

Sergei Koskela

# Linjasaneerausten sähköasennusten organisointi ja urakointi 1960–1970-luvun kerrostoiloissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

15.6.2018

Tekijä(t) Otsikko  Sivumäärä Aika	Sergei Koskela Linjasaneerausten sähköasennusten organisointi ja urakointi 1960–1970-luvun kerrostaloissa  28 sivua + 4 liitettä 15.6.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaaja	Lehtori, Vesa Sipola
<p>Insinööriytyössä tutkittiin linjasaneerausten sähköasennusten organisointia ja urakointia 1960–70-lukujen kerrostaloissa. Työssä käytiin läpi, minkälaisia standardeja sähköasennuksissa käytetään, mitkä asiat täytyy ottaa huomioon ennen lisätyön tekemistä sekä millaisia kokouksia työmaalla pidetään urakan aikana.</p> <p>Työssä oli tavoitteena esitellä käyttäen 1960- ja 1970-lukujen kerrostaloja esimerkkinä yleiset sähköasennustarpeet, sähköasennukset näissä taloissa sekä sähkölinjasaneerauksen työvaiheet. Insinööriytyössä käsiteltiin muun muassa linjasaneerausten sähköasennusurakoiden työvaiheita, työmaatyöskentelyä, aikataulutusta sekä tarvittavia materiaaleja ja asiakirjoja.</p> <p>Työ on toteutettu perustuen kirjallisuuslähteisiin, verkkolähteisiin, sähköasennustöitä ohjaaviin säännöksiin, määräyksiin ja standardeihin, sekä henkilökohtaiseen yli kymmenen vuoden kokemukseen linjasaneerausurakoista ja niiden yhteydessä tehdyistä sähköasennustyöstä.</p> <p>Työn tuloksena on kuvaus siitä, mihin sähköurakoitsijan kannattaa valmistautua, kun tarjous kerrostalon sähkölinjasaneerauksesta hyväksytty. Työssä myös huomattiin, että kerrostalon sähkölinjasaneerauksessa samat asennustarpeet ja työvaiheet pääsääntöisesti toistuvat projektista toiseen.</p>	
Avainsanat	linjasaneeraus, sähköurakoitsija, sähköurakointi, kerrostalot, 1960–1970-luku

Author(s) Title	Sergei Koskela Organisation and contract works of electricity installations in pipe repairs of apartment buildings built in 1960s – 1970s
Number of Pages Date	28 pages + 4 appendices 15 June 2018
Degree	Engineer (University of applied sciences)
Degree Programme	Electrical engineering
Specialisation option	Electrical power engineering
Instructor(s)	lecturer, Vesa Sipola
<p>In this thesis work, the organisation and contracting of electrical installations of line renovations were studied in 1960s and 1970s blocks of flats. The study clarified standards used in electrical installations, and which things need to be taken into account before making extra work, as well as what kind of meetings are held on site.</p> <p>The aim of the study was to present the building blocks of the 1960s and 1970s as examples of general electrical installation requirements, electrical installations in these houses and the work phases of electrical line renovation. The thesis work discusses the work stages of electrical installations on line renovations, site work, scheduling, and the materials and documents needed.</p> <p>The work was carried out on the basis of literary sources, network resources, regulations and standards for electrical installations, and personal experience of over ten years in the field of line renovation works and electrical installations.</p> <p>The result of the work is a description of what the contractor should prepare for, when the bid for line renovation of the apartment building has been approved. It was also noted in the work that in the electrical line renovations of blocks of flats, the same installation needs and work steps are usually repeated from one project to another.</p>	
Keywords	Pipe repairs, electricity contractor, electricity contract works, apartment buildings, 1960s and 1970s

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Linjasaneeraus	1
2.1	Sähkölinjasaneeraus	2
2.2.	Sähköasennukset linjasaneerauksen yhteydessä	3
3	Sähköasennukset 1960–1970 -lukujen kerrostaloissa	10
4	Työmaa- ja urakointiasiakirjat	14
4.1	Aikataulu	16
5	Työmaan kokoukset	17
5.1	Katselmukset	19
6	Työmaan organisointi ja materiaalin hallinta	19
7	Luovutuksen vaiheet ja mittaukset	23
8	Yhteenveto	26
	Lähteet	28
	Liitteet	
	Liite 1 Työvaiheilmoitus	
	Liite 2 Maksuerätaulukko	
	Liite 3 Työmaan linja-aikataulu	
	Liite 4 Mittauspöytäkirja	

## 1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö käsittelee linjasaneerausten sähköasennusten organisointia ja urakointia 1960–70-lukujen kerrostaloissa. Opinnäytetyö käsittelee niitä sähköasennuksia ja työvaiheita, joihin kannattaa valmistautua, kun sähköurakoitsijan tarjouspyyntö kerrostalon sähkölinjasaneerauksesta on hyväksytty. Tarkoituksena on tarjota tietoa linjasaneerauksen sähköasennuksista hyödyntäen esimerkkinä 1960- ja 1970-luvun kerrostaloja. Aihe on ajankohtainen, sillä suurin linjasaneeraustarve Suomessa kohdistuu tällä hetkellä erityisesti 1960- ja 1970-luvulla valmistuneisiin asuinkerrostaloihin. Tällaisia asuntoja on Suomessa noin 470 000 kappaletta. Saneeraustarve kasvaa voimakkaasti lähivuosina ja kasvu jatkuu arviolta noin 2020-luvun lopulle asti. [1, s.10.]

Jokaisella linjasaneerauksen sähköasennusprojektilla on omat erityispiirteensä, joihin vaikuttaa muun muassa kerrostalon koko, rakenne ja korkeus. Urakoinnin näkökulmasta samat asennustarpeet ja työvaiheet kuitenkin pääsääntöisesti toistuvat projektista toiseen. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on esitellä käyttäen 1960- ja 1970-lukujen kerrostaloja esimerkkinä yleiset asennustarpeet sekä sähkölinjasaneerauksen työvaiheet. Työssä keskitytään kuvaamaan sähköurakoitsijan näkökulmaa asiaan ja opinnäyte voi olla hyödyllinen erityisesti sähköurakotijoille, joilla ei ole aiempaa kokemusta linjasaneerausten sähköasennusten organisoinnista ja urakoinnista 1960- ja 1970-lukujen kerrostaloissa Suomessa.

Tämä insinöörityö perustuu kirjallisuuslähteisiin, verkkolähteisiin, sähköasennustöitä ohjaaviin säännöksiin, määräyksiin ja standardeihin sekä työn kirjoittajan henkilökohtaiseen yli kymmenen vuoden kokemukseen linjasaneerausurakoista ja niiden yhteydessä tehdyistä sähköasennustöistä.

## 2 Linjasaneeraus

Suomessa tehdään vuosittain noin 500-700 vesi- ja viemäriputkistojen linjasaneerausta. Vesi- ja viemäriputkistojen korjausikä vaihtelee eri taloyhtiöissä noin 30–60 vuoden haarakassa. Juuri nyt putkiremontteja tehdään etenkin 1960–70-luvuilla rakennettuihin ker-

rostaloihin. Linjasaneerauksen tavoitteena on nostaa rakennuksen laatutasoa ja parantaa energiatehokkuutta, ilmanvaihtoa, sisäilman laatua ja paloturvallisuutta sekä ajantasaistaa sähkö- ja telejärjestelmiä. [1, s.10.]

Linjasaneerauksessa voidaan käyttää perinteistä korjausmenetelmää, sukitusmenetelmää tai pinnoitusmenetelmää. *Perinteinen korjausmenetelmä* tarkoittaa vesiputkien, viemäriputkien, märkätilojen vesieristysten, laatoitusten ja vesikalusteiden uusimista. Lisäksi linjasaneerauksen yhteydessä on mahdollista uusita sähköjohdot ja hormit, päivittää sähköjärjestelmä ja nykyaikaistaa ilmastointijärjestelmä. Tarvittaessa myös kiinteistön yleisilat korjataan. [12, s.20.]

*Sukitusmenetelmässä* vanhan putken sisällä syntyy itsekantava uusi putki. Sukka asennetaan olevaan viemäriputkeen paineilmalla ampumalla, johon se kovettuu. Materiaalina käytetään epoksihartsilla kyllästettyä muovipinnoitteista kuitusukkaa. Menetelmän arvioitu käyttöikä on 25-50 vuotta. [12, s.106.] Sujutus voidaan tehdä ilman rakenteiden avaamista, jolloin viemäriputkia ei tarvitse kaivaa esiin.

*Ruiskutus- tai pinnoitusmenetelmässä* vanha putki pinnoitetaan sisältäpäin. Pinnoitemateriaalin on oltava yhteensopivia putkimateriaalien kanssa. Huonokuntoiset putkiston osat on korjattava tai vaihdettava ennen asennusta. Pinnoitemassa kovettuu vanhan putken pintaan ja se muodostaa uuden saumattoman pinnan. Pinnoitus sopii sekä viemäri- että käyttövesiputkille. Myös tässä tapauksessa rakenteita ei tarvitse avata. Menetelmän arvioitu käyttöikä on 25-35 vuotta. [12, s.107.]

## 2.1 Sähkölinsaneeraus

Vuonna 2015 joka toisessa putkiremonttikohteessa uusittiin myös sähköjärjestelmä. 15.11.2017. Kiinteistöliiton julkaiseman korjausbarometrin mukaan perinteisen putkiremontin toteuttaneista taloyhtiöistä noin 80 % teetti remontin yhteydessä myös sähkö- ja tietoliikennejärjestelmän kunnostuksen. [14, s.1.]

Mikäli taloyhtiössä valittiin linjasaneerauksen niin sanottu kevytmenetelmä eli viemärien ja putkien sukittaminen tai pinnoitus, sähkö- ja tietoliikennejärjestelmien parannusta ei välttämättä tehdä ollenkaan. On kuitenkin muistettava, että sähkökeskukset ja -johdot ovat yhtä lailla vanhentuvia talon osia kuin putkistot. [16, s. 52.]

Myös talon sähkösyöttö on mitoitettu aikansa mukaisesti. Tämän päivän asukkaiden laitteiden kannalta mittautaso voi olla on liian pieni ja esimerkiksi sähköautojen latauspisteiden rakentaminen voi olla melkein mahdotonta. Näin ollen taloyhtiöissä on tarve päivittää myös sähköistystä. [12, s.112.]

## 2.2. Sähköasennukset linjasaneerauksen yhteydessä

Sähkölinjasaneeraus merkitsee usein keskuksien ja kaapelointien uusintaa, kylpyhuoneiden pistorasioiden ja valaistuksen lisäämistä, keittiön lieden syötön vaihtamista viisikertaiseen kaapeliin, sekä pistorasioiden ja välitilavalaisimien lisäämistä. Usein myös tele- ja datajärjestelmät päivitetään saneerauksen yhteydessä. Osakkaat voivat saneerauksen yhteydessä tehdä lisätöinä huoneistoon muita sähkötyötä.

