



Joni Määttä

Rakennuselementtien sähköistys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

21.03.2022

Tiivistelmä

Tekijä: Joni Määttä
Otsikko: Rakennuselementtien sähköistys
Sivumäärä: 22 sivua
Aika: 21.3.2022

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine: Automaatiotekniikka
Ohjaajat: Lehtori Kai Virta
Vanhempi asiantuntija Roni Leppänen

Insinööriä suoritettiin Rejlers Finland Oy:lle. Projektin tarkoituksena oli perehtyä rakennuselementtien sähköistykseen.

Insinööriä teoriaosuudessa perehdytään rakennuselementtien sähköistykseen vaikuttaviin tekijöihin ja sivutaan helpottavia sekä huomioon otettavia asioita.

Työn tuloksena syntyi yritykselle parannettuja ratkaisuja elementtien sähköistykseen liittyen. Lisäksi valmiita symboleita päivitettiin.

Avainsanat: Rakennuselementtien sähkösuunnittelu, rakennuselementtien putkitus

Abstract

Author: Joni Määttä
Title: Electrification of Building Elements
Number of Pages: 22 pages
Date: 21 March 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering
Professional Major: Automation Engineering
Supervisors: Kai Virta, Senior Lecturer
Roni Leppänen, Senior Specialist

The engineering work was carried out for Rejlers Finland Oy. The purpose of the project was to become acquainted with the electrification of building elements.

In this thesis, the factors influencing the electrification of building elements are introduced. Matters that facilitate the electrification of building elements and issues to consider in this are also handled.

As a result of the work, improved solution for the electrification of the elements was created for the company. Also, the finished symbols were updated.

Keywords: Electrical design of building elements, Tubing for building elements

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Betoni- ja CLT-elementit	2
2.1	Betonielementit	2
2.2	CLT-elementit (massiivipuu-elementti)	3
3	Sähkövaraukset	4
3.1	Kojerasiat, jakorasiat	4
3.2	Varaukset: alakatto, elementin yli	5
4	Sähkövarusteiden ja -varausten mitoittaminen	6
4.1	Wc ja kylpyhuone	10
4.2	Keittiö	13
4.3	Porrashuoneet	14
5	Piirustusmerkit	15
6	Reikävaraukset ja tietomallinnus	16
6.1	Reikävaraukset	16
6.2	Tietomalli	19
7	Yhteenveto	21
	Lähteet	22

Lyhenteet

apk	Astianpesukone.
BIM	<i>Building information model</i> . Rakennuksen tietomalli.
BES	Betonielementtistandardi.
CLT	<i>Cross laminated timber</i> . Ristiinlaminoitu massiivipuulevy.
.dwg	AutoCAD -ohjelman tiedostomuoto.
ifc	<i>Industry Foundation Classes</i> . Rakennusalan standardi oliopohjaisen tiedon siirtoon tietokonejärjestelmästä toiseen.
mm	Millimetri.
mu	Mikroaaltouuni.
pr	Pistorasia.
TATE	Talotekniikka.
W1	Varaus.
W2	Varaus.
WM	Varaus.

1 Johdanto

Insinööriyön tarkoitus on tutustua rakennuselementtien sähkösuunnitteluun ja asennukseen sekä käydä läpi käytettyjä varusteita ja varauksia. Elementtien sähkösuunnitteluun on niukasti aineistoa tarjolla, joten työssä käytetään projekteista saatua tietotaitoa. Työn tarkoituksena on perehtyä pääosin betonielementtien sähköistämiseen, mutta työssä sivutaan myös rakentamisessa tulevaisuudessa enemmän yleistyneitä CLT-elementtejä.

Työssä on käytetty hyödyksi sekä omaa työkokemusta aiheesta että eri projekteista saatuja tietoja. Opinnäytetyö tehdään Rejlers Finland Oy:lle. Insinööriyön ohella syntyy yritykselle sivutuotteena kehitystä elementtilegendaan (piirustuksen piirrosmerkkiselite) ja piirrosmerkkeihin.

Rejlers Finland Oy on osa pohjoismaista Rejlers AB -yhtiötä, joka on yksi Pohjoismaiden suurimmista insinööritoimistoista. Konsernilla on yli 80 toimistoa Suomessa, Ruotsissa, Norjassa ja Abu Dhabissa, ja se työllistää yli 2400 ammattilaista. [1.]

Yritys tarjoaa insinööripalveluja rakentamisen, teollisuuden, energian ja infran asiakaskunnille. Yritys toimii yli 20 paikkakunnalla ja työllistää lähes 1000 työntekijää. Liikevaihto vuonna 2021 oli noin 102 miljoonaa euroa. [1.]

Rejlers Finland Oy aloitti toimintansa Suomessa Mikkelissä vuonna 1980 ja on kasvanut siitä lähtien tasaisesti ja lukeutuu nykyään Suomen isoimpiin yrityksiin. Rejlersin arvot luovat pohjan jatkuvalla oppimiselle ja se on haluttu työantaja ja kumppani. [1; 2.]

2 Betoni- ja CLT-elementit

2.1 Betonielementit

Betonista tehtyjä valmisosia eli betonielementtejä käytetään kaikentyypisessä rakentamisessa. Elementtejä käyttäen voidaan rakentaa asuinkerrostaloja, omakoti- ja rivitaloja, liike- ja toimistorakennuksia sekä muita julkisia rakennuksia. Sen lisäksi elementtejä käytetään maatalouden ja teollisuuden hallien ja varastojen rakentamisessa. [3.]

Betonista tehdyillä seinäelementeillä voidaan tehdä pitkäaikaisia ja edullisia julkisivuratkaisuja. Betoniset väliseinät täyttävät nykyiset palo- ja ääniteknisetkin vaatimukset ilman lisäeristystä. Sementin, betoniteräksen, kiviaineksen ja teräsosien laatuvalvottujen raaka-aineiden käyttäminen takaa betonielementtien erittäin korkean laadun. [3.]

Alkuaikoina betonielementtien valmistus vaati paljon käsitöitä. Nykyään hyödynnetään koneita ja laitteita prosessissa enemmän. Betoniasemat ovat automatisoituneita sekä muotteina on alettu käyttämään teräsmuotteja. Nykyään nostureiden kapasiteetit eivät rajoita elementtikokoja. Nykyaikaisella nosturilla ei ole ongelmaa kuljettaa 100 tonnia painavaa elementtiä tehtaalta ulos ja edelleen työmaalle. [3.]

Elementtirakentamisessa on monia etuja. Etenkin menetelmien vakioituneessa projektit ovat sujuvampia ja yllätyksiltä vältytään. Hyvin tehtaalla esivalmistettujen elementtien käyttäminen nopeuttaa työmaan asennuksia verrattuna paikallaanvalukohteisiin. Paikallaanvalukohteissa betonin kuivumisajat määrittelevät työn etenemisen. Myös hidastavat sähköasennukset ja muut rakenteen sisässä olevat tate-asennukset tehdään työmaalla eikä esimerkiksi hyvissä olosuhteissa sisällä tehtaissa kuten elementit.

2.2 CLT-elementit (massiivipuu-elementti)

CLT tulee sanoista Cross Laminated Timber ja tarkoittaa suomeksi ristiinlaminoitua massiivipuulevyä. CLT on puurakennuselementti, joka koostuu useista ristiinliimatuista lamelli- eli puulevykerroksista. Kerroksia voi olla 3, 5, 7 tai 9, ja ne voivat olla eripaksuisia keskenään riippuen rakenteesta ja käyttötarkoituksesta. CLT-elementin paksuus on tavallisesti 60-400 mm. Valmistajasta riippuen elementit voivat olla enintään 2,95-4,8 m leveydeltään ja 12-20 m pituudeltaan. [4.]

CLT-rakentaminen on Suomessa vielä vähäistä, mikä johtuu vähäisestä tietoisuudesta ja aiheuttaa epävarmuutta toimijoille. CLT-rakentamisessa on paljon etuja verrattuna yleisimpänä olevaan betonista rakentamiseen. CLT:n vahvuuksiin kuuluvat nopea rakentaminen, korkea esivalmistusaste, luotettavuus, ekologisuus sekä visuaalinen arvokkuus, koska voidaan jättää puupinta näkyväksi. [5.]



Kuva 1. CLT-elementti [6.]

CLT-elementtiin tarvittavat sähkön rasiat ja putkitukset on suunniteltava hyvin tarkasti ja niihin tulee kiinnittää erityistä huomiota. Betonielementtiin verrattuna CLT-elementissä talotekniikan vieminen on paljon haastavampaa. CLT-elementteihin tulevat kaapelireitit ja rasioiden paikat saadaan tehtyä tehtaalla millintarkasti. Kuvassa 1 on viimeistelemätön CLT-elementtiseinä.

Verrattaessa CLT-elementtiä betonielementtiin esimerkiksi jälkiasennukset ovat yleensä todella hankalia, jos jotakin jää uupumaan tai halutaan lisätä kaapelointeja jälkikäteen. Betonielementtiin pystyy jälkikäteen roiloamaan putkituksia, joita ei CLT-elementtiin pysty samalla tavalla jälkiä jättämättä tekemään.

3 Sähkövaraukset

3.1 Kojerasiat, jakorasiat

Saatavilla on monia erilaisia koje- ja jakorasioita moniin eri käyttötarkoituksiin. Kuvissa 2 ja 3 on esitetty erikorkuisia koje- ja jakorasioita. Korotetuilla ja madalletuilla rasioilla saadaan paremmin väistelyä elementtien raudoituksia. Jako- ja kojerasioissa mallista riippuen voi olla nysiä valmiiksi tai niitä voidaan tarvittaessa lisäillä. Nysiin tulevat sähköputket kiinni ja ne pysyvät betonivalussakin rasiassa kiinni. Tyypillisestä rasiasta lähtee kaksi putkea ylös sekä kaksi putkea alaspäin. Jos betonivalussa tarvitaan enemmän putkituksia yhteen rasiaan, pitää ottaa huomioon putkituksien taivutussädetä.



Kuva 2. Elementeissä käytettyjä kojerasioita [7.].



Kuva 3. Elementeissä käytettyjä jakorasioita [7.].

3.2 Varaukset: alakatto, elementin yli

Elementtisuunnittelussa käytetään pääsääntöisesti W- ja WM-varauskoloja. Sellaisessa tilanteessa, missä elementtiseinän kohdalla ontelolaatta ei ylitä elementtiä, voidaan putkitus hoitaa jatkoholkilla elementin yläpäädyistä elementin syvyyssuunnassa keskeltä.

W-varaus on isompi ja tätä käytetään, kun halutaan mennä elementistä toiseen, esimerkiksi porrashuoneiden valaistuksen putkituksessa. WM-varausta käytetään useammin, kun putkitus päättyy alakaton yläpuolelle. WM-varauksia on kahta eri kokoa, yhdelle putkelle WM1 tai kahdelle putkelle WM2. Kuvassa 4 on esitetty varauksien mitat.

W = STYROX-VARAUS	WM1 = 75x125x50	
W1 = 150x160x120	WM2 = 100x125x50	
W2 = 270x160x120	J = JAKORASIA	PUTKITUS JM20 ELLEI
W3 = 340x160x120	K = KOJERASIA	TOISIN MAINITA

Kuva 4. Varauskolouksien esimerkkikoot.

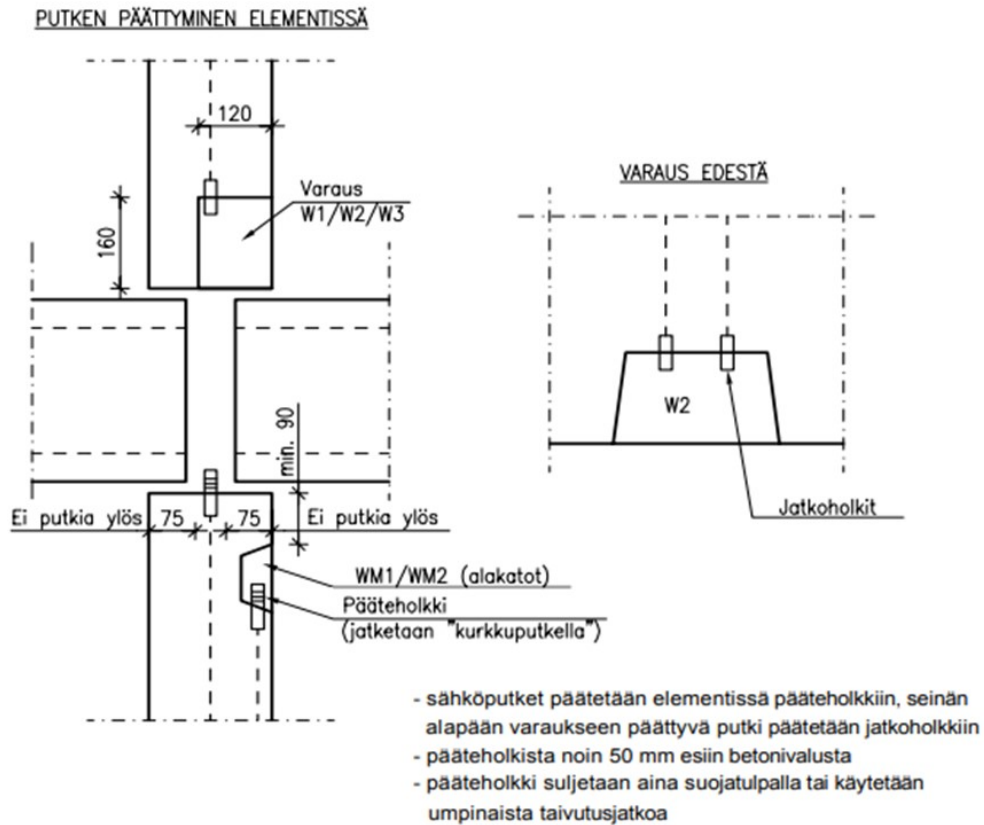
Elementtisuunnitelman sähkövaraussivulla on sähkösuunnittelijan laatima selite varauksien koko tiedoista. Sähkösuunnittelija voi käyttää omaa selitettä, tai projektikohtaisesti selite voi tulla myös rakennesuunnittelijalta. Tällöin selitteessä on projektille yksilöidyt mitat. Isompaan varaukseen merkitään vain W-kirjain ja merkitään varaukselle korko, leveys sekä syvyys.

4 Sähkövarusteiden ja -varausten mitoittaminen

Sähkövarausten mitoittaminen elementtisuunnitelmaan on erityisen tärkeää, jotta vältetään työmaalla ylimääräiseltä ja kalliilta korjaamiselta ja piikkaamiselta. Sähkövarauksia tehdessä pitää ottaa monta asiaa huomioon kuten:

- Tuleeko alakattoa vaiko ei?
- Tehdäänkö elementin yli, onteloiden väliin?
- Tuleeko ontelolaatan onteloon putkitukset?
- Tuleeko paikallavaluholvi?

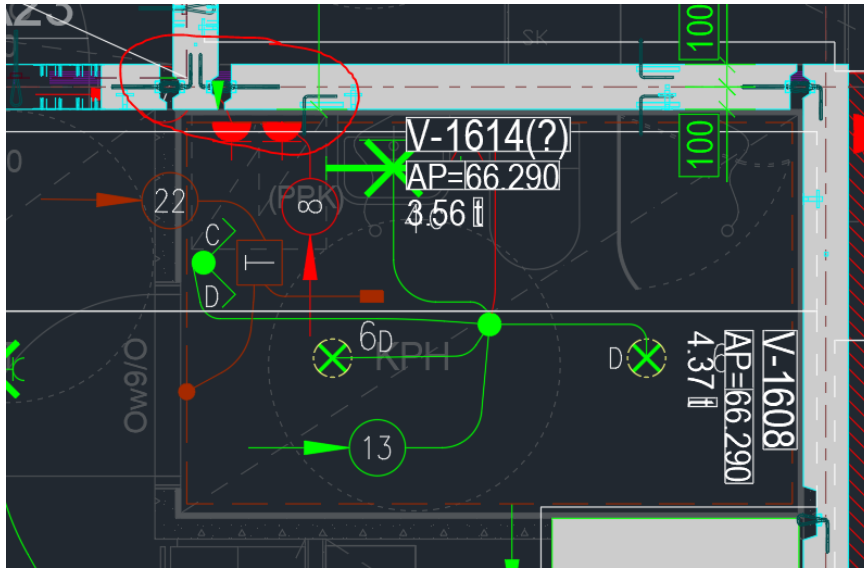
Kuvassa 5 on esitetty erityyppisiä putkitusvariaatioita eri käyttötarkoituksiin.



Kuva 5. Putkituksen variaatioita. [8, s. 8.]

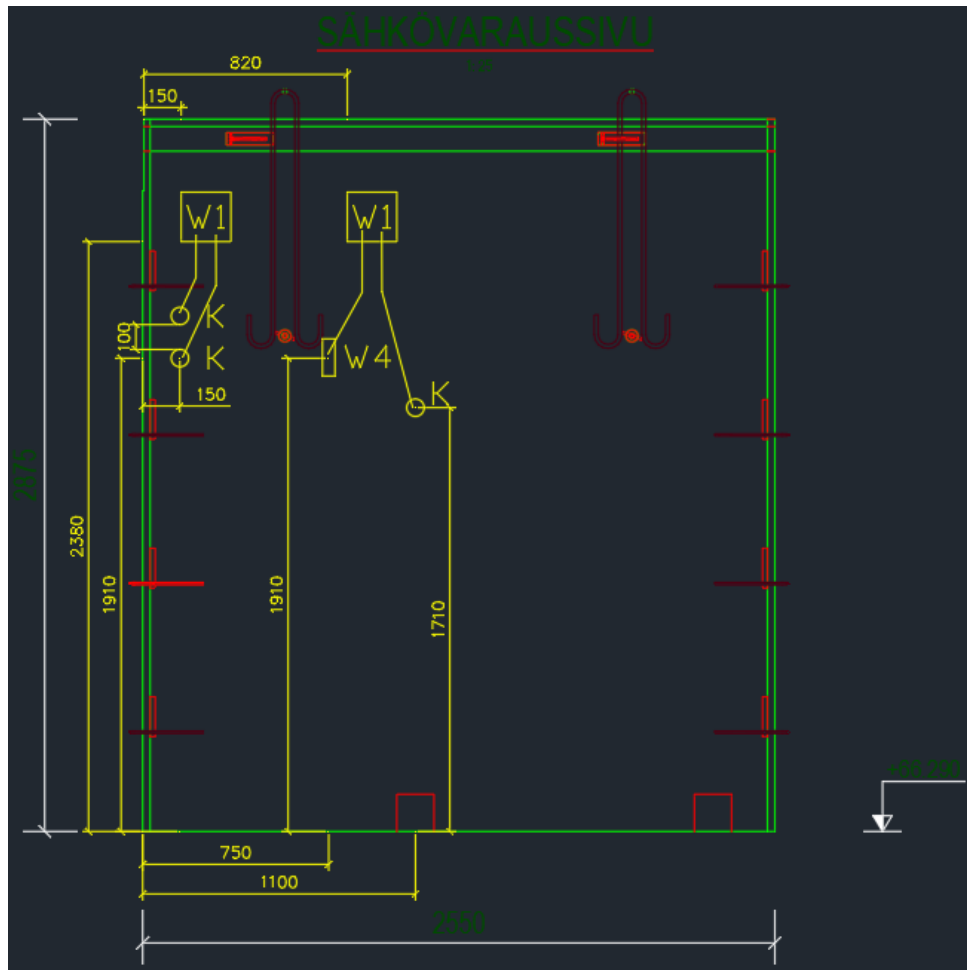
Elementtien varauspiirustukset aloitetaan käymällä läpi sähkön tasokuvat ja vertaamalla niitä elementtikaavioihin, mitkä elementit tarvitsevat varauksia sähkön osalta. Kuvassa 6 on laitettu sähkön tasokuvan päälle elementtikaavio, jotta nähdään, mitkä elementit vaativat varauspiirustuksia. Näin saadaan myös mitoitettua pienemmällä vaivalla sähkölaitteiden sijainnit elementissä.

Elementtiä luetaan yleensä elementin tunnuksen lukusuuntaisesti. Kuvassa 6 esimerkiksi pistorasiat tulevat elementin etupintaan. Elementin tunnuksen (V-1614) alapuolelle on myös kirjattu selkeästi elementin alapinnan absoluuttinen korkeus, jota on helppo verrata kerroskorkoon.



Kuva 6. Sähkötasokuva ja elementtikaavio päällekkäin.

Sähkövarusteet mitoitetaan elementtikuviin, jotta työ on mahdollista toteuttaa tarkasti ja sujuvasti elementtitehtailla. Vaakamitoitukset merkitään elementin ulkoreunasta rasian keskelle. Pystymitoitukset tehdään yleensä elementin alareunasta rasian keskelle. Mitoitukset merkitään niin, että ne ovat helposti luettavissa. Kuvassa 7 on esimerkki elementistä, johon on piirretty sähkövaraukset ja -varusteet.



Kuva 7. Elementin sähkövaraussivu.

Rakennesuunnittelijalta tulleeseen elementtikuvaan tehdään sähkövaraussivulle tarvittavat sähkövaraukset. Jos kuvassa näkyvät raudoitukset, on niitä myös hyvä kiertää.

Normaali toimintatapa on se, että elementtien sähköjen ja raudoitusten yhteensovitus kuuluu tehtaalle. Eli jos rasioita ei voi laittaa siihen, mihin ne on merkitty, tehdas soittaa sähkösuunnittelijalle ja kysyy, saako siirtää. [9.]

Sähköputkituksiin ei tarvitse erikseen merkitä putken tietoja, jos se on tehty jo selitteessä esimerkiksi niin, että putkitus JM20 ellei toisin esitetty. Jos tarvitaan isompaa putkea, merkitään se viiteviivoin.

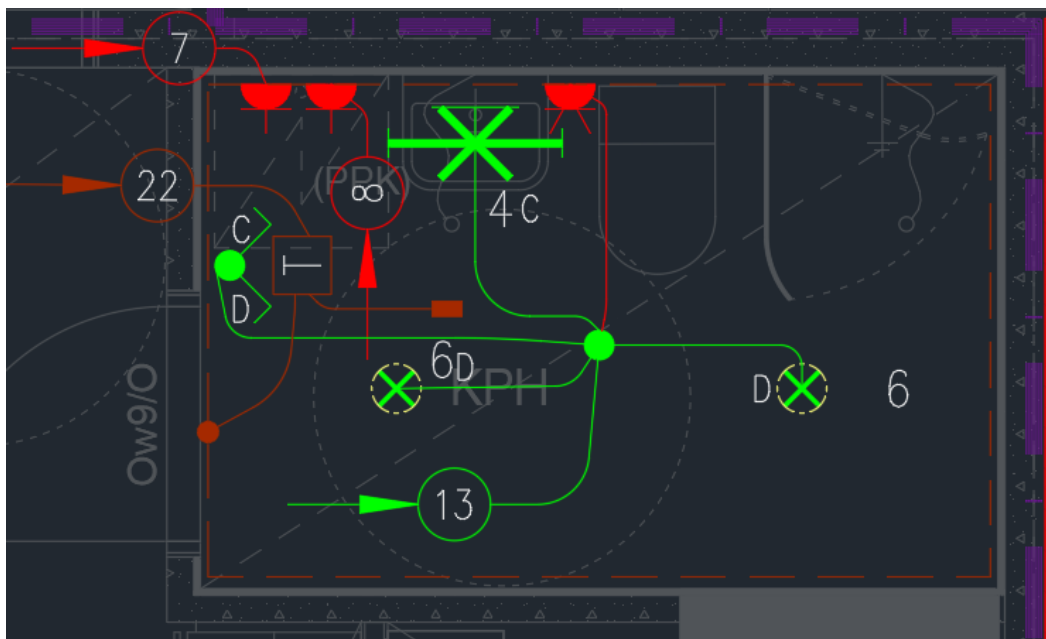
Sähköasennusten mitoitukseen muutamia tärkeimpiä etäisyyksiä, esimerkiksi huoneistojen välisessä seinässä rasioiden väliin on jätettävä vähintään 200 mm:n väli äänieristyksellisistä syistä. Sen lisäksi yleisesti ensimmäinen rasia sijoitetaan minimissään 300 mm:n päähän huoneen nurkasta.

Sähköasennusten mitoitus	mm
etäisyys elementin reuna-vaarnan pohjasta rasian keskelle	minimi 80
etäisyys huoneen nurkasta	minimi 300
huoneistojen välisessä seinässä eripuolilla elementtiä olevien rasioiden väli	minimi 200
varauksen väli elementin yläreunaan	90
ovenpielen leveys	minimi 300
väliseinäelementin alareunan varauksen syvyys	120

Kuva 8. Sähköasennusten mitoituksia [8, s. 6.]

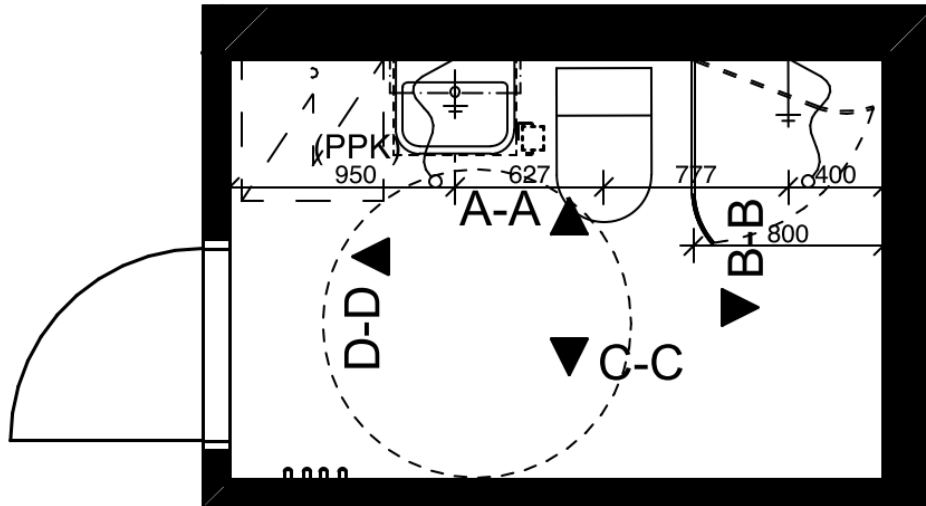
4.1 Wc ja kylpyhuone

Yleisimpiä varauksia wc:ihin ja kylpyhuoneisiin tulee valokatkaisijat, pesukoneen ja kuivausrummun pistorasiat sekä peilikaapin valaisimen putkitukset. Kytkimille ja pistorasioille riittää yleensä kojerasia. Pelikaapin valaisimelle on hyvä tehdä 150 x 50 mm:n kolous, jotta johdotukseen jää pelivaraa. Kuvassa 9 on sähkön tasokuva ja pohjalla arkkitehdin pohjakuva.

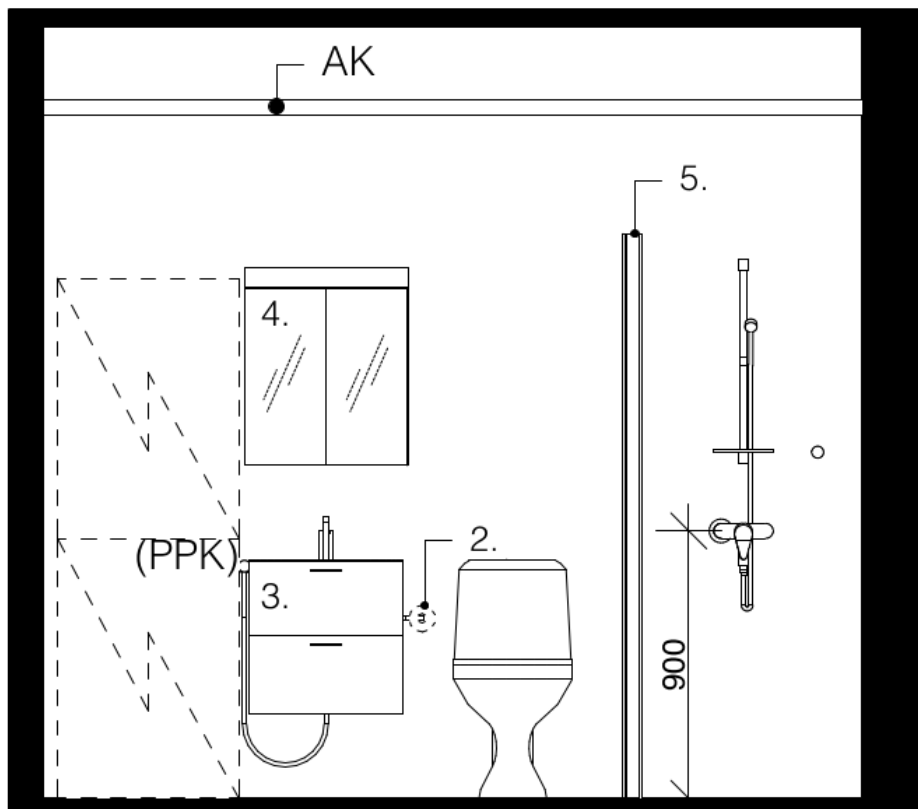


Kuva 9. Sähkötasokuva kylpyhuoneesta.

Kuvassa 10 on arkkitehdin pohjakuva kylpyhuoneesta ja kuvaan on merkitty leikkaukset. A-A-leikkausta tarkastelemalla kuvan 11 avulla voidaan mitoittaa pesukoneiden ja peilikaapin valaisimen tarkemmat sijainnit korkeussuunnassa.



Kuva 10. Arkkitehdin pohjakuva kylpyhuoneesta.



A-A

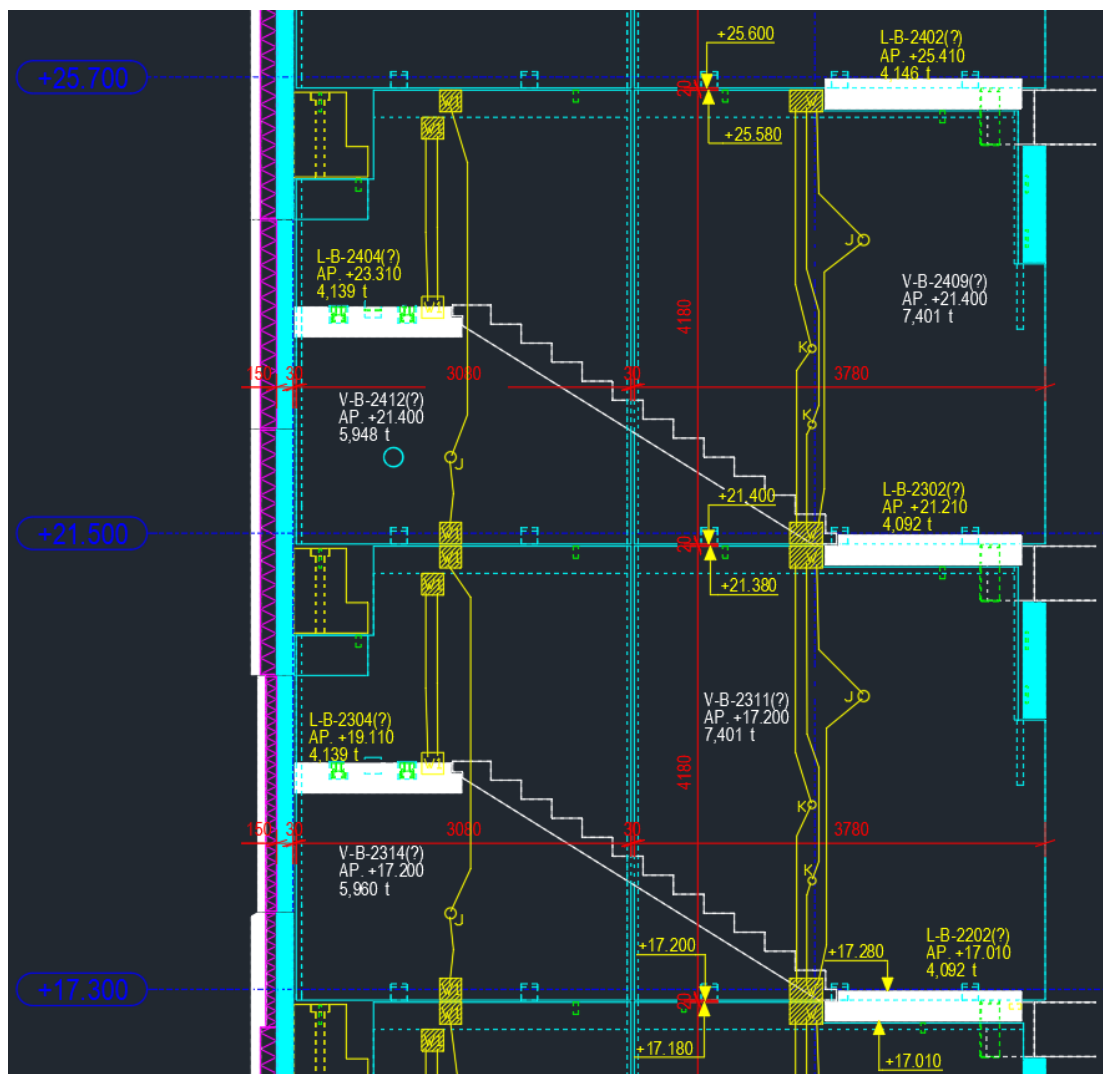
Kuva 11. Leikkauskuva kylpyhuoneen kalusteseinältä.

4.3 Porrashuoneet

Porrashuoneiden varaussuunnittelussa on hyvä jo sähkösuunnitteluvaiheessa miettiä reittiä johdotuksille ja sähkökalusteiden tarkkaa paikkaa. Hyvin suunniteltu jo johdotusvaiheessa ei tarvitse elementtien sähkösuunnittelussa käyttää ylimääräistä aikaa miettien, mistä minkäkin putkituksen voi tehdä.

Monesti on tilanne, että porrashuoneen vieressä on hissikuilu ja tälle seinälle voi olla pakollista sijoittaa valaisin. Edellä mainitussa tilanteessa voi olla järkevintä tuoda valaistuksen johdotukset ylimmästä kerroksesta alaspäin. Kuvassa 13 on porrashuoneesta leikkauskuva, josta on hyvä aloittaa elementtien varauspiirustuksien laatiminen. Kuvassa on merkittynä hyvin kerroskorot ja linja-apuvii-
vat. On helppo saada varaukset osumaan kohdalleen, kun ei tarvitse erikseen jokaisen kerroksen tasokuvista mitailla varauksille paikkoja. Tästä porraskaavista on sitten helppoa kopioida sähkövaraukset ja -varusteet elementtien työkuvaan.





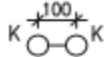





















Kuvassa on esitetty valaisimelle jakorasia (J), kytkimille ja pistorasioille kojerasia (K) sekä W-varaukset, joissa putkitusta mahdollista jatkaa elementistä toiseen. Kuvassa 1 ja 2 on esitetty jako- ja kojerasiat.



Kuva 13. Porrashuoneen elementeistä leikkauskuva, johon sijoitettu varauksia.

5 Piirustusmerkit

Kuvassa 14 on esitetty yleisimpiä symboli-piirrosmerkkejä, joita käytetään elementtien sähköpiirustuksissa. Nämä merkit ovat osin vanhentuneita ja nykyään projektista riippuen käytetään yrityksen omatekemiä piirrosmerkintöjä. Elementteihin tulevia sähkötarvikkeita ovat koje- ja jakorasiat sekä päätevaraukset. Yleensä sähköputkitukset esitetään kuvaan vain viivapiirtona.

Etupinnassa	Takapinnassa	
		Kojerasia (ABB AU3.2; Schneider Electric JR00)
		2 kojerasia toisissaan kiinni Yhdyskappale ABB PMR71; Schneider Electric JL71)
		Kojerasiat vakioetäisyydellä Yhdyskappaleet ABB PMR490, PMR502; SE JL85, JL100 (Heikkovirta-/vahvavirtarasiat)
		Kaksoiskojerasia, huom. asennussuunta (ABB AU17.2; Schneider Electric JR20)
		Jakorasia (ABB AU19; Schneider Electric JR08)
		Varaus 150x160x120 (lev x kork x syv)
		Varaus 270x160x120 (lev x kork x syv)
		Varaus 340x160x120 (lev x kork x syv)
		Päätevaraus 75x125x50 (lev x kork x syv), 1 putki (alakatot, kaapistojen ylälistat)
		Päätevaraus 100x125x50 (lev x kork x syv), 2 putkea (alakatot, kaapistojen ylälistat)
		Jatkosholkki (ABB AJ16, AJ20, AJ25; Schneider Electric RJM16, RJM20, RJM25)
		Pääteholkki (ABB AJ5.16, AJ5.20)
		Putkinyssä (ABB AN16, AN20, AN25; Schneider Electric JN20, JN25)

Kuva 14. Elementtien sähköasennuksissa käytettyjä sähkötarvikkeita ja -varauksia [8, s. 11.]

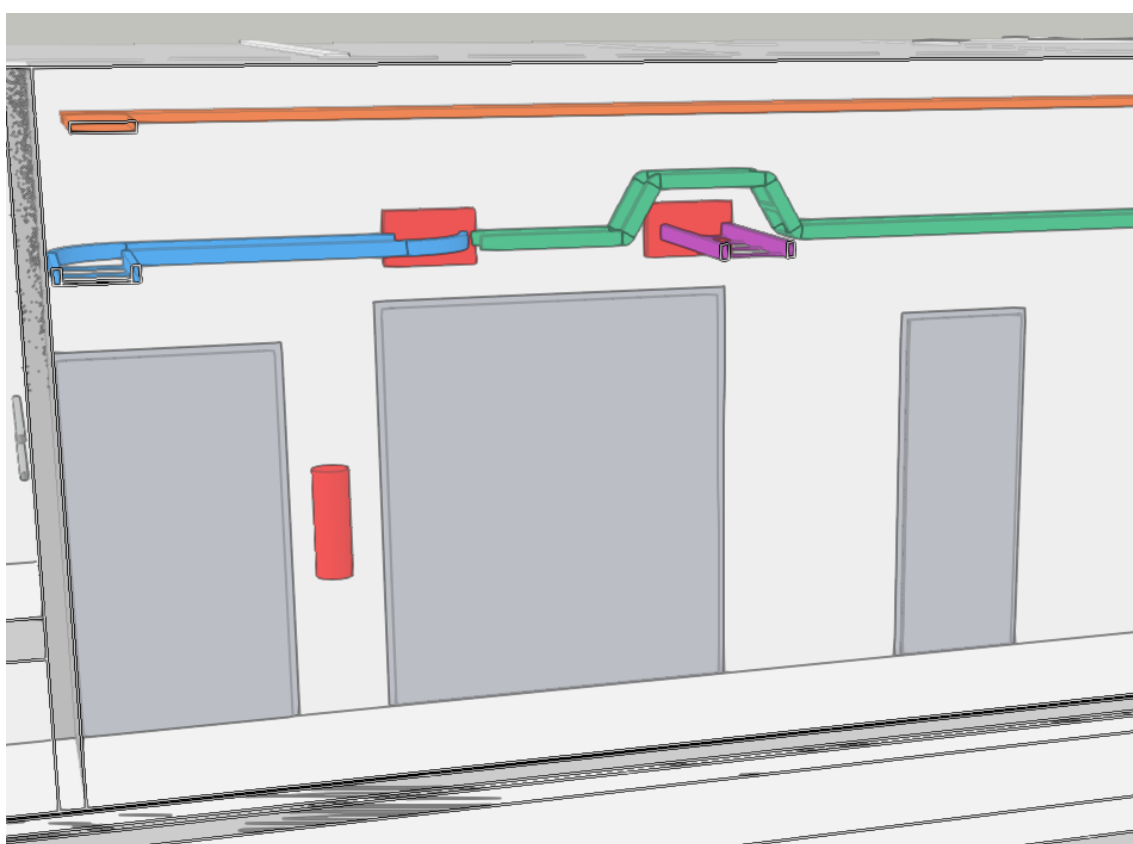
6 Reikävaraukset ja tietomallinnus

6.1 Reikävaraukset

Jotta saadaan vietyä sähköhylyt ja kaapelit rakenteiden läpi, tulee tehdä myös reikävarauksia. Reikävarauksia tehdessä tulee reikäkierto. Sähkösuunnittelija tekee reikävarauksen, kun halutaan lävistää tai kolota rakenne, josta tekniikka saadaan vietyä suunnitelmien mukaan. Reikäpiirustuksien tekeminen kannattaa

aloittaa keskustelulla rakennesuunnittelijan kanssa, mihin niitä on mahdollista tehdä ja mihin ei todennäköisesti onnistu tehdä. [10, s. 5.]

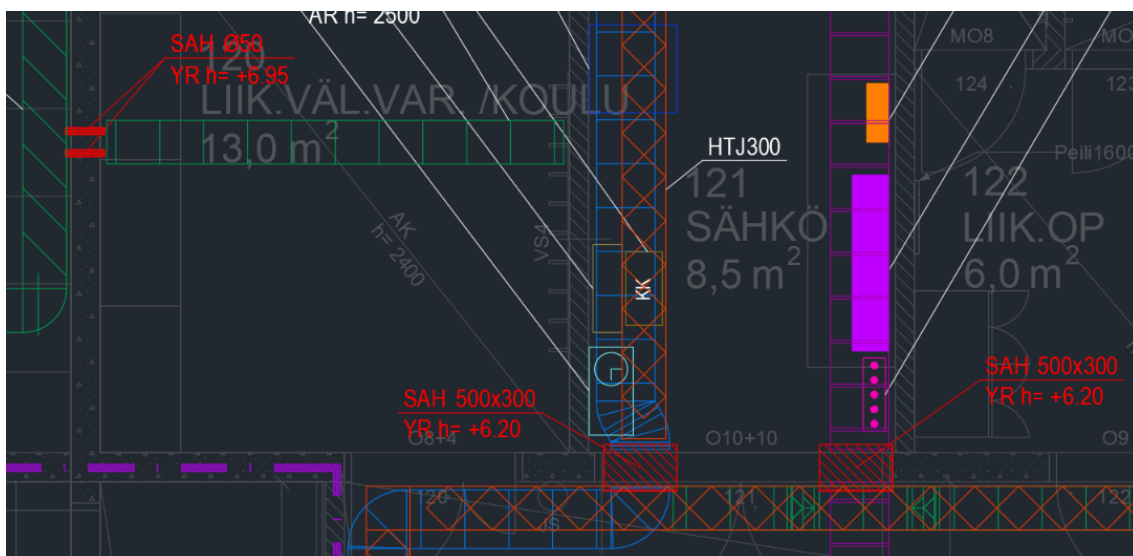
Reikävarauksia tehdään projektikohtaisesti joko perinteisellä 2D-menettelyllä tai mallintamalla 3-uloitteisena. 3-ulotteiset eli tietomallipohjaisena tehtäessä reikäobjektit ovat 3D-symboleita IFC-formaatissa. Kuvassa 15 punaiset symbolit kuvaavat lävistettävää rakennetta.



Kuva 15. 3D-reikäobjekteista kuva

Perinteisellä 2D-menettelyllä reikä objekti piirretään rakennesuunnittelijan pohjakuvan päälle ja siihen merkitään viiteviivoin reiän koko sekä absoluuttinen korkeus.

Tarvittaessa perinteisiä 2D-reikäpiirustuksia, tarvitaan jo tarjouspyyntöjä laadittaessa, että niille on sovittu niiden tekijä. [11, s. 37.]



Kuva 16. 2D-reikävarauksia.

Tietomallipohjaisessa menettelyssä reikävaraukset tehdään 3D-symbolein CAD-ohjelmalla ja ne ajetaan IFC-tiedostona, joka toimitetaan rakennesuunnittelijalle. Reikävarausobjektit täytyy olla rakenteen lävistävän geometrian osalta mitoiltaan oikeankokoisina. Mittaviivoja eikä muutakaan 2D-piirtotietoa toimiteta IFC-tiedoston lisänä.

Rakennesuunnittelija tekee rei'itykset sekä muut varaukset käyttäen reikävarausobjektien tietoja. Mikäli reiän teko on rakenteellisesti mahdotonta, rakennesuunnittelija ilmoittaa siitä sähkösuunnittelijalle, joka tekee uuden version reikävarausobjekteista rakennesuunnittelijalle. [11, s. 37.]

Teknisesti suositeltavaa on, ettei vanhoja varausobjekteja poisteta ja niitä korvata uusilla päivitetyillä, vaan jo valmiiksi mallinnettua objektia päivitetään uuden koon ja sijainnin mukaan. Syy näin toimimisessa on, etteivät ohjelmistot tunnista reikävarausobjektia uudeksi, vaan objekti tunnistetaan muuttuneeksi ja helpottaa työskentelyä. [11, s. 37.]

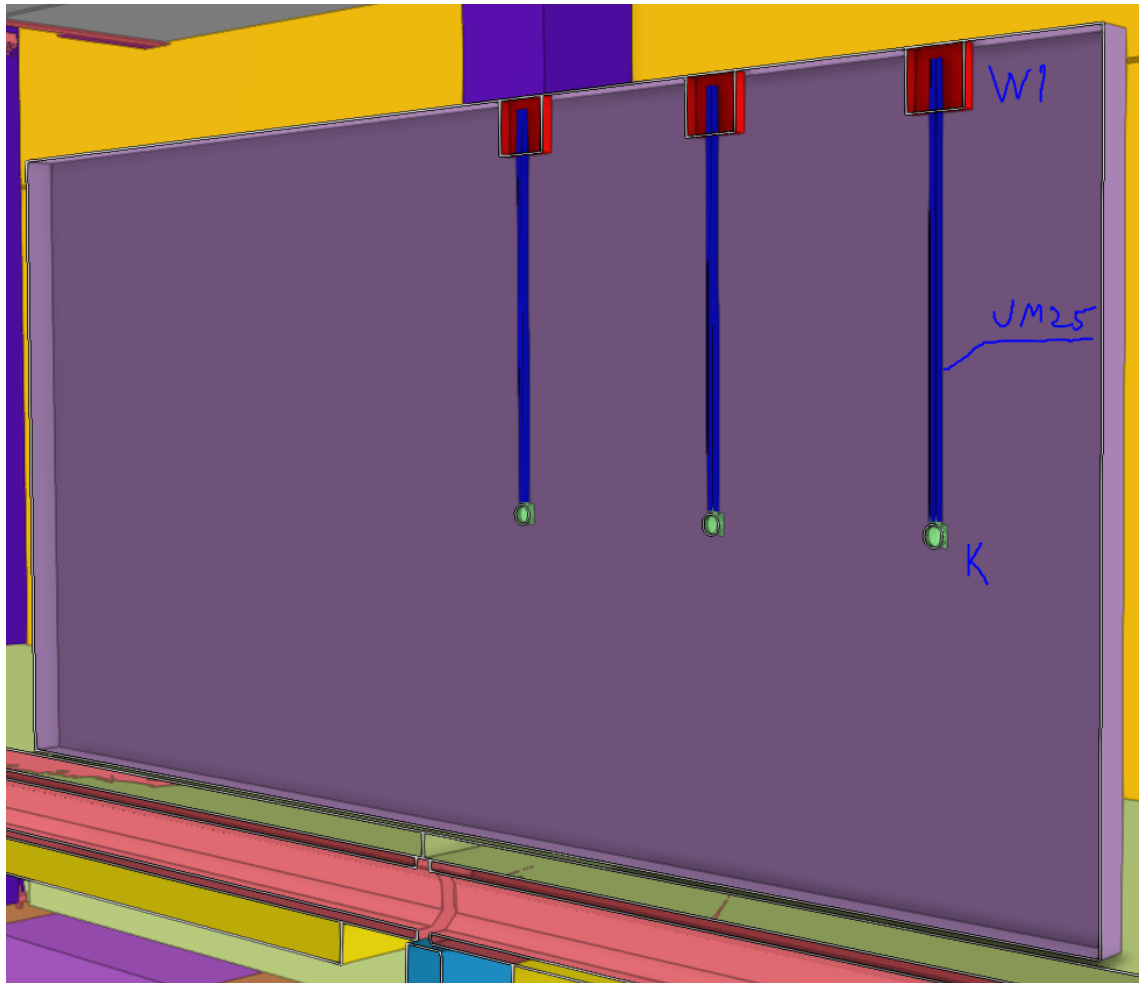
6.2 Tietomalli

Rakennuksen tietomalli eli BIM tarkoittaa, että rakennuksesta luodaan digitaalisesti yksi tai useampi todellisuutta vastaava virtuaalimalli. Tietomallintaminen tukee koko rakennuksen ja rakentamisen suunnittelua jokaisessa vaiheissa. Digitaalisesti luodut mallit sisältävät suuret määrät informaatiota ja täydellisen geometrian. [12.]

Elementtien sähkövarauksia ei yleensä vaadita tietomallinnettavan, ja toiseksi on vielä työstä mallintaa putkituksia ja varauksia. Tietomalli on muuten hyvä apuväline varauspiirustuksien laadinnassa. Yhdistelmätietomallista näkee rakenteet ja siitä on helppoa katsoa lvi-laitteiden sijoitukset, esimerkiksi patterien sijainnit. Mallin avulla on helppoa hahmottaa seinäelementtien ja ontelolaattojen välisiä ahtaita putkitusuria, joten mallin avulla saadaan mitoitettua oikea varaus elementin yläreunaan.

Tietomallia luodessa tulee kullakin suunnittelijalla olla käytössä sama origo. Tämä on todella tärkeää käytettäessä viitekuvia, yhdistelmämalleja, reikävarauksia yms. Jouduttaessa muuttamaan origoa jälkikäteen on se todella työstä tai joissakin tapauksissa jopa mahdotonta. Origon sijainnin määrittää arkkitehti jo projektin alkumetreillä, eikä sitä muuteta projektin edetessä ilman todella pätevää syytä. [13, s. 5.]

IFC- ja 3D-malleissa korkoasemana käytetään absoluuttista korkoa merenpinnasta. Pohjapiirustuksissa ja leikkauksissa käytetään samaa korkomerkintää. Ohjelmissa, jotka perustuvat kerrosajatteluun (esim. Autocad tai CADS), voidaan käyttää jokaisessa eri kerroksen sähkön tasokuvassa tai dwg:ssä lattian world z=0 korkoa. IFC-exportin yhteydessä on oltava merkittynä kerroksille todellinen, absoluuttinen korkoasema. [13, s. 5.]



Kuva 17. Varaukset mallinnettuna elementtiin.

Kuvassa 17 on 3D-mallinnettu, miltä varaukset näyttävät todellisuudessa. Tulevaisuudessa nämä voisivat kehittyä siihen suuntaan, että elementtien sähkövaraukset mallinnettisiin suoraan sähkön tasokuvaan, ajettaisiin IFC-malliin ja se toimitettaisiin rakennesuunnittelijalle.

7 Yhteenveto

Insinööriyön tarkoituksena oli perehtyä rakennuselementtien sähköistykseen sekä käydä läpi käytössä olevia varusteita ja varauksia. Rakennuselementtien sähköistykseen tekeminen vaihtelee projektikohtaisesti, eikä ole yhtä oikeaa tapaa varauksien tekemiseen.

Tässä työssä on kerrottu yleisesti rakennuselementtien sähköistyksestä. Tietoa elementtien sähköistyksestä löytyy niukasti ja on osin vanhentunutta. Mielestäni työstä on helppo saada käsitys elementtien sähköistyksestä ja käytettävistä varuksista ja varusteista. Työn ohessa tuli kehitettyä yrityksen varauspiirustuksia.

Lähteet

- 1 Yritys. 2022. Verkkoaineisto. Rejlers Finland Oy. <<https://www.rejlers.fi/Yritys/>>. Luettu 12.3.2022.
- 2 Visio ja arvot. 2022. Verkkoaineisto. Rejlers Finland Oy. <<https://www.rejlers.fi/Yritys/Toiminta-ajatus-tavoite-ja-strategia/>>. Luettu 12.3.2022.
- 3 Kivifaktaa. Betonielementit. Verkkoaineisto. <<https://kivifaktaa.fi/suomea-rakentamassa/betonielementit/>>. Luettu 09.09.2021.
- 4 Puutieto, insinööripuutuotteet. Verkkoaineisto. <<https://puuinfo.fi/puutieto/insinööripuutuotteet/monikerroslevy-clt/>>. Luettu 16.10.2021
- 5 Vatanen Mikko, Sirkka Antti, Pirttinen Valtteri ja Ahoranta Tytti. 2016. CLT-rakentamisen nykytila ja tulevaisuus Suomessa. Haastattelututkimus.
- 6 Timberpoint Oy. Verkkoaineisto. <www.timberpoint.fi> Luettu 12.3.2022
- 7 Asennustarvikkeet. 2022. Verkkoaineisto. ABB. <<https://new.abb.com/low-voltage/fi/tuotteet/asennustuotteet/asennustarvikkeet>>. Luettu 11.3.2022
- 8 Palolahti, Tuomas. 2011. Betonielementtien sähköasennukset. Suomen rakennusmedia Oy.
- 9 Korhonen, Risto. Projektipäällikkö. Sähköpostikeskustelu 17.2.2022.
- 10 Akselin, Antti. 2018. Talotekniikan reikävarausten suunnittelu ja mallintaminen. Opinnäytetyö. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 11 Järvinen Tero, Laine Tuomas, Kaleva Kari ja Heljomaa Kimmo. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset. Osa 4, talotekninen suunnittelu.
- 12 Mitä on BIM?. Verkkoaineisto. Trimble Solutions Corporation. <<https://www.tekla.com/fi/ajankohtaista/artikkelit/mit%C3%A4-on-bim>>. Luettu 19.3.2022
- 13 Yleiset tietomallivaatimukset. 2012. Osa 1. Yleinen osuus, Osa 4. Talotekninen suunnittelu. Talotekniikan vaatimuksia mallinnukselle.