



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Jonasz Pirilä

Sähköasennusten mallikatselmukset uudisasuinkerrostoaloissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

30.5.2021

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Jonasz Pirilä Sähköasennusten mallikatselmukset uudisasuinkerrosta- loissa 30 sivua + 1 liite 30.5.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	lehtori Jarno Nurmio toimitusjohtaja Janne Gustafsson
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli laajentaa Optireal Oy:n jo olemassa olevaa tarkastustyökalua, jotta jatkossa voisi suorittaa myös sähköasennusten tarkastuksia uudisasuinkerrosta- loissa. Tarkastustyökalun muutokset sisälsivät sähköasennusten tarkastusten osapuolten ja tarkastusten lisäämisen sisällysvälilehdelle sekä tarkastuslehtien lisäämisen työkaluun.</p> <p>Ensin tehtiin tarkastustyökaluun lisäykset. Sen jälkeen lisäykset dokumentoitiin ja selostet- tiin tähän insinööriyöhön. Lähteinä työssä hyödynnettiin lähinnä sähköalan standardeja, mutta mukaan mahtui myös sähköasentajan työkokemusta, sekä valokuvia oikeista työ- kohteista.</p> <p>Insinööriyön valmistumisen myötä Optireal Oy sai käyttöönsä uudisasuinkerrostalon säh- köasennusten tarkastuspöytäkirjoja.</p>	
Avainsanat	mallikatselmus, asennustapatarkastus, tarkastaminen, tarkas- tustyökalu, pöytäkirjatyökalu

Author Title	Jonasz Pirilä Electrical installation model reviews in new apartment buildings
Number of Pages Date	30 pages + 1 appendix 30 May 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Jarno Nurmio, Senior Lecturer Janne Gustafsson, CEO
<p>The goal of this thesis work was to expand Optireal Oy's already existing inspection tool, so from now on also inspections regarding electrical installations in new apartment buildings could be performed. The inspection tool's changes included adding electrical installation inspection parties and inspection subjects to table of contents, as well as adding inspection tabs.</p> <p>First, changes were made to the inspection tool. Then changes were then documented and explained into this thesis. Electrical standards were used as main sources in this thesis work, but there was also room for electrician's work experience and pictures from real work sites were utilized.</p> <p>As a result of this thesis work, Optireal Oy got an inspection tool for new apartment buildings.</p>	
Keywords	model reviews, installation method inspection, inspecting, inspection tool, minutes tool

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Työmaavalvonnän tarkoitus	1
3	Mallikatselmukset ja asennustapatarkastukset	6
3.1	Valvontatyökalu	6
3.2	Mallikatselmuksen ja asennustapatarkastuksen ero	8
3.3	Yhteistä tarkastuksille	8
3.4	Maadoituselektrodin asennustapatarkastus	9
3.5	Sähköliittymän asennustapatarkastus	12
3.6	Sähkökeskuksen asennustapatarkastus	14
3.7	Kaapelihyllyjärjestelmän mallikatselmus	16
3.8	Nousukaapelasennuksen mallikatselmus	16
3.9	Huoneiston putkituksen ja kaapeloinnin mallikatselmus	19
3.10	Lattialämmitysasennuksen mallikatselmus	20
3.11	Huoneiston sähkökeskusasennuksen mallikatselmus	20
3.12	Huoneiston kalustuksen mallikatselmus	22
3.13	Täyterrokseen jäävien asennusten asennustapatarkastus	27
4	Yhteenveto	28
	Lähteet	29

Liitteet

Liite 1. TATE-valvontatyökalu

TATE Talotekniikka. Talotekniikkaan kuuluvat rakennuksen kaikki tekniset järjestelmät [1].

1 Johdanto

Insinööriyön tavoitteena on laajentaa Optireal Oy:n jo olemassa olevaa Talotekniikka-valvontatyökalua lisäämällä sähköasennusten tarkastuspöytäkirjoja. TATE-valvontatyökalujen käyttö ei ole pakollista, mutta tarkastustyökalujen käyttöönoton myötä tarkastusten laatu nousee ja vaikeus laskee. Tarkastusten ja dokumentoinnin laatu tasoittuu yksittäisen tarkastajan kohdalla ja koko yrityksen kesken. Kyseistä työkalua on käytetty LVI-urakan valvontaan, mutta tämän insinööriyön myötä TATE-työkalulla voidaan myös varmistaa sähköurakan työnjäljen valvonta.

Työssä avataan TATE-valvojan roolia ja tehtäviä. TATE-työkalua ei voinut työhön sisällyttää kokonaisuudessaan, mutta sisällysluettelo löytyy tekstistä ja tarkastusvälilehden tuloste liitteestä 1. Insinööriyö käsittelee uudisasuinkerrostalojen työmaavalvontaa mallikatselmuksien ja asennustapatarkastusten muodossa, kohdistuen painopisteen mallikatselmuksiin. Käytännössä tämä lopputyö on vain TATE-valvontatyökalun laajennettu versio. Kummassakin versiossa vastataan kysymyksiin ”Millainen asennuksen pitää olla?” ja ”Miksi asennus tehdään näin?”. Valvojalla ei ole tarkastusta tehdessä aikaa etsiä yksityiskohtaista perustelua, ja siksi TATE-valvontatyökalun pitää olla lyhyt mutta ytimekäs. TATE-työkalun ytimekkyys helpotti työkalun laajentamista mutta sen vienti insinööriyöhön oli haastavaa. Tiivistettyä ja kaiken tarpeellisen sisältävää aihetta piti lavenuttaa. Vaikeustason nostaminen hidasti työtahtia huomattavasti ja vaati suurempaa tarkkuutta, mikä oli lopputuloksen kannalta hyvä asia.

2 Työmaavalvonnan tarkoitus

TATE-valvojan roolista ja tehtävistä kertova ohje löytyy RT 103172:sta, Talotekniikkatöiden työmaavalvonnan tehtäväluettelosta. Valvojan tehtävälista on pitkä. Siihen kuuluu yleisvalvontaa, työmaan turvallisuuden valvontaa, aikataulujen valvontaa, teknistä valvontaa, taloudellista valvontaa, dokumentointia, vastaanottoa, sekä takuu-aikaan liittyviä tehtäviä. Tämä opinnäytetyö keskittyy kuitenkin vain sähköasennusten teknisen toteutuksen valvontaan mallikatselmusten ja asennustapatarkastusten muodossa. Valvojan tehtävänä on valvoa, että valvontasopimuksessa sekä tehtäväluettelossa sovitut

tehtävät toteutetaan. Vaikka valvoja suorittaakin urakoitsijan laatimien suunnitelmien, asiakirjojen ja työsuorituksen tarkastuksen ja hyväksymisen, valvoja ei ole näistä vastuussa. Urakoitsija on yksinään vastuussa suunnitelmiansa, asiakirjojensa ja työsuorituksensa sopimuksenmukaisuudesta, kuten myös työn johtamisesta. [2.]

Valvojan tulee perehtyä urakka-asiakirjoihin niin, jotta hän olisi täysin tietoinen halutusta työn lopputuloksesta. Virheiden minimoimiseksi ja ennalta ehkäistyn toimivuudeksi, on valvojan hyvissä ajoin kerrottava urakoitsijalle huomaamistaan epäkohdista, sekä valtuuksiensa puitteissa ohjeistettava urakoitsijaa sopimusasiakirjojen selventämisessä ja työn suorituksessa. Taloteknisen valvonnan suoritustapa tulee kuvata työkohdetta koskevassa valvontasuunnitelmassa. Urakoitsijan tulee noudattaa valvojan antamia ohjeita. Ohjeet, luvat tai määräykset valvojan kuuluu toimittaa kirjallisesti. Työmaapäiväkirja on hyvä paikka, johon voi kyseiset ohjeet kirjata. Jos on huomautettavaa työstä, tulee tämä välittää suoraan urakoitsijan työnjohtajalle. Työt on lopetettava välittömästi ja toimintatapoja muutettava, jos valvoja katsoo näiden olevan virheellisiä. Tiedonkulku on työmaalla tärkeää, ja valvojan on varmistettava urakoitsijan tietoisuus työmaan kulusta ja tapahtumista. Lähtökohtaisesti pistokoevalvonta on valittava laadunvalvontamenetelmäksi, ellei haluta suurempaa tarkastusta, mutta näistä sovitaan erikseen. [2.]

Valvojan ammatillisen koulutuksen, tehtävään liittyvän työkokemuksen, pätevyyden, yleisten sopimusehtojen ja viranomaismääräysten pitää olla riittävän korkeita suoritettavaa työtehtävää varten. [2.]

Jos hankkeesta puuttuu talonrakennustyön työmaavalvoja, kuuluvat yleisvastuulliset valvontatehtävät TATE-valvonnan tehtäväluetteloon. Muiden valvojen valvontatoimenpiteitä tulee seurata ja koordinoita. Vastaavan työnjohtajan työmaapäiväkirjaa tulee seurata ja sinne tehtävät merkinnät tulee kuitata allekirjoituksella. Vastuualueisiin kuuluvat myös työmaakokousten sihteerin työt. Pelkkä työmaakokouksiin osallistuminen ei riitä, on myös varmistettava, että edetään kokouksessa sovitulla tavalla. Rakennuttajan työmaan turvallisuusasiakirjan olemassaolo on varmistettava. Lisäksi on varmistettava, että päätoteuttaja tekee työmaan turvallisuussuunnitelman. Rakennustyön tarkastusasiakirja tulee laatia ja toimittaa kaikille osapuolille hyväksyttäväksi. [2.]

Työmaan ja turvallisuuden valvonnan tavoitteena on ehkäistä työntekijöille ja muille koituvia vaaratilanteita ja vahinkoa. Tämän vuoksi on valvottava, että päätoteuttaja ja muut urakoitsijat hoitavat omalta osaltaan työturvallisuusvelvoitteensa. Valvojan on myös tarkkailtava työturvallisuuden nimissä itse työmaata ja lähiympäristöä. Tähän kuuluu lisäksi työmaan siistiyden ja paloturvallisuuden valvonta, tätä varten on puhtaudenhallintasuunnitelma, jonka mukaan työt kuuluu tehdä. Työstä voi aiheutua ympäristöhaittoja. Näitä ja työhön liittyviä ympäristökatselmuksia ja ympäristötiedotusta tulee seurata. Työmaaliikennettä tulee tarkkailla ja puuttua saman tien, jos on tarve. Työmaan päätoteuttajan ja turvallisuuskoordinaattorin nimeämisestä on varmistuttava. Työsuojeluviranomaiselle on tehtävä ilmoitus, jotta voitaisiin aloittaa rakennustyöt. [2.]

Ajallisella valvonnalla pyritään varmistamaan työmaan pysyminen ja valmistuminen ennalta sovitussa aikataulussa. Urakoitsijan vastuulla olevat yleisaikataulut ja työvaiheikataulut tulee tarkastaa ja kommentoida näitä, sekä tarkkailla ajantasaisuutta ja toteutumista. Poiketessa ennalta sovitusta aikataulusta, kuuluu hoitaa asia urakoitsijoiden ja rakennuttajien kanssa. Aikatauluun tulee varata eri urakoitsijoiden työvaiheille, vastaanottomenettelyn osatarkastuksille, toimintakokeille, koekäytölle ja luovutukselle tarpeeksi aikaa. Lisäksi urakoitsijoiden taloteknisten työsuoritusten ennakkosuunnittelun ja valmistelevien töiden on oltava seurannan alla. Urakoitsijoiden välisen tiedon, suunnitelmien toimitusaikojen ja niiden sisällön on oltava valvojan seurattavana. Jos on työsuunniteluun liittyvää tietoa tai päätöksiä, kuuluu toimittaa ne työmaan käyttöön hyvissä ajoin. [2.]

Teknisen toteutuksen laadunvalvonnassa keskitytään itse työn jälkeen ja hyviin rakennustapoihin, jotta työn laatu olisi mahdollisimman korkea ja olisi urakkasopimuksen mukainen. Tärkeää on, että asennustuotteisiin liittyviä ohjeita ja suosituksia noudatetaan. Urakoitsijan ja tavarantoimittajan suunnitelmat tulee kuitenkin tarkastaa ja seurata sopimuksenmukaisia jatkotoimenpiteitä. Vaikka tuotteet saapuisivat työmaalle ehjinä, voivat ne tuhoutua, jos niitä ei varastoida ja suojata asianmukaisesti. Viallisista tuotteista on ilmoitettava urakoitsijalle saman tien. Tuotteiden kuuluu olla suunnitelmien mukaisia ja on hyvä varmistua asiasta ennen asentamista. Jos näin ei ole, tulee olla hyväksyttämismenettely vaihtoehtoisia tuotteita varten ja ylläpidetty kelpoisuustaulukko rakennustuotteille. [2.]

Rakennuttajalle tulee esittää urakoitsijan ehdottamat muutokset ja arvioida niiden positiivinen vaikutus lopputulokseen ja urakan kustannuksiin. On pidettävä huoli siitä, että suunnittelijoille on selvissä muutoksen vaikutus suunnitelmiin. Urakoitsijan laadunvalvonnan ja omavalvonnan toteutumista kuuluu valvoa ja huomauttaa heti virheellisistä työtavoista. Tämä ei koske vain asentajia/työntekijöitä, vaan myös työnjohtoa. Urakoitsijalla tulee olla suunnitelma, jonka mukaan teetetään kokeita ja otetaan näytteitä tärkeistä rakenteista ja rakennusvaiheista. Mallikatselmusten aikataulutuksen ja suorituksen on oltava kunnossa ja asennustapataulukset tehtävä. Varsinkin piiloon jäävät rakenteet ja asennukset on dokumentoitava ennen kuin ne peitetään. Valvoja voi myös käydä tehtaalla tarkastamassa tuotteiden valmistusta, jos tämä tilataan erikseen. [2.]

Taloudellisen valvonnan tarkoituksena on omalta osaltaan varmistaa, että laskut ovat sopimuksien mukaisia ja tilattavat työt ovat oikein hinnoiteltuja. Vakuutusten ja vakuuksien sopimuksenmukaisuudesta on varmistuttava, samoin urakan laskujen maksukelpoisuudesta. Lisä- ja muutostarjoustien aiheet, sisältö, määrät ja hinnat tulee tarkastaa. Urakan hintaa laskevat muutokset tulee ottaa huomioon rakennuttajan saamassa hyvitystarjouksessa ja palauttaa mahdolliset ennakkomaksut. Kustannuspohjaisissa urakoissa hankintamenettelyä ja resursseja verrataan materiaalilaskuihin, kuormakirjoihin, tuntilistoihin ja valvotaan alihankintojen laskuttamista. Työhäiriöiden ja niistä aiheutuvien kustannusten seuraamisella ja ratkaisujen esittämisellä on pyrittävä laskemaan rakennuskustannuksia. Urakoitsijan talouden tilaa tulee tarkastella ja ongelmien ilmetessä raportoida näistä rakennuttajalle. Valvojan on osallistuttava viivytyssakkojen ja arvonalennusten selvittämiseen, sekä taloudellisiin loppuselvityksiin. Eriksien tilattavaa työtä on konkurssien tai sopimusten purkamiseen liittyvät selvitykset. [2.]

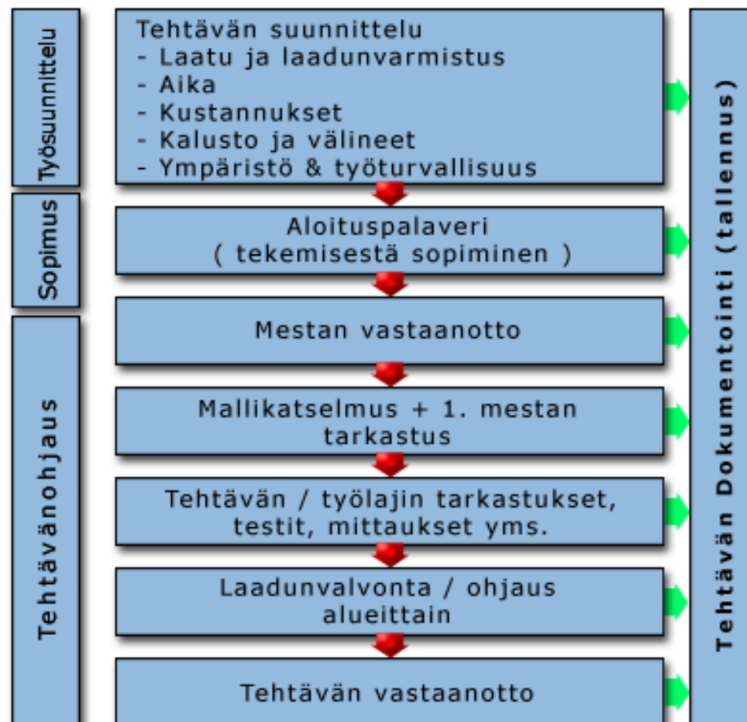
Mikään ei helpota projektin läpinäkyvyyttä, varsinkin myöhemmässä vaiheessa, kuin huolellinen dokumentointi. Oman osa-alueen dokumentoinnin lisäksi TATE-valvojan kuuluisi varmistaa, että urakoitsija suoriutuu omastaan. Urakoitsijan on dokumentoitava urakkaan liittyvistä tiedoista, materiaaleista ja tapahtumista, sekä sopimuksen ja suunnitelmien mukaista laadun toteutumista. Sopimuspoikkeamat tulee kirjata valvojan toimesta ja selvittää muiden sopimusosapuolten kanssa seuraamukset. Valvojalle kuuluvat valvontasopimuksen mukaiset katselmuksiin ja tarkastuksiin liittyvät sihteerin tehtävät. Taloteknisten töiden huomautukset on dokumentoitava työmaapäiväkirjaan, tarkastusasiakirjaan tms. ja laadittava virhe- ja puuteluettelot. Tärkeät rakennusvaiheet on

dokumentoitava tarpeeksi hyvin. Valokuvat ovat tässä tapauksessa tehokas apuväline. Valvontatehtävistä syntyneet pöytäkirjat ja dokumentit tulee arkistoida. Urakoitsijan on valvotusti käsiteltävä kaikki mahdolliset suunnitelmapoikkeamat suunnittelijan kanssa ja vietävä punakynäkuvista luovutuspiirustuksiin. [2.]

Käytön opastuksen valvonnalla varmistetaan, että urakoitsijat tekevät heidän vastuualueilleen kuuluviin järjestelmiin koulutusohjelmat ja hoitavat koulutukset ja käytönopastukset. Kohteen käyttö- ja huoltohenkilökunnan on saatava kutsu toimintakokeisiin, koekäyttöön ja vastaanottoon. On varmistettava, että jo valmiisiin järjestelmiin nimetään viranomaisten vaatimat käyttövastuuhenkilöt. Erikseen tilattuna käyttäjiä voidaan opastaa. [2.]

Vastaanotto- ja jälkitarkastuksiin on osallistuttava ja valvottava näiden kulkua. Tarpeen mukaan on teetettävä kokeita, mittauksia ja tarkastuksia ja valvottava toimintakoeohjelmia ja koekäyttöohjelmia. Tarkastustuloksista tulee tehdä virhe- ja puuteluettelot, sekä valvoa korjauksen tapahtuminen. Jälkitarkastusten pitäminen on varmistettava ja vastaanotettava, tarkastettava ja hyväksyttävä valmis luovutusmateriaali. Rakennuttajalle luovutettavat asiakirjat tulee vastaanottaa ja tarkastaa, sekä töiden valmistuessa luovutettava rakennuttajan haluamalla tavalla. Takuuajan huolto-ohjelman olemassaolo on varmistettava. Varaosat, erillislaitteet yms. on luovutettava sovitulla tavalla urakoitsijalta rakennuttajalle. Valvojan kuuluu urakoitsijan kera kirjata ylös vesi-, lämpö- ja sähkömittareiden lukemat vastaanottaessa kohdetta. Erikseen tulee tilata huoltokirjan suunnittelijoiden, urakoitsijoiden ja tavarantoimittajien käyttö- ja huolto-ohjeiden toimitus, sekä tarvittavat jälkitarkastukset. [2.]

Takuuajana valvojan on osallistuttava takuu- ja jälkitarkastuksiin, sekä valvottava näiden etenemistä. Takuutarkastuksiin on valmistuttava tekemällä mahdolliset ennakkoselvitykset. Takuuajana kuuluu tarkastaa vastaanottotarkastuksen takuuajana seurattavaksi sovitut työt. Tarkastuksien perusteella laaditaan virhe- ja puuteluettelot ja valvotaan näiden korjaamista. Tarvittaessa takuuajan päätyttyä voidaan valvoa jatkettua takuuvastuun työsuorituksen toteutumista, mutta tämäkin on erikseen tilattavaa työtä. [2.]



Kuva 1. Toistuvan tehtävänäohjauksen prosessikuvaus. [3.]

Kuvan 1 prosessikuvaus ilmaisee työmaavalvonnan etenemisjärjestyksen yksinkertaistettuna. Työmaavalvonnan hyödyt korostuvat tekijöiden ja työvaiheiden määrän noustessa. Pienemmissä kohteissa, missä riskit ovat pienempiä, voidaan pitää valvonnan määrää pienenä ilman suurempia haittoja. Suuremmilla ja kiireisillä työmailla on luonnollista, että syntyy virheitä. Vaikka tavoitteena olisi nolla asennusvirhettä, on tämä mahdollista. Valvojan työ on edesauttaa tätä tavoitetta löytämällä mahdollisimman monta jo syntyneitä ja estää uusien syntymistä.

3 Mallikatselmukset ja asennustapatarkastukset

3.1 Valvontatyökalu

Optirealin TATE-valvontatyökalu toimii Excel-muodossa Google Sheets-palvelun kautta. Tietoturvasyistä varsinaista TATE-valvontatyökalua ei jaeta julkiseen käyttöön insinööri-työn ohella. Liitteessä 1 on sensuroitu tuloste Huoneiston putkituksen ja kaapeloinnin

mallikatselmuksesta, ja insinööriyöstä löytyy samalla nimellä kyseisen mallikatselmuksen seloste. Kuten kuvan 2 sisällysluettelosta näkee, insinööriyön luvun 3 muutkin kohdat ovat vain laajennettuja valvontatyökalun selostuksia. Selostuskappaleiden standardeista otetut kuvat ja taulukot ovat työkalussa mukana varsinaisen tarkastuslistan [liite 1] lisäksi. Valvontatyökaluun voi myös liittää tarkastettavan alueen sähkösuunnitelman ja valokuvan. TATE-valvontatyökalun tarkastusvälilehti jaetaan siis kolmeen osaan: tarkastuslista, kohteen valokuva ja sähkösuunnitelma, selventävät ja perustelun sisältävät kuvat ja taulukot.

72	SPR	Sprinkleriputkiston huuhtelu	53
73		Sprinkleriputkiston painekoe	54
74		Tarkastuslaitoksen käyttöönottotarkastus	55
75	SÄH	Maadoituselektrodin asennustapatarkastus	56
76		Sähköliittymän asennustapatarkastus	57
77		Sähkökeskuksen asennustapatarkastus	58
78		Kaapelihyllyjärjestelmän mallikatselmus	59
79		Nousukaapeliasennuksen mallikatselmus	60
80		Huoneiston putkituksen ja kaapeloinnin mallikatselmus	61
81		Lattialämmitysasennuksen mallikatselmus	62
82		Huoneiston sähkökeskusasennuksen mallikatselmus	63
83		Huoneiston kalustuksen mallikatselmus	64
▲ 84		Täytekerroksiin jäävien asennusten asennustapatarkastus	65
▼ 86	VASTAANOTTO	Urakoitsijoiden iiselleluovutukset	66
87		Valvojan ennakkotarkastukset	67
88		Urakoitsijan toimintatarkastukset	68
89		Tilaaajan toimintakokeet	69
90		Punakynien ja loppukuvien tarkastus	70
91		Rava KVV/IV-loppukatselmus	71
92		Koekäyttö / Yhteiskoekäyttö	72
93		Käytönopastus	73
94		LVI-järjestelmien suunnitelmienmukaisuus	74

Kuva 2. TATE-valvontatyökalun sisällysluettelo.

Ennen TATE-tarkastustyökaluja mallikatselmuksia on suoritettu tekijän mielen ja ammattitaidon mukaan, eikä välttämättä edes dokumentoitu prosessia. Tarkastustyökalulla varmistetaan tarkastusten tasainen laatu ja riskipitoisten seikkojen tarkastamisen varmuus. Dokumentointi, jota ennen ei välttämättä edes syntynyt, tapahtuu nyt melkein automaattisesti samalla parantaen, tehostaen ja yhtenäistäen sitä. Itse katselmusprosessi muuttuu TATE-työkalua käyttäen siten, että katselmuksessa on mukana sen välilehdille

laaditut tarkastuslistat, suunnitelmien lisäksi. Yrityksen sisäinen dokumentointitapa muuttuu ja tulee yhteneväiseksi. [4.]

TATE-valvontatyökalun lisäksi on olemassa kaupallisia työkaluja, kuten Informaatti, Congrid, tai Kotopro [4.]. Tarkastus- ja pöytäkirjatyökaluja on tehty ja muokattu muidenkin opinnäytetyöläisten toimesta. Esimerkkejä on vaikea löytää, koska valmiita työkaluja ei jaeta mielellään. Aleksi Vanha-Palokosken insinööriyössä ”Asuinrakennuskohteisiin laadittavan huoltokirjan kehitysprojekti” on mukana erillisessä liitteessä Excel-huoltokirja, jonka toimintaperiaate on samankaltainen kuin TATE-valvontatyökalussa.

3.2 Mallikatselmuksen ja asennustapatarkastuksen ero

Mallikatselmusten ja asennustapatarkastusten tarkastuspöytäkirjat ja tarkastuksen toteutus eivät eroa toisistaan huomattavasti. Ero löytyy tarkastusten tavoitteista. Mallikatselmuksia tehdään asennusvaiheelle, joka tulee toistumaan. Haluttu lopputulos on se, että työn jälki on samanlaista mallikatselmuksesta, eli ensimmäisestä asennuksesta, viimeiseen asennukseen. Asennustapatarkastuksessa käsitellään asennusvaiheita, jotka eivät tule toistumaan samassa kohteessa.

3.3 Yhteistä tarkastuksille

Kappaleessa 3 esiteltävistä mallikatselmuksista ja asennustapatarkastuksista löytyy paljon yhtäläisyyksiä, vaikka ne toteutetaankin monenlaisissa paikoissa ja eri aikaan. Samat asiat tulevat toistumaan, mutta ne on jätetty, koska ne eivät koske kaikkia katselmuksia ja tarkastuksia. Tästä löytyy kuitenkin kaksi poikkeusta, jotka kerrotaan jo tässä vaiheessa, koska ne pätevät kaikkiin työvaiheisiin: Tuotteiden on oltava ehjiä ja virheettömiä. Kaikki mahdolliset suunnitelmapoikkeamat on käsiteltävä suunnittelijan kanssa ja vietävä punakynäkuvista luovutuspiirustuksiin.

3.4 Maadoituselektrodin asennustapatarkastus

Maadoituselektrodin ja liittimien tulee olla suunnitelmien mukaiset. Maadoituselektrodin reitin ja sijainnin on oltava suunnitelmien mukaiset.

Maadoituselektrodien materiaali on täytettävä standardien asettamat laatuvaatimukset. Maadoitusjohtimien poikkipinta-alan on oltava minimissään 6 mm² kuparia tai 50 mm² terästä. Poikkipintojen maadoitusjohtimilla, jotka on upotettu maahan, täytyy kuitenkin olla taulukon 2 mukaisia. Maadoitusjohtimien poikkipinnan täytyy olla vähintään 16 mm² kuparia tai 50 mm² terästä, jos suojaus samamaniskulta on lisätty kyseiseen maadoituselektrodiin. [5.]

Taulukko 1. Maadoituselektrodien minimimitat. [5.]

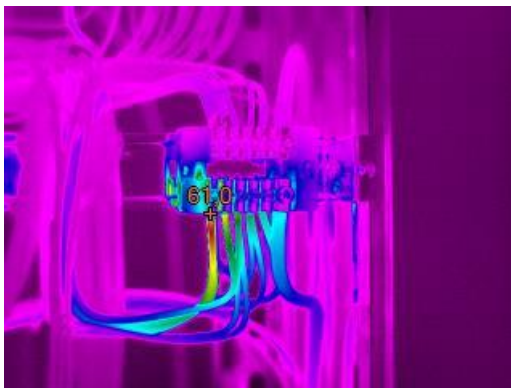
Materiaali	Poikkipinta-ala mm ²	Halkaisija Ø mm	Minimipaksuus mm ^a	Korroosiosuojauskerroksen paksuus µm
Kupari	16		1,6	-
Kuumasinkitty teräs	90	10	3	45
Ruostumaton teräs	90	10	3	-
Betoniin upotettu teräs	90	10	3	- ^b
Kuparivaipalla varustettu teräs		15		2000
Sähköisesti kuparilla päällystetty teräs		14 (vaaka- tasossa 10)		250 (vaakaelektrodilla 70)
^a Nauhan tai levyn paksuus tai köyden yksittäisen langan halkaisija Ø				
^b Betoniin upotetulla perustusmaadoituselektrodilla ei tarvita korroosiosuojausta				

Elektrodit on asennettava tukevasti ja kiristyksen maadoituskiskoon on oltava riittävä. Maadoitusjohdin pitää liittää maadoituselektrodiin huolellisesti ja liitoksen tulee olla sähköisesti luotettava. Liitos on hitsattava tai yhdistettävä puristusliittimellä tai muulla mekaanisella liitoksella. Mekaaniset on asennettava valmistajan ohjeistuksen mukaan. Puristusliittimen ei tule vaurioittaa maadoitusjohdinta tai maadoituselektrodia. [5.] Maadoitusjohtimen ja elektrodin väliin syntyvä ilmarako aiheuttaa korroosiota. Johtavuus huonee, syntyy lämpöä ja pahimmassa tapauksessa syntyy palovaara [kuvat 3 ja 4.].

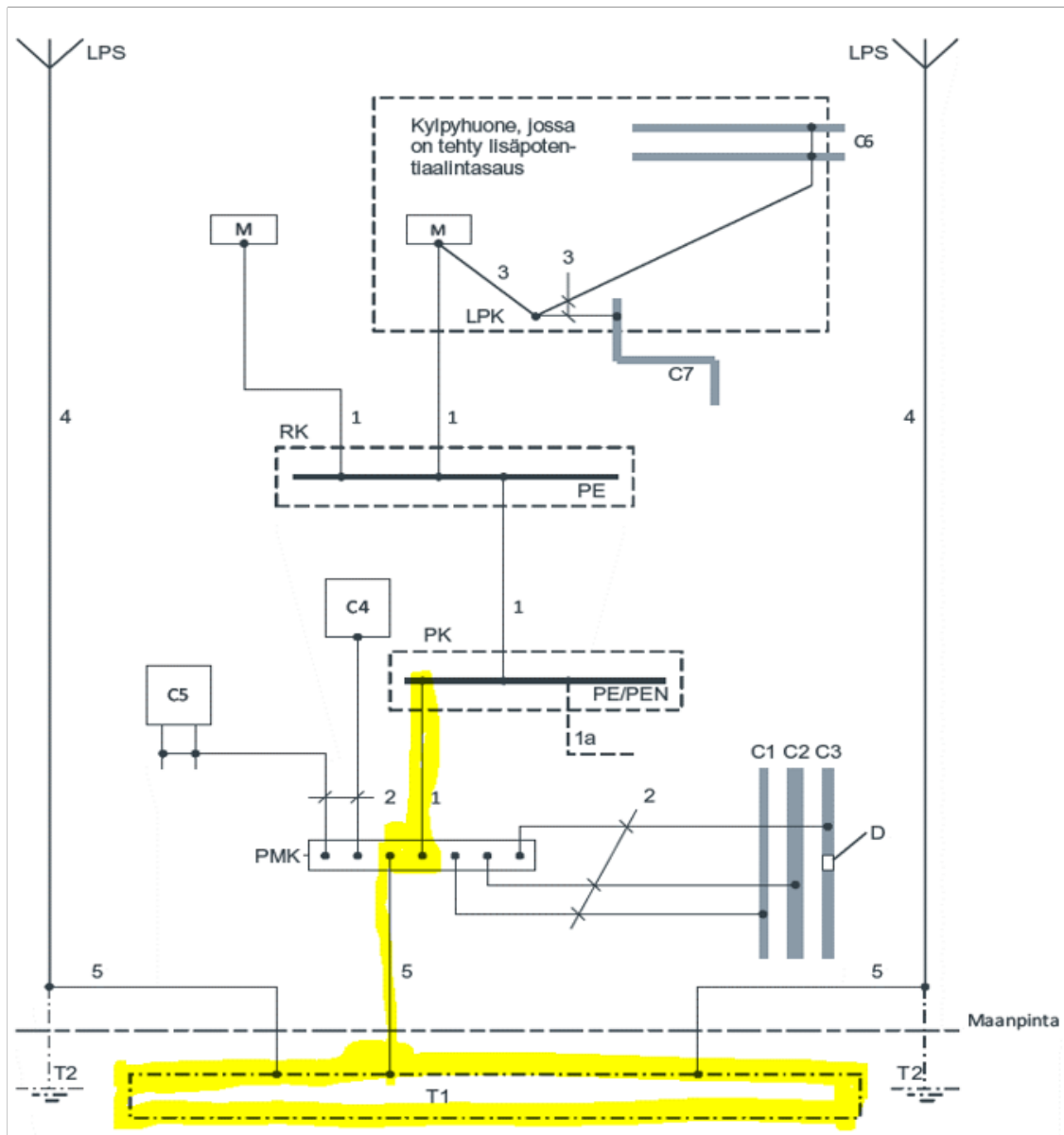


Kuva 3. Nollajohdinviika. [6.]

Kuvassa 4 on sama kisko kuin kuvassa 3. Se mitä paljaalla silmällä ei huomaa, erottuu lämpökameralla hyvin. Kuvassa 4 vikakohtan punainen väri tarkoittaa, että johtimen lämpötila on noin 44 °C. Violetin värinen ympäristö on noin 24 °C.



Kuva 4. Nollajohdinviika lämpökamerassa. [6.]



Kuva 5. Esimerkki maadoitusjärjestelmästä ja suojohtimista. [5.]

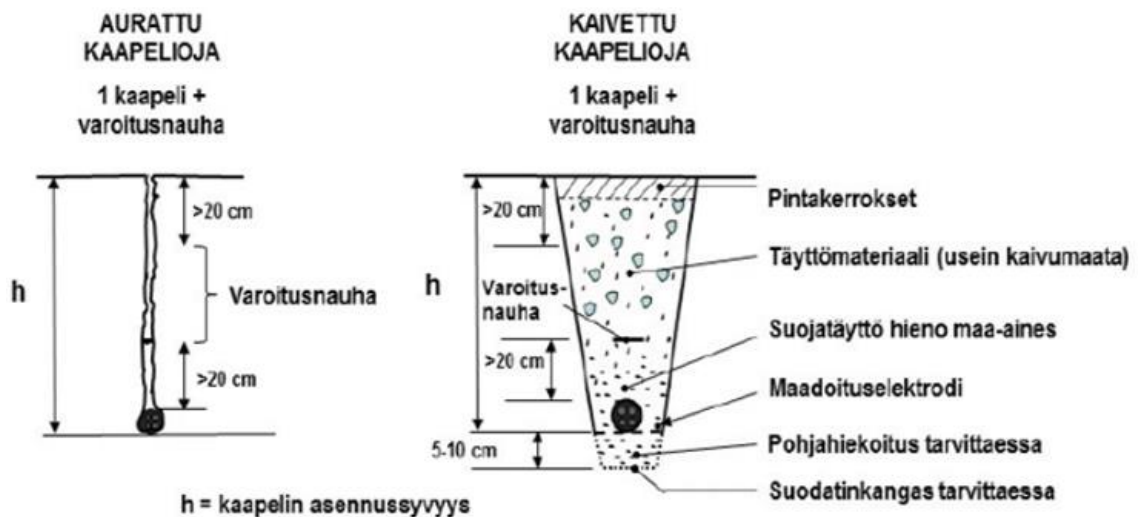
Vesijohdot ja muut putkiverkot on liitettävä potentiaalintasaukseen [kuva 5.], mutta itse maadoituselektrodina näytä ei tule käyttää. Kaasuputket ja muut räjähdysvaaran tekijät on otettava huomioon, koska palavaa kaasua tai nestettä sisältävän putkiston käyttö maadoituksessa on kielletty. [5.]

Suojohtimen jatkuvuusmittaus on tehtävä, jotta voidaan arvioida riittääkö nykyinen maadoitus yksinään vai joutuuko asentamaan lisämaadoitusta.

3.5 Sähköliittymän asennustapatarkastus

Liittymiskaapelin, liittimien, suojauksen sekä kaapelireitin tulee olla suunnitelmien mukaisia.

Liittymiskaapeli on suojattava ennen rakennusta mekaanisilta vaurioilta. Jos kaapelia ei kytketä heti jakeluverkkoon, kuuluu suojata kaapelin pää lialta ja korroosiolta. Maahan asennettavat kaapelit pitää upottaa tarpeeksi syvälle tai suojata mekaanisesti muulla tavalla. Asennussyvyys riippuu kaapelin tyypistä ja sellaisista asennusolosuhteista kuin maan laatu ja sen routiminen, käyttötarkoituksesta, mahdollisen liikenteen määrästä ja tyypistä. Maakaapelin asennussyvyudeksi suositeltava syvyys on 0,7 m, joka ilmenee kuvasta 6, mitasta h. [7.]



Kuva 6. Kaapeliojan poikkileikkaus. [7.]

Maadoitettavalla metallisella kosketussuojalla varustetuilla kaapeleilla, esim. MCMK ja AMCMK, voidaan käyttää pienempää asennussyvyyttä, jos tilanne sen sallii. Jos maakaapelin päällä oleva maakerros on alle 0,3 m, se pitää aina suojata mekaanisesta esim. suojaputkella. [7.]

Eri asia on, jos kaivetaan maahan kaapeleita, joista puuttuu maadoitettava kosketussuoja, esim. AXMK. Alle 0,7 m:n syvyiseen kaapeliojaan upotettavilla kaapeleilla on aina oltava vähintään taulukon 2 mukainen mekaaninen suojaus. [7.]

Taulukko 2. Suojaus eri syvyyksillä. [7.]

Kaapelin tai suojaputken asennussyvyys h (kaapelin asennusalustan syvyys)	Standardin SFS-EN 61386-24* mukaisen iskunkestävyyden ja puristuskestävyyden mukaan	Standardin SFS-EN 50520 mukaisen iskunkestävyyden mukaan
$h \geq 0,7$ m	varoituss nauha	varoituss nauha
$0,5 \text{ m} < h < 0,7$ m	L 450	suojalevy, -kouru tai -nauha
$0,3 \text{ m} \leq h \leq 0,5$ m piha ja puistoalueilla	N 750	suojalevy, -kouru tai -nauha
$0,3 \text{ m} \leq h \leq 0,5$ m muilla alueilla	N 450	suojalevy, -kouru tai -nauha
* Standardin SFS-EN 61386-24 korvaava standardi SFS-EN 50626-1 Conduit systems buried underground for the protection and management of insulated electrical cables or communication cables - Part 1: General requirements on valmisteilla.		

On suositeltavaa, että maahan asennetun kaapelin yläpinnasta ylöspäin vähintään 0,2 m:n päähän asennetaan varoituss nauha. Suositellaan asennettavaksi useita varoituss nauhoja esim. 0,6 m:n välein, jos kaapeliojassa kulkee monta maakaapelia ja ojalla on enemmän leveyttä. Varoituss nauhan tulee olla väriltään keltainen, ja siinä pitää olla sähkökaapelista varoittava teksti ja sähkön vaaroista varoittava salamasyntoli. [7.]

Taivutussäteiden tulee olla sellaisia, etteivät ne vahingoita liittymiskaapelia. Liittymiskaapeli tulee kiinnittää sopivin välein. Tavoitteena on, etteivät kaapeli tai sen liitokset vaurioidu oman painonsa vaikutuksesta, jos niitä ei tueta koko pituudeltaan esim. kaapelihyllyllä, johtokanavalla tai asennusputkella. Täytyy ottaa huomioon, että kaapeli ja siihen liittyvät tarvikkeet voivat olla painavia. Asennusalustan täytyy olla riittävän kestävä käyttötarkoitukseensa. [8.]

Johtimien liitokset on asennettava tukevasti ja suojattava vetorasituksilta ja muilta ulkopuolisilta haittavaikutuksilta [8.]. Maadoitusjohtimen- ja elektrodin väliin syntyvä ilmarako aiheuttaa korroosiota. Johtavuus huononee, syntyy lämpöä ja pahimmassa tapauksessa syntyy palovaara.

Sähköteknisten mittausten arvojen on täytyttävä. Tulee käyttää standardissa SFS 6000-6:2017 olevia (käytettävä uusinta painosta) testausmenetelmiä ja mittauslaitteistoja tai vastaavan luotettavia. [9.]

3.6 Sähkökeskuksen asennustapatarkastus

Keskuksen suojalaitteineen on tyypiltään oltava suunnitelmien mukainen. Sähkökeskuksen asennuspaikan ja koron tulee olla suunnitelmien mukaiset. Pitää varmistaa, että sähkökeskus on luotettavasti paikoillaan. Suojalaitteet on asennettava suunnitelmien mukaan. Ryhmätunnukset tulee kirjata selkeästi.

Jännitteiset osat pitää eristää asianmukaisesti. Jännitteisten osien täytyy olla minimissään koteloituiluokan IP2X tai IPXXB mukaisen suojausten antavassa kotelossa tai suojausten takana. Suojukset ja kotelot on kiinnitettävä tukevasti paikoilleen ja niiden tukevuuden ja kestävyuden täytyy olla riittävä. Vaaditun koteloituiluokan ja etäisyyden jännitteisiin osiin tavallisissa käyttöolosuhteissa on pysyttävä ulkoisten tekijöiden alaisenaakin. [10.] Kuvassa 7 olevan keskuksen kosketussuojavaatimukset eivät täyty.



Kuva 7. Puutteellinen kosketussuojaus. [6.]

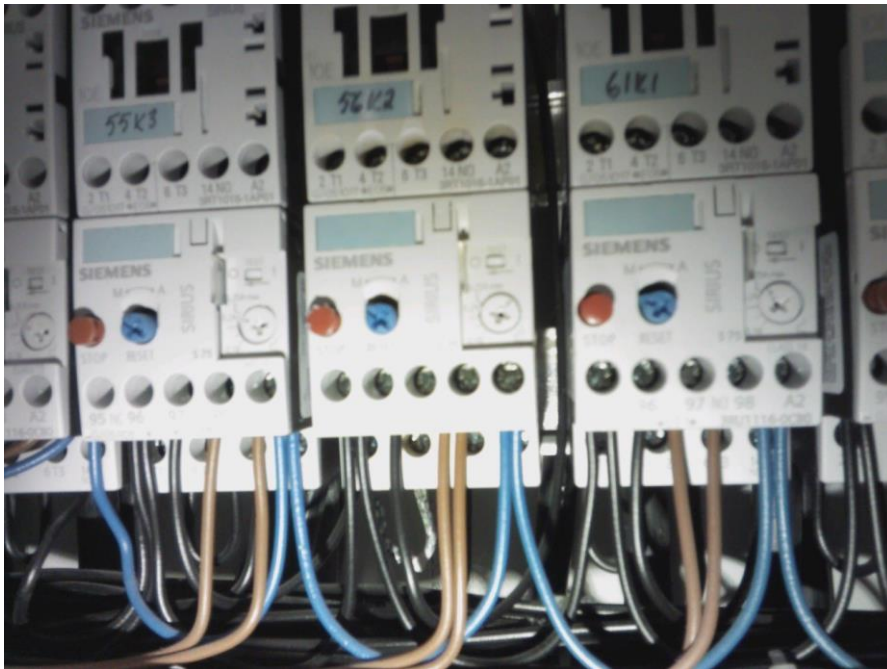
Taivutussäteiden tulee olla sellaisia, etteivät ne vahingoita sähkökeskuksessa sijaitsevia kaapeleita ja johtimia. Johtimien liitokset on asennettava tukevasti ja suojattava

vetorasituksilta ja muilta ulkopuolisilta haittavaikutuksilta. [8.] Johtavien osien väliin syntävä ilmarako aiheuttaa korroosiota. Johtavuus huononee, syntyy lämpöä ja pahimmassa tapauksessa syntyy palovaara. Kuvasta 8 näkee tiukan ja kunnollisen liitoksen tärkeyden.



Kuva 8. Palaneen johtimen lämpökamerakuva. [6.]

Kuvassa 9 on sama kohta kuin edeltävässä kuvassa. Vikakohta ei eroa ympäristöstä, vaikka lämpötilaero on huomattava.



Kuva 9. Palanut johdin. [6.]

Sähkötekniisten mittausten arvojen on täytyttävä ja suojalaitteet testattava. Tulee käyttää standardissa SFS 6000-6:2017 (käytettävä uusinta painosta) olevia testausmenetelmiä ja mittauslaitteistoja, tai vastaavan luotettavia. [9.]

3.7 Kaapelihyllyjärjestelmän mallikatselmus

Asennettujen hyllyjen ja kannakkeiden tulee olla suunnitelmien mukaisia. Kaapelihyllyn sijainnin ja koron on oltava suunnitelmien mukaisia.

Kaapelihyllyn kannakkeet on asennettava tukevasti. Hyvänä nyrkkisääntönä on, että jos käytetään kattokannakkeita, asentajan pitäisi pystyä roikkumaan kannakkeessa ilman että se löystyy tai irtoaa. Kaapelihyllyn kannakkeita on asennettava tarvittava määrä, tasaisin välein koko kaapelihyllyn pituudelta.

3.8 Nousukaapeliasennuksen mallikatselmus

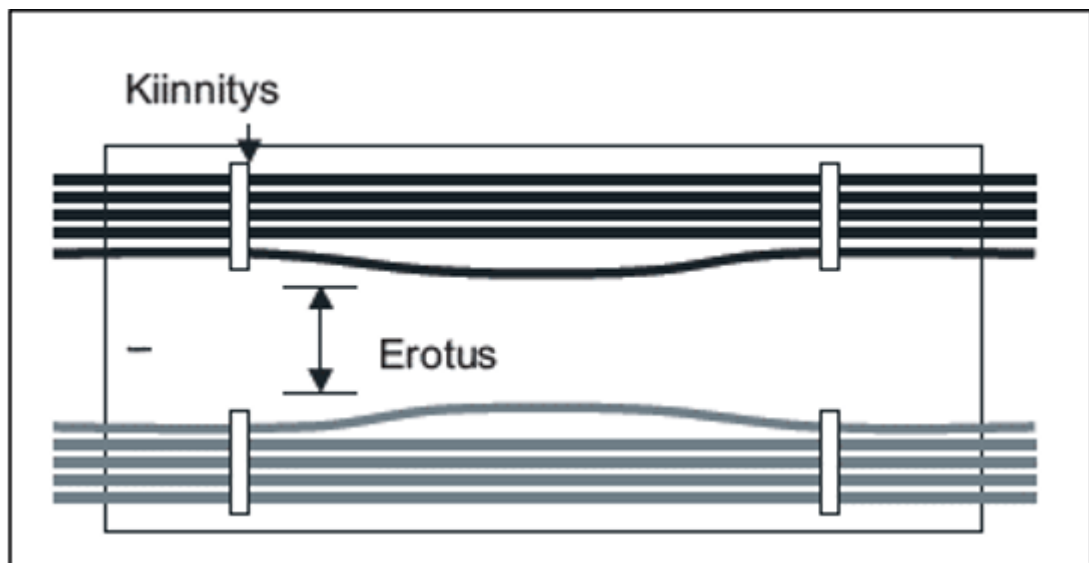
Nousukaapelin, liittimien, suojauksen sekä kaapelireitin tulee olla suunnitelmien mukaisia.

Sähkö- ja telekaapelit on erotettu toisistaan siellä, missä mahdollista. Erotusvälimatkan vähimmäisvaatimukset pätevät kolmeen ulottuvuuteen. Aina tietotekniikan kaapeleiden ja sähköverkon risteämää ei voida välttää ja minimierotusvälimatkaa ei pysty säilyttää. Kaapeleiden risteämäkulman tulee tällöin olla 90 asteen suuruinen risteämän kummallakin puolella, vähintään erotusvälimatkan vähimmäisvaatimuksen pituisella matkalla [taulukko 3.]. [11.]

Taulukko 3. Yhteenveto minimierotusvälimatkoista tilanteessa, jossa tietoliikennekaapeloinnin tyyppiä ja/tai sen aiottua käyttöä ei ole määritelty (ei ole SFS-EN 50174-sarjan mukainen). [11.]

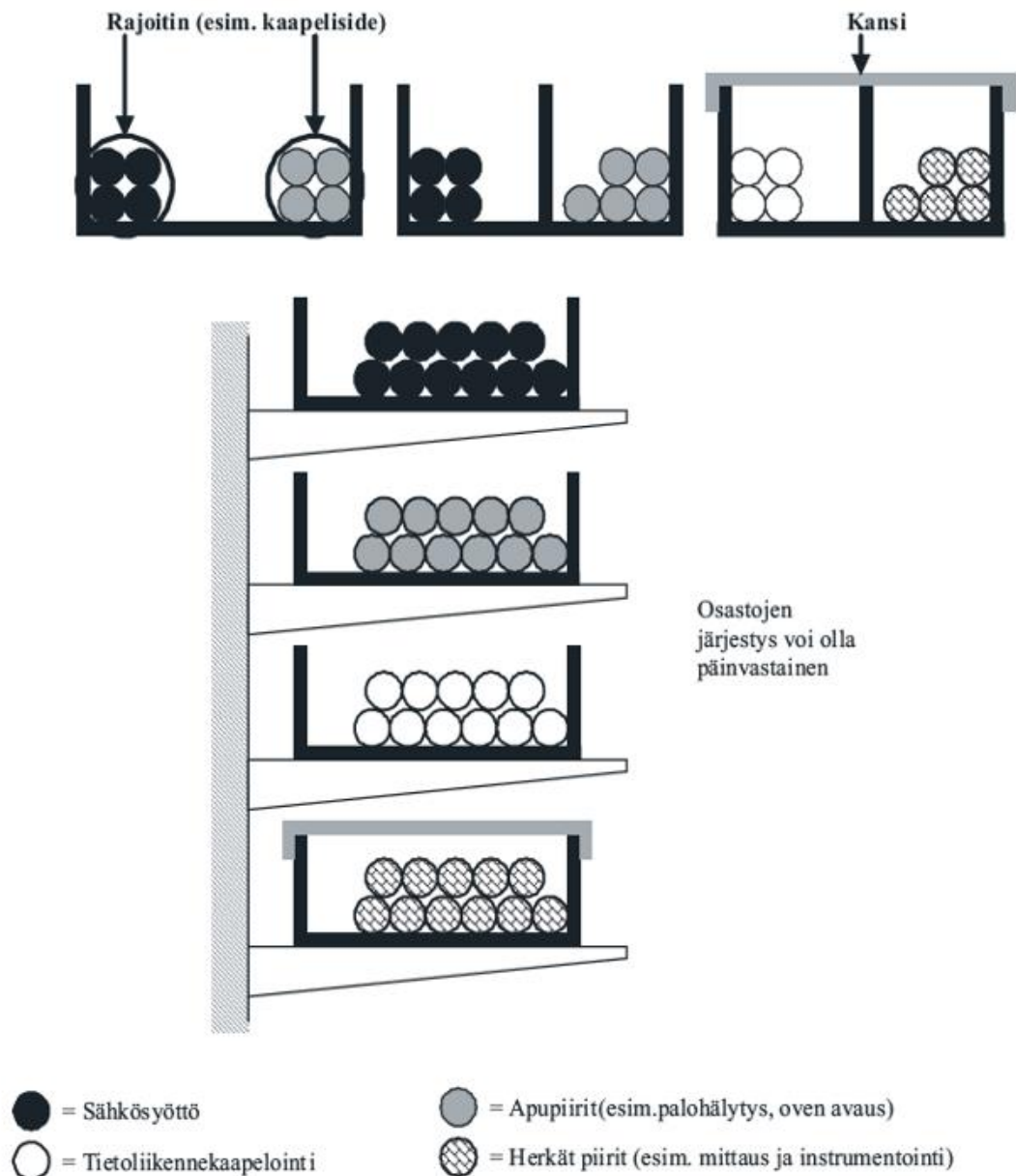
Sähköverkon kaapelin suojausrakenne			
Erottaminen ilman sähkö- magneettista suojusta	Avoin metallinen suojaus- rakenne A	Rei'itetty metallinen suo- jausrakenne B	Kiinteä metallinen suo- jausrakenne C
200 mm	150 mm	100 mm	0 mm
<p>A: Suojausvaikutus (DC-100 MHz) vastaa hitsattua teräsverkkorakennetta, jonka silmäkoko on 50 mm x 100 mm (pois lukien tikashyllyt). Tämä suojausvaikutus saavutetaan myös teräshyllyllä, jos seinämän paksuus on alle 1,0 mm ja/tai tasaisesti jakautuneiden reikien ala on yli 20 %.</p> <p>B: Suojausvaikutus (DC-100 MHz) vastaa teräshyllyä, jonka seinämän paksuus on vähintään 1,0 mm, eikä tasaisesti jakautuneiden reikien ala ole yli 20 %. Tämä suojausvaikutus saavutetaan myös suojaetuilla tehokaapeleilla, jotka eivät ole huomautuksessa 1 määriteltyjen suorituskykyvaatimusten mukainen.</p> <p>Mikään kaapelin osa ei saa olla vähemmän kuin 10 mm syvyydellä suojaavan erotuslevyn yläpinnasta.</p> <p>C: Suojausvaikutus (DC-100 MHz) vastaa teräsputkea, jonka seinämävahvuus on vähintään 1,0 mm. Määritelty erotusvälimatka on lisänä siihen, mikä saadaan aikaan erottimella/suojuksella.</p>			

Kuvassa 10 on esimerkki siitä, miten taulukkoa 3 tulisi hyödyntää erotusvälimatkan määrittämiseen.



Kuva 10. Esimerkki kaapelien erotusvälimatkoista. [11.]

Sähköverkon ja tietotekniikan kaapeleita ei saa asentaa samaan nippuun. Eri niput tulee erottaa ja eristää toisistaan sähkömagneettisesti kuten kuvassa 11 esitetään. [11.]



HUOM. Kaikki metalliosat on liitetty potentiaalintasaukseen.

Kuva 11. Esimerkkejä erillään pitämisestä. [11.]

Taivutussäteiden tulee olla sellaisia, etteivät ne vahingoita nousukaapelia. Nousukaapeli tulee kiinnittää sopivin välein. Tavoitteena on, etteivät kaapeli tai sen liitokset vaurioidu oman painonsa vaikutuksesta, jos niitä ei tueta koko pituudeltaan esim. kaapelihyllyllä,

johtokanavalla tai asennusputkella. Täytyy ottaa huomioon, että kaapeli ja siihen liittyvät tarvikkeet voivat olla painavia. Asennusalustan täytyy olla riittävän kestävä käyttötarkoitukseensa. Kaapelit tai asennusputket voidaan joutua asentamaan avattavaan alakattoon tai vastaavanlaiseen tilaan, jossa on huoltoa vaativaa laitteistoa. Kaapelit tai sen asennusputket on kiinnitettävä niin, etteivät ne pääse liikkumaan tai haittaamaan huoltotöitä. [8.]

Sähkötekniisten mittausten arvojen on täytyttävä ja suojalaitteet testattava. Tulee käyttää standardissa SFS 6000-6:2017 (käytettävä uusinta painosta) olevia testausmenetelmiä ja mittauslaitteistoja tai vastaavan luotettavia. [9.]

3.9 Huoneiston putkituksen ja kaapeloinnin mallikatselmus

Asennusputkien, kaapelien ja johtimien ja niiden kulkureitin tulee olla suunnitelmien mukaisia. Seinän sisälle kiinteästi asennetun johtoreitin pitää kuitenkin olla sellainen, että se kulkee pysty- tai vaakasuorassa, tai huoneen särmien suuntaisesti [8].

Taivutussäteiden tulee olla sellaisia, etteivät ne vahingoita kaapeleita tai johtimia. Kaapelit, johtimet ja asennusputket tulee kiinnittää sopivin välein. Tavoitteena on, etteivät kaapeli tai sen liitokset vaurioitu oman painonsa vaikutuksesta, jos niitä ei tueta koko pituudeltaan esim. kaapelihyllyllä, johtokanavalla tai asennusputkella. Täytyy ottaa huomioon, että kaapeli ja siihen liittyvät tarvikkeet voivat olla painavia. Asennusalustan täytyy olla riittävän kestävä käyttötarkoitukseensa. [8.]

Asennusputket ja kaapelit on asennettava tukevasti koje- ja jakorasioihin tai niiden lähelle. Kojе- ja jakorasiat sekä haaroituspisteet taas pitää kiinnittää asennusalustaan. [8.] Johtimet tulee asentaa putkeen, jotta näiden rikkoutumisen riski saadaan mahdollisimman matalaksi ja kaapelit on suojattava ainakin teräviltä reunoilta. Asennusputken mahdollisen vahingoittumisen ja tukkiutumisen riski tulee minimoida, eikä putkeen päässyt lika saisi estää kaapelinvetoa. Rikkoutuneen asennusputken korjaaminen jälkepäin voi olla työlästä ja aikaa vievää.

3.10 Lattialämmitysasennuksen mallikatselmus

Lattialämmityskaapelin, termostaatin, anturin ja sen kaapelin kaapelireitin tulee olla suunnitelmien mukaisia sekä oikein mitoitettuja. Anturia tulee asentaa valmistajan ohjeiden ja suositusten mukaisesti.

Taivutussäteiden tulee olla sellaisia, etteivät ne vahingoita kaapeleita tai johtimia. Kaapelit tulee kiinnittää ristikkoon sopivin välein siten, etteivät ne pääse liikkumaan. [8.] Lattialämmityskaapeli kuuluu asentaa tasaisesti halutulle alueelle, jotta lämpö saadaan jaettua koko alalle. Lattialämmityskaapelin pitää kiertää tarpeeksi kaukaa WC ja viemäri, ehkäistäkseen näiden kuivumista ja hajuhaittoja. Jos tilaan tulee kiinteästi asennettavia huonekaluja, ne pitää asentaa paikkoihin, joissa lämmityskaapeli ei kulje. [12.]

3.11 Huoneiston sähkökeskusasennuksen mallikatselmus

Keskuksen suojalaitteineen on tyypiltään oltava suunnitelmien mukainen. Sähkökeskuksen asennuspaikan ja koron tulee olla suunnitelmien mukaiset. Pitää varmistaa, että sähkökeskus on luotettavasti paikoillaan. Suojalaitteet on asennettava suunnitelmien mukaan. Ryhmätunnukset tulee kirjata selkeästi. Sähkökeskus pitää olla esteettömässä paikassa, mutta suojattu esim. lapsilta.

Jännitteiset osat pitää eristää asianmukaisesti. Jännitteisten osien täytyy olla minimissään koteloituiluokan IP2X tai IPXXB mukaisen suojauksen antavassa kotelossa tai suojauksen takana. Suojukset ja kotelot on kiinnitettävä tukevasti paikoilleen ja niiden tukevuuden ja kestävyuden täytyy olla riittävä, jotta vaadittu koteloituiluokka ja etäisyys jännitteisiin osiin tavallisissa käyttöolosuhteissa pysyy ulkoisten tekijöiden alaisenakin. [10.]

Taivutussäteiden tulee olla sellaisia, etteivät ne vahingoita huoneiston sähkökeskuksessa sijaitsevia kaapeleita ja johtimia. [8.]

Johtimien liitokset on asennettava tukevasti ja suojattava vetorasituksilta ja muilta ulkopuolisilta haittavaikutuksilta [8.] Johtavien osien väliin syntyvä ilmarako aiheuttaa

korroosiota. Johtavuus huononee, syntyy lämpöä ja pahimmassa tapauksessa syntyy palovaara.

Sähkötekniisten mittausten arvojen on täytyttävä ja suojalaitteet testattava. Tulee käyttää standardissa SFS 6000-6:2017 (käytettävä uusinta painosta) olevia testausmenetelmiä ja mittauslaitteistoja, tai vastaavan luotettavia. [9.]

3.12 Huoneiston kalustuksen mallikatselmus

Kalusteiden on oltava tyypiltään suunnitelmien mukaisia ja ne on asennettava suunnitelmien mukaiseen sijaintiin ja oikeaan korkoon.

Jännitteiset osat pitää eristää asianmukaisesti. Jännitteisten osien täytyy olla minimissään kotelointiluokan IP2X tai IPXXB mukaisen suojauksen antavassa kotelossa tai suojauksen takana. Suojukset ja kotelot on kiinnitettävä tukevasti paikoilleen ja niiden tukevuuden ja kestävyuden täytyy olla riittävä, jotta vaadittu kotelointiluokka ja etäisyys jännitteisiin osiin tavallisissa käyttöolosuhteissa pysyy ulkoisten tekijöiden alaisenakin. [10.]

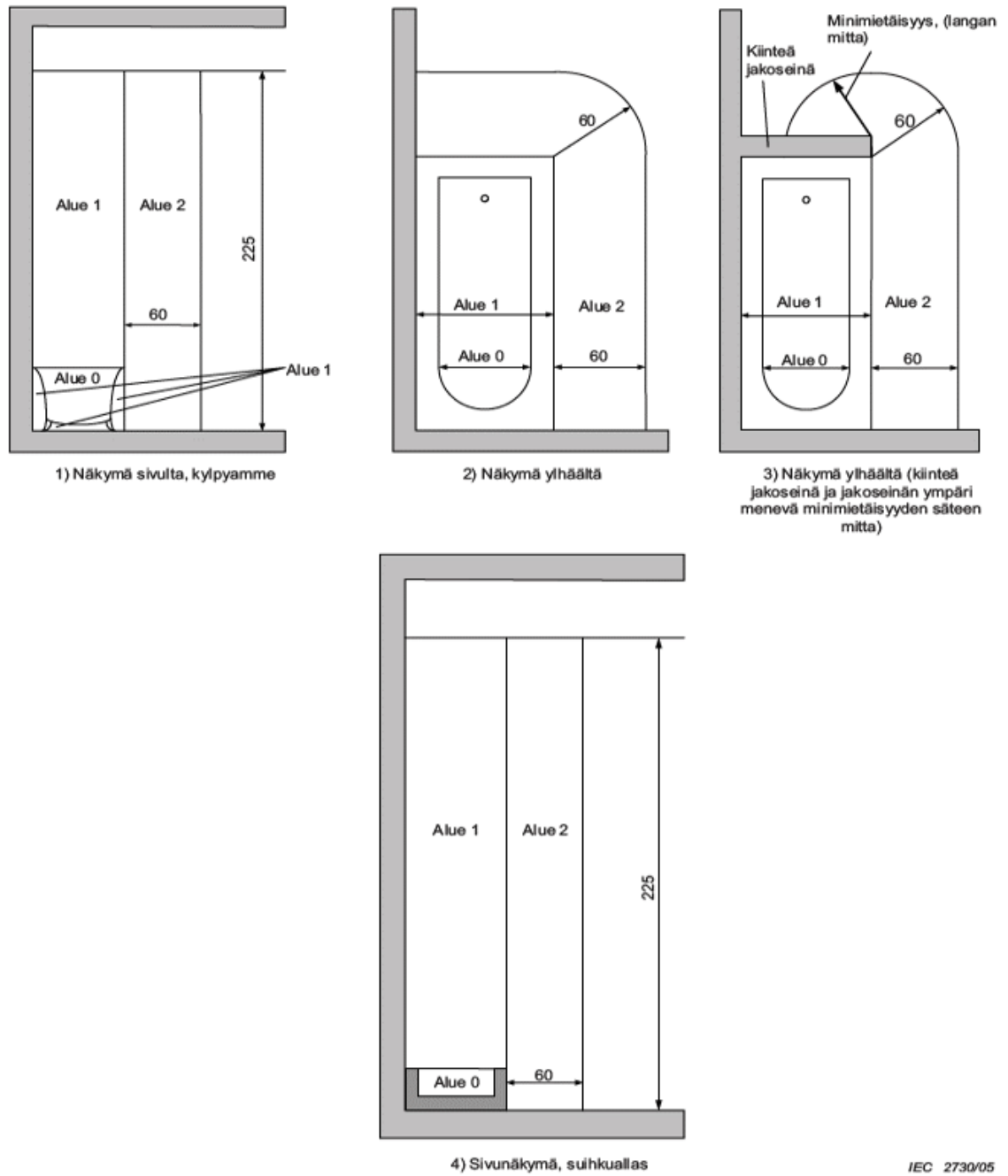
Taulukko 4. Sähkölaitteiden kotelointiluokat eri tiloissa. [13.]

Tila	Kotelointiluokka	Lisätietoja
Ulkotila *)	IPX3	Laite, joka on alttiina sateelle, mutta joka on asennettu yli 0,5 m vaakatason tai kaltevan pinnan yläpuolelle (maanpinta, lattia, vesikatto).
	IPX4	Laite, joka on alttiina sateelle ja on asennettu enintään 0,5 m etäisyydelle vaakatasosta tai kaltevasta pinnasta (maanpinta, lattia, vesikatto).
	IPX1	Laite, joka on asennettu siten, että se on suojattu sateelta.
Kuiva tila	IPX0	
Kosteaa tila	IPX1	
Märkä tila	IPX4	

*) Vaatimuksissa oletetaan, että vesi voi pudota enintään 60° kulmassa, ja ettei putoava vesi roisku 0,5 m korkeammalle.

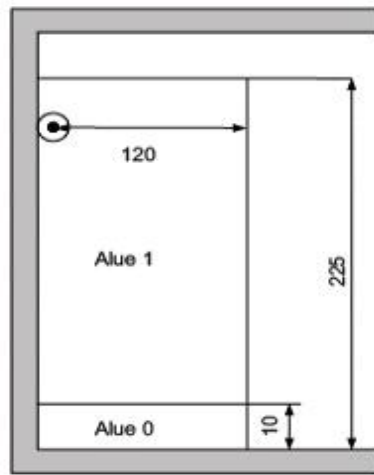
Asennettujen sähkölaitteiden kotelointiluokan pitää olla vähintään seuraava:

- alueella 0: IPX7
- alueella 1: IPX4
- alueella 2: IPX4. [14.]

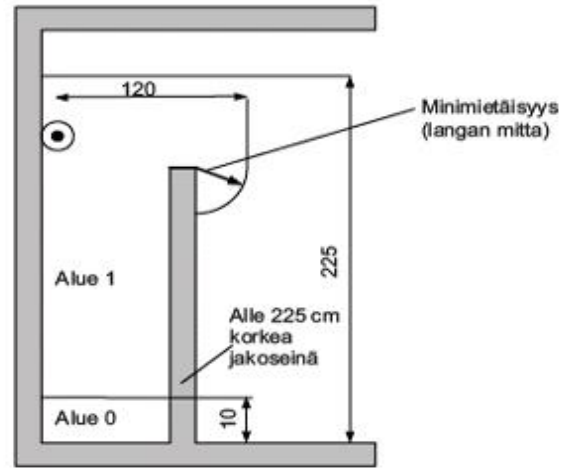


Kuva 12. Alueiden mitat tiloissa, jotka sisältävät kylpyammeen tai suihkuallaan. [14.]

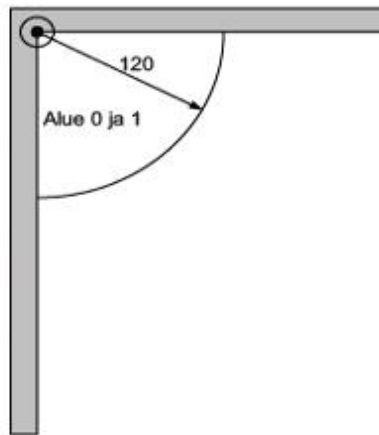
Kuvien 12 ja 13 alueilla pyritään määrittelemään tarvittava suojaus vedeltä. Matalampi numero tarkoittaa vetisempää aluetta, kun taas kuvan 14 alueet ovat lämpöalueita.



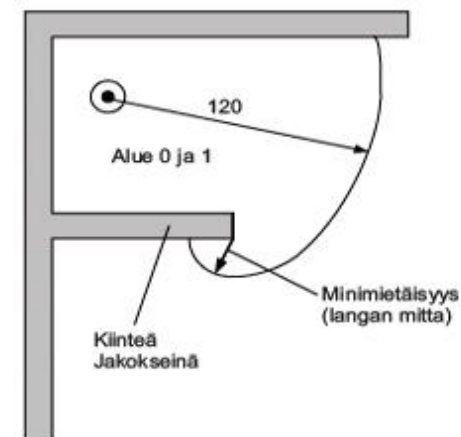
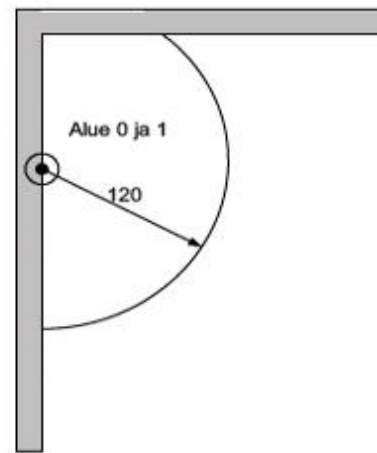
1) Näkymä sivulta



2) Näkymä sivulta (kiinteä jakoseinä ja jakoseinän yli menevä minimietäisyyden säteen mitta)



3) Näkymä ylhäältä (vesipiste sijoitettu eri kohtiin)



4) Näkymä ylhäältä kiinteä vesipiste (kiinteä jakoseinä ja jakoseinän ympäri menevä minimietäisyyden säteen mitta)

IEC 2731/05

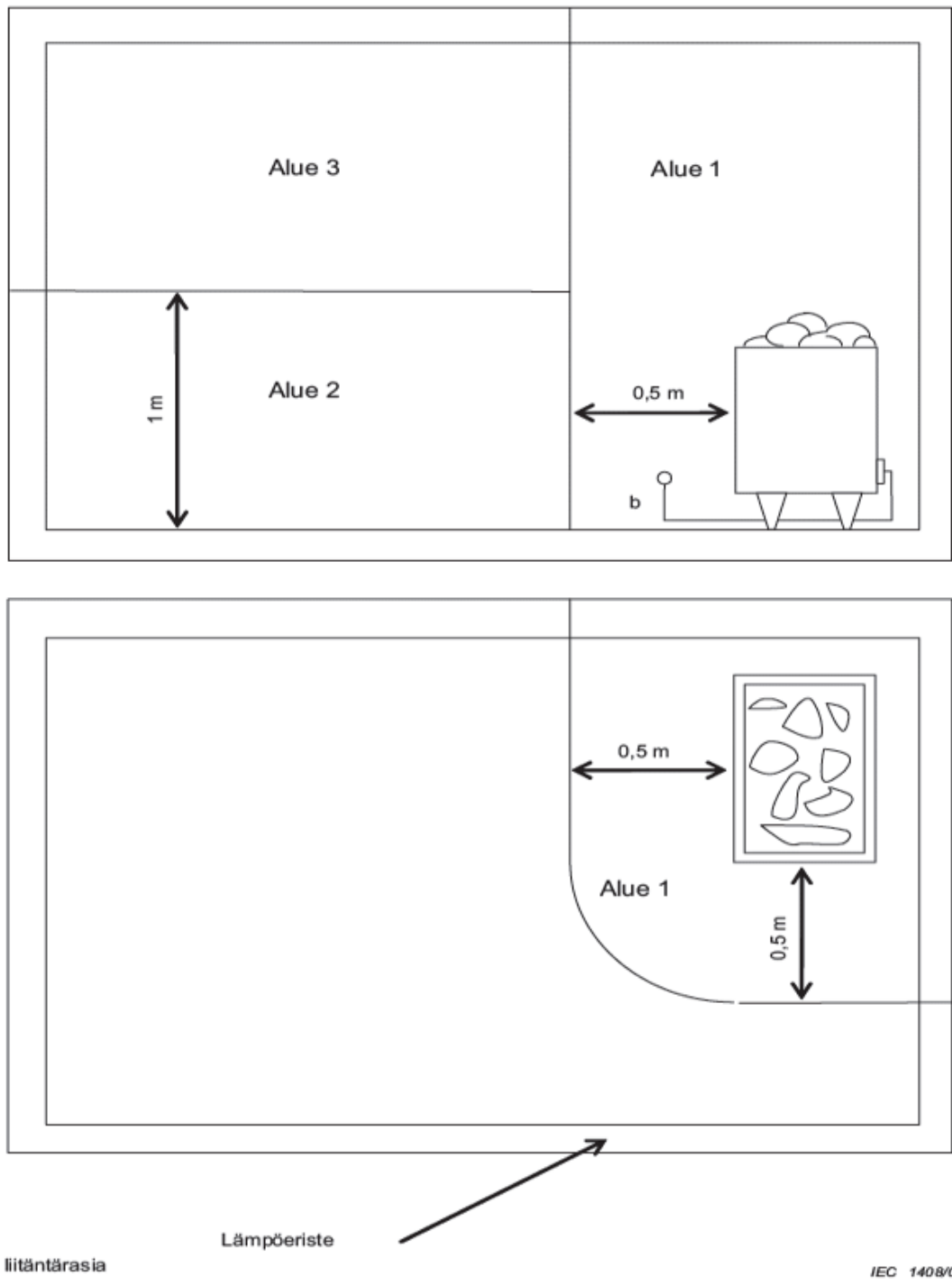
Kuva 13. Alueiden 0 ja 1 mitat tiloissa, joissa on suihku ilman allasta. [14.]

Saunan sähkölaitteiden tulee olla vähintään suojausluokkaa IP24. Jos kuitenkin tila todennäköisesti pestään vesisuihkulla, suojausluokaksi valitaan vähintään IPX5. [15.]

Löylyhuone jaetaan kolmeen alueeseen [kuva 13.]

- Alue 1, johon saa asentaa ainoastaan kiukaan sekä sen käyttöön kuuluvia sähkölaitteita.
- Alue 2, jossa sähkölaitteiden lämmönkestävyydelle ei aseteta erityisvaatimuksia.
- Alue 3, jossa sähkölaitteiden on kestettävä vähintään 125°C ympäristön lämpötila ja johtojen eristyksen on kestettävä vähintään 170°C lämpötila. [15.]

Vaikka alueella 2 ei olekaan erityisvaatimuksia lämmönkestävyydelle, pitää ottaa huomioon todennäköinen lämpötila, varsinkin asennettaessa kiukaan yläpintaa korkeammalle. Alueille 1 ja 3 täytyy olla edellä mainitun luettelon mukaan lämmönkestäviä. Kiukaan liitännäisasiain voidaan syöttää normaalilla kaapelilla, jos rasian asennuskorko on maksimissaan 1 m. Kiukaan liitännäiskaapelin pitää olla tyypiltään standardin SFS-EN 50525-2-21 H07RN-F-kaapelia tai vastaavanlaista kaapelia. Metalliputket ja kaapelien metallivaijat tulee asentaa siten, etteivät ne ole kosketettavissa tavallisessa käytössä. [15.]



Kuva 14. Eri alueet ympäristön lämpötilan kannalta. [15.]

3.13 Täyterrokseen jäävien asennusten asennustapatarkastus

Sähköputkien ja johtojen tyyppien on oltava reitteineen suunnitelmien mukaiset.

Taivutussäteiden tulee olla sellaisia, etteivät ne vahingoita kaapeleita ja johtimia. Kaapelit, johtimet ja asennusputket tulee kiinnittää sopivin välein. Tavoitteena on, etteivät kaapeli tai sen liitokset vaurioidu oman painonsa vaikutuksesta, jos niitä ei tueta koko pituudeltaan esim. kaapelihyllyllä, johtokanavalla tai asennusputkella. Täytyy ottaa huomioon, että kaapeli ja siihen liittyvät tarvikkeet voivat olla painavia. Asennusalustan täytyy olla riittävän kestävä käyttötarkoitukseensa. [8.]



Kuva 15. Katolla sijaitsevan täyterroksen sähköasennus. [16.]

Asennusputket ja kaapelit on asennettava tukevasti koje- ja jakorasioihin tai niiden lähelle. Koje- ja jakorasiat sekä haaroituspisteet taas pitää kiinnittää asennusalustaan. [8.] Johtimet tulee asentaa putkeen, jotta näiden rikkoutumisen riski saadaan mahdollisimman matalaksi ja kaapelit on suojattava ainakin teräviltä reunoilta. Asennusputken mahdollisen vahingoittumisen ja tukkiutumisen riski tulee minimoida, eikä putkeen päässyt lika saisi estää kaapelinvetoa. Rasiat tulee sijoittaa ja suojata siten, että niihin pääsee käsiksi valamisen jälkeenkin [kuva 15.].

4 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoite eli uudisasuinkerrostalon sähköasennusten mallikatselmusten ja asennustapatarkastusten luominen tapahtui standardien ja oman sähköasentajan työkokemuksen toimiessa tärkeimpinä tietolähteinä. Sähköalan standardeja selatessa tuli huomattua, että tarkastustyökalun luontiprosessiin liittyy samankaltaisia riskejä, kuin prosessiin, jota pitäisi kyseisellä työkalulla tarkkailla. Jo lopputyön alussa mainittiin, että ihmiset tekevät virheitä. Jokaista pientä yksityiskohtaa ei välttämättä huomaa tarkastellessa asiaa ensimmäisen kerran.

Tarkastuksen tavoitteena ei ole pelkästään toimiva kokonaisuus, mutta myös löytää ne pienet virheet, jotka eivät aina tunnu tärkeiltä, mutta voivat aiheuttaa suuremman ongelman ja kustannuksia tulevaisuudessa. Entä itse lait ja standardit? Nekin ovat vain ihmisten tekemiä. Uusia painoksia ja painosten korjauksia ilmestyy muutaman vuoden välein. TATE-työkalun uutta sähkö tarkastusosiota voi luotettavasti käyttää, mutta sokeaa luottamusta se ei tule ikinä ansaitsemaan. Vaikka virheet saataisiin seulottua pois, löytyy aina jotain lisättävää ja parannettavaa.

Insinöörityön tuloksena syntyi työkalu, jonka ansiosta sähkövalvojan työ yksinkertaistuu ja samalla tarkastusten laatu paranee ja tasoittuu. Työn lopputuloksella on suuri merkitys, sillä se vaikuttaa samalla tavalla myös sähkövalvonnan tuottamaan dokumentointiin. Opinnäytetyön kirjoitushetkellä TATE-työkalun sähkövalvontaosio ei ole vielä käytössä. Jos sähkövalvontaosio saa yhtä positiivista palautetta tilaajilta kuin LVI-osio, todennäköisesti se laajennetaan käsittelemään muitakin hankemuotoja kuin uudisasuinkerrostalot. [17.]

Lähteet

- 1 Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely Prosessikuvaus. RT 10-11301. 2018. Rakennustieto Oy.
- 2 Talotekniikan työmaavalvonnan tehtäväluettelo. RT 103172. 2019. Rakennustieto Oy.
- 3 Soininen, Jali. 2017. Sähkötöiden laadunvarmistamisen yhtenäistäminen. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 4 Gustafsson, Janne. Optireal Oy. TATE-valvontatyökalun vaikutus katselmusprosessiin. Vantaa. Haastateltu 17.3.2021.
- 5 Pienjännitesähköasennukset. Osa 5–54: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Maadoittaminen ja suojajohtimet. 2017. Sähköalan standardi.
- 6 Minkkinen, Teemu. Valokuvat. Sähköliike M. Minkkinen Oy. Lämpökuvaus.
- 7 Pienjännitesähköasennukset. Osa 8–814: Täydentävät vaatimukset. Kaapelien asentaminen maahan tai veteen. 2017. Sähköalan standardi.
- 8 Pienjännitesähköasennukset. Osa 5–52: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Johtojärjestelmät. 2017. Sähköalan standardi.
- 9 Pienjännitesähköasennukset. Osa 6: Tarkastukset. 2017. Sähköalan standardi.
- 10 Pienjännitesähköasennukset. Osa 4–41: Suojausmenetelmät. Suojaus sähköiskulta. 2017. Sähköalan standardi.
- 11 Pienjännitesähköasennukset. Osa 4–44: Suojausmenetelmät. Suojaus jännitehäiriöiltä ja sähkömagneettisilta häiriöiltä. 2017. Sähköalan standardi.
- 12 Pienjännitesähköasennukset. Osa 7–753: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Lämmitysjärjestelmät. 2017. Sähköalan standardi.
- 13 Pienjännitesähköasennukset. Osa 8–804: Täydentävät vaatimukset. Kuivat, kosteat ja märät tilat sekä ulkotilat. 2017. Sähköalan standardi.
- 14 Pienjännitesähköasennukset. Osa 7–701: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Kylpy- ja suihkutilat. 2017. Sähköalan standardi.

- 15 Pienjännitesähköasennukset. Osa 7–703: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Saunat. 2017. Sähköalan standardi.
- 16 Gustafsson, Janne. Valokuvat. Optireal Oy. Vesikaton sähköasennukset.
- 17 Gustafsson, Janne. Optireal Oy. TATE-valvontatyökalun tulevaisuus. Vantaa. Haastateltu 31.3.2021.

[1] SFS 6000-5-52:2017
522.8.3

[2] SFS 6000-5-52
521.10 Kaapeliin asennus

Kiinteän asennuksen johtojärjestelmien eristetyt johtimet (joissa on johdineriste mutta ei vaippaa) pitää asentaa asennusputkeen tai johtokanavaan. Tämä vaatimus ei koske SFS 6000-5-54 vaatimukset täyttäviä suojajohtimia.

[3] Jos rakennuksessa, jossa kylpy- tai suihkutila sijaitsee, on tehty pääpotentiaalintasaus, suojaavaa lisäpotentiaalintasautta ei tarvitse käyttää.

Jos rakennuksessa ei ole pääpotentiaalintasautta, seuraavat kylpy- tai suihkuhuoneen sisään tulevat muut

johtavat osat on liitettävä lisäpotentiaalintasaukseen:

- vesi- ja viemärijärjestelmien osat
- lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien osat
- kaasujärjestelmien osat.