Jokainen linjasaneerauksen sähköasennusurakka on erilainen riippuen tilaajan toiveista ja talon sähköasennusten kunnosta. Tyypillisiä linjasaneerausten sähköasennustöitä ovat seuraavat.

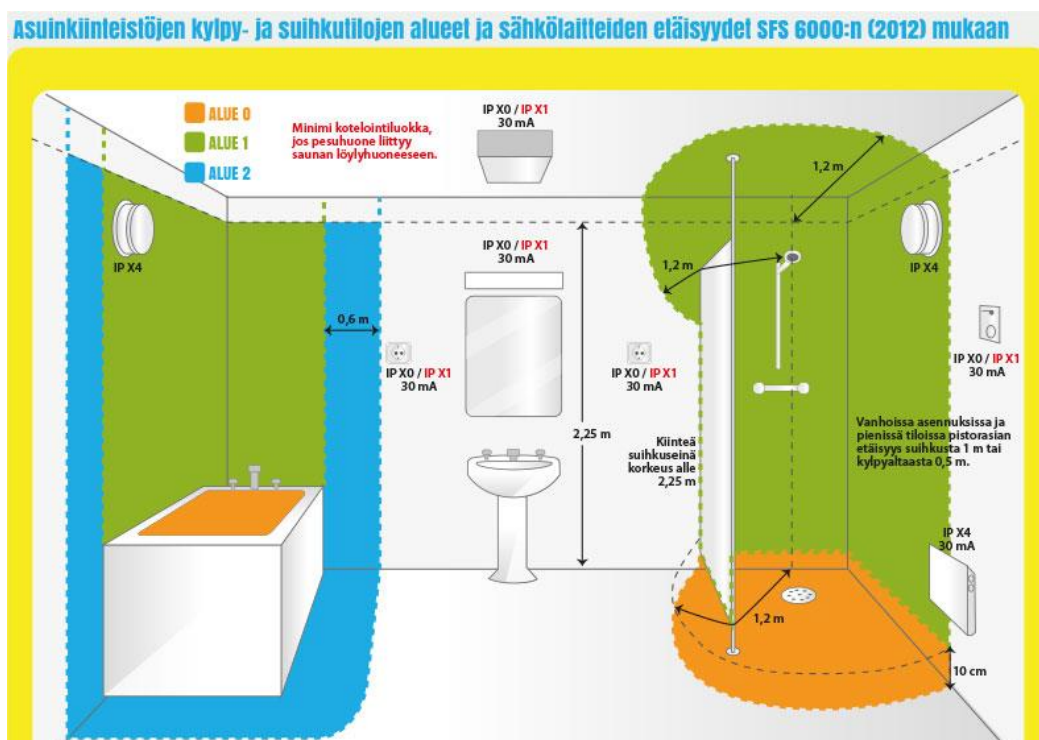
### Kylpyhuone- ja WC-tilat

Kylpyhuoneen lattioiden ja seinäpintojen laatoituksen yhteydessä on mahdollista upottaa ja uusita kaikki johdotukset seiniin ja uusita samalla valaistus sekä lisätä pesukoneelle ja kuivausrummulle omat pistorasiansa. Samalla on mahdollista asentaa lattiaan sähköinen lattialämmityskaapelointi ja seinään lattialämmityksen ohjauskytkin ja termostaatti. [17, s. 96.]

Vanhoissa ja pienissä kylpyhuoneissa saattaa olla ongelmallista saavuttaa riittävä etäisyys vesipisteiden ja sähkölaitteiden välillä. Standardin SFS 6000-7-701 mukaan alue 0 on kylpyammeen tai suihkualtaan sisäpuolinen tila. Jos suihku on ilman allasta, alueen 0 korkeus on 10 cm lattiasta. Kylpy- ja suihkutilat jaetaan alueisin 0, 1 ja 2 jotka esitetään kuvassa 1.

Kuten kuvassa 1 näkyy, alueen 1 yläreuna on 225 senttimetrin korkeudella lattiasta. Suihkutiloissa alueelle 1 ei saa sijoittaa pesukonetta, vaikka pistorasia sijaitseekin luokittelemattomalla alueella. Myös verkkojännitteisiä pistorasioita ja jakorasioita ei saa

asentaa tälle alueelle. Lämmityslaitteita ja valaisimia saa asentaa alueelle 1, jos ne sijaitsevat yli 60 cm vaakasuoralla etäisyydellä vesipisteestä tiloissa, joissa on suihku ilman allasta. [18, s.376–377.]



Kuva 1. Suihkutilojen alueet ja sähkölaitteiden etäisyydet standardin SFS-6000-7-701 mukaan [24].

Alue 2 on 60 senttimetrin etäisyydellä alueesta 1 tiloissa, joissa on amme. Tälle alueelle voi sijoittaa pesukoneen ja pistorasian on oltava luokittelemattomalla alueella. Jos tilassa on suihku ilman allasta, siinä ei ole aluetta 2. Alueelle 2 ei saa asentaa verkkojännitteisiä pistorasioita ja jakorasioita. [11, s. 357.]

Kylpy- ja suihkutilan pistorasia täytyy olla vähintään 1,2 metriä päässä suihkusta. Saaneerauskohteessa, jossa on pienet suihkutilat, pistorasia saa olla 1,0 metrin päässä suihkusta. Kaikki kylpyhuoneen verkkojännitteiset sähkölaitteet ja valaisimet on suojattava yhdellä tai useammalla mitoitustoimintavirralla enintään 30 milliampeerin vikavirtasuojalla. [18, s.377.]



## Keittiö

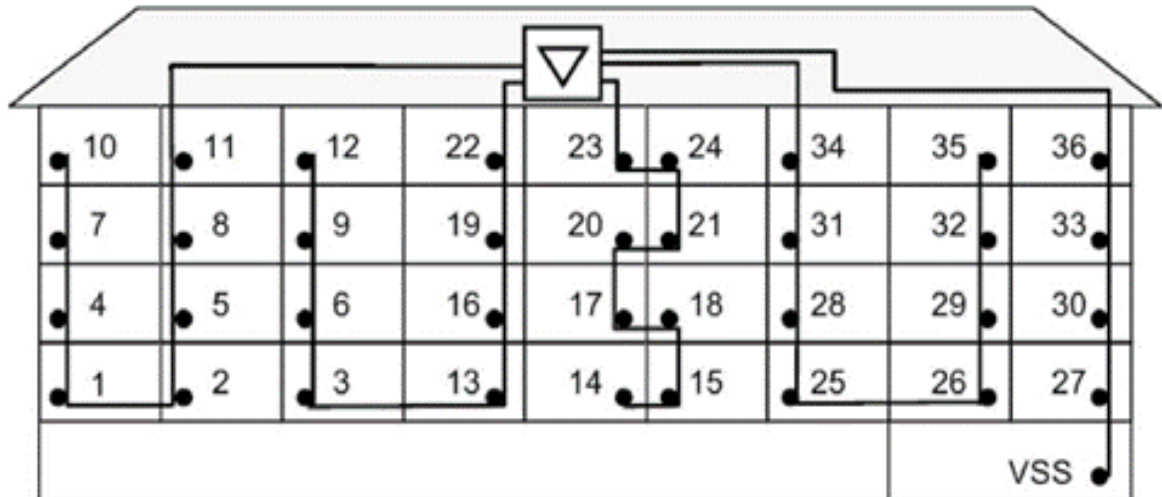
Monessa sähkölinjasaneerauksissa uusitaan myös keittiön sähköasennukset. Esimerkki 1960-luvun keittiöissä on perinteisesti käytetty yksiosaista suko-pistorasiaa jääkaapille ja kaksiosaista suko-pistorasia työtasolla. Molemmat pistorasiat on kytketty saman 10 A:n ryhmään, jossa voi olla myös olohuoneen valaistus ja pistorasiat. Silloin keittiön laitteiden samanaikainen käyttö voi johtaa sulakkeiden palamiseen. [18, s.571.]

Vanhojen liesien sähkönsyötöt ovat yksivaiheisia. Nykyisin liedelle tuodaan uusi viisikermainen kaapeli ja kytketään kolmevaiheiseen ryhmään, mikä parantaa laitteen toimivuutta. Uudentyyppinen asennus mahdollistaa sen, että jatkossa liedellä saa käyttää samanaikaisesti kaikkia levyjä ja sulakkeet kestävät rasituksen. Myös astianpesukoneelle, jääkaapille ja liesituulettimelle rakennetaan uudet pistorasiat sopiviin paikkoihin. Pistorasiat suojataan vikavirtasuojakytkimellä. Usein uusitaan myös työtasovalaisimet varustettuna pistorasialla. [18, s. 571.]

Jos keittiössä on käytössä ilman suojakosketinta olevia pistorasioita enintään 3,25 m päässä vesihanasta tai metallisesta työtasosta, on nämä pistorasiat vaihdettava suojakosketinpistorasioiksi. [18, s. 571.]

## Antenniverkko

Vanhoissa kerrostalohuoneistoissa voi olla vain yksi antennirasia, ja ne on kytketty peräkkäin ketjuun huoneistojen välillä (kuva 2). Käytännössä ketjuverkolle ei yleensä voida lisätä antennirasioita, joten asunnoissa on linjasaneerauksen sähköjärjestelmän jälkeen edelleen vain yksi antennirasia. [19, s.189.] Jos asuntoihin halutaan lisää antennirasioita ja välttää pitkien antennijohtojen vetämistä huoneistosta toiseen, taloyhtiö voi sähkösaneerauksen yhteydessä päivittää vanhan ketjuverkon nykyaikaiseen tähtiverkkoon. Tähtiverkon kautta asuntoihin on saatavilla niin paljon antennipisteitä, kuin haluaa. [19, s.189.]



Kuva 2. Antennijärjestelmä, ketjuverkko [19, s.194.]

Tähtiverkko (kuva 3) on taloverkko, jossa huoneistot on liitetty erillisillä kaapeleilla yhteiseen jakamoon, tähtipisteeseen. Tähtipiste on tähtiverkon kohta, jossa verkko haaroitetaan meneväksi useaan huoneistoon tai useaan antennirasiaan. [19, s.263.]



Kuva 3. Tähtiverkko ja tähtipisteitä [25].

### Yleiskaapelointi

Linjasaneerauksen sähköasennusten yhteydessä voidaan toteuttaa yleiskaapelointi atk- ja puhelintarpeita varten. Yleiskaapelointi rakennetaan voimassa olevan Viestintäviraston määräyksen 65 C/2018 M mukaisesti [20].

Asuinkiinteistön yleiskaapelointi on suunniteltava ja rakennettava siten, että talojakamosta jokaiseen alijakamoon asennetaan optinen kaapelointi ja telekaapeli tai vähintään kategorian 6 komponenteilla toteutettu parikaapelointi. Parikaapelointi tehdään siten, että jokaisen asuinhuoneiston käyttöön varataan vähintään yksi kategorian 6 parikaapeli tai käytettäessä telekaapeleita vähintään yksi johdinpari. Myös kategorialla 6 korkeamman kategorian komponentteja voidaan käyttää. Optinen yleiskaapelointi on toteutettava siten, että jokaista asuinhuoneistoa kohden asennetaan vähintään neljä optista yksimuotokuitua. Lisäksi talojakamosta jokaiseen alijakamoon asennetaan vähintään kuusi optista yksi-muotokuitua. [20]



Kuva 4. Valmis asennettu tietoliikennesia.

Sisäverkkoa uudistettaessa mainittua parikaapelointia ei kuitenkaan ole pakko rakentaa, mikäli kiinteistölle on uudistamisen jälkeen saatavissa kuitu kotiin (FTTH) -liittymiä ja olemassa oleva puhelin-sisäjohtoverkko jää käyttöön. Lisäksi vanhan puhelinsisäjohtoverkon toimivuus ja johdinparien kytkennät on tarkistettava huoneistokohtaisesti ja verkosta on laadittava tarkastusasiakirja. Talojakamosta jokaiseen huoneistoon on oltava vähintään yksi toimintakykyinen johdinpari [20].

#### Turvallisuusratkaisut

Hyvät turvallisuusratkaisut suojaavat omaisuutta ja ihmisiä. Taloyhtiö voi linjasaneerauksen sähköasennusten yhteydessä parantaa talon turvallisuutta kuten palojärjestelmää. Palojärjestelmän parantamisessa yhteisiin tiloihin, kellareihin ja ullakolle asennetaan palovaroitinjärjestelmä. Paloilmaisinjärjestelmät voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: osoitteelliset järjestelmät, osoitteelliset älykkäät järjestelmät ja perinteiset eli konventionaaliset järjestelmät. [21, s.47.]

Osoitteellisessa järjestelmässä kaikki silmukkakomponentit ilmaisimet, painikkeet ja palokellot ovat osoitteisia. Ilmoitinkeskus vuorotellen tarkistaa eri komponenttien toimintatilaa (normaali-, vika-, palotila). Heti kun jonkun laitteen tila on epänormaali, ilmoitinkeskus antaa hälytykseen ja ilmoittaa kyseisen laitteen osoitteen. [21, s.47.]

Osoitteellisessa älykkäässä järjestelmässä kaikissa komponentissa on osoitteen lisäksi mikroprosessorit, jotka antavat hyvät säätömahdollisuudet. Ilmaisimilta saadaan osoitekohtainen mitta-arvotieto, paloilmoitus, ennakkovaroitus ja vika- ja huoltohälytys. [21, s.48.]

Perinteisessä konventionaalisessa järjestelmässä palo- tai vikatieto saadaan vain ryhmäkohteisesti. Paloilmoitus välitetään paloilmaisimesta kosketintietona paloilmoitteeseen. Kosketintieto on voinut olla joko sulkeutuva tai avautuva, nykymallit ovat sulkeutuvatoimisia. [21, s.51.]

Huoneistoihin voidaan asentaa myös patterivarmenteisia tai sähköverkkoon liitettäviä palovaroittimia. Saneerauskohteissa, joissa asuntojen käyttötapa ei muutu, ei yleensä edellytetä sähköverkkoon liitettävien palovaroittimien asentamista. Tästä huolimatta lähes jokaisessa linjasaneerauksessa asennetaan palovaroittimet. [12, s.113.]

### Energiatehokkaat valaistusratkaisut ja sähköistys

Linjasaneerauksen sähköasennusten yhteydessä ulkovalaistus sekä porrashuoneiden ja yleistilojen valaistuksen energiansäästöominaisuuksia voidaan parantaa asentamalla ohjaavia liiketunnistimia ja hämäräkytkimiä. Myös LED-tekniikalla voidaan säästää energiaa jopa puolella verrattuna perinteisiin valaistustapoihin. [12, s.136.]

Osakkaat voivat saneerauksen yhteydessä päivittää myös huoneiston sähköistystä. Usein tilaajaa haluaa lisätä pistorasioita eri huoneisiin, vaihtaa vanhat painikkeet sekä kattorasiat vastaamaan moderneja valopistokkeita (kuva 5). Tämä helpottaa erityisesti kattovalaisimien kytkemistä pistotulpalla (kuva 6).



Kuva 5. Valaisinpistorasia [26].



Kuva 6. Valaisinpistotulppa [27].

Jos sähköurakoitsija lisää pistorasioita, hänen on noudatettava standardin SFS 6000-1 mukaisia vaatimuksia. Samaan huonetilaan ei saa asentaa tavallista pistorasiaa, jos suojakosketinpistorasiaa on 4 m vaakasuoralla etäisyydellä siitä. Tämä vaatimus koskee myös suojakoskettimilla varustettuja valaisinpistorasioita. [18, s.578.] Kun uusia pistorasioita lisätään, suositellaan, että mahdollisuuden mukaan suojataan pistorasiat mitoitus-toimintavirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojalla. Tämä ei kuitenkaan ole standardin vaatimus. [22, s.111.]

### 3 Sähköasennukset 1960–1970 -lukujen kerrostaloissa

Suomessa suurin linjasaneeraustarve kohdistuu tällä hetkellä erityisesti 1960- ja 1970-luvuilla valmistuneiden asuinkerrostaloihin. Tällaisia asuntoja on Suomessa noin 470 000 kappaletta. Saneeraustarve kasvaa voimakkaasti lähivuosina ja kasvu jatkuu arviolta noin 2020-luvun lopulle asti. [1, s.10.]

Seuraavassa kuvataan 1960 ja 1970-luvuilla valmistuneiden kerrostalojen yleiset sähköasennukset, jotka kannattaa huomioida linjasaneerauksen sähköasennustöiden suunnittelussa ja töiden vaiheistamisessa.

#### Talon liittymisjohdot

1960- ja 1970-luvuilla valmistuneiden asuinkerrostalojen linjasaneerausten sähköasennusten yhteydessä uusitaan normaalisti talon liittymisjohdot, jotka ovat linjasaneerauksen aikana jo noin 40–60 vuotta vanhat. Tavallisesti asuinkerrostalon sisäinen jakeluverkko on liitetty paikallisen sähkölaitoksen jakeluverkkoon liittymisjohdolla. Paikallinen sähkölaitos on talon rakentamisajankohtana vastannut liittymisjohdon rakentamisesta omien sääntöjen mukaan. [7, s.195.]

Yleensä kerrostalossa liittymisjohto on vedetty maakaapelilla ja se päättyy pääkeskukseen. Maakaapeli kulkee usein kellarin lattian alla betoniputkessa, mikä kannattaa huomioida erityisesti sähköasennusten purkuvaiheessa. [7, s. 195.]

#### Sähköpääkeskus

Tavallisesti 1960- ja 1970-lukujen asuinkerrostaloissa sähköpääkeskus ja pääjakotaulu sijaitsevat rakennuksen kellarissa. Kerrostalojen pää- ja nousukeskukset on kosketussuojattu, koska sulakevaihtoja ovat voineet tehdä muutkin kuin sähköalan ammattilaiset. Vielä 1950-luvulla keskukset olivat koteloituja eli ne oli suojattu roiskuvilta vedeltä. 1960-luvun alkupuolella kehitti insinööri Risto Mäenpää niin kutsutut ruuhimalliset, koteloidut keskukset (kuva 7), jotka yleistyivät suuremmissa rakennuksissa. [3, s. 236.]



Kuva 7. Ruuhimallinen koteloitu pääkeskus kellarin tilassa.

### Ryhmäkeskukset

1940- ja 1950-luvuilla sekä 1960-luvun alkupuoliskolla asuinkerrostaloissa mittaritaulut sijoitettiin yleensä eteisen seinälle ja materiaalina käytettiin peltiä. Nousujohdot asennettiin putkissa roiloihin. [7, s.195.]

1950-luvun lopulta lähtien asuinhuoneistojen mittarilaitteiden sijainti siirtyi huoneistoista porraskäyttävälle mittaritaulukomeroihin. Jo 1950-luvun alkuvaiheessa Helsingissä rakennetut asuintalot oli varustettava yhteismittarikomeroilla. Yhteismittaritauluun asennettiin kWh-mittarin alapuolelle huoneiston päävaroke (kuva 8). Huoneistoon asennettiin ryhmätaulu varustettuna pääkytkimellä ja ryhmävarokkeilla (kuva 9). Mittaritaulukomeron kautta kulkivat nousujohdot, porrasvalaistus, pistorasiat- ja puhelinjohdot. [7, s.195.]



Kuva 8. Yhteismittaritaulu 1960-luvun kerrostalossa.



Kuva 9. Ryhmätaulu 1960-luvun kerrostalossa.

### Sisäjohtoasennukset

1960- ja 1970-lukujen kerrostalorakennuksissa pistorasiat ovat pääosin maadoittamattomia (kuva 10). Tyypillisesti huoneistossa on yksi valopiste ja 1–2 pistorasiaa huonetta kohti. Saman 10 A -ryhmään kuuluvan sulakkeen taakse kytkettiin korkeintaan 10 kappaletta pistorasioita tai valopisteitä. Lieden ja pesukoneen pistorasiaryhmät varustettiin 16 A -sulakkeella. [7, s.196.]

Yleisin sähköasennustapa oli uppoasennus. Asennusputkina käytettiin eristämättömiä panssariputkia, taipuisia panssariputkia sekä pistoputkia. Näitä putkia käytettiin betoniin valettuna, herkästi syttyvissä paikoissa sekä paikoissa jossa on erittäin kova mekaaninen rasitus. [7, s.197.]



Muoviset sähköasennusputket yleistyivät vuonna 1962, jolloin hyväksyttiin taipuisa muoviputki käyttöön. Jakorasioina käytettiin kattovalopisteissä olevia kattorasioita. (kuva 11), jolloin putket kulkivat katoissa, betonivalussa. [3, s. 232.]



Kuva 10. Maadoittamaton pistorasia.



Kuva 11. Kattovalaisinpiste, jonka alla on jakorasia.

#### Viestilaitteet

1960- ja 1970-luvuolla asuinkerrostalojen huoneistot varustettiin puhelinpisteillä ja yhteis-antennipistorasioilla. Asuntojen puhelinpisteille vietiin haaroitusputket, tavallisesti 13,5 mm:n uppoasennetulla eristysputkella nousurasiasta, joka sijoitettiin porraskäyttävissä nousukomeroihin. Putki päättyi huoneiston seinään uppoasennettuun pääterasiaan. [7, s.198.]

Kerrostaloissa puhelintalojohtokomero sijoitettiin kellaritiloihin. Siihen tuotiin maakaapeleina keskuskaapelit ja päätettiin erotusrimoihin, jotka asennettiin telineeseen (kuva 12). Myös nousukaapelit päätettiin omiin erotusrimoihin ja vietiin ylös nousuputkiin tavallisimmin 10- tai 20-parisilla kaapeleilla, jotka päättyivät nousurasioihin. [3, s. 198.]

1960-luvun lopussa asuinkerrostaloja varustettiin toimintakuntoon asennetuilla TV-yhteisantennijärjestelmillä. Antenni asennettiin katolle ja sieltä vietiin kaapeli antennivahvistimille, jotka sijoitettiin ullakolle tai ylimmässä kerroksessa olevaan tekniseen tilaan. Asuntoihin kaapelit vietiin uppoasennuksena 16 mm:n eristysputkella tai 13,5 mm:n panssariputkella seinän antennirasiaan. [3, s. 198.]



Kuva 12. Puhelinjakamon keskuskaapeli, joka päättyy erotusrimoihin.

#### 4 Työmaa- ja urakointiasiakirjat

Työmaa- ja urakointiasiakirjoilla on suuri merkitys linjasaneerausten sähköasennusurakoissa. Asiakirjojen järjestäminen, päivittäminen ja seuraaminen helpottavat huomattavasti projektin vetämistä. Henkilökohtaisen kokemukseni perusteella päivitetty asiakirjat auttavat erityisesti projektin loppuvaiheessa, kun sähköurakoitsijan on palautettava kaikki tarvittavat asiakirjat luovutusta varten.

Omaa työskentelyä varten sähköurakoitsija voi laatia erilaisia asiakirjoja. Urakan aloitusvaiheessa kootaan ainakin projektiorganisaation tiedot, maksuerätaulukko, työvaihesuunnitelmat sekä resurssi- ja hankintasuunnitelmat. Lisäksi urakan aikana tarvitaan lisä- ja muutostyötarjousasiakirjat, työvaiheilmoitukset ja työmääräykset. Urakan luovutusvaiheessa tehdään tarkastuspöytäkirjat, itselle luovutukset, puutelistat sekä mittauspöytäkirjat. Seuraavassa kuvataan keskeisiä sähköurakoinnin asiakirjoja.

### Sähkötyöselostus

Sähköselostus sisältää tiedot rakennushankkeesta, tekniset vaatimukset ja ohjeet kohteeseen tehtävistä sähköasennuksista. YSE 1998 13 § teknisten asiakirjojen pätevyysjärjestyksen mukaan sähkötyöselostus on sähköurakoitsijan pääasiakirja. Tämän vuoksi sähkötyöselostukseen on hyvä perehtyä erittäin huolellisesti. [31.]

### Työmaasopimus

Sähköistysalan työehtosopimuksen mukaan urakkatyökohteesta laaditaan aina kirjallinen työmaasopimus [6, s.45]. Työmaasopimus on työnantajan ja työntekijän välinen sopimus. Työmaasopimuksen laadinta kuuluu työnantajalle, mutta sopimus astuu voimaansaastaa sen jälkeen, kun molemmat puolet ovat allekirjoittaneet sen. Työmaasopimukseen sisältyy työnantajan ja työkohteen tiedot, urakan rajaus, työmaan tyyppi ja hinnoittelumuoto, työaikainen urakkapalkka, matkustuskulut työmaalle, välipohjat, loppupohjat ja niiden maksuperiaate. Sopimukseen voi laittaa myös muita ehtoja, ja se on voimassa urakan loppuun saakka. [30, s. 47.]

### Työpiirustukset

Kaikkien urakan sähköasennustöiden tulee perustua työpiirustuksiin. Kaikki työmaalla työskentelevät sähköasentajat ovat velvollisia lukemaan ja noudattamaan työmaan sähkötyöpiirustuksia, [30, s. 56]. Työpiirustusten perusteella tehdään kaikki urakan sähköasennukset. Työpiirustuksia päivitetään usein urakan aikana, sillä asennusten aikana voi ilmetä muutoksia ja lisäystarpeita. Työpiirustusten päivitysten kanssa on hyvä olla tarkkana ja päivitettyjen piirustusten on hyvä olla heti työryhmän saatavilla työmaalla. Kaikkia muutoksia piirustuksiin ei välttämättä tarvitse tehdä sähkösuunnittelijan kautta, vaan pieniä muutoksia sähköurakoitsija voi tehdä itse piirustuksiin esimerkiksi punakynällä.

Urakan päättyessä sähköurakoitsija toimittaa sähkövalvojan hyväksymän punakynäversion työpiirustuksista tilaajalle. Tämän jälkeen joko tilaaja tai sähköurakoitsija toimittaa muutokset sähkösuunnittelijalle, joka piirtää ne uudestaan puhtaaksi.

### Työvaiheilmoitus

Sähköurakoitsija osallistuu työmaan työmaakokouksiin ja urakoitsijapalaveriin. Päivää ennen kokosta urakoitsija lähettää työvaiheilmoituksen (liite 1) pääurakoitsijalle. Työvaiheilmoituksessa kerrotaan seuraavat asiat:

- työmaalla työskentelevien henkilöiden määrä
- meneillään olevat työvaiheet ja niiden valmiusasteet
- seuraavan kolmen viikon aikana aloitettavat työvaiheet
- tieto siitä, onko urakoitsijan oma aikataulu myöhässä, samassa ajassa vai edelle yleisaikataulua
- sellaiset suunnitelmatarpeet, joita ei voi tehdä työpiirustusten avulla, jolloin urakoitsijalla on oikeus pyytää suunnitelman täydennystä; yleensä tällaiset suunnitelmat kuten lisä- ja muutostyöt käsitellään työmaakokouksessa. [6, s.52.]

### Maksuerätaulukko

Jotta urakan rahoitus olisi toimiva, sähköurakoitsijan tehtävänä on laatia maksuerätaulukko (liite 2) niin etupainoiseksi kuin mahdollista. Urakoitsijan on otettava huomioon erityisesti se, mitä urakkasopimuksessa on kirjattu ensimmäisestä ja viimeisestä erästä. Ensimmäinen maksuerä on yleensä laskutuskelpoinen, kun urakkasopimus on allekirjoitettu. Viimeinen maksuerä on usein vähintään 10 % urakkasumasta ja laskutuskelpoinen, kun kaikki työt on tehty, tilaaja on ne hyväksynyt ja vastaanottanut, virheet ja puutteet on korjattu, takuuajan vakuus on annettu tilaajalle, urakoitsija on toimittanut tilaajalle kaikki luovutusasiakirjat sekä taloudellinen loppuselvitys on pidetty ja hyväksytty. Maksusuoritus on laskutuskelpoinen, kun maksuerää vastaava työsuoritus on tehty ja työmaan vastaava mestari on sen hyväksynyt. [6, s.42.]

#### 4.1 Aikataulu

Yleensä kerrostalon linjasaneeraukseen osallistuu useita urakoitsijoita. Jokaisen urakoitsijan työvaiheet ovat riippuvaisia toisesta ja jonkin tärkeän työvaiheen viivästyminen voi

vaikuttaa huomattavasti omiin ja muiden osapuolien työsuorituksiin. Tämän takia on hyvin tärkeä seurata työvaiheaikataulua. Jos sähköurakoitsijan on syytä epäillä työsuorituksen myöhästyvän, asiasta on ilmoitettava mahdollisimman pian työmaakokouksessa. [6, s.55–56.]

Linjasaneerauksessa voidaan käyttää kahta aikataulutyyppiä. Työmaan yleisaikataulussa ja linja-aikataulussa käytetään janakaaviota. Yleisaikataulun laadinta kuuluu pääurakoitsijalle, minkä jälkeen jokainen urakoitsija antaa omat näkemykset omista työvaiheista ja ne yhdistetään linja-aikatauluun. Usein tämän jälkeen työmaalla pidetään yhdessä aikataulupalaveri. Sen jälkeen, kun kaikki urakoitsijat pääsevät yhteisymmärrykseen, aikataulu on hyväksyttävä työmaakokouksessa. [6, s. 54–55.]

Usein linja-aikataulussa on esitetty sähköurakoitsijan työvaiheet supistetusti kuten näkyy esimerkiksi tämän työn liitteessä 3. Oman kokemuksen perusteella sähköurakoitsijan kannatta laatia itselle tämän takia oma tarkempi työvaiheaikataulu, mikä helpottaa huomattavasti urakan hoitamista. Tyypillisessä linjasaneerauksessa toisiinsa liittyvät sähköasennusten työvaiheet ovat: jännitteettömäksi teko, vanhojen keskuksien purkutyö, sähköroilojen merkkäus, putkitukset, kaapelointi, lattialämmityksen kaapelointi, tietojärjestelmien kaapelointi ja kytkennät, uusien keskuksien asennukset sekä kytkennät, kalustus, tarkastukset ja mittaukset.

Yleistilojen työvaiheet vaihtelevat riippuen urakan laajuudesta. Tällaisia töitä voivat olla keskuksien uusinta, johtoteiden rakentaminen, nousukaapelointi, kalustus, valaistus jne. Kun kaikki sähköurakoitsijan työvaiheet vastaavat linja-aikataulua, työn eteneminen on helppoa. Oma kokemuksen perusteella erityisesti tarvittavien sähkökalusteiden ja lisätyövoiman järjestäminen työmaalle helpottuu ajantasaisen linja-aikataulun myötä. Myös työn etenemistä on helppo seurata.

## **5 Työmaan kokoukset**

### **Aloituskokous**

Urakka alkaa normaalisti työmaan aloituskokouksella. Aloituskokouksen tarkoituksena on tutustua tilaajaan, urakoitsijoihin ja muihin toimijoihin sekä varmistaa, että kaikki osallistujat tuntevat kyseessä olevan työn, vaatimukset työn toteutuksen ja lopputuloksen suhteen. Aloituskokous pidetään heti sopimusten allekirjoitusten jälkeen tai heti, kun työ

alkavat. Aloituskokoukseen osallistuvat: työmaakohtainen työnjohto pääurakoitsijalta, aliurakoitsijoiden vastuuhenkilöt, valvojat, työmaan työturvallisuudesta vastuussa oleva henkilö (työsuojeluvaltuutettu) ja tarvittaessa viranomaisten edustajia. [6, s.48–49.]

Aloituskokouksessa voidaan käsitellä seuraavat asiat:

- työmaatiedot
- tilaajan yhteystiedot
- pää-, sivu- ja aliurakoitsijat ja heidän yhteystietonsa
- suunnittelijat ja heidän yhteystietonsa
- valvojat ja heidän yhteystietonsa
- laadunvarmistuksen asiat
- aikataulutilanne
- varastointiin ja materiaalitoimituksiin liittyvät asiat
- työmaan työturvallisuuden asiat
- lisä- ja muutostöihin liittyvät asiat, mm. muutostöiden tilausoikeus
- aputyövoimaan liittyvät asiat, mm. niiden tilausmenettely
- piirustuksiin ja suunnitelmiin liittyvät asiat
- kokouksiin asiat, mm. työvaihe ilmoitukset
- työmaan erityispiirteet
- piirustuskäytäntö, mm. muuttuvien piirustusten jakelu.

Aloituskokouksesta laaditaan aina muistio tai pöytäkirja. [6, s.48–49]

### Työmaakokous

Työmaakokous on työmaan tärkein kokous. Työmaakokouksen osallistujilla tulee olla oikeudet ja valtuudet käsitellä asioita, jotka tulevat esiin kokouksen aikana [6, s.50]. Työmaakokoukseen tarkoituksena on varmistaa aikataulun tilanne, työvoiman seuranta, varmistaa osapuolten sopimuksenmukainen toiminta, ratkaista työmaan liittyviä ongelmia, tehdä päätöksiä, käsitellä lisää- ja muutostöitä ja myös keskustella vapaasti tilaajan ja urakoitsijan kesken. [6, s.50.] Ylensä työmaakokouksiin osallistuvat kaikki työmaan sopijaosapuolet. Työmaakokouksessa voidaan käsitellä mitä tahansa työmaan liittyviä asioita. Kun asia on käsitelty, sen lopputulos kirjoitetaan pöytäkirjaan. [6, s.49.]

Usein työmaakokoukset järjestetään joko kahden viikon tai kuukauden välillä. Työmaan loppupuolella kokouksia pidetään useammin. Kokouksen puheenjohtajana toimii tilaajan edustaja, jota voi edustaa myös pääurakoitsijan vastaava mestari. [6, s.50.]

#### Urakoitsijapalaveri

Urakoitsijapalaveriin osallistuvat kaikki urakoitsijat, myös aliurakoitsijat, mutta ei yleensä tilaajan edustaja. Esimerkiksi työmaan valvoja voidaan kutsua kokoukseen tarvittaessa. Urakoitsijapalaverissa käydään läpi urakoitsijoiden keskinäisiä teknisiä asioita, aikataulua ja työvaiheiden tilannetta. Urakoitsijapalaverissa ei voida tehdä päätöksiä urakkasopimukseen liittyvistä asioista, vaan ne viedään yleensä työmaakokouksen käsiteltäväksi. Koska palaverissa käsitellään vain teknisiä asioita, suositeltavaa on, että kokoukseen osallistuva sähköurakoitsijan edustaja on tietoinen, mikä työmaan tilanne sillä hetkellä on. [6, s.53.]

#### 5.1 Katselmukset

Katselmus työmaalle voidaan järjestää tarvittaessa rakennusaikana, jos urakoitsijalle tulee vaikeuksia oman työn toteuttamisen kanssa. Tällainen tilanne voi tulla vastaan putkitöiden ja sähköasennusten ristipaikoissa, joissa työt tehdään samaan aikaan. Katselmukset sovitaan yhteisesti sopivalle ajankohdalle ja siihen osallistuvat rakennuttaja, urakoitsija ja tarvittaessa valvojat. Katselmuksista on pidettävä pöytäkirjaa. [6, s.54.]

Kerrostalon linjasaneerauksissa paljon kaapeleita jää kotelointien sisälle. Usein sähkövalvoja haluaa tarkista asennuksien tavat ennen koteloiden sulkemista. Näistä tarkastuksissa ei välttämättä laadita pöytäkirjoja, vaan riittää merkintä työpäiväkirjaan. Jos sähkövalvoja huomaa virheet tai puutteet, ne on korjattava välittömästi ennen seuraava työvaiheita. [6, s. 54–55.]

## 6 Työmaan organisointi ja materiaalin hallinta

Linjasaneeraustyömaat kestävät usein yli vuoden ja sähkötarvikkeiden määrät ovat suuria. Ennen työmaan aloittamista kannattaa suunnitella hyvin missä sähkötarvikkeita säilytetään ja miten ne saada pysymään hyvässä järjestyksessä.

## Materiaalin hallinta

Materiaalien hallinnassa voi käyttää sähkötukkujen omavarastoratkaisuja. Työmaalle perustetaan omavarasto, mihin tuotevalikoimasta määritellyjä sähkötarvikkeita toimitetaan. Täydennys tapahtuu automaattisesti sähkötukkujen IT-järjestelmien ja prosessien avulla. Tuotevalikoimaa päivitetään asiakkaan muuttuvien tarpeiden mukaan. Verkko-kaupassa voi seurata reaaliaikaisesti omien varastojensa saldotietoa. Projektin lopussa tukkuri hyvittää kaiken ylijääneen tavaran ostamalla sen itselleen. [16.]

Oman kokemukseni mukaan tämä ratkaisu sopii yleensä hyvin linjasaneerauskohteille. Ratkaisun hyötynä ovat tuotteiden hyvä saatavuus työmaalla ja tuotehakuihin kuluvan ajan säästö. Lisäksi tuotteet pysyvät siistinä hyllyissä (kuva 13).



Kuva 13. Kontissa oleva sähkövarasto.



## Rakennustyömaan sähköistys

Työmaan sähköistys tehdään silloin kun se sisältyy urkaan tai on sovittu erikseen lisätyönä. Silloin sähköurakoitsijan kuuluu asentaa väliaikaisen työmaasähköverkon ja työmaavalaistuksen kiinteistön mittarin takana olevasta lähdöstä. Työmaasähköt rakennetaan kaikkiin portaisiin ja jokaiselle tasolle. Myös työmaaparakit on otettava huomioon työmaansähkön suunnittelun vaiheessa. [29, s.1.]

Ennen työmaan aloittamista kannata tehdä rakennustyömaan sähköverkon suunnittelu. Suunnitelman avulla sähköverkko saada rakentamaan nopeasti ja luotettavasti. Suunnitelma aloitetaan työmaakartan piirtämisestä. Siihen merkitään työmaan pääkeskuksen sijainti, kaikkien sähkökeskusten paikat ja työmaan valaistus. Kartalle kannattaa merkata myös väliaikaista kaapelointia. [29, s.1.]

Työmaavalaistus on tärkeä osatekijä rakennustyömaan työturvallisuuden kannalta. On mahdollista, että työn eri vaiheissa asukkaat liikkuvat porrashuoneissa myös työajan ulkopuolella. Sen takia on tärkeä varmistaa väliaikainen valaistus porrashuoneisiin. Väliaikaista työmaavalaistusta pidetään päällä 24 tuntia vuorokaudessa. Työmaan aikana pi-menneet työmaavalaistimet huolletaan välittömästi. [29, s.1.]

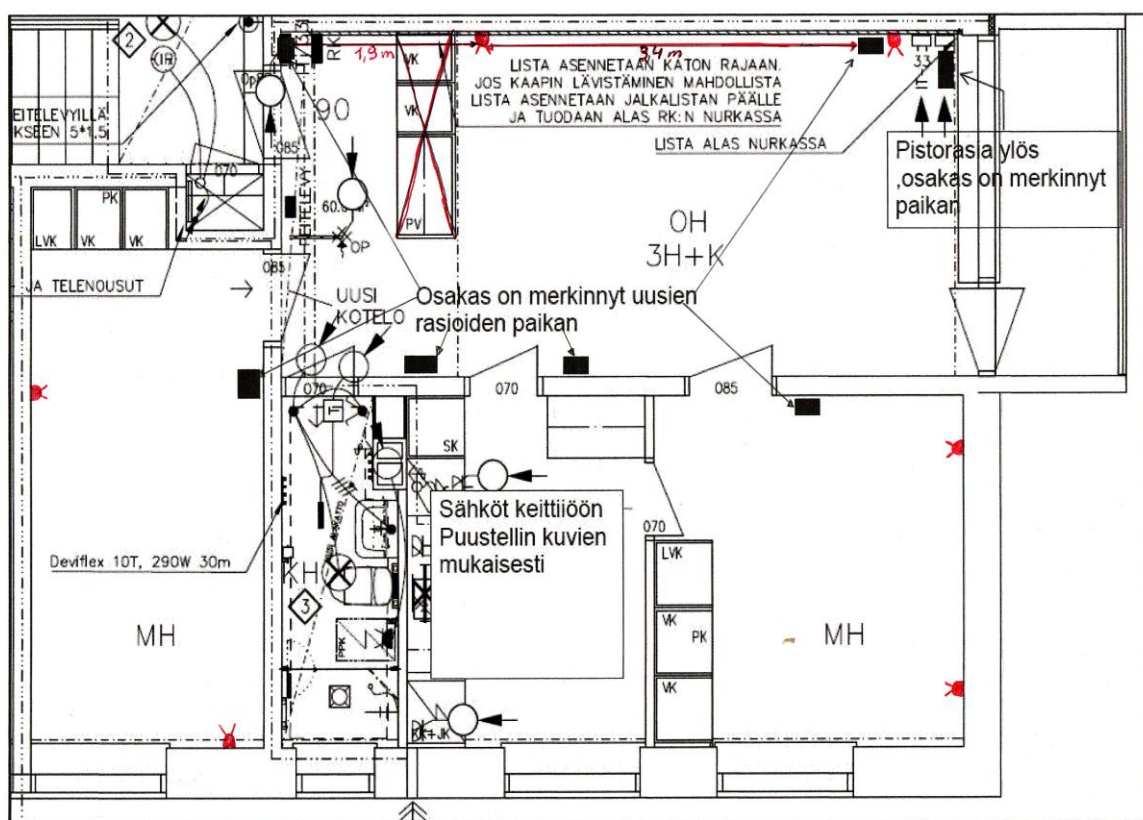
Kaapeleiden viemistä teiden tai jalkakäytävien yli ei suositella rakennustyömaalla. Jos näin joudutaan tekemään, tulee kaapelit suojata huolellisesti mekaanista vaurioitumista vastaan. [29, s.1.]

## Lisä- ja muutostyöt

Sähkölinjasaneeraustyömailla saattaa syntyä paljon lisä- ja muutostöitä, usein jopa kymmenen prosenttia urkaan hinnasta. Kaikkien osapuolien pitää varautua näihin töihin. Lisä- ja muutostöitä ilmenee muun muassa puutteellisista suunnitelmista, lähtötietojen puutteista ja olosuhteiden muuttumisesta johtuen. [6, s.40.]

Muutostyöllä tarkoitetaan työtä, joka muuttaa urakasopimuksessa sovitun työn sisältöä, joka ei saa oleellisesti muuttua. Sähköurakoitsija on velvollinen toteuttamaan tilaajan vaatimat muutostyöt. Jos alkuperäiseen urakkaan kuuluvaan järjestelmään täytyy lisätä laite tai parantaa laatua, voidaan se tulkita muutostyöksi. [6, s. 40–41.]

Tyypillinen lisätyö perustuu esimerkiksi osakkaiden omiin tarpeisiin asunnon sähköasennusten suhteen. Kuvan 14 mukaisessa esimerkkitapauksessa osakas on toivonut seitsemää lisäpistorasiaa asuntonsa eri huoneisiin. Koko huoneistoon varustetaso on alkuperäinen. Olohuoneessa on kaksi tavallista kaksiosaista uppopistorasiaa, antennirasia ja katossa jakorasia, jonka päällä on koukkukansi. Molemmissa makuuhuoneissa on samat sähkövarusteet pois lukien antennirasia. Osakas toivoo yhtä pistorasiaa eteiseen sähkökeskuksen alapuolelle. Tähän paikkaan ei voida asentaa tavallista pistorasia, koska urakan mukaisesti IT-keskuksen sisällä on valmis asennettu kaksiosainen maadoitettu pistorasia. ST-51.40 kortiston mukaan suojausluokan 0 ja 1 pistorasioiden välisen etäisyyden tuli olla vähintään neljä metriä. [9, s.4.]



Kuva 14. Esimerkkisähkötyöpiirustus linjasaneeraustyömaalla, 1960-luvun kerrostalon kolmio. Kuvan käyttöoikeus pyydetty työmaan pääurakoitsijalta.

Sen jälkeen kun eteisen pistorasia on maadoitettu, myös olohuoneen pistorasia ei enää täytä tarvittavaa turvallisuusetäisyyttä. Tähän löytyy kaksi eri ratkaisua eli olohuoneen pistorasia voidaan poistaa tai olohuoneen pistorasian vaihtaminen maadoitettuun. Jos olohuoneen pistorasian poistetaan, kaikki uudet pistorasiat saavat olla 0-luokaisia. Maa-

doitettu pistorasia on mahdollista suojata vikavirtasuojakytkimellä, mikä parantaa huomattavasti huoneen sähköturvallisuutta. Tässä esimerkkitapauksessa olohuoneen kaikki pistorasiat maadoitettiin ja makuuhuoneisiin asennettiin uudet 0-luokkaiset pistorasiat.

## 7 Luovutuksen vaiheet ja mittaukset

Luovutuksessa kaikki urakkaan kuuluvat työvaiheet pitää olla suoritettuna, työkuvat päivitetty kaikilla tehdyllä muutoksilla (punakynäversio), kaikkien asuntojen tarkastuspöytäkirjat luovutuskansio tarkistettu ja palautettu rakennuttajalle.

### Itselle luovutus

Asuntojen luovutus tapahtuu yleensä linjoittain. Luovutuslinjassa tavallisesti on alle kymmenen asuntoa riippuen kerrosmäärästä. Usein on mahdollista luovuttaa kaksi linjaa samaan aikaan riippuen työmaan aikataulusta. Kaikki luovutuslinjojen asunnot täytyy olla täysin valmiina luovutuspäivänä, asuntojen sähköasennukset sekä muut järjestelmät täytyy olla mitattu ja mittauksista laadittu mittauspöytäkirjat. Luovutuksen jälkeen urakoitsijalla on kaksi viikkoa aikaa korjata asukkaiden sekä valvojen esille tuomia puutteita. [6, s.43.]

### Toimintakunnon varmistaminen

Ennen vastaanottotarkastusta sähköurakoitsijan on tarkistettava asennuttujen laitteiden oikea toiminta. Tilaajalla on oikeus vaatia, että järjestelmät toimivat vaatimusten mukaisesti. Tarkastuksesta ei välttämättä tarvitse tehdä pöytäkirjaa, vaan riittää rasti ruutuun-periaatteella todeta laitteiden toimintaan. [6, s.79.]

Toimintakokeet suoritetaan järjestelmäkohtaisissa ohjeissa kuvatulla tavalla sähköurakoitsijan ilmoitettua rakennuttajalle niiden olevan toimintakunnossa. Asennusten on oltava siinä valmiudessa, että toimintakokeen jälkeen voidaan aloittaa laitteiden säätö ja viritys. [13, s. 346.]

Urakoitsija on velvollinen suorittamaan asukkaiden opastus järjestelmien käyttöön ja hoitoon (automaattisulakkeet, vikavirtasuojat ja lattialämmitystermostatit). Myös urakoitsija

suorittaa käytön opastuksen huoltohenkilökunnalle kaikille uudelle järjestelmille (paloilmoitinkeskus, kiukaan ohjauskeskus, jne.), jotka ovat asennettu urakkaan aikana (sähköyöselostus). [32, s. 9.]

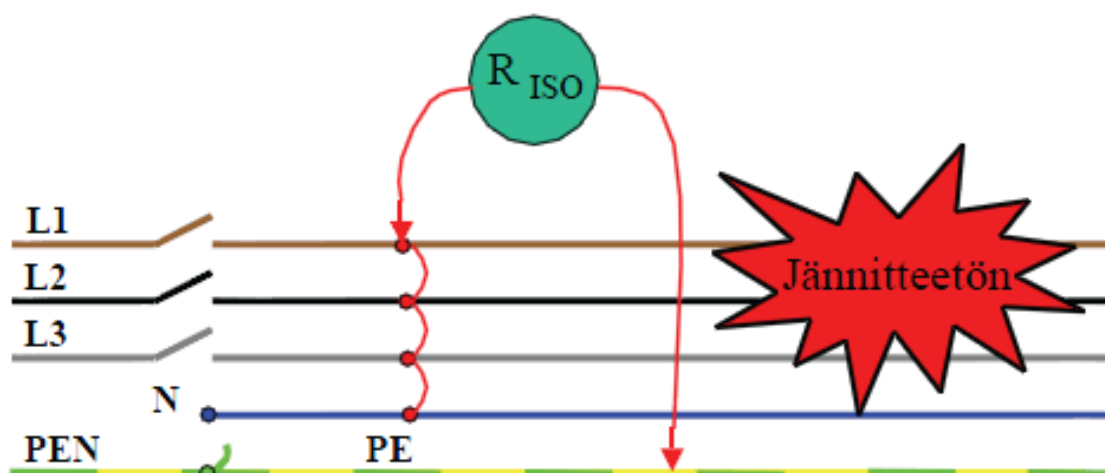
#### Asuntojen käyttöönottotarkastus

Ennen kuin sähkölaitteisto voidaan ottaa käyttöön, on sille tehtävä käyttöönottotarkastus. Käyttöönottotarkastus tehdään standardin SFS 6000-6 mukaisesti. Tähän sisältyy astinvarainen tarkistus, sekä tarvittavat mittaukset ja niiden dokumentointi. [10, s. 2.]

Ensimmäisenä tehdään astinvarainen tarkistus. Tämä mittausta tehdään, kun asunnon sähkökeskus on jännitteettömänä. Tarkastus kohdistuu pääosin sähköiskulta suojaukseen, palo ja mekaanisen suojaukseen ja merkintöihin. [11, s. 354.]

Suojajohtimien jatkuvuus mitataan jännitteettömässä asunnossa. Mittauksessa mitataan kaikkien PE-, ja PEN-, pää- ja lisäpotentiaalitasausjohtimien jatkuvuus. Mittauksen hyväksyttävä mittauseroa ei ole olemassa ja tulokset vaihtelevat 0-2 ohmia riippuen johdotuksilla. Pöytäkirjaan (liite 4) merkitään ryhmän huonoin tulos. [11, s. 355.]

Sähköasennuksen eristysresistanssimittauksella varmistetaan, että jännitteiset osat ovat riittävästi eristettyjä maasta. Eristysresistanssimittaus tehdään kuvan 15 mukaisesti.



Kuva 15. Mittaus TN-S- järjestelmä [13, s.340].

TN-S-järjestelmässä mittaus tehdään vaihe ja nollajohtimien (L1, L2, L3, N) ja PE-johtimen väliltä. TN-C-järjestelmässä vaihejohtimien ja PEN- johtimen väliltä. Eristysresistanssi on riittävän hyvä, jos mitattuna arvo on 1 taulukon mukainen. Jos mittaustulos on pienempi sallittua, täytyy mitata jokaisen ryhmän erikseen, niin pitkälle kunnes vika- paikka löydetty. [13, s.340.]

Taulukko 1 Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot [11, s.355]

		Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot
Virtapiirin nimellisjännite [V]	Koejännite (DC) [V]	Eristysresistanssi [ $M\Omega$ ]
SELV, PELV	250	> 0,25
< 500 V	500	> 0,5
> 500 V	1000	> 1,0

Syötön automattisen poiskytkennän toiminnan mittauksista kutsutaan myös oikosulkuvirran mittaukseksi. Mittaus suoritetaan suojauksen kannalta huonoimmista kohdista mittaamalla oikosulkuvirta. Mittaus on tehtävä jokaisen huoneiston lähtevään ryhmään. Mittaus suoritetaan asennustesterillä ohjeiden mukaan. Mittaustulosta tulee muistaa verrata ryhmän suojalaitteen taulukoista löytyviin vaadittuihin mittaustuloksiin. [13, s.344.] Mittaustulokset kirjoitetaan mittauspöytäkirjaan (liite 4).

Vikavirran toimintatestauksen alkuvaiheessa vikavirtasuojan toiminta on tarkistettava painamalla testipainike. Lisäksi testataan, ettei vikavirtasuojan toimintavirta ylitä laitteen nimellistoimintavirtaa. Suositeltavin tapa on mitata vikavirtasuojan todellinen toimintavirta nousevalla vikavirralla. [13, s.345.] Sekä vikavirtasuojan toiminta-aika, että toimintavirran mittaustulokset kirjoitetaan mittauspöytäkirjaan (liite 4).

Toimintatestit tehdään viimeisinä. Testien aikana tarkistetaan toimivuus sähkölaitteista, jotka on asennettu ja kytketty remontin aikana. Sähkölaite voi olla esimerkiksi sähköliesi, sähkökiuas tai sähköinen palovaroitin. Kaikki laitteet tarkistetaan käyttöohjeiden mukaan. [13, s.346] Tulokset tai huomiot kirjoitetaan ylös pöytäkirjaan (liite 4).

## Luovutuksen dokumentointi

Käyttöönottotarkastuksen dokumentoinnissa urakoitsija luovuttaa käyttöönottotarkastuksen pöytäkirjat rakennuttajalle ennen vastaanottotarkastusta. Sinne tulee vähintään merkitä jokaisen lähtöryhmän jatkuvuus, oikosulkuvirran mittaustiedot ja keskuksen eristysresistanssin arvot. Jos sulakeryhmä on kytketty vikavirtasuojaan, tulee merkitä myös toiminta-aika ja laukaisuvirta. Laitteiden toimintokunto merkataan OK-merkillä, jos ne ovat kunnossa. Tarkastuspöytäkirjassa on oltava kohteen osoite ja asunnon numero. Käyttöönottopöytäkirja laaditaan jokaisesta asunoista erikseen. Jotta tarkistettavat laitteistot ja järjestelmät voidaan ottaa käyttöön, niiden on täytettävä standardissa asetetut vaatimukset. [13, s.346.]

Huoltokansioon laaditaan sähkötyöselostuksen mukaiset dokumentit. Näitä ovat huolto- ja käyttöohjeet urakoitsijan toimittamista laitteista, sähkökalusteista ja valaisimista. Oman kokemuksen perusteella kansion tekemistä helpottaa erityisesti se, jos urakan aikana urakoitsija on ottanut talteen käyttöohjeita kaikista uusista laitteista, jotka on toimitettu työmaalle.

Sähköturvallisuuden varmistamiseksi sähkölaitteistolle on tehtävä myös varmennustarkastus. Sähkölaitteiston varmennustarkastus suorittaa valtuutettu tarkastaja ja luovuttaa tarkastuspöytäkirjan rakennuttajalle. Varmennustarkastus on tilattava viimeistään kolmen kuukauden kuluttua urakan valmistumisesta ja hyväksytystä vastaanotossa. [28, s.36.]

## 8 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena on ollut antaa hyvät pohjatiedot esimerkiksi sähköurakoitsijalle, jolla ei vielä ole ollut kokemusta sähkölinjasaneerauksista 1960–1970-lukujen kerrostaloissa. Vaikka sähköurakoitsija ei olisi koskaan osallistunut tämän tyyppisiin projekteihin, opinnäytetyön pohjalta hänellä pitäisi olla käsitys linjasaneerausten sähköasennusten erikoispiirteistä, urakoinnista, työvaiheiden organisoinnista ja 1960- ja 1970-lukujen kerrostalojen asennuksista. Opinnäytetyö kuvaa myös perustyövaiheet, aikataulut, materiaalit ja dokumenttinhallinnan, mistä voi olla apua sähköurakoinnissa.

1960- ja 1970-lukujen kerrostalojen linjasaneerausremontit ovat kasvussa, mikä vaikuttaa myös sähköurakoiden määrään. Sähkölinjasaneeraus on omalaatuinen projekti, koska asuntojen vanhat sähköasennukset uusitaan nykypäivän standardien mukaan ja samalla voidaan säilyttää vanhoja asennuksia. Tämä on haastava mutta toisaalta mielenkiintoinen tehtävä. Myös asukkaiden toiveet on hyvä saada onnistumaan saneerausprojektissa ja huomioida samaan aikaan sähköturvallisuus. Kaikkia toiveita ei aina voida toteuttaa.

Opinnäytetyön tekeminen on ollut todella mielenkiintoista, koska samaan aikaan olen työskennellyt 1960-luvun kerrostalon sähkölinjasaneerauksessa. Olen seurannut käytännön töitä työmaalla ja esittänyt omia kokemuksia myös opinnäytetyössä. Olen osallistunut työmaan urakoitsijapalaveriisiin, katselmuksiin ja työvaiheilmoituksen laadintaan, mistä on ollut paljon hyötyä opinnäytetyön tekemisessä.

## Lähteet

- 1 Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 2009: RIL 252-1-2009 Asuinkerrostalojen linjasaneeraus - hankeprosessi ja tekniset ratkaisut 60- ja 70- lukujen kerrostaloissa, Osa 1: Perusteet ja ohjeet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- 2 Neuvonen Petri (toim.), 2006: Kerrostalot 1880-2000, -arkkitehtuuri, rakennustekniikka, korjaaminen. Rakennustieto Oy.
- 3 Mäkiö Erkki; Malinen Maarit; Neuvonen Petri; Kari Vikström; Mäenpää Risto; Saarenpää Jukka; Tähti Esko, 2016: Kerrostalot 1960-1975, Rakennustieto Oy.
- 4 Pietikäinen Anita; Stand Tiina, 2008: Hallittu putkiremontti. Rakennustieto Oy.
- 5 Lappalainen Markku, 2011: Kerrostalon peruskorjaus - suunnittelu ja toteutus taloyhtiössäni, Rakennustieto Oy.
- 6 Ukkonen Keijo, 2012: Työmaanhoito, Sähköinfo Oy.
- 7 Mäkiö Erkki, Malinen Maarit, Neuvonen Petri, Sinkkilä Jyrki, Tuunanen Anna-Maija, Saarenpää Jukka, 1989: Kerrostalot 1940-1960, Rakennuskirja Oy.
- 8 Sähkötieto ry, 2018: Sähköurakan aikataulu. Severi sähköinen aineistopalvelu, ST 72.21. Sähköinfo Oy.
- 9 Sähkötieto ry, 2018: Asuntojen sähköasennusten tyypillisimmät korjaus-, muutos- ja laajennustyöt. ST 51.40. 2013. Sähköinfo Oy.
- 10 Sähkötieto ry, 2013: Asuntojen sähköasennusten tyypillisimpien korjaus-, muutos- ja laajennustöiden käyttöönottotarkastus ja dokumentointi. ST 51.41. 2013. Sähköinfo Oy.
- 11 Sesko ry, 2012: SFS-käsikirja 600-1. Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.
- 12 Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 2017: RIL 268-2017 Asuinkiinteistöä kehittävä linjasaneeraus - strategia, suunnittelu ja toteutus. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- 13 Tiainen Esa, 2013: D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo Oy.
- 14 Kiinteistöliitto, 15.11.2017: Korjausrakentamisbarometri. Verkkoaineisto. <https://www.kiinteistoliitto.fi/palvelut/tutkimus/korjausrakentamisbarometri/> (luettu 11.6.2018)



- 15 Murtomäki Irene, 7/2010: Putkiremontin yhteydessä varteenotettava vaihtoehto. Artikkel, Kiinteistöporssi.
- 16 Rexel: Asiakaskohtaiset Nonstop Omavarastot ja 24h-myymälät. Verkkoaineisto. <https://www.rexel.fi/Palvelut/Nonstop-omavarasto/>, (luettu 28.5.2018).
- 17 Laksola Jaakko, 2007: Onnistunut putkistoremontti osa 2, tekniset vaihtoehdot. Gummerus Kirjapaino Oy.
- 18 Sesko ry, 2012: Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 pienjännitesähköasennukset. Täydentävät vaatimukset. SFS käsikirja 600-1. Suomen Standardisoimisliitto ry.
- 19 Ristilä Juha, (toim.), 2017: Antennijärjestelmät. St-käsikirja 12. Sähköinfo Oy.
- 20 Viestintävirasto, julkaistu 15.7.2013, päivitetty 5.3.2018: Määräys 65 kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista. Verkkoaineisto. <https://www.viestintavirasto.fi/ohjausjavalvonta/laitmaarayksetpaatokset/maaraykset/maarayks65kiinteistonsisaverkoistajateleurakoinnista.html> (luettu 14.6.2018).
- 21 Holmén Christer, et al., 2004: Paloilmoitinjärjestelmät. St-käsikirja 10. Sähköinfo Oy.
- 22 Ylinen Timo, (toim.) 2011: Sähköremontti, Sähköinfo Oy.
- 23 Kuva kattovalaistuspistorasiasta. Verkkoaineisto. [www.onninen.fi/valaisinpistorasiat](http://www.onninen.fi/valaisinpistorasiat) (luettu 14.6.2018).
- 24 Kuva kylpy- ja suihkuhuonetilojen sähköasennusten turva-alueista. Verkkoaineisto. [https://www.stek.fi/Sahkoturvallisuus/Sahkonkaytto\\_kotona/fi\\_FI/Sahkon\\_kaytto\\_eri\\_tiloissa/](https://www.stek.fi/Sahkoturvallisuus/Sahkonkaytto_kotona/fi_FI/Sahkon_kaytto_eri_tiloissa/) (luettu 12.6.2018).
- 25 Kuva antennitähtiverkosta. Verkkoaineisto. <http://docplayer.fi/1265977-Antennitekniikka-tv-lahetteen-siirtamiseen-on-kolme-siirtotiet-dvb-s-satelliitti-dvb-t-maanpaallinen-dvb-c-kaapelijakelu.html> (luettu 14.6.2018).
- 26 Kuva valaisinpistorasiasta. Verkkoaineisto. <https://www.clasohlson.com/fi/Valaisinpistorasia-kattoon/Pr364889000> (luettu 14.6.2018).
- 27 Kuva valaisinpistotulpasta. Verkkoaineisto. <https://www.hongkong.fi/fi/tyokalut-ja-nikkarointi/sahko-ja-lvi-tarvikkeet/sahkotarvikkeet/pistorasiat-ja-pistotulpat/electrogear-valaisinpistotulppa-1-lk/p/215611/> (luettu 13.6.2018).
- 28 Sesko ry, 2012: SFS-käsikirja 600.2. Sähköasennukset. Osa 2: Säädökset, sähkötyöturvallisuus, erityisasennukset ja liittyvät standardit. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- 29 Sähkötieto ry, 2009: Rakennustyömaan sähköverkko suunnittelu. ST 51.35. Sähköinfo Oy.

- 30 Sähköalojen ammattiliitto Ry, 2017: Sähköistys- ja sähköasennusalan työehtosopimus 2017 – 2018. Sähkötekniset työnantajat STTA ry; Palvelualojen työnantajat PALTA ry; Sähköalojen ammattiliitto ry.
- 31 RAKLI ry, 1998: Rakennusurakan yleiset sopimusehdot – YSE 1998 13 §. Verkoaineisto. <https://www.urakkamaailma.fi/rakennusurakan-yleiset-sopimusehdot> (luettu 15.4.2018).
- 32 Outinen, Hannu-Pekka, 14.10.2016: Sähkötyöselostus. Sweco taloyhtiöpalvelut. Materiaali saatavilla insinööritöön kirjoittajalla.

## Liite 1 Työvaiheilmoitus

TYÖVAIHEILMOITUS nro:38			
Urakka : Sähköurakka		Pvm : 28.5.2018	VK : 22
Kohde : _____			
Työvoima :	Asentajat : 5	Toimihenkilöt : 1	Aliurakoit : 0
Työvaiheet nyt :		Aloitettu VKO	Valmius aste-%
	B-talo 3-4 linja keskusasennukset	20	90
	B-talo 5 linja keskusasennukset	21	40
	B-talo toinen nousukaapelointi	20	100
	B-talo ullakon työt	20	70
	B-talo kellarin työt	19	50
Seuraavaksi :	Ulkovalojen kytkentä hämäräkytkimellä.		
"3-viikkois"	Puhelinkaapeleiden vedot A-B talojen välissä		
	B-talo 5-linja kaapelointi		
	B-talo 3-4 linja keittiön sähkötyöt		
Aikataulu-tilanne	B-talon saunan työt viivästävät. Sähköurakoitsijat eivät pääsevät vieläkaan asentamaan lattialämmityksen.		
Suunnitelma-tarpeet			
Havaitut ongelma-kohdat / selv.			
Pidetyt tarkastukset ja kokeet (pvm)	Lisä- ja muutostyötarjoukset		
B-talo 1-2 linja asuntokohtaiset käyttönottomittaukset-23-24.5	Ulkovalojen ohjaus		
	Ulko-ovien sähkölukitukset		
	Siivousvelvoite hoidettu <input checked="" type="checkbox"/>		
Sovitus muiden urakoitsijoiden kanssa			
Tarviketoimitukset			
Hyväksyttävät			
- toimittajat			
- materiaalit			
- alihankkijat			
Muita kokous asioita			
Allekirjoitus : _____			

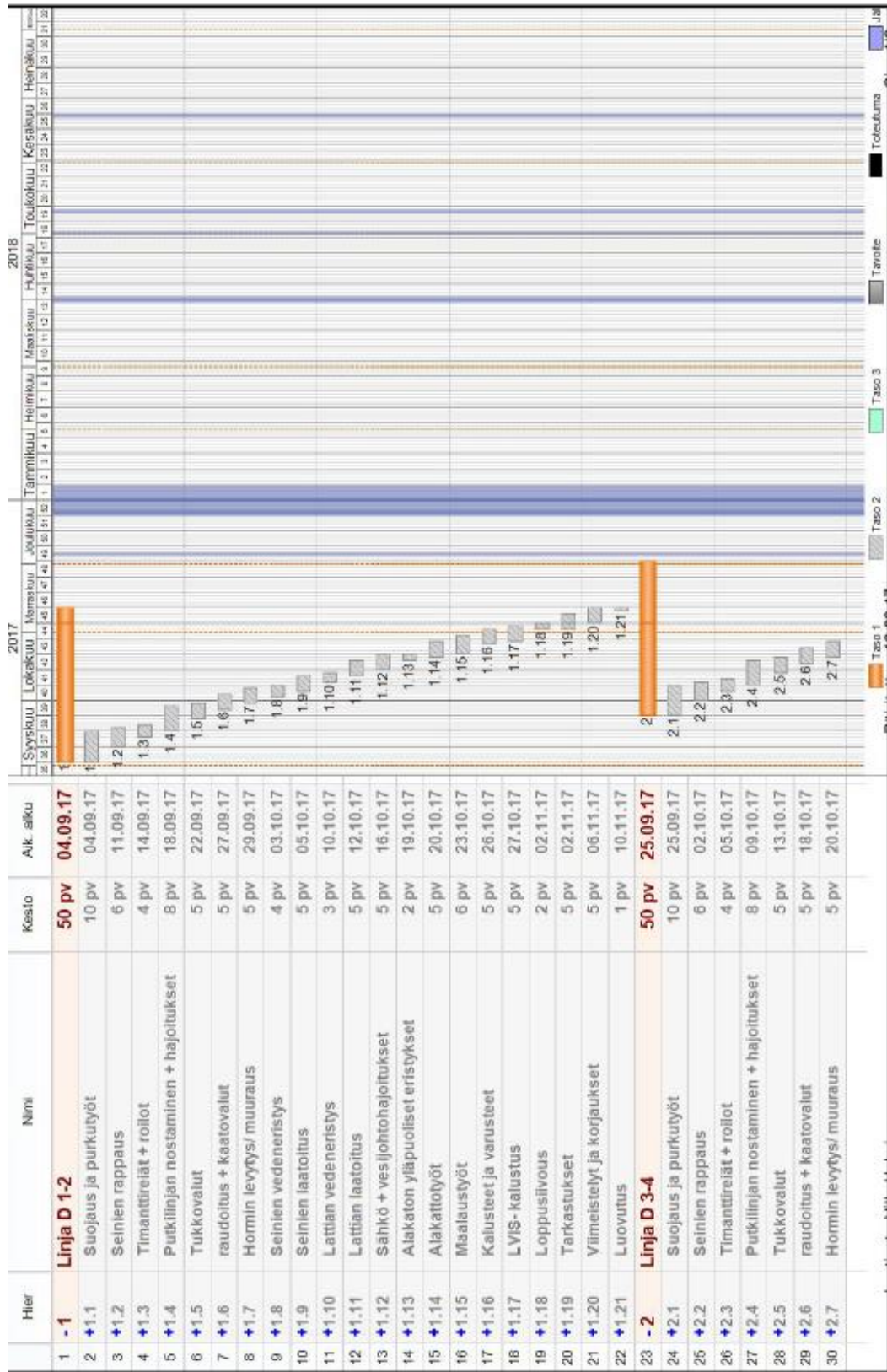
## Liite 2 Maksuerätaulukko

Toimittaja:		MAKSUERÄTAULUKKO		
Projektinimi:		5.10.2016		
Urakka: SAHKOURAKKA		Maksuerä: 92		
Tilaa:		Alv 0 %	615 400 €	
		Alv 24 %	123 886 €	
		Yhteensä	639 286 €	
Erä	Selitys	€ alv 0 %	€ alv 24 %	€ yhteensä
E001	Kun sopimus on allekirjoitettu ja vakuus on toimitettu tilaajalle			
	<b>Keskukset:</b>			
E002	Pääkeskus asennettu paikalleen			
E003	Nousukeskus D asennettu paikalleen			
E004	Nousukeskus C asennettu paikalleen			
E005	Nousukeskus B asennettu paikalleen			
E006	Kun Kinttistökeskus KKA asennettu paikalleen			
E007	Kun Kinttistökeskus KKB asennettu paikalleen			
E008	Kun Kinttistökeskus KKC asennettu paikalleen			
E009	Kun Kinttistökeskus KKD asennettu paikalleen			
E010	Kun Mittauskeskus MK A1 asennettu paikalleen			
E011	Kun Mittauskeskus MK A2 asennettu paikalleen			
E012	Kun Mittauskeskus MK B1 asennettu paikalleen			
E013	Kun Mittauskeskus MK B2 asennettu paikalleen			
E014	Kun Mittauskeskus MK C1 asennettu paikalleen			
E015	Kun Mittauskeskus MK C2 asennettu paikalleen			
E016	Kun Mittauskeskus MK D1 asennettu paikalleen			
E017	Kun Mittauskeskus MK D2 asennettu paikalleen			
E018	Kun Mittauskeskus MK D1 asennettu paikalleen			
E019	Kun Mittauskeskus MK D2 asennettu paikalleen			
	<b>A talo</b>			
E020	Kun huoneistokeskukset toimitettu työmaalle			
E021	Kun lohio A1 nousukaapeloinnit päätösin valmiit			
E022	Kun lohio A2 nousukaapeloinnit päätösin valmiit			
E023	Kun lohio A3 nousukaapeloinnit päätösin valmiit			
E024	Kun lohio A1 asunnot päätösin kaapeloitu			
E025	Kun lohio A2 asunnot päätösin kaapeloitu			
E026	Kun lohio A3 asunnot päätösin kaapeloitu			
E027	Kun asennukset päätösin valmiit			
E028	Punakynnit tarkastettu			
	<b>B talo</b>			
E029	Kun huoneistokeskukset toimitettu työmaalle			
E030	Kun lohio B1 nousukaapeloinnit päätösin valmiit			
E031	Kun lohio B2 nousukaapeloinnit päätösin valmiit			
E032	Kun lohio B3 nousukaapeloinnit päätösin valmiit			
E033	Kun lohio B1 asunnot päätösin kaapeloitu			
E034	Kun lohio B2 asunnot päätösin kaapeloitu			
E035	Kun lohio B3 asunnot päätösin kaapeloitu			
E036	Kun asennukset päätösin valmiit			
E037	Punakynnit tarkastettu			

	<b>C talo</b>			
E038	Kun huoneistokeskukset toimitettu työmaalle			
E039	Kun lohio C1 nousukaapeloinnit päätösin valmiit			
E040	Kun lohio C2 nousukaapeloinnit päätösin valmiit			
E041	Kun lohio C3 nousukaapeloinnit päätösin valmiit			
E042	Kun lohio C1 asunnot päätösin kaapeloitu			
E043	Kun lohio C2 asunnot päätösin kaapeloitu			
E044	Kun lohio C3 asunnot päätösin kaapeloitu			
E045	Kun asennukset päätösin valmiit			
E046	Punakynnit tarkastettu			
	<b>D talo</b>			
E047	Kun huoneistokeskukset toimitettu työmaalle			
E048	Kun lohio D1 nousukaapeloinnit päätösin valmiit			
E049	Kun lohio D2 nousukaapeloinnit päätösin valmiit			
E050	Kun lohio D3 nousukaapeloinnit päätösin valmiit			
E051	Kun lohio D1 asunnot päätösin kaapeloitu			
E052	Kun lohio D2 asunnot päätösin kaapeloitu			
E053	Kun lohio D3 asunnot päätösin kaapeloitu			
E054	Kun asennukset päätösin valmiit			
E055	Punakynnit tarkastettu			
	<b>Yleiset tilat</b>			
E056	Talo A Kellari kaapeliyhdytystä 20% asennettu kellarin			
E057	Talo A Kellari kaapeliyhdytystä 50% asennettu kellarin			
E058	Talo A kellarin valaisimista 20% asennettu			
E059	Talo A kellarin valaisimista 90% asennettu			
E060	Talo A kellarin kaapeleista 20% asennettu			
E061	Talo A kellarin kaapeleista 90% asennettu			
E062	Talo A IV konehuone kaapeleista 20% asennettu			
E063	Talo A IV konehuone kaapeleista 80% asennettu			
E064	Talo B Kellari kaapeliyhdytystä 20% asennettu kellarin			
E065	Talo B Kellari kaapeliyhdytystä 50% asennettu kellarin			
E066	Talo B kellarin valaisimista 20% asennettu			
E067	Talo B kellarin valaisimista 90% asennettu			
E068	Talo B kellarin kaapeleista 20% asennettu			
E069	Talo B kellarin kaapeleista 90% asennettu			
E070	Talo B IV konehuone kaapeleista 20% asennettu			
E071	Talo B IV konehuone kaapeleista 80% asennettu			
E072	Talo C Kellari kaapeliyhdytystä 20% asennettu kellarin			
E073	Talo C Kellari kaapeliyhdytystä 50% asennettu kellarin			
E074	Talo C kellarin valaisimista 20% asennettu			
E075	Talo C kellarin valaisimista 90% asennettu			
E076	Talo C kellarin kaapeleista 20% asennettu			
E077	Talo C kellarin kaapeleista 90% asennettