



Miika Voutilainen

Malliasennuskatselmusten merkitys asuntotuotannon sähköurakoinnissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

10.3.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Miika Voutilainen
Otsikko:	Malliasennuskatselmusten merkitys asuntotuotannon sähköurakoinnissa
Sivumäärä:	40 sivua + 2 liitettä
Aika:	10.3.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat:	Vesa Sippola Lehtori Mikko Kaijalainen Toimipisteenjohtaja

Tässä opinnäytetyössä käsitellään sähköurakoinnin asuntotuotannossa tehtäviä mallikatselmuksia sekä selvitetään, miksi niitä tehdään ja mitä etua niistä on eri osapuolille, kuten urakoitsijalle ja tilaajalle. Jokaisesta tehtävästä mallikatselmuksesta kerrotaan, millainen asennus on kyseessä, miten se tehdään ja mitkä ovat tärkeimmät katselmuksessa huomioitavat asiat.

Saatuaan työkohteessa ensimmäisen kyseisen asennuksen tehtyä urakoitsija kutsuu mallikatselmuksen koolle. Katselmuksessa tarkastetaan asennus ja varmistetaan, että se täyttää kohteeseen sovellettavat laatuvaatimukset ja se on tehty hyväksytysmateriaalien mukaisilla asennustarvikkeilla. Loput kohteessa tehtävät kyseiseen katselmukseen liittyvät vastaavanlaiset asennukset tehdään samalla laatutasolla.

Lopputuloksena jokaisesta asennetun järjestelmän kattavasta ja huolella tehdystä katselmuksesta urakoitsijalla on selkeä käsitys laatutason vaatimuksista. Tilaaja ja urakoitsija ovat yhtä mieltä asennusten oikeellisuudesta, eikä jälkeenpäin tarvitse neuvotella, miten jokin olisi pitänyt tehdä, sillä asennusten mallikatselmuksista on tehty pöytäkirjat.

Työn lopussa liitteenä olevia muutamia järjestelmäkohtaisia pöytäkirjoja voidaan jatkossa hyödyntää esimerkkinä katselmuksia tehdessä. Huolellisesti laaditut kattavat järjestelmäkohtaiset pöytäkirjat auttavat varmistamaan, että asennuksen kannalta tärkeimmät asiat on tuotu esille, ettei mitään oleellista unohdu ja kaikki muutkin tärkeät asiat on tullut huomioitua mallikatselmuksessa.

Avainsanat: mallikatselmus, sähköurakointi, sähköasennukset, asennustapatarkastus, laatutaso

Abstract

Author:	Miika Voutilainen
Title:	Significance of installation model inspection in electrical contracting in Housing Production
Number of Pages:	40 pages + 2 appendices
Date:	10 March 2023
Degree:	Bachelor of Engineering
Degree Programme:	Electrical and Automation Engineering
Professional Major:	Electrical Power Engineering
Supervisors:	Vesa Sippola, Senior Lecturer Mikko Kaijalainen, Unit Director

This thesis deals with model inspections carried out in the housing production of electrical contracting and examines why they are implemented and what benefits they bring to different parties, such as the contractor and the client. Each model inspection will clarify to the reader what kind of an installation it is, how it is done and what are the most important matters to consider in the inspection.

After receiving the first installation at the work site, the contractor convenes a model inspection. The inspection checks the installation and ensures that it meets the quality requirements applicable to the site and that it has been made with installation accessories in accordance with the approved materials. The rest of the similar installations related to the inspection in question at the site are done at the same quality level.

As a result of thesis was an statement of the meaning and content of model inspections. Each comprehensive and carefully conducted inspection of the installed system, the contractor has a clear understanding of the requirements for the quality level. The client and the contractor agree on the correctness of the installations, and there is no need to negotiate afterwards how something should have been done, because proceedings have been made of the model inspections of the installations.

At the end of the thesis, the attached some system-specific protocols can be used as an example for doing inspections in the future. At Congrid, carefully prepared comprehensive system-specific protocols help to ensure that the most important matters for the installation have been highlighted, that nothing essential is forgotten and that all other important matters have been taken into account in the model inspection.

Keywords: model review, electrical contracting, electrical installations, installation method inspection, quality level

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Mallikatselmukset	2
2.1	Holviputkitukset	2
2.2	Lattialämmitysasennukset	3
2.3	Runkokaapelointi	5
2.4	Väliseinäasennukset	6
2.5	Johtoteiden asennukset	7
2.6	Vesikaton asennukset	8
2.7	Nousukaapeleiden asennukset	10
2.7.1	Nousukaapeleiden asennukset pystyhyillylle	10
2.7.2	Nousukaapeleiden asennukset elpohormiin	12
2.8	Alakatonyläpuoliset asennukset	13
2.9	Asuntojenmallikalustus	15
2.10	Sähköautojenlatauspisteiden asennukset	18
2.11	Piha-alueen asennukset	20
2.11.1	Maakaapeleiden asennus	20
2.11.2	Pihavalaisimien asennus	22
2.12	Maadoituksetsisätiloissa	23
2.13	Palonkestävät asennukset	26
2.14	Keskusasennus ja kytkentä	27
2.15	Aurinkopaneelien asennus	30
2.16	Turvavalaisin- ja poistumistieasennukset	32
3	Mallikatselmusten hyödyt urakoitsijalle	33
4	Mallikatselmusten hyödyt tilaajalle	35
5	Yhteenveto	36
	Lähteet	39
	Liitteet	
	Liite 1: Mallikatselmus holviputkitukset	
	Liite 2: Mallikatselmus maadoitukset	

1 Johdanto

Urakkasopimuksen tehtyään sähköurakoitsija aloittaa valmistelevaan tulevaa urakkaa työkohteeseensa. Yksi tärkeimmistä ja oleellisimmista asioista on oikeanlaisten asennustarvikkeiden hankkiminen. Kaikista hankittavista järjestelmistä lähetetään tarjouspyynnöt sähkötukkuihin ja muille asennustarvikkeiden valmistajille ja toimittajille. Urakoitsijan tulee perehtyä huolella tasopiirustuksiin, erilaisiin kaavioihin sekä erityisesti sähköselostukseen, josta selviävät kyseisen kohteen tarkemmat vaatimukset käytettäviin asennustarvikkeisiin. Kaikki asennuksissa käytettävät tuotteet, materiaalit ja järjestelmät hyväksytetään tilaajalla.

Kaikista asennuksista tehdään ensimmäisenä malliasennus, joka katselmoidaan. Mallikatselmuksissa kiinnitetään huomiota siihen, että asennuksiin on käytetty hyväksytysmateriaalia vastaavia tuotteita ja tarvikkeita, ja varmistutaan muutenkin asennusten oikeellisuudesta ja laadusta. Mikäli virheitä tai puutteita havaitaan, niihin voidaan puuttua jo ensimmäisessä asennuksessa eikä esimerkiksi vasta silloin, kun kohteen luovutus lähestyy ja kaikki vastaavanlaiset asennukset on tehty. Mahdolliset vaaditut muutokset korjataan, jonka jälkeen katselmoidaan valmis asennus uudelleen. Kaikin puolin kunnossa oleva asennus hyväksytään, siitä otetaan kuvat ja tehdään pöytäkirjat. Yhdessä urakoitsijan ja tilaajan kesken on todettu, että loput vastaavanlaiset asennukset tehdään samalla tavalla kyseistä mallia hyödyntäen. Tässä työssä on esitelty 16 eri katselmusta ja kerrottu niihin käytettävistä materiaaleista ja asennustavoista yleisimmät ja tärkeimmät huomioitavat asiat.

Tämä opinnäytetyö on tehty työskennellessäni Amplit Oy:ssä projekti-insinöörinä. Työn sisältö on oleellinen osa sähköurakointifirman toimintaa, sillä mallikatselmuksia tehdään jokaisella työmaalla. Työssä pohditaan myös mallikatselmusten merkitystä ja tärkeyttä urakoitsijan sekä tilaajan kannalta katsottuna.

2 Mallikatselmukset

Malliasennusten katselmuksessa tehdään havainnot asennusten teknisistä asioista, ulkonäöstä ja toteutustavasta. Asennusten katselmuksessa tulee huomioida myös, että työsuoritus on tehty materiaalivalmistajan ohjeiden mukaisesti. (1, s. 57.)

Kohteessa toistuvista työvaiheista sovitaan katselmuksen perusteella työjärjestys eri urakoitsijoiden välillä sekä se, millaista laatua ja asennustapaa noudatetaan. Mallikatselmuksesta laaditussa pöytäkirjassa kerrotaan, mistä katselmus pidettiin ja havaittiinko puutteita tai virheitä, esitetään kuvilla ja sanallisesti kyseisen katselmuksen kannalta tärkeimmät huomiota vaativat asiat ja luetellaan, ketkä olivat läsnä katselmuksessa. (2, s. 20.)

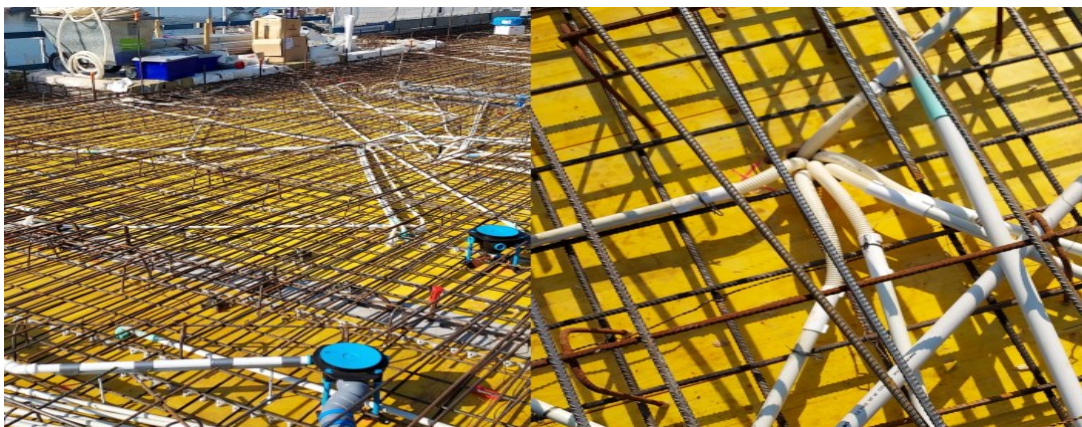
Mallikatselmuksessa tulleiden havaintojen ja kommenttien perusteella mahdollista pienistäkin virheistä ja puutteista saadaan helposti kerrottua asentajille, miten asennukset tehdään jatkossa paremmin hieman eri tavalla, jolloin haluttu lopputulos on myös sen mukainen.

2.1 Holviputkitukset

Holviputkitukset on tehtävä joutuisalla aikataululla sekä hyvässä yhteistyössä toisten urakoitsijoiden kanssa samalla minimoiden mahdolliset virheet. Kun työt etenevät aikataulussa, putkitukset ehditään tarkastaa huolellisesti ennen valua. Suurempia virheitä ei pitäisi syntyä, tai ne olisi huomattava viimeistään työtä tarkastaessa eli mallikatselmuksessa, sillä niiden korjaaminen käy melko työlääksi, jos ne on ehditty jo valaa betoniin. Holviputkitus aloitetaan yleensä silloin, kun pohjaverkko sekä työturvallisuussyistä vaaditut suoja-aidat ovat paikallaan. (3, s. 10, 20.)

Putkitukset kiinnitetään pohjaverkon raudoitukseen tukevasti ja kiinnitykseen käytetään yleensä sidontakonetta, sillä se on helppo ja nopea tapa tehdä kiinnityksiä. Putkitukset kiinnitetään luotettavasti jatkojen molemmin puolin ja niiden

väliin jätetään riittävästi tilaa valulle. Isoja putkinippuja ei kannata kiinnittää toisiinsa. Putket kannattaa asentaa välttämällä jyrkkiä mutkia kaapeloinnin helpottamiseksi, koska liian jyrkillä mutkilla taivutetut putket tekevät kaapelin vedosta työläämpää. Asuntokeskuksien nousukaapeloinneille kannattaa kaapeloinnin helpottamiseksi käyttää suurempia JM32-putkia. (4.) Kuvassa 1 on esitetty putkitusten oikeaoppinen kiinnitys ja asennus loivia kulmia käyttäen.



Kuva 1. Valmis holviputkitusten asennus.

Mallikatselmuksessa kiinnitetään huomiota siihen, että putkitustarvikkeet ovat hyväksytysmateriaalien mukaisia, ne on kiinnitetty riittävän hyvin ja kiinnitys on tehty tarpeeksi tihein välein, isoja putkinippuja ei ole asennettu kiinni toisiinsa ja ne menevät vierekkäin eikä päällekkäin, putket ovat riittävän suuria ja niitä on riittävästi tulevalle kaapeloinnille sekä ne on asennettu tarpeeksi loivilla mutkilla.

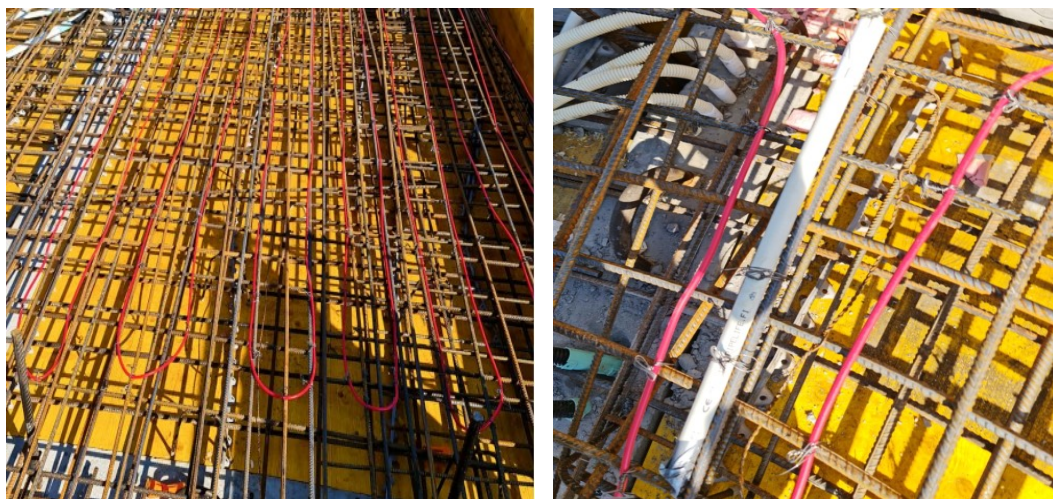
2.2 Lattialämmitysasennukset

Lattialämmitys on kaapelijärjestelmä, jota käytetään kiinteistöissä sekä lisälämmityksenä että päälämmitysjärjestelmänä. Lattialämmitykset asennetaan asuinhuoneistojen WC:isiin ja kylpyhuoneisiin sekä saunallisissa asunnoissa myös saunatilan puolelle. Lisäksi talojen yleiset sauna- ja pesuhuonetilat varustetaan lattialämmityksillä. Lämmityskaapelin lisäksi toimivaan järjestelmään kuuluu termostaatti, jolla ohjataan ja säädetään lattialämmitystä, sekä lämpötila-anturi. Lattialämmityskaapeli asennetaan laattalattioiden alle. Lämmityskaapeleiden

teho on tilan mukaan yleensä joistain sadoista wateista pariin kilowattiin. Lattia-
lämmityskaapelin teho riippuu tilan suuruudesta. (5.)

Sähkösuunnittelija rajaa tasopiirustukseen lattialämmityksellä varustetut tilat
katkoviivalla sekä merkitsee neliön sisällä olevalla numerolla, mikä on kyseisen
lämmityskaapelin positio. Erillisestä lämmitinluettelosta selviää, minkälaista läm-
mityskaapelia positionumero tarkoittaa. Vaakatasossa oleva neliö positionu-
meroineen tarkoittaa lattialämmitystä, kun taas 45 asteen kulmassa oleva merkit-
see valaisimien positionumeroa.

Lämmityskaapeli kiinnitetään raudoitukseen ja kiinnitys tehdään esimerkiksi si-
dontakoneella. Kaapelin asennusväli on kerrottu kaapelin käyttöohjeessa. Li-
säksi asennetaan putki termostaatin anturia varten, koska anturi asennetaan
vasta myöhemmässä vaiheessa. Putken pää on tukittava valun ajaksi, jotta
sinne ei pääse menemään betonia. (4.) Kuvassa 2 vasemmalla on lattialämmi-
tyskaapeli kiinnitetty raudoitukseen ja asennus on toteutettu tasaisin asen-
nusohjeen mukaisin välein. Kuvassa 2 oikealla on lämpötila-anturille menevä
putki kiinnitetty raudoitukseen.



Kuva 2. Vasemmalla: lattialämmityskaapeli asennettuna. Oikealla: lämpötila-an-
turin putki kiinnitettynä.

Mallikatselmuksessa asennuksesta katsotaan, että lämmityskaapeli on hyväk-
sytysmateriaalin mukainen, sen asennusväli on ohjeen mukainen, sen kiinnitys

raudoitukseen on toteutettu valmistajan ohjeiden mukaisesti sekä sille tehdään vastus- ja eristysvastusmittaukset. Lämpötila-anturin putken osalta varmistetaan riittävän tukeva kiinnitys ja se, että putken pää on tukittu, ettei valussa putkeen pääse betonia. Kun asennukset sekä mittaustulokset hyväksytään, voidaan seuraavaksi valaa 3–4 cm:n sementtikerros lattialämmityskaapelin päälle. Valun jälkeen samat mittaukset suoritetaan uudelleen.

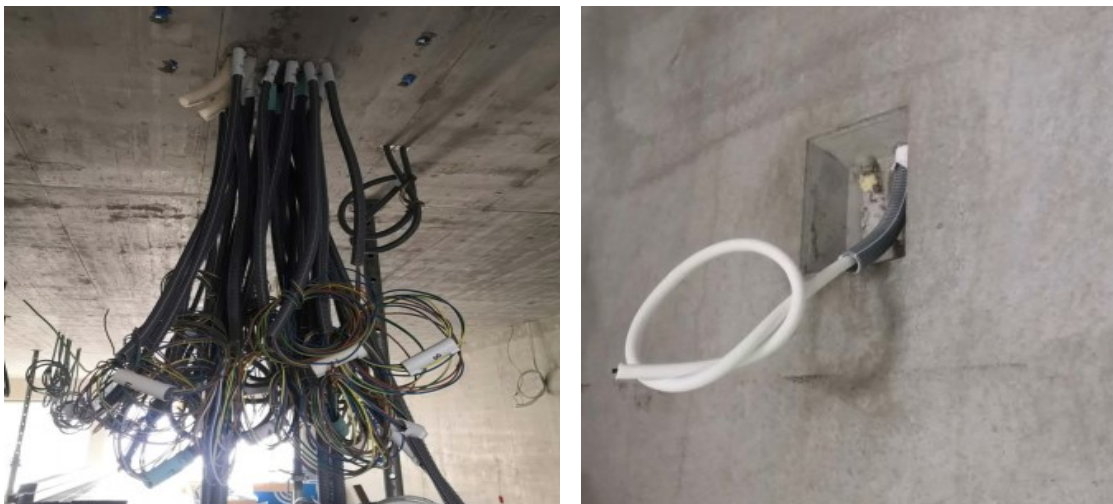
2.3 Runkokaapelointi

Runkokaapeloinnissa vedetään kaikki keskusten ja sähköpisteiden väliset kaapeloinnit. Asuntoihin tehtävät vahva- ja heikkovirtakaapeloinnit tehdään erikseen, sillä niihin käytettävät johdot ovat erilaisia eikä yhtä aikaa tekemisestä saisi mitään hyötyä. (3, s. 43.)

Runkokaapelointi toteutetaan käyttäen hyväksytysmateriaalien mukaisia putkia, jatkoja ja kaapeleita. Sähköselostuksessa on voitu määrittää esimerkiksi, että putket ja kaapelit ovat halogeenivapaita ja kaapeleiden paloluokitukseksi on voitu määrittää Eca, Dca tai Cca.

Vedettäessä runkokaapeloinnit keskuksen päässä asennusvaraa jätetään katosta lattiaan ja kirjoitetaan putkeen tai kaapeliin ryhmänumero, josta tiedetään, minkä ryhmän johdotus on kyseessä. Kaapeloinnin toisessa päässä asennusvaraa jätetään kyseessä olevan pisteen mukaan. Elementtipisteessä esimerkiksi pistorasioille jätetään noin 20–30 cm:n asennusvara ja työtason valaisimen liitäntäpisteelle sekä liesituulettimen pintapistorasialle jätetään 1–1,5 metrin asennusvara. (3, s. 54, 57–58.) Kaapeleihin tehdään työaikainen ryhmänumerointi, jotta tiedetään, mihin mikäkin kaapeli pitää kytkeä.

Kuvassa 3 vasemmalla runkokaapeloinnit on vedetty putkitettuina ja laitettu rullalle roikkumaan asennusvaroineen. Kuvassa 3 oikealla kaapeli on johdotettu putkitettuna elementtivaraukseen.



Kuva 3. Vasemmalla: runkokaapelit vedetty ja nostettu rullalle. Oikealla: kaapelointi kytkimelle. (4.)

Mallikatselmuksessa katsotaan, että tarvikkeet ovat hyväksytysmateriaalien mukaisia, vahva- ja heikkovirtakaapeleille on asennettu omat putket, elementeissä putket tulevat seinätasoon asti sekä katosta roikkuvat putket ja kaapeloinnit on numeroitu ja nostettu siististi rullalle pois muiden tieltä.

2.4 Väliseinäasennukset

Väliseinäasennuksissa asennetaan putkitukset, joissa johdotukset vedetään. Putkitukset kiinnitetään rasioille, niihin vedetään johdot ja rasioihin kiinnitetään rappauskannet suojaamaan johtimia. Gyproc-seinissä rasioiden sijainnit pitää olla merkattu väliseiniin selkeästi väliseinämiestä varten, jotta reiät porataan oikeaan kohtaan. (3, s. 63–65.)

Kuvassa 4 vasemmalla on väliseinään merkatut rasioiden paikat sekä jo valmiit tehdyt reiät. Kahitiiliseiniin merkitään seiniin tulevien sähköpisteiden lisäksi myös niille tulevien putkitusten kulkureitit timanttiporaajaa varten. Kuvassa 4 oikealla näkyy ylemmät rasiat kytkimille sekä niiden vieressä alaspäin menevä putkitus pistorasialle ja alempi pistorasian kojerasia.



Kuva 4. Vasemmalla: asennukset kevyessä väliseinässä. Oikealla: asennukset kahitiiliseinässä. (4.)

Mallikatselmuksessa varmistetaan, että asennetut putkitustarvikkeet ovat hyväksytysmateriaalien mukaisia, putkien kiinnitykset toisiinsa jatkoholkeilla ovat kiinni tukevasti, rasioiden tuet on asennettu oikein, putket on asennettu hyvin kiinni rasioihin ja putkitukset tehty keskukselle asti.

2.5 Johtoteiden asennukset

Johtotiet eli tikas- ja levyhyllyt asennetaan tulevia johdotuksia varten. Nousukaapeleita varten asennetaan raskaan käytön hyllyjä, kuten MEKA KS80 ja ryhmäjohtoasennuksille kevyempiä, kuten MEKA KS20. Johtoteiden tekniset vaatimukset kerrotaan tarkemmin sähköselostuksessa. Kaapelihyllyt kiinnitetään seinä- tai kattokannakkeilla. Paloaluerajoilla hyllyjä ei saa viedä suoraan läpi, vaan ne katkaistaan ja kiinnitetään molemmilta puolilta noin 25 cm:n päästä seinästä. Läpiviennit pitää tiivistää palomassalla. (6.)

Kuvassa 5 tikashyllyt on kiinnitetty kattoon, vasemmalla keskikannakkeilla ja oikealla porttikannakkeilla. Tarpeen vaatiessa on asennettava keskikannakkeiden sijaan porttikannakkeita, koska niillä voidaan estää hyllyjen kiertyminen, sillä silloin kannatus on hyllyn molemmin puolin. (4.)



Kuva 5. Vasemmalla: tikashyllyn kiinnitys kattoon keskikannakkeilla. Oikealla: tikashyllyn kiinnitys kattoon porttikannakkeilla.

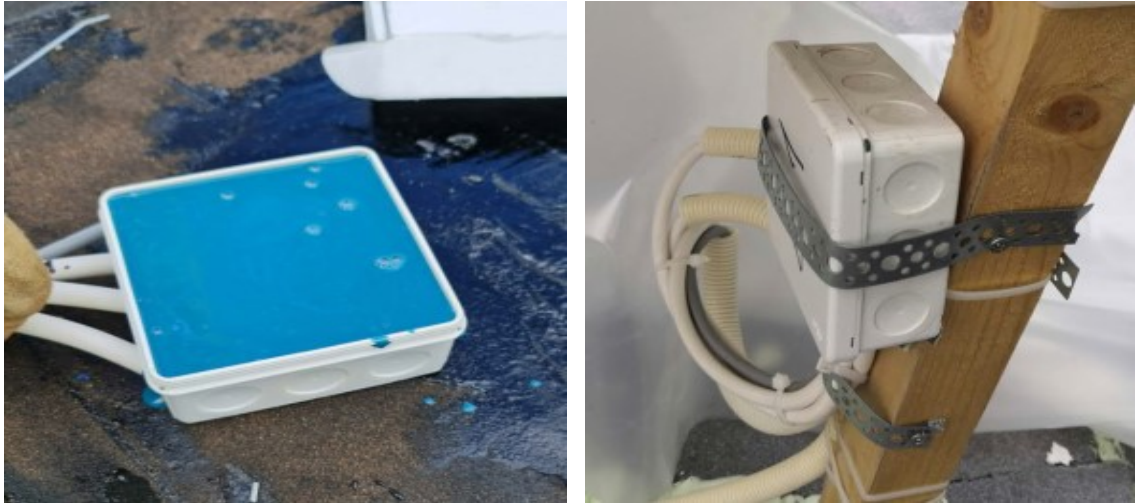
Teknisten tilojen ja alakattojen yläpuoliset hyllyt ovat perinteisesti tikashyllyjä ja näkyville jäävät maalattuja levyhyllyjä. Joissain tapauksissa on yleisiin tiloihin asennettu tikashyllyjä, jolloin niihin pitää lopuksi asentaa polttomaalattut pohjalevyt. Kun kaapelihyllyllä menee sekä vahva- että heikkovirtakaapeleita, niiden väliin asennetaan erotuslevy.

Mallikatselmuksessa katsotaan, että käytetyt hyllyt ja kiinnitystarvikkeet ovat hyväksytysmateriaalien mukaiset, ne on kiinnitetty oikealla tavalla sekä tukevasti ja riittävän tihein välein. Teknisissä ja alakaton yläpuolisissa tiloissa on käytetty tikashyllyjä ja yleisissä näkyville jäävissä tiloissa polttomaalattuja levyhyllyjä.

2.6 Vesikaton asennukset

Vesikattoon menevät IV-koneiden ja saattolämmitysten syöttökaapeloinnit toteutetaan paputilassa ja ne asennetaan putkitettuna. Putkitukset kiinnitetään paputilaan johdinsiteillä viemäreiden kannatuksiin, ja kaapelit ovat helposti vaihdettavissa. IV-koneen syöttö vedetään rasialle, joka merkataan ja kiinnitetään seinään koneen läheisyyteen. Saattolämmitysten syöttökaapelit viedään parvekelaattojen päälle, jossa ne kytketään rännilämmityksiin hartsirasiassa. Kytken-tärsiat täytetään valumuovilla ja kiinnitetään reikäpannalla kuvan 6 mukaisesti.

(4.)



Kuva 6. Vasemmallä: saattolämmityksen kytkentärasia täytettynä valumuovilla. Oikealla: kytkentärasia kiinnitettynä reikäpannalla.

Saattolämmityskaapelit kiinnitetään viemäriputkeen pääsääntöisesti alumiini-teippiä käyttäen. Kuvassa 7 näkyy esimerkkinä kiinnitys eristettyyn putkeen toteutettuna rakennussuojaukseen tarkoitetulla teipillä. Kyseinen kiinnitystapa on sallittu eristettävissä putkissa, sillä eriste pitää lämmityskaapelin kiinni putkessa. Kuvasta 7 ilmenee, miten saattolämmityskaapelit kiinnitetään johdinsiteillä tai teipillä viemäriputkien alapuolelle, jolloin ne jäävät eristeeseen sisään. Lämmityskaapeleille on suoritettava mittaukset sekä ennen että jälkeen asennuksen. (4.)



Kuva 7. Saattolämmityskaapeli kiinnitettynä viemäriputkeen johdinsiteillä ja teipillä.

Mallikatselmuksessa varmistetaan, että käytetyt asennustarvikkeet ovat hyväksytysmateriaalien mukaiset, putkitukset ja rännilämmitykset on kiinnitetty hyvin

ja riittävän tihein välein sekä rännilämmitysten kytkentärasiat on täytetty asianmukaisesti ja kiinnitetty hyvin.

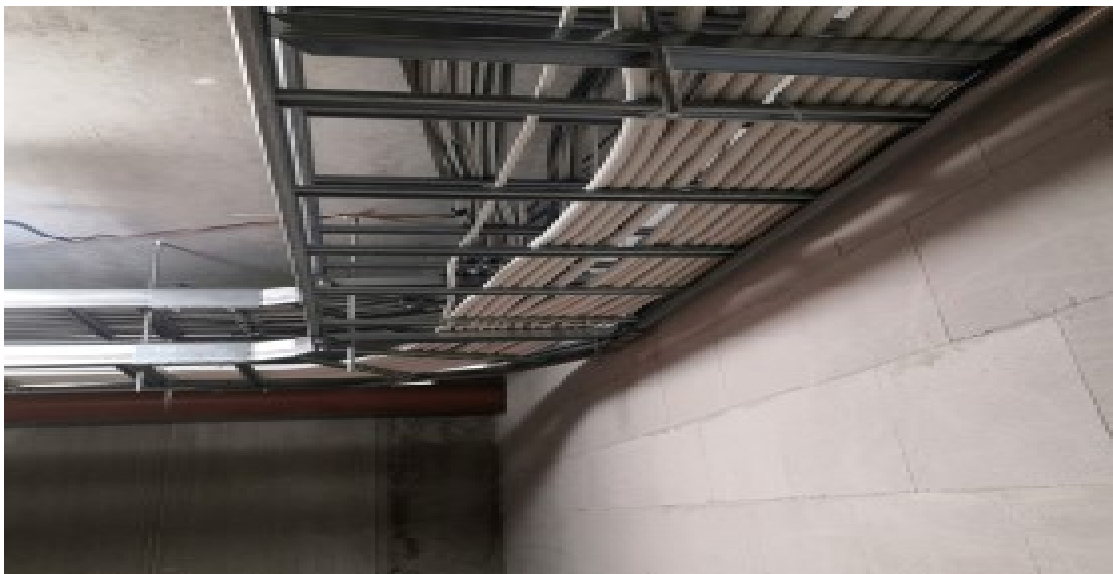
2.7 Nousukaapeleiden asennukset

Nousukaapelointi eroaa runkokaapeloinnista siten, että nousukaapeloinnissa vedetään keskusten väliset kaapelit ja runkokaapeloinnissa keskusten ja sähköpisteiden väliset kaapelit. Heikkovirtakaapeleiden vaurioitumisen välttämiseksi suositellaan vetämään ensimmäisenä vahvavirtakaapelit. (3, s. 44.)

Nousukaapelointeja aloittaessa on muistettava, että kaapeleilla on asennusohjeissa määritelty alimmat sallitut käsittelylämpötilat. Mikäli asennustilat ovat liian kylmiä, pitää niitä lämmittää, ja jos kaapeleita on säilytetty kylmässä, pitää niidenkin antaa rauhassa lämmetä ennen töiden käynnistymistä. Valmistajan ohjeiden mukaisia minimitaivutussäteitä tulee myös noudattaa kaapeleiden vaurioitumisen estämiseksi. Kaapeleita vedettäessä on huomioitava, etteivät ne osu teräviin reunoihin, ja erityisesti telekaapeleiden jättämistä lattioille on vältettävä, sillä ne voivat vaurioitua, jos niiden päältä kävellään. (7, s. 67.)

2.7.1 Nousukaapeleiden asennukset pystyhyillylle

Vahva- ja heikkovirtanousukaapelit asennetaan eri hyllyille tai samalla hyllyllä eri puolille, jolloin niiden väliin asennetaan yleensä erotuslevy. Niiden pakolliset risteilyt tehdään 90 asteen kulmassa toisiinsa nähden. Tilan puutteen takia kuidut voidaan asentaa vahva- ja heikkovirtakaapeleiden keskelle erotuslevyn sijaan, sillä ne eivät ota häiriötä vahvavirtakaapeleista toisin kuin heikkovirtakaapelit. Läpivienneissä ne viedään omista läpivientiaukoista. Kuvassa 8 on vahva- ja heikkovirtakaapeleille asennettu omat tikashyllyt päällekkäin.



Kuva 8. Vahva- ja heikkovirtakaapelit omilla hyllyillään.

Nousukaapelointeja varten on asennettu raskaan käytön pystyhyllyjä. Lähdettäessä vetämään nousukaapelointeja pystyhyllylle tulee ne kiinnittää väliaikaisesti kerroksittain esimerkiksi nippusiteillä kaapelihyllyyn, ettei niihin kohdistu liian suurta vetoa, joka vaurioittaisi kaapeleita. Lopuksi, kun kaikki kaapeloinnit on vedetty, tulee ne kiinnittää pystyhyllylle asianmukaisilla kaarikiinnikkeillä. Kevyitä kaapeleita voidaan kiinnittää johdinsiteillä. Kaapeleiden kiinnitysväli on johdosta riippuvainen, pienillä ja kevyillä kaapeleilla noin 30 cm ja suurilla noin 20–25 kertaa kaapelin ulkohalkaisija. Ylikuumenemisen välttämiseksi vahvavirtakaapelit asennetaan yhteen kerrokseen sekä suurempien kaapeleiden väliin jätetään kaapelin halkaisijan kokoinen väli. (7, s. 68–69.) Kuvassa 9 on raskaat vahvavirtanousukaapelit kiinnitetty pystyhyllylle kaarikiinnikkeillä asianmukaisilla ilmaväleillä.



Kuva 9. Vahvavirtanousukaapelit kiinnitettynä pystyhyllylle (3).

Nousukaapeleiden hyllylle asennuksen mallikatselmuksessa katsotaan, että käytetyt johtimet ovat hyväksytysmateriaalien mukaiset, vahvavirtakaapeleita ei ole asennettu päällekkäin eikä kiinni toisiinsa, vahva- ja heikkovirtakaapelit on asennettu eri hyllyille tai samalla hyllyllä riittävän kauas toisistaan ja pystyhyllillä kaapelit on kiinnitetty vaatimusten mukaisesti tarpeeksi tihein välein.

2.7.2 Nousukaapeleiden asennukset elpohormiin

Elpohormeissa vahva- ja heikkovirtakaapelit vedetään asuntoihin eri onteloissa erillään toisistaan. Aivan kuten pystyhyllylle asennettaessa on kaapelit kiinnitettävä vetovaiheessa väliaikaisesti jokaisessa kerroksessa esimerkiksi johdinsiteillä kannatusaukkoon laitettuun kapulaan. (7, s. 71–72.)

Lopullinen johtimien vedonpoisto tehdään kiinnittämällä johdot C-kiskoon esimerkiksi johdinsiteillä. Kuvassa 10 vahva- ja heikkovirtakaapeleiden nousukaapelointi on vedetty asuntoihin omissa elpohormeissa ja johdot kiinnitettynä C-

kiskoon. Johdotukset tulevat ulos omista läpivienneistä ja menevät eteenpäin omissa putkituksissa.

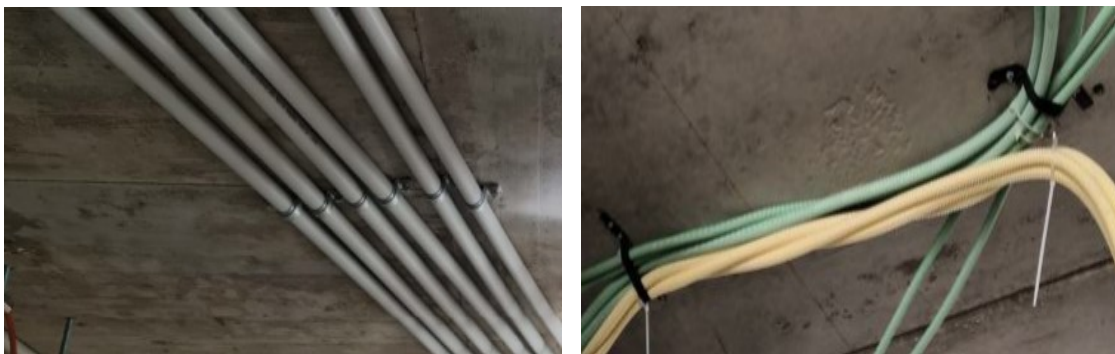


Kuva 10. Asuntoon menevät nousukaapelit elpohormissa (4).

Nousukaapeleiden elpohormiin asennuksen mallikatselmuksessa katsotaan, että käytetyt johtimet ovat hyväksytysmateriaalien mukaiset, vahva- ja heikkovirtakaapelit on vedetty omiin elpohormeihin ja ne on kiinnitetty C-kiskoon jokaisen kerroksen kohdalla.

2.8 Alakatonyläpuoliset asennukset

Alakaton yläpuolelle asennettavat putket kiinnitetään kattoon (hilti)pannoilla. Putkinippuja ei saa jättää kiinnittämättä, vaan kaikki kiinnitetään kattoon pannoilla ja lisäksi toisiinsa johdinsiteillä. (4.) Kuvassa 11 vasemmalla on jäykemmät JM-putket ja oikealla taipuisammat TAM-putket kiinnitettyinä tukevasti kattoon.



Kuva 11. Putkitukset kiinnitettynä alakaton yläpuolella.

Alakaton yläpuolella jakorasioissa tehtävät kytkennät merkataan jakorasian kanteen: miltä keskukselta syöttö tulee ja mikä ryhmä on kyseessä. Alakattourakoitsija tekee reiät palovaroittimille ja liiketunnistimelle arkkitehtikuvan mukaan. Kuvassa 12 vasemmalla näkyy palovaroittimelle tuleva putkitus johdotuksineen ja oikealla palovaroitin asennettuna alakattoon.



Kuva 12. Palovaroitin asennettuna alakattoon.

Mallikatselmuksessa katsotaan, että putket, putkitustarvikkeet ja kaapelit ovat hyväksytysmateriaalien mukaiset, ettei putkia ole jäänyt kiinnittämättä, putkien kiinnitykset toisiinsa jatkoholkeilla ovat kiinni tukevasti, jakorasioihin on merkitty keskustunnus ja ryhmänumero sekä palovaroittimet ja liiketunnistimet on asennettu ja kytketty oikein.

2.9 Asuntojenmallikalustus

Kalustusten malliasennukset toteutetaan tekemällä yksi ennalta sovittu asunto kokonaan valmiiksi. Kalusteiden, kuten pistorasioiden ja kytkimien asentamiseen on standardissa määritelty tietyt asennuskorot, mutta yleensä ne on ilmoitettu myös työmaakohtaisessa sähkötyöselostuksessa. Asuntojen mallikalustuksen katselmukseen kuuluvat pistorasiat, antenni- ja yleiskaapelointipisteet, kytkimet valaisimet ja palovaroittimet.

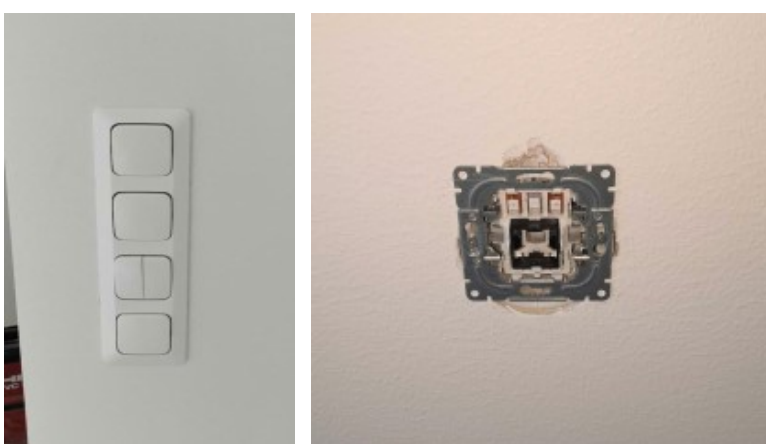
Pistorasiat asennetaan kiinni kojerasiaan riittävän monella kiinnitysruuvilla, että pistorasia pysyy paikallaan, kun sitä käännetään sivusuunnassa järkevällä voimalla (7, s. 95). Ruuvien kiristystä ei saa tehdä liian tiukalle, jotta pistorasian runko ei väänny. Lisäksi varmistetaan, ettei pistorasia jää irtistämään, vaan on tasaisesti seinäpintaa vasten, ja katsotaan vatupassilla, että se on asennettu suoraan. Vaihejohdin kytketään oikealle puolelle tai alas riippuen pistorasian asennosta. Kylpyhuoneeseen asennettavat pistorasiat asennetaan standardin mukaisesti riittävän kauas suihkusta, ja niiden on täytettävä vaadittu IP-luokka. Kuvassa 13 on pistorasiat sekä antenni- ja ATK-pisteet asennettuina.

Antenni- ja ATK-rasioiden asennuksessa kiinnitetään hyvin pitkälti huomiota samoihin asioihin kuin pistorasioidenkin asennuksessa. Kuvassa 13 oikealla rasia irtistää, joten se on korjattava. Antenni- ja ATK-rasiat ovat yleensä vierekkäin saman keskiölevyn alla. Kaapelit kytketään ja rasiat painetaan kojerasiaan, katsotaan vatupassilla rasiat suoraan ja kiinnitetään ne kojerasiaan ruuveilla. Niiden toimivuus testataan tekemällä antenni- ja ATK-mittaukset.



Kuva 13. Valmiit pistorasia-, antenni- ja ATK-rasia-asennukset (4).

Kytкимиä asennettaessa on oltava tarkkana, että kytkimet tulee asennettua oikein päin, jotta kytkin toimii oikein päin ja valaisin syttyy, kun kytkin on painettu yläasentoon. Johtimet kytketään kiinni ja kytkimet painetaan kojerasiaan. Kuten pistorasioiden asennuksessa, myös kytkimet kiinnitetään ruuveilla tukevasti kiinni kojerasiaan ja katsotaan, että ne ovat suorassa, ennen kuin ruuvit kiristetään. Kuvassa 14 vasemmalla on neljä kytkintä saman keskiölevyn alla. Kuvassa 14 oikealla on esimerkki, miten kojerasian suojana olevia rappauskansia poistettaessa joskus seinästä voi lohjeta pala, jolloin se on korjattava niin, että se saadaan kokonaan piiloon peitelevyn alle. Seinän korjauksen tekee rakennusurakoitsija.



Kuva 14. Vasemmalla: keskiölevylliset kytkimet asennettuna. Oikealla: peitelevyllinen kytkin kiinnitettynä kojerasiaan.

Valaisinpistorasiat asennetaan katossa oleviin kojerasioihin. Vaihe, nolla ja suojamaadoitus kytketään liittimiin, minkä jälkeen valaisinpistorasia ruuvataan kiinni kojerasiaan ja rasiakansi laitetaan paikoilleen (3, s. 87). Kuvassa 15 vasemmalla on valmis valaisinpistorasian asennus.

Valaisimien asennus tapahtuu valaisimen asennusohjeen mukaisesti. Ennen asennusta on varmistettava, että kyseinen valaisin on valaisinluettelon mukainen ja oikean position valaisin. Alakatosta kaapelit tulevat valaisimelle tehdystä aukosta, L, N JA PE kytketään kiinni, minkä jälkeen johtimet työnnetään alakattoon ja valaisin asetetaan paikalleen. Kylpyhuoneen peilikaapin asennuksessa on muistettava varmistaa, onko pistorasialle tarkoitus tulla jatkuva vaihe vai onko se kytkimen takana valaisimen kanssa. Tilanteen mukaan tarvittaessa tehdään kytkentä niin, että valaisimen pistorasialle tulee jatkuva vaihe. (3, s. 85; 7, s. 96.) Kuvassa 15 oikealla on valaisin asennettuna alakattoon.



Kuva 15. Vasemmalla: valmis valaisinpistorasian asennus. Oikealla: valmis valaisimen asennus alakatossa.

Palovaroittimet ovat yleensä paristovarmennettuja, joten asennettaessa niihin laitetaan uudet paristot. Palovaroittimen asennuskantaan tehdään reikä kaapelia varten, minkä jälkeen kaapeli tuodaan läpi ja asennuskanta kiinnitetään kattoon. Seuraavaksi palovaroittimelle tulevat johtimet kytketään asennuskannan sisällä olevaan sokeripalaan ja toiselle puolelle sokeripalaa palovaroittimen liitosjohto. Palovaroittimen aluslevy kiinnitetään asennuskantaan, minkä jälkeen liitin kytketään palovaroittimeen ja palovaroitin kierretään kiinni aluslevyyn.

Palovaroittimen päällä olevaa suojapussia ei poisteta ennen kuin pölyävät rakennusvaiheet on saatu valmiiksi. (3, s. 89–93.) Kuvassa 16 on palovaroitin asennettuna ja suojapussi paikallaan ohjeiden mukaisesti.



Kuva 16. Palovaroitin asennettuna ja suojapussi paikallaan.

Mallikatselmuksessa katsotaan, että kalusteet ovat hyväksytysmateriaalien mukaiset, etteivät pistorasioiden, kytkimien, antenni- ja yleiskaapelointirasioiden kannet irvistä, kalusteet on asennettu suoraan ja kiinnitetty tukevasti kojerasiin, kylpyhuoneen sähköasennukset ovat riittävällä suojaetäisyydellä suihkusta ja täyttävät IP-luokka vaatimuksen. Yleiskaapelointipisteiden pitää olla numeroitu rasian ja keskuksen päässä oikein. Valaisinasennuksista katsotaan, että alakattoon valaisimelle tehty aukko on sopivan kokoinen eli valaisin peittää koko aukon ja valaisin on tasaisesti kattopintaa vasten eikä irvistä. Valaisinpistorasiat on kiinnitetty tukevasti kattoon. Palovaroittimet on kiinnitetty tukevasti kattoon ja niissä on paikallaan suojapussi.

2.10 Sähköautojen latauspisteiden asennukset

Sähköautojen latauspisteiden tarve ja kysyntä on lisääntynyt viime vuosina merkittävästi. Asennettaessa suuria määriä latausasemia on muistettava ottaa huomioon runsaasti lisääntyvä sähkön kulutus. Saneerauskohteissa sähkökeskus ja sähköliittymä eivät välttämättä ole mitoitettu niin suuren sähkön kulutuksen mukaan, jolloin niiden uusiminen voisi olla tarpeellista, että saadaan tarpeeksi latausasemia.

Rajallinen sähkönsyöttökapasiteetti voidaan ratkaista myös dynaamisen kuormanhallinnan avulla. Latauslaitteissa on silloin dynaaminen lataustehon säätö, joka suojaa kiinteistön sähköjärjestelmää ylikuormitukselta. Säätläite jakaa rajallisen kapasiteetin latauksessa olevien autojen kesken. Jos samaan aikaan on paljon autoja latauksessa, kuten yöaikaan, autot latautuvat hitaammin. Silloin kun latauksessa on vähemmän autoja, saa yksi auto käyttöönsä suuremman kapasiteetin ja auto latautuu nopeammin. Dynaamista kuormanhallintaa varten asennetaan tietoliikennekaapeli kaikkien latureiden välille, millä saadaan tietoon sähkönkäytön kilowattimittarin lukemat. (8.)

Uudiskohteiden parkkihalleihin asennetaan runsaita määriä latauspisteitä sekä lopuille autopaikoille kaapeloidaan valmiiksi varauksia tulevia latauspisteitä varten. Syöttökaapelit mitoitetaan latauspisteen nimellistehon mukaan. Hyvin usein laitteen teho on 22 kW eli 3x32 A, jolloin se kaapeloidaan kolmella 6 mm²:n kokoisilla vaihejohtimilla, tai 11 kW eli 3x16, jolloin kaapelointi riittäisi kolmella 2,5 mm²:n kokoisilla vaihejohtimilla. (9.)

Sähköautojen latauspisteiden suhteen on nykyään laaja valikoima erilaisia vaihtoehtoja. Valintaan vaikuttaa, miten tehokas ja nopea latausasema on asiakkaalle tarpeen. Latausasemat voidaan asentaa joko seinälle tai erilliseen tolppaan parkkiruutujen väliin, joiden välissä ei ole seinää tai tukipilaria. Kuvassa 17 vasemmalla on latausasema asennettuna tolppaan ja kuvassa 17 oikealla asennettuna seinälle. Latausasemia voidaan asentaa jokaiselle autopaikalle oma tai vaihtoehtoisesti parkkiruutujen keskelle sellainen, jossa on kahdelle autolle latausmahdollisuus samalla laitteella.



Kuva 17. Vasemmalla: latausasema tolpassa. Oikealla: latausasemat seinällä.

Asennusten valmistuttua latausasemille tehdään käyttöönottotarkastus. Mallikatselmuksessa katsotaan, että latausasemat ovat hyväksytysmateriaalien mukaiset, ne on kiinnitetty ja asennettu oikein ja niiden syöttökaapelit ovat riittävän suuret.

2.11 Piha-alueen asennukset

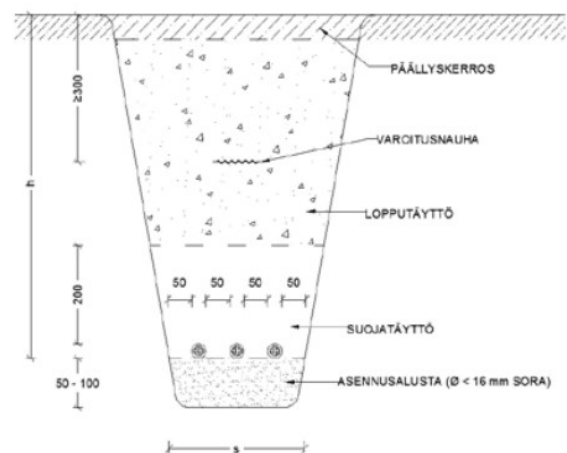
Piha-alueen asennuksiin kuuluvat maakaapeleiden ja valaisimien asennukset. Maakaapeleita varten kaivetaan kaivinkoneella riittävän syvä kaivanto alueelle, johon maakaapeleiden reitit ja pihavalaisimet suunnitelmien mukaan sijoittuvat. Kerrostalokohteeseen vedettäviä maakaapeleita ovat liittymiskaapeli ja talojen väliset kaapeloinnit.

2.11.1 Maakaapeleiden asennus

Kaapelioja kaivetaan mahdollisimman suoraksi ja sieltä poistetaan kaikki esteet ja mahdollisesti kaapeleita vaurioittavat asiat, kuten kivet ja kannot. Maakaapelit tulee asentaa vähintään 30 cm:n syvyyteen, mutta mieluiten noin 70 cm:n

syvyyteen ja routarajan alapuolelle. Alle 30 cm:n syvyyteen asennettavat kaapelit asennetaan suojaputkeen. Kaapelioja tasoitetaan ja maakaapelit suojataan laittamalla hienojakoisempaa hiekkaa kaapeliojan pohjalle. Maakaapelit asennetaan tasaisen kaapeliojan pohjalle siististi vierekkäin, mutta ei kiinni toisiinsa, ja ne eivät saa mennä toistensa päälle missään kohtaa. (10.)

Kaapeleiden päälle laitetaan suojakerroksena noin 20 cm:n kerros samaa hienoa kivetöntä maata, jota laitettiin kaapeliojan pohjallekin johtojen asennusalus- taksi. Maakerrosrakenteen säilyttämiseksi tulee erilainen maa-aines laittaa samaan järjestykseen, kuin se oli alun perin ennen kaivamista. Maahan laitetaan varoitusnauha, kun kaapeliojaa on täyttämättä 30 cm:n verran. Varoitusnauha kertoo sen alapuolella olevista maakaapeleista ja näin ollen vähentää kaapeleiden hajottamisen todennäköisyyttä kaivinkoneella tulevaisuudessa, kun nauha huomataan hyvissä ajoin ennen kaapeleihin osumista. Kaapelioja täytetään lop- puun, ja maa-aines pitää tiivistää lopuksi siihen soveltuvalla työkoneella. (10.) Kuvassa 18 vasemmalla on maakaapelit vedettyinä kaapeliojaan ja oikealla kaapeliojan oikeaoppisen täyttämisen periaate.



Kuva 18. Vasemmalla: MCMK-kaapelit kaapeliojassa. Oikealla: kaapeliojan täytön periaate. (10.)

Mallikatselmuksessa katsotaan, että maakaapeleina on käytetty suunnitelmien ja hyväksytysmateriaalien mukaisia kaapeleita, kaapelikaivanto on tarpeeksi

syvä, isoimmat kivet on poistettu ja pohja on tasattu hienolla maa-aineksella. Kaapeleiden päälle tulee 20 cm:n kerros hienoa maa-ainesta ja sen päälle yhteensä 70 cm:n kerros tiivistettyä maata kaapelin tasosta katsoen, kaapeleiden varoituss nauha asennettu 30 cm:n syvyyteen sekä on noudatettu kaapelikohtaisia muita mahdollisia asennusohjeita. Kaapeleiden ollessa alle 30 cm:n syvyydessä varmistetaan, että kaapelit on asennettu putkessa.

2.11.2 Pihavalaisimien asennus

Pihavalaisimet kaapeloidaan yleensä MCMK-tyypin maakaapelilla ja ne vedetään niille kaivettuun kaapeliojaan. MCMK-kaapelissa rakenne poikkeaa esimerkiksi tavallisesta MMJ-kaapelista. Kaapelin suojamaadoitus koostuu ohuista kuparilangoista, jotka ovat tasaisesti kaapelin ympäri uloimman suojavaipan alla. Vaihe- ja nollajohtimet ovat kaapelissa seuraavan suojakerroksen sisällä. (11.)

Saman kytkimen takana olevat useammat valaisimet kytketään sarjaan, eli maakaapeli nousee maan pinnalle valaisimen kohdalla ja jatkaa eteenpäin seuraavalle valaisimelle, kuten kuvassa 19 vasemmalla näkyy. Valaisinpylväiden kiinnitystä varten kaapeliojan pohjalle voidaan asentaa pyöreät pilariharkot tai betoniset pylväsjalustat, joiden sisällä maakaapeli nousee maan pinnalle. On erityisen tärkeää, että ne ovat suorassa ja samassa linjassa, jotta työnjälki on siistiä ja valaisimet eivät ole miten sattuu. Harkot valetaan sisältä, joten niiden sisällä oleva kaapeli putkitetaan valaisimelle asti. Pylväsjalustojen valun jälkeen valaisimet kytketään ja asennetaan kiinni jalustan päälle. (12.) Kuvassa 19 oikealla valaisin on kytketty ja kiinnitetty pylväsjalustan päälle.



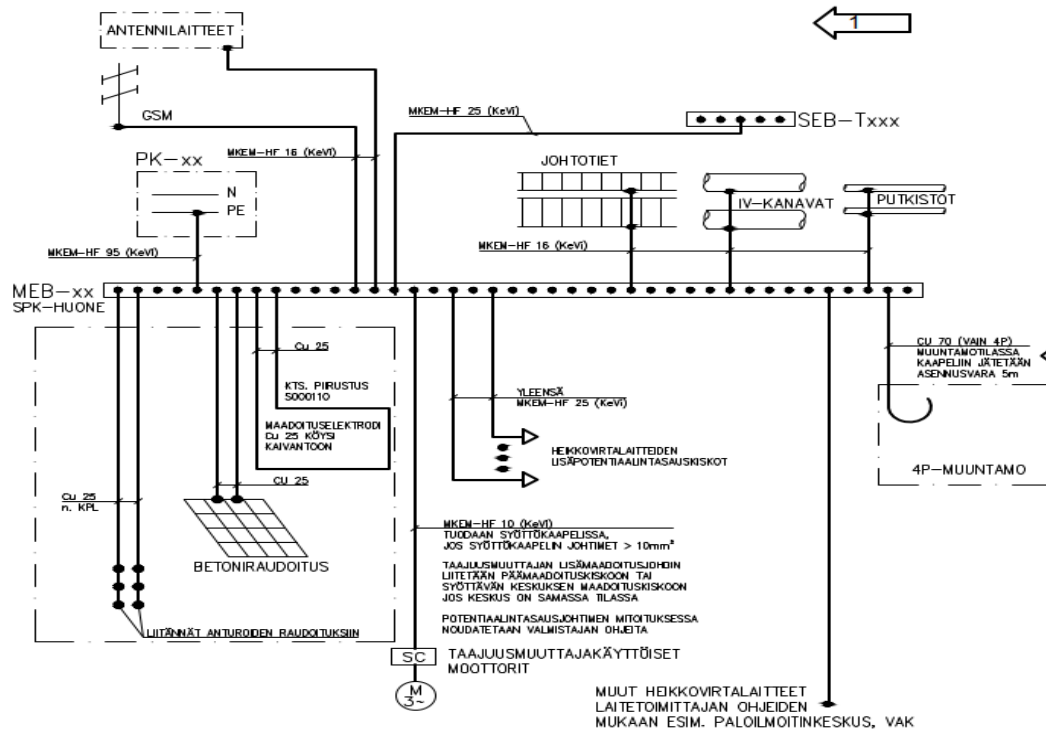
Kuva 19. Vasemmalla: valaisimien pylväsjalustat valettu ja kaapelit vedetty. Oikealla: valaisin asennettuna. (12.)

Mallikatselmuksessa katsotaan, että valaisimet ovat valaisinluettelon mukaiset, ne on kaapeloitu suunnitelmien ja hyväksytysmateriaalien mukaisilla tuotteilla, kaapelit ovat putkitettu valussa sekä pylväsjalustat ja pylväät ovat suorassa.

2.12 Maadoituksetsisätiloissa

Kaikki rakennuksen sähköpisteet ja johtavat rakenteet maadoitetaan. Johtavia rakenteita ovat esimerkiksi betoniraudoitukset, kaapelihyllyt sekä vesi- ja ilmastointiputket (3, s. 9). Sähköpiirustuksiin kuuluu maadoitus- ja potentiaalintasauskaavio, jossa on esitetty maadoitettavat laitteet ja rakenteet. Perustusmaadoitus tehdään yleensä CU16-kaapelilla, jossa ei ole kuorta ollenkaan. Muut rakenteet maadoitetaan hienosäikeisellä MKEM-kaapelilla ja maadoitus kiinnitetään

kaapelikengällä. Kuvassa 20 on esitetty erään asuinkerrostalotyömaan maadoitus- ja potentiaalintasauskaavio, josta selviävät maadoituskaapeleiden vaaditut poikkipinnat ja maadoitettavat rakenteet. Kaikki johtavat rakenteet yhdistetään päämaadoituskiskoon.



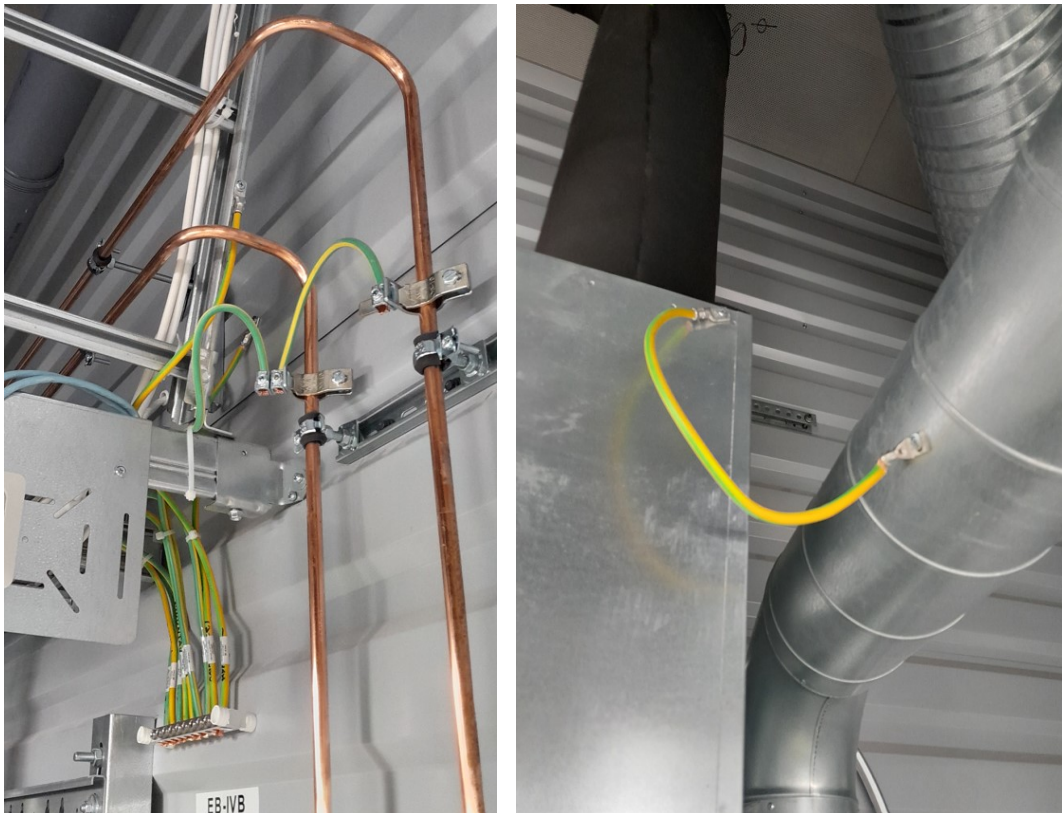
Kuva 20. Maadoitus- ja potentiaalintasauskaavio (13).

Kaapelihyllyt maadoitetaan yleensä kytkemällä ne toisiinsa 16mm²:n suunnitelman mukaisella maadoituskaapelilla, ellei kaaviossa ole määritelty erilaista kaapelia. Kaapelihyllyyn porataan reikä ruuvia varten, maadoituskaapelin päähän puristetaan kaapelikengä ja se ruuvataan kiinni hyllyyn, hyllyt yhdistetään kaapeleilla toisiinsa ja lopulta yhdellä kaapelilla maadoituskiskoon. Vesiputket maadoitetaan kiristämällä panta putken ympärille ja kytkemällä maadoituskaapeli siinä olevaan liittimeen. Lähtevä kaapeli voidaan kytkeä samalla tavalla toisiin lähellä oleviin putkiin ja viimeisestä viedä kaapeli maadoituskiskoon.

IV-putket maadoitetaan kaapelihyllyjen kanssa samalla tavalla, eli poraamalla putkeen reikä ja kiinnittämällä siihen maadoituskaapeli kaapelikengällä. Putkien maadoitukset voidaan tehdä yhdistämällä putket kaapelilla toisiinsa tai muihin

johtaviin rakenteisiin, ja yhdistämällä ne lopulta yhdellä kaapelilla maadoituskiskoon.

Kaikki maadoitukset yhdistyvät toisiinsa maadoituskiskossa. Yleensä ylimmän kerroksen konehuoneessa on oma maadoituskisko, sillä siellä maadoitettavia koneita, hyllyjä, vesi- ja IV-putkia on runsaasti. Maadoituskisko yhdistetään päämaadoituskiskoon yhdellä kaapelilla, jolloin ei tarvitse tehdä useampia pitkiä vetoja alakerroksesta ylämpään. Kuvassa 21 vasemmalla on maadoitusjohtimet asennettuina maadoituskiskoon sekä kaapelihylly- ja vesiputket maadoitettu. Kuvassa 21 oikealla on IV-putkien maadoitus tehty kiinnittämällä putkeen kaapelikengällä kiinnitetty johdin toiseen johtavaan rakenteeseen.



Kuva 21. Vasemmalla: maadoituskisko, kaapelihyllyn ja vesiputkien maadoitus. Oikealla: IV-putkien maadoitus.

Mallikatselmuksessa katsotaan, että maadoitukset on tehty hyväksytysmateriaalien ja suunnitelmien mukaisilla johtimilla, katselmoitavan tilan kaikki johtavat rakenteet on maadoitettu ja maadoitukset on kiinnitetty oikealla tavalla ja riittävän tiukasti maadoitettaviin osiin.

2.13 Palonkestävät asennukset

Palonkestäviä asennuksia tehdään turvajärjestelmien ja sellaisten laitteiden asennuksissa, jotka tulipalon sattuessa auttavat rakennuksesta turvalliseen poistumiseen, joten niiden on kestävä paloa tietyn ajan. Näitä ovat esimerkiksi turvalaisimet sekä savunpoistojärjestelmät. Palonkestävissä asennuksissa siis kaikki materiaalit ovat palonkestäviä. Vaatimus koskee kaapelihyllyjä, kiinnikkeitä, materiaalia johon kiinnitykset tehdään, jakorasioita, kaapeleita ja kaikkia muita asennustarvikkeita. Kuvassa 22 jakorasiat ovat palonkestäviä, kaapelit palonkestävää FRHF-kaapelia ja kaapelikiinnikkeet ja betoniruuvit ovat palonkestäviä. Vedonpoisto kiinnitetään enintään 100 mm:n päästä kaapelin sisäänviennistä jakorasiaan. Palonkestävät asennukset kiinnitetään palonkestävään materiaaliin kuten betoniseinään. (4.)

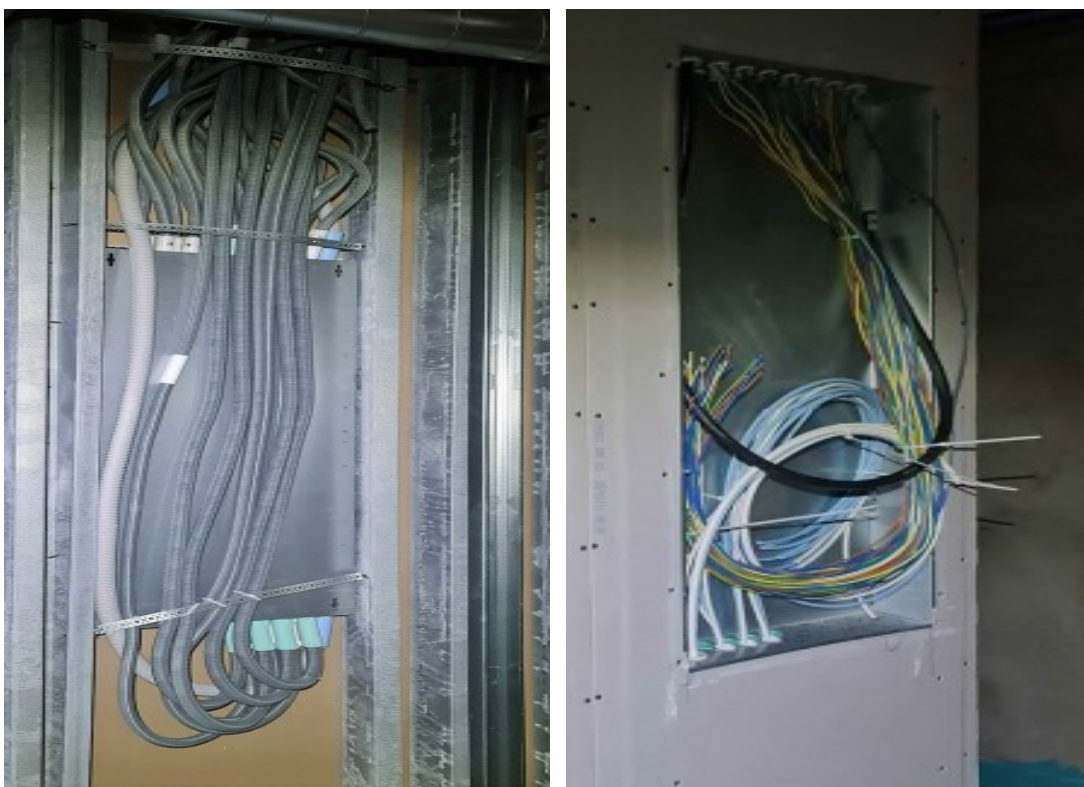


Kuva 22. Palonkestävä asennus.

Mallikatselmuksessa katsotaan, että kaikki palonkestävään asennukseen liittyvät materiaalit ovat hyväksytysmateriaalien mukaisia ja ne ovat palonkestäviä mukaan lukien kiinnikkeet ja materiaali, johon asennukset kiinnitetään.

2.14 Keskusasennus ja kytkentä

Asuntokeskuksien asennukset ja kytkennät voidaan aloittaa, kun johdotukset sähköpisteiltä on vedetty keskukselle. Kuvassa 23 vasemmalla johdotukset tulevat putkitettuina keskuksen läpivienteihin asti, kuten luvussa 2.4 Väliseinäasennukset mainittiin. Kuvassa 23 oikealla johdotukset roikkuvat keskuksen upotuskotelossa valmiina asennettavaksi.



Kuva 23. Putkitukset ja johdotukset ryhmäkeskukselle.

Seuraavaksi nostetaan ja kiinnitetään keskuksen runko sisään ja keskus voidaan kytkeä. Johdot viedään keskuksessa siististi järkeviä reittejä pitkin N- ja PE-kiskolle, johdonsuojakatkaisijoille ja vikavirroille. PE-johdot kytketään lähtökohtaisesti kaikki PE-kiskoon, mutta N-johtimien kanssa on oltava tarkkana, onko ryhmä vikavirtasuojattu. Silloin johdin kytketään N-kiskon sijaan vikavirran yläpuolelle eli lähdön puolelle. Vaiheiden kytkeminen tapahtuu joko johdonsuojakatkaisijoille tai vikavirtasuojille. Asuntokeskuksissa on usein ensin vikavirtasuoja, jonka takana on useamman ryhmän johdonsuojakatkaisijat, jolloin

vaihejohtimet kytketään johdonsuojakatkaisijoille. Johtimet on kiinnitettävä kun-
nolla liittimiin ja oltava tarkkana, että kuorinta on sopivan mittainen, ettei pal-
jasta kuparia jää näkyville tai vaihtoehtoisesti puristuksiin liittimen alle, jolloin
vaarana on liitoksen kuumeneminen.

Keskukselle tuleviin yleiskaapelointijohtoihin asennetaan liittimet, minkä jälkeen
ne kiinnitetään niille kuuluville paikoilleen. On oltava tarkkana, ettei CAT-kaape-
leiden järjestys mene sekaisin, sillä niiden pitää olla numeroitu yleiskaapelointi-
pisteen sekä keskuksen päässä. Kuvassa 24 vasemmalla on vahvavirtakaapelit
kytkettyinä ja heikkovirtakaapelit siististi rullalla valmiina kytkettäväksi. Kuvassa
24 oikealla on CAT-kaapeleille asennettu liittimet ja asennettu paikalleen pa-
neeliin.



Kuva 24. Vasemmalla: ryhmäkeskus paikallaan johdotuksineen. Oikealla: ATK-
kaapelit asennettuna ja numeroituna.

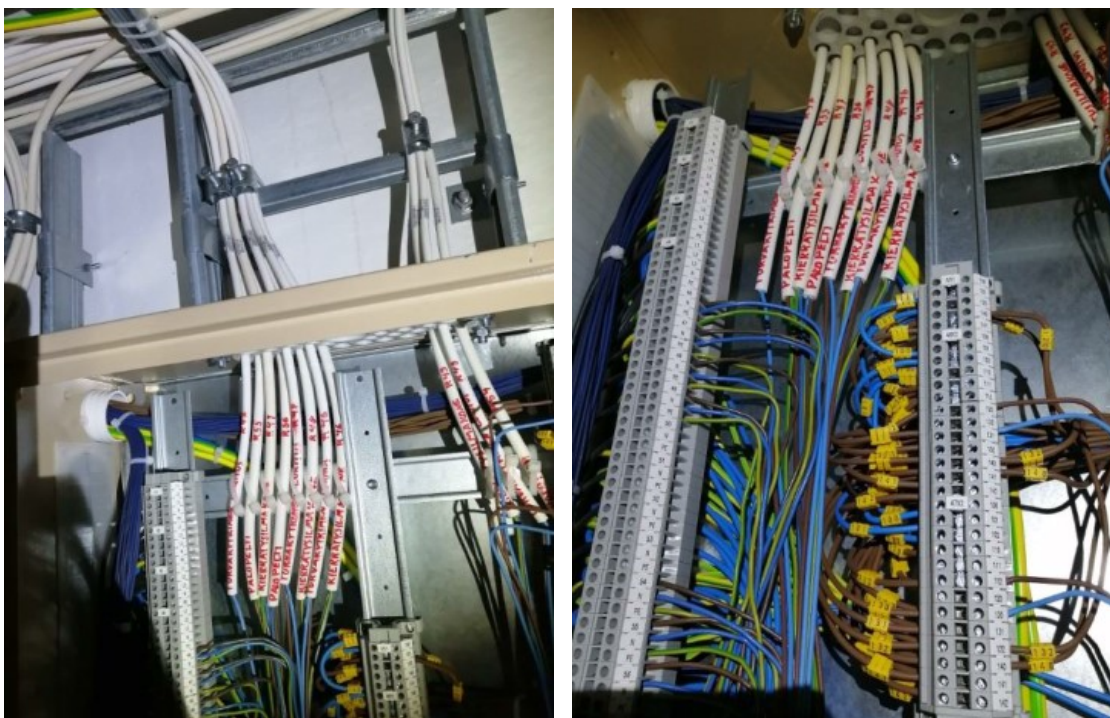
Ennen keskuksen kansien paikalleen laittamista on keskukselta putsattava
sinne kuulumattomat roskat paineilmalla puhaltamalla. Asukaskansioon

tehdään käyttöohje, jossa käydään läpi mahdollisimman tarkasti ja selkeästi kaikki tärkeät ja oleelliset asukkaan tietoon tuotavat asiat sekä mahdolliset epäselvyyttä aiheuttavat asiat.

Asuntokeskuksen mallikatselmuksessa katsotaan, että kytkennät on tehty asianmukaisesti ja siististi, johtimet on kiinnitetty kunnolla ja keskus on puhdistettu sinne kuulumattomasta roskasta.

Jakokeskuksen paikalleen asennus tehdään keskusvalmistajan ohjeiden mukaisesti. Keskukseen kiinnitykselle tehdään vetokoe, että keskus on tukevasti kiinni erityisesti jokaisesta kulmasta. Vaatimusten mukaan päävirraltaan 63 A:n ja suurempien keskusten edessä on oltava 2 metrin korkeuteen yltävää vapaata tilaa 0,8 metriä.

Johdotukset tulevat siististi kaapelihyllyä pitkin keskuksen kohdalle, josta ne lasketaan oikean ryhmän läpiviennin kohdalta kiinnitettyinä keskuksen takana menevään pystyhyllään ja tuodaan laipan läpi keskuksen sisään. Johtoja varten ei saa tehdä ylimääräisiä läpivientejä eikä laippaan liian suuria reikiä, koska keskuksen kotelointiluokka huonontuu. Johdot asetetaan siististi, kiinnitetään keskuksen runkoon johdinsiteillä ja kirjoitetaan johtoon ryhmänumero ja selvyudeksi voidaan kirjoittaa myös sanallisesti, mistä ryhmästä on kyse. Johto kuoritaan vasta reilusti keskuksen sisällä niin, että siihen mahtuu kirjoittamaan tarpeelliset tekstit. Johtimet viedään siististi nipussa kyseisen ryhmän riviliittimille. (14, s. 14–15.) Kuvassa 25 on siististi ja oikeaoppisesti tehty jakokeskuksen kytkentä.



Kuva 25. Jakokeskus kytketty.

Jakokeskuksen mallikatselmuksessa katsotaan, että kaapelit on kiinnitetty hyvin pystyhyllyyiin, ne on tuotu siististi läpivientilaipasta keskuksen sisään ja kiinnitetty nippusiteillä DIN-kiskoon. MMJ-kaapelit on kuorittu vasta riittävän paljon keskuksen sisällä, jotta niihin on mahtunut kirjoittamaan sanallisen kuvauksen ja ryhmänumeron. Johtimet kytketty ja viety siististi riviliittimille.

2.15 Aurinkopaneelien asennus

Aurinkosähköjärjestelmien kysyntä on lisääntynyt paljon ja entistä useampaan uudiskohteeseen on katolle suunniteltu aurinkopaneelit. Aurinkosähköjärjestelmä koostuu aurinkopaneeleista, invertteristä, kattoasennustelineistä, kiinnikkeistä sekä kaapeleista.

Aurinkopaneelien ei ole tarkoitus olla lumiesteinä, joten ne kannattaa asentaa mahdollisimman lähelle katon harjaa. Ylimmän paneelirivin etäisyyden ollessa katon harjalta enemmän kuin metrin, kannattaa lumiesteet asentaa paneelien yläpuolelle. Suuri lumikuorma voi johtaa kattorakenteiden ja aurinkopaneelien vaurioitumiseen.

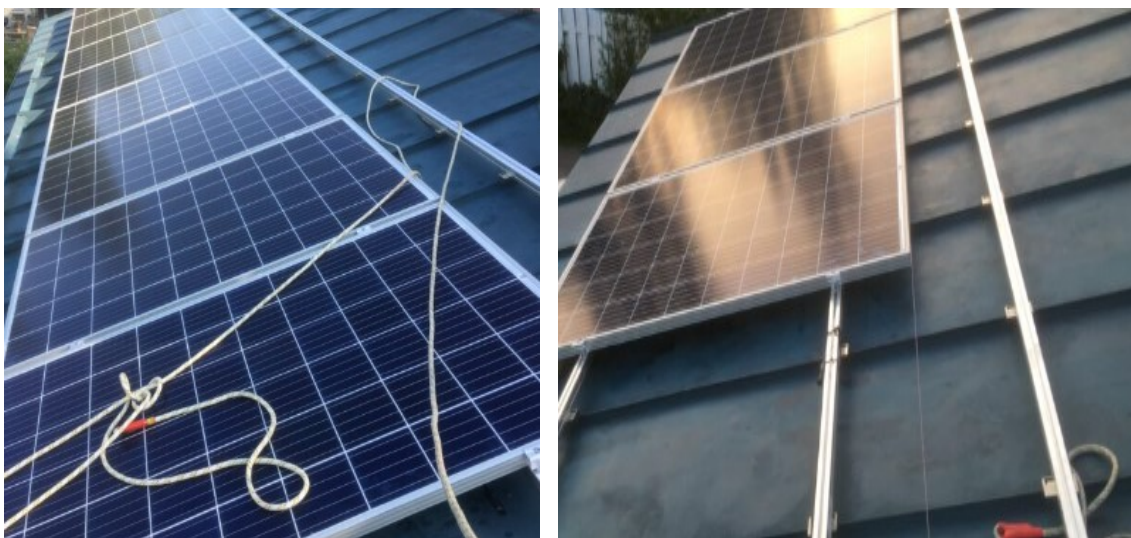
Aurinkopaneelit asennetaan katolle suunnitelmien mukaisille tuetuille alueille, eikä esimerkiksi räystäitä saa hyödyntää asennuksessa. Katon alareunaan jätetään vähintään yhden paneelin pituuden verran etäisyyttä, jotta lumiesteille jää riittävästi tilaa. Aurinkopaneelit suunnitellaan asennettavaksi eteläpuoleiselle katolle, jolloin ne ovat suunnattuna aurinkoon suurimman osan päivästä. Paneelit kannattaa asentaa mahdollisimman keskelle kattoa, sillä katon reunoilla tuulikuorma on suurempi. Kiinteästi asennettavien paneelien kallistuskulma on noin 35–45 astetta, joka on optimikulma maksimaalisen sähköntuoton kannalta. 15 asteen poikkeama heikentäisi tuottoa noin 5 prosenttia. Paneelien liiallisen kuumentumisen ehkäisemiseksi jätetään katon ja paneelien taakse ilmarakoa tuulettumista varten. Huomattavasti kuumentuneiden paneelien hyötysuhde laskee, eli ne tuottavat sähköä selkeästi vähemmän. (15.)

Aurinkopaneelit voidaan asentaa myös aurinkoa seuraavasti yhden kääntymisakselin avulla, jolloin ne seuraavat auringon korkeutta tai ilmansuuntaa. Kahdella kääntyvällä akselilla aurinkopaneelien tuotto voi lisääntyä 1,5–2-kertaiseksi kiinteään asennukseen verrattuna, sillä silloin paneelit on suunnattu aurinkoon korkeuden sekä ilmansuunnan mukaan. Aurinkoa seuraava järjestelmä on luonnollisesti kalliimpi hankinnaltaan ja huoltokustannuksiltaan, sekä pilvisellä säällä auringon seuraaminen heikentää tuottoa, koska paneeleille tulee pelkästään hajasäteilyä. Suomessa hajasäteilyä on noin puolet auringonsäteilystä, joten seuraava järjestelmä ei ole kokonaisuutena kovin kannattava, vaikka aurinkoisella säällä tuotto olisikin hetkellisesti jopa tuplasti kiinteään asennukseen verrattuna. (15.)

Aurinkosähköjärjestelmän asennuksessa ensimmäisenä asennetaan kattokiinnikkeet ja kiskot. Kattokiinnikkeiden välinen etäisyys riippuu katon tyypistä, mutta noin 1000–1250 mm:n kiinnikevälillä päästään riittävään asennuslujuuteen (16).

Invertterin asennus tehdään sisälle tekniseen tilaan tai ulkoseinään, minkä jälkeen tehdään kaapelointi valmiiksi paneeleille ja invertterin kytkennät. Aurinkopaneelit kiinnitetään kattokiinnikkeisiin helposti pikaliittimillä ja johdot kytketään

paneeleihin. Kuvassa 26 aurinkopaneelit on asennettu ja kiinnitetty kattokiinnikkeisiin.



Kuva 26. Aurinkopaneelit katolle asennettuna.

Mallikatselmuksessa katsotaan, että aurinkopaneelit ovat hyväksytysmateriaalien mukaiset ja täyttävät vaaditut takuut, ne on asennettu suunnitelmien mukaisille paikoille ja haluttuun asennuskulmaan, kattokiinnikkeet ovat kiinni hyvin eivätkä ne ole vaurioittaneet kattorakenteita, paneelien telineet on asennettu tuulikuormalaskelmien mukaisesti sekä tasakatoilla painoilla asennetut telineet on asennettu kuormituslaskelman ja tuulikuormalaskelman mukaisesti.

2.16 Turvavalaisin- ja poistumistieasennukset

Turvavalaisimia ja ulosohjausvaloja asennetaan pelastautumisreiteille edesautamaan turvallista ulos kulkemista hätätapauksissa, kun muut valaisimet eivät ole katkenneen sähkönsyötön takia toiminnassa. Poistumisvalaistuksen tulee käynnistyä automaattisesti välittömästi sähkökatkon sattuessa. Kaikille poistumisreiteille pitää olla sijoitettu turvavalaisimet niin, että ne valaisevat kaikki reitillä olevat poistumisopasteet ja ohjaavat poistumisreitit turvalliseen paikkaan. (17, s. 9.)

Turvavalaistus pitää asentaa jokaisen uloskäytävän oven lähelle niin, että lattian tasoon tulee riittävän suuri valaistusvoimakkuus. Suurempi valaistusvoimakkuus vaaditaan erityisesti palon sammutus- ja hälytysalueiden lähellä, ensiapupisteillä, käytävien risteyksissä, hätäpoistumiseen tarkoitettujen ulko-ovien lähellä ja portaikoissa sekä muissa vastaavissa paikoissa, joissa lattiakorkeus muuttuu. (17, s. 10.)

Poistumisopasteiden pitää olla selkeitä, keskenään samanlaisia ja johdonmukaisia. Kuvan 27 mukaisesti turvavalaisimissa on opastavat nuolet uloskäytävän poistumissuuntaan.



Kuva 27. Turvavalaisimet asennettuna.

Mallikatselmuksessa katsotaan, että turvavalaisimet ovat suunnitelmien mukaisia, ne on asennettu ohjeiden mukaisesti ja suunnitelman mukaisille paikoilleen ja ne näyttävät selkeästi poistumisteiden suunnan.

3 Mallikatselmusten hyödyt urakoitsijalle

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 (18) määrittelee urakoitsijalle erilaisia vastuita ja velvollisuuksia. YSE 1998 velvoittaa urakoitsijaa osoittamaan, kuinka varmistaa työsuorituksensa laadun vähintään sopimuksen mukaiselle tasolle ja käyttämään tuotteita, joissa takuu-aika vastaa vähintään

urakoitsijan takuuaikaa. Urakoitsija on velvollinen tarkastamaan työnsä laadun sekä korjaamaan virheet ja puutteet sekä ilmoittamaan tilaajan edustajalle huomautuksistaan vakavista virheistä. (18, § 10, § 11.)

Mallikatselmuksissa varmistetaan, että asennukset on tehty teknisesti oikein ja muutenkin halutulla tavalla. Mahdollinen virhe, joka tulisi toistumaan esimerkiksi jokaisessa asunnossa, havaitaan jo ensimmäisen asennuksen kohdalla. Näin varmistetaan, etteivät samanlaiset virheet pääse toistumaan kaikissa kohteen vastaavissa asennuksissa. Esimerkiksi kerrostalokohteessa, jossa voi olla yli sata asuntoa, korjattavaa riittäisi paljon, kun virhe toistuisi jokaisen asunnon kohdalla. Asennusten kahteen kertaan tekeminen ja uusien oikeanlaisten materiaalien hankkiminen olisi urakoitsijan vastuulla ja tulisi todella kalliiksi, mikäli kyseinen virhe olisi suunnitelmista poikkeavan tuotteen asennus.

Suunnitelmista poikkeavien asennusten korjaamisen seurauksena olisi sekä toimihenkilöiden että asentajien ylimääräinen työllistäminen, joka menee täysin urakoitsijan piikkiin. Mikäli kyseessä ei ole pelkästään väärällä tavalla vaan väärillä materiaaleilla tehty asennus, kalliiden omalla kustannuksella tehtävien työtuntien lisäksi urakoitsijalle jää uusien asennusmateriaalien hankkiminen. Purettavien asennustarvikkeiden palauttaminen on vaikeaa eikä palautettaessa saa yleensä takaisin ainakaan samaa täyttä hintaa kuin ostettaessa. Vaihtoehtoisesti tarvikkeiden ollessa yleisesti vastaavanlaisissa työkohteissa käytettyjä ne voisi varastoida ja säilyttää mahdolliselle seuraavalle työmaalle, mutta sekin aiheuttaa ylimääräistä työtä ja päänvaivaa. Kerralla oikein sovitulla tavalla tekeminen on kaikkien kannalta paras ja edullisin ratkaisu.

Urakoitsijalla on oikeus ehdottaa vaihtoehtoisia tuotteita suunniteltujen tuotteiden tilalle, ellei sitä ole sopimuksessa erikseen kielletty. Tilajalle lähetetään hyväksytysmateriaalit, ja tuotteen ollessa esimerkiksi takuuajaltaan parempi voi tilaaja suostua vaihtoon mielellään. Erityisesti suunnitelmista poikkeavien vaihtoehtoisten tuotteiden kohdalla on tärkeää saada hyväksyntä. Hyväksynnän lisäksi vaihtoehtoisesta tuotteesta kirjataan katselmuksessa huomio pöytäkirjaan, jolloin tuotteen käyttäminen on varmasti sallittua. Urakoitsijan on

rakennusurakan yleisten sopimusehtojen YSE:n (18) mukaan hyväksyttävä kaikki käyttämänsä tuotteet, vaikka ne olisivat suunnitelmien mukaisia.

Huolella ja kattavasti tehtyjen mallikatselmuspöytäkirjojen ansiosta urakoitsijalla on näyttöä sovitusta asennustavasta sekä käytetyistä materiaaleista, ja näin ollen urakoitsija vapautuu vastuistaan, jos tilaaja yrittää myöhemmässä vaiheessa vaatia toisenlaista lopputulosta. Asennustapa on todettu yhdessä hyväksytyksi pöytäkirjan mukaisesti, ja kun urakoitsija on tehnyt työt sen mukaisesti, ei ole syytä reklamoida työn tuloksesta.

Toimimalla kaikkien ohjeiden mukaisesti ja erityisesti noudattamalla YSE:n ohjeita sen lisäksi, että urakoitsija turvaa selustansa, voi samalla huomata ja ennalta ehkäistä ajoissa omia virheitä ja puutteita asennuksissa, jotka olisivat jääneet muuten huomioimatta. Tekemällä työt laadukkaasti ja huolellisesti tilaajan etua ajatellen sujuu todennäköisesti urakoitsijan oma asennustyön toteutus myös helpoimmalla ja edullisimmalla tavalla.

4 Mallikatselmusten hyödyt tilaajalle

Mallikatselmusten ansiosta tilaaja saa varmasti haluamansa ja oikeilla kalusteilla ja materiaaleilla toteutetun lopputuloksen ilman lisäkustannuksia. Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen YSE 1998:n (18) mukaan tilaaja voi vaatia mallikatselmuspöytäkirjojen mukaista lopputulosta jokaisesta järjestelmästä niin käytettyjen materiaalien kuin muutenkin laadun puolesta. Mallikatselmuksista tehdyt pöytäkirjat ja dokumentit osoittavat sovitun laatutason, joten ne ovat tilaajan puolella tilanteessa, jossa käytettävien materiaalien ja työnlaadun lopputulos ei vastaa katselmuksessa sovittua.

Urakoitsijan tehtyä asennustyöt poikkeavalla tavalla tilaajalla on näyttönä katselmuksien pöytäkirjat ja oikeus vaatia niiden mukaista työnjälkeä. Urakoitsija ei ole tässä tilanteessa oikeutettu saamaan tilaajalta korvausta, sillä kyseessä ei ole lisä- ja muutostyö vaan suunnitelmista ja katselmuksessa sovitusta poikkeavan asennuksen korjaus.

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 (18, § 61) määrittelee tilaajalle oikeuden saada käyttöönsä urakoitsijan laadunvarmistuksen edellyttämät mittaustulokset ja muut laadunvarmistustiedot kuten mallikatselmuspöytäkirjat.

YSE:n (18, § 61)mukaan tilaaja ja urakoitsija pitävät katselmuksen yhdessä, sekä kummallakin osapuolella on haluttaessaan oikeus pyytää paikalle asiantuntijoita. Katselmus pidetään etukäteen yhdessä sovittuna aikana ja se voidaan pitää, vaikka urakoitsija ei pääsisi paikalle, jos sillä ei ole tähän pätevää syytä. Katselmuksen pöytäkirjan laatijan on toimitettava se toiselle osapuolelle viipymättä ja viimeistään neljäntoista vuorokauden kuluessa. Pöytäkirjan vastaanottavan osapuolen on esitettävä vastalauseensa neljäntoista vuorokauden aikana, jos pöytäkirjassa jokin asia ei ole oikein ja tässä tapauksessa vastaa tehtyä malliasennusta. (18, § 65, § 76, § 77.)

Materiaalien ollessa suunnitelmista poikkeavat urakoitsijan on täytynyt hyväksyä ne ja asia on huomioitu mallikatselmuksessa. Tilaaja on voinut hyväksyä vaihtoehtoisen tuotteen saadakseen mielestään paremman vaihtoehdon suunnitellun tilalle. Vaihtoehtoisen tuotteen asennus on ensimmäisen asennuksen valmistuttua katselmoitu ja lopputuloksena tilaaja on saanut haluamaansa laatutasoa vastaavan ja oikeilla materiaaleilla toteutetun kohteen.

5 Yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä pyrittiin selvittämään, mitä erilaisten mallikatselmusten asennustapatarkastukset pitävät sisällään ja mitä hyötyjä niistä on urakoitsijalle ja tilaajalle. Työssä esiteltiin kuusitoista erilaista asuntotuotannon sähköurakoinnista tehtävää mallikatselmusta sekä pohdittiin niiden vaikutusta työntekoon ja lopputulokseen. Työtä tehdessä tutkittiin Amplit Oy:n sisäisessä järjestelmässä tehtyjä mallikatselmuspöytäkirjoja ja tehtiin havaintoja, miten erilaisia ja kattavuudeltaan eritasoisia katselmuksia on tehty. Opinnäytetyön tekemiseen sisältyi toteutettavia mallikatselmuksia, ja työn lopussa liitteessä 1 on mallikatselmus

holviputkitusten asennuksista työmaalla Helsingin Vuosaarella ja liitteessä 2 on mallikatselmus maadoitusten asennuksista työmaalla Helsingin Jätkäsaarella.

Mallikatselmukset ovat onnistuneen kokonaisuuden kannalta suuressa ja tärkeässä roolissa. Niitä tekemällä järjestelmäkohtaisesti varmistutaan asennusten oikein tekemisestä niin toteutustavan kuin materiaalien osalta esimerkiksi oikeanlaisilla kaapelihyllyillä, asennusjohdoilla, kalusteilla ja kaikilla muilla käytettävillä asennustarvikkeilla.

Kerralla oikealla tavalla tekeminen säästää työ- ja materiaalikustannuksissa ja edesauttaa aikatauluissa pysymisessä. Tilaajan kannalta työt saadaan toteutetuksi halutulla tavalla, sillä katselmuksessa todettu asennustapa toteutuu koko työkohteessa. Asennus on katselmoitu, ja se on hyväksytty sekä todettu oikeanlaiseksi yhdessä urakoitsijan ja tilaajan kesken, ja asiasta löytyy näyttönä pöytäkirjat. Urakoitsijan edun mukaisesti alettaessa tekemään muutoksia ne ovat tässä tilanteessa lisä- ja muutostöitä, joista urakoitsija saa korvauksen.

Jälkeen päin neuvottelu tilaajan mielestä väärin tai väärillä tarvikkeilla tehdystä asennuksesta ei varmasti ole mieluinen tilanne kummallekaan osapuolelle. Todennäköisesti tilaaja haluaa lopputuloksen olevan suunnitelmien mukainen, jolloin urakoitsija joutuu purkamaan ja tekemään työn uudestaan omakustanteisesti. Pahimmillaan joudutaan esimerkiksi purkamaan jo valmiita seiniä, jolloin ylimääräistä työtä tulisi muillekin kuin sähköurakoitsijalle ja siitä tulisi todella kallis lasku urakoitsijalle. Virheiden ja suurien korjaustöiden toistuessa isommassa mittakaavassa on kalliiden kustannusten lisäksi vaikutusta myös aikataulullisesti, ja riskinä on, ettei työmaan luovutus toteudu sovittuna päivämääränä.

Lopputuloksena tulivat tavoitteen mukaisesti hyvin tehdyt esimerkit kahdesta mallikatselmuksesta. Tämän työn tekemisen ansiosta sain paljon oppia asennuksista ja niihin käytettävistä asennustuotteista sekä hahmotan paremmin kokonaisuutta asuntokohteen sähköasennuksista. Työtä voidaan hyödyntää yrityksen sisäisessä käytössä. Esimerkiksi uusi projekti-insinööri voi lukea, mitä

mihinkin katselmukseen pääpiirteittäin kuuluu ja miten kyseisen katselmuksen asennukset pitää olla tehty. Mallikatselmusten ja pöytäkirjojen tekoon myös muihin järjestelmiin voi käyttää mallina työssä tehtyjä liitteenä olevia pöytäkirjoja.

Lähteet

- 1 Nevala, Vesa. 2015. Sisäpuolisten töiden laadunvarmistus ja todentaminen. Opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 2 Naukkarinen, Ville. 2017. Talotekniikkatöiden aikataulusidonnainen tarkastusasiakirja. Opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 3 Hölttä, Otto. 2022. Laadukkaan sähköasentamisen käsikirja. Helsinki: Amplit Oy.
- 4 Mallikatselmukset. 2022. Amplit Oy. M-files.
- 5 Sähköinen lattialämmitys. Asennus ja kytkentä, optimaalisen tyypin valinta. Verkkoaineisto. Stroifaq. <<https://fi.stroifaq.com/garden-and-structure/pool/communications-2/heating/electric-underfloor-heating-installation-and-connection-the-selection-of-the-optimum-type.html>>. Luettu 4.1.2023.
- 6 Sähköselostus Fab Nordstjärnan 1 ja 2. 2022. Rejlers. Helsinki.
- 7 Kukkonen, Toni. 2020. Sähkötöiden valvontaprosessin kehittäminen. Diplomityö. Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT. LUTPub-tietokanta.
- 8 Tällä tavalla sähköauton latausvalmiuden järjestäminen voi olla todella vaivatonta. Verkkoaineisto. Omataloyhtiö. <https://www.omataloyhtio.fi/artikkelit/18244/wago_ratkaisu_sahkoauton_latausvalmius_jarjestaminen_helposti.htm>. Luettu 19.1.2023.
- 9 Neljä käytännön ohjetta sähköauton latauspisteen asentamiseen. 2017. Verkkoaineisto. Virta. <<https://www.virta.global/fi/blogi/nelja-kaytannan-ohjetta-sahkoauton-latauspisteen-asentamiseen>>. 24.7.2017. Luettu 19.1.2023.
- 10 Kaapeli- ja putkikaivanto. 2018. Verkkoaineisto. Elisa. <https://www.janakala.fi/wp-content/uploads/2018/01/Kaapeli-ja-putkikaivanto_Elisa.pdf>. 10.01.2018. Luettu 24.1.2023.
- 11 Maakaapeli. 2021. Verkkoaineisto. Stek. <<https://stek.fi/question/maakaapeli-2/>>. 5.8.2021. Luettu 25.1.2023.

- 12 Laamanen, Kirsi. 2016. Näin asennat pylväsvalaisimet pihalle. Verkkoaineisto. <<https://www.meillakotona.fi/artikkelit/nain-asennat-pylvasvalaisimet-pihalle>>. 18.8.2016. Luettu 25.1.2023.
- 13 Maadoitus- ja potentiaalintasauskaavio. 2022. Rejlers. Helsinki.
- 14 Ollila, Heli. 2012. Jakokeskuksen asennukset. Opinnäytetyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 15 Aurinkopaneelien asentaminen. 2023. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/hankinta_ja_asennus/aurinkopaneelien_asentaminen>. 11.1.2023. Luettu 30.1.2023.
- 16 Asennusohje Rauli all black aurinkopaneelien harjakattokiinnitysjärjestelmä. Verkkoaineisto. Suomen Akut. <https://www.suomenakut.fi/storage/product_files/5/28185-asennusohje-20-03-12_4c226424a1721455629f956fcf26d881.pdf>. Luettu. 30.1.2023.
- 17 Halme, Eelis. 2011. Turvavalaistus. Toteutus Hyvinkään ammattioppilaitokselle. Opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 18 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. 1998. Helsinki: Rakennustieto Oy.


Holviputkitus


Mallikatselmus holviputkitukset


Mallikatselmus holviputkitukset




Amplit Oy





ID	Vastuuyritys	Ajankohta	Hyväksytty	Valokuva
1	Amplit Oy	27.02.23	MV	
<p>Kuvaus</p> <p>B-talo: Tarkastetaan putkitusten kiinnitykset. → Putkitukset kiinnitetty nippusiteillä riittävän tiheästi.</p>				



ID	Vastuuyritys	Ajankohta	Hyväksytty	Valokuva
2	Amplit Oy	27.02.23	MV	
<p>Kuvaus</p> <p>B-talo: Tarkastetaan putkien sijoitusvaatimukset → Putket kiinnitettyinä ja niputettuina siististi SUR-urissa.</p>				

ID	Vastuuyritys	Ajankohta	Hyväksytty	Valokuva
3	Amplit Oy	27.02.23	MV	
<p>Kuvaus</p> <p>B-talo: Tarkastetaan läpivientien tiiveys. → Varmistetaan, että reikä ei ole liian suuri, että betonia ei pääse menemään läpi.</p>				

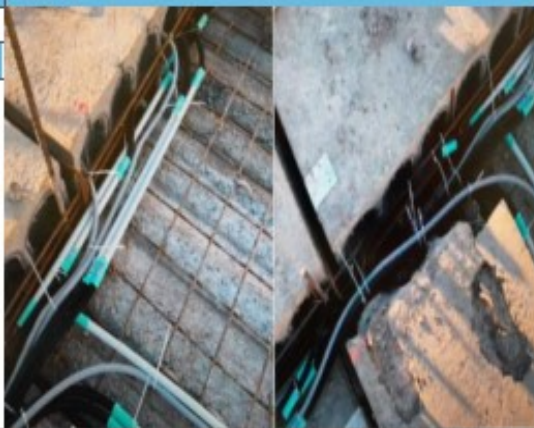
Mallikatselmus holviputkitukset


ID	Vastuuyritys	Ajankohta	Hyväksytty	Valokuva
4	Amplit Oy	27.02.23	MV	
Kuvaus				
B-talo: 🛠️ Tarkastetaan taivutukset. → Taivutukset tehty loivia kulmia käyttäen.				

 ID	Vastuuyritys	Ajankohta	Hyväksytty 	Valokuva
5	Amplit Oy	27.02.23	MV	
Kuvaus				
B-talo:  Tarkastetaan putkitukset onteloiden pitkittäissaumoissa. → Saumassa korkeintaan 2 kpl 20 mm putkia.				

ID	Vastuuyritys	Ajankohta	Hyväksytty	Valokuva
6	Amplit Oy	27.02.23	MV	
Kuvaus				
B-talo:  Tarkastetaan putkitukset onteloiden päätysaumoissa. → Päätysaumassa korkeintaan 3 kpl 20 mm putkia.				

Mallikatselmus holviputkitukset


ID	Vastuuyritys	Ajankohta	Hyväksytty	Valokuva
7	Amplit Oy	27.02.23	MV	
Kuvaus B-talo: 🛠️ Tarkastetaan käytetyt putkityypit → Valuun jäävät JM-putket ovat halogeenittomia. TAM-putket ovat halogeenittomia.				

ID	Vastuuyritys	Ajankohta	Hyväksytty	Valokuva
8	Amplit Oy	27.02.23	MV	
Kuvaus B-talo: 🛠️ Yleiskuvia hyväksytyistä putkitusasennuksista.				

Maadoitus


Mallikatselmus maadoitukset

Mallikatselmus maadoitukset



AMPLIT

Amplit Oy


ID	Vastuuyritys	Ajankohta	Hyväksytty	Valokuva
9	Amplit Oy	27.02.23	MV	
Kuvaus B-talo: Päämaadoituskisko. → Maadoitusjohtimet kiinnitetty päämaadoituskiskoon kaapelikengällä riittävälle tiukkuudelle.				




ID	Vastuuyritys	Ajankohta	Hyväksytty	Valokuva
10	Amplit Oy	27.02.23	MV	
Kuvaus B-talo: Maadoituskisko. → Maadoitusjohtimet asennettu siististi ja kiinnitetty tiukasti IV-konehuoneen maadoituskiskoon.				





ID	Vastuuyritys	Ajankohta	Hyväksytty	Valokuva
11	Amplit Oy	27.02.23	MV	
Kuvaus B-talo: Kaapelihiyllyjen ja vesiputkien maadoitus. → Kaapelihiylly maadoitettu kiinnittämällä johdin hiyllyyn kaapelikengällä. Vesiputket maadoitettu maadoituspannalla, johon maadoituskiskolta tuleva johdin kiinnitetään ja yhdistämällä putket toisiinsa lenkittämällä.				



Mallikatselmus maadoitukset

	ID	Vastuuyritys	Ajankohta	Hyväksytty	Valokuva
	12	Amplit Oy	27.02.23	MV	
	Kuvaus				
	B-talo: IV-putkien ja IV-koneiden maadoitus. → IV-putket maadoitettu kiinnittämällä johdin kaapelikengällä putkeen ja yhdistämällä putket toisiinsa. IV-koneen runko maadoitettu.				

ID	Vastuuyritys	Ajankohta	Hyväksytty	Valokuva
13	Amplit Oy	27.02.23	MV	
Kuvaus				
B-talo: 🛠️ Keskusmaadoitus. → Asuntokeskus maadoitettu kytkemällä johdin maadoituskiskoon.				

ID	Vastuuyritys	Ajankohta	Hyväksytty	Valokuva
14	Amplit Oy	27.02.23	MV	
Kuvaus				
<p>B-talo: 🛠️ Asennuskaappien maadoitus. → Rakkikaappi ja antennikaappi maadoitettu kytkemällä johdin runkoon kaapelikengällä sekä maadoituskiskoon.</p>				