikon alle: Pystyrunko, välipohja, ulkoseinät, IV-konehuone ja lämmönjakuhuone, ovet ja ikkunat sekä parvekkeet ja kaiteet. Komponentit esiteltiin kuvin ja niistä kerrottiin tärkeitä asioita esimerkiksi asennukseen tai sijoitukseen liittyvistä asioista tai huomioista.

Jokaiseen komponenttiin liitettiin mahdolliset asennusdetaljit ja piirustukset hyperlinkein, jotta komponenttiin liittyvät rakenteet, rakennustavat ja asennusohjeet olisivat mahdollisimman helposti saatavilla. Katalogissa on myös kerrottu komponenttikohdaisesti, mitkä ovat kyseiseen komponenttiin liittyviä tiedostoja. Tämä helpottaa lukijaa hahmottamaan, miten komponentin asennus tapahtuu ja mitä siinä täytyy ottaa huomioon.

Lopuksi komponenteista luotiin havainnollistava piirustuspankki, josta saadaan tarvittaessa kaikki asennukseen liittyvät piirustukset nopeasti auki. Komponenttikatalogi toimii KIS-rakennustapaohjeen kanssa yhdessä luoden komponentista ja visuaalisesta lopputuloksesta havainnollisen kuvan niin työntekijälle, suunnittelijalle kuin asiakkaallekin.

Komponenttikatalogi löytyy liitteestä 2.

4 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli mallintaa rakennusliike Rakennuskartio Oy:n KIS-konseptin mukaiset komponentit arkkitehtien käyttöön, piirtää asennusdetaljit komponenteista ja niihin liittyvistä rakenteista sekä laatia kattava komponenttikatalogi.

KIS-konseptiin tutustuminen ja sen kehittäminen oli mielenkiintoista, joskin työstä, sillä tarkat suunnitelmat rakenteiden toimivuuden kannalta tarvitsivat paljon taustatyötä. ArchiCAD-ohjelmalla mallintaminen oli alussa hieman hidasta, sillä komponenttien tyyppisestä mallinnuksesta ei ollut paljon kokemusta. Lopua kohden mallintaminen sujui mallikkaasti, sillä työn määrä oli runsas ja ohjelmiston käyttömahdollisuuksia joutui itse opettelemaan.

Mallinnuksessa oli haastavaa pystyä tekemään objekteja, joita voisi muokata tarpeiden mukaan. ArchiCADissa on mahdollista tehdä peruskappaleesta, kuten pilarista tai palkista, Muunne-työkalulla objekti, jota voidaan muokata monin eri tavoin. Muunne-työkalusta ei löytynyt opetusmateriaalia M.A.D:n nettisivuilta lainkaan ja valmiin muunteen tallentaminen sotki objektin parametrit, jolloin objektin mallinnus täytyi aloittaa alusta. Tarvittavien objektien mallinnukseen jouduttiin käyttämään monia eri työkaluja ennen kuin haluttu lopputulos saatiin aikaan.

Alkuperäisiä KIS-rakennustapaohjeen mukaisia rakenneratkaisuja jouduttiin soveltamaan paljon komponenttien yhdistämisessä, sillä jotkin tuotteet tai rakennustavat olivat muuttuneet rakennustapaohjeen viimeisimmästä versiosta. Näissä tapauksissa yhden komponentin muuttaminen vaikutti moneen muuhun komponenttiin ja lopulliseen rakennustapaan. Mallinnuksessa esiintyi myös ongelmia, joita ei ollut aikaisemmin huomattu rakennustapaohjetta kehitettäessä tai uusia tuotteita valittaessa.

Jotta komponentit saatiin mallinnettua uusimpien muutoksien mukaan yhteensopiviksi ja rakennustavat olisivat mahdollisia työn toteutuksen kannalta, tarvittiin yhteistyötä rakennusliikkeen suunnittelupäällikön ja tuotteiden valmistajien

kanssa. Konseptin jatkuvan kehittymisen myötä rakenteet ja rakennustavat kuitenkin muuttuvat, jolloin suunnittelun kehittämiseen täytyy kiinnittää huomiota.

Opinnäytetyö oli mielestäni todella kehittävä niin mallinnuksen ja tiedon etsimisen kuin rakennesuunnittelunkin kannalta. Työlle asetettuihin tavoitteisiin päästiin ja valmiista opinnäytetyöstä on toivottavasti hyötyä myös muille rakentamisen yksinkertaistamisen kehittäjille.

Tilaa oli tyytyväinen katalogin lopputulokseen ja aikoo ottaa sen käyttöön mahdollisimman pian. Opinnäytetyön tekijänä olin myös itse tyytyväinen annettuun tehtävään ja lopputulokseen. Vaikka mallinnusosa opinnäytetyöstä oli työssä, työ valmistui annetussa aikarajassa.

LÄHTEET

Hissikuilut. Betoniteollisuus Ry. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/hissikuilut>. Hakupäivä 26.1.2016.

Myllymäki, Urho 2015. KIS-rakennustapaohje. Rakennuskartio Oy.

Myllymäki, Urho 2015-2016. Suunnittelupäällikkö, Rakennuskartio Oy. Henkilöhaastattelut 17.11.2015 ja 4.2.2016.

Portaat. Betoniteollisuus Ry. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/portaat>. Hakupäivä 26.1.2016.

Portaat. 2014. Oulun Kaupungin Rakennusvalvonta. Saatavissa: www.ouka.fi/oulu/rakennusvalvonta/portaat. Hakupäivä 26.1.2016.

Rakennusten paloturvallisuus & Paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 2003. Ympäristöopas 39. Ympäristöministeriö. Saatavissa: www.ym.fi/Maan kaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskoelma. Hakupäivä 11.2.2016.

RT 82-10814. 2004. Paikallavaletut betonirunkorakenteet. Rakennustieto Oy. Saatavissa: www.Rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/RT_8818 (vaatii käyttäjän lisenssin). Hakupäivä 20.1.2016.

RT 82-10821. 2004. Betonielementtirunkorakenteet. Rakennustieto Oy. Saatavissa: www.Rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/RT_8862 (vaatii käyttäjän lisenssin). Hakupäivä 20.1.2016.

Varis, Markku – Vuorinen, Pekka 2001. Paikallavalulaatastosta kannatetut ulokeparvekkeet. Lohja: Rudus Oy Ab.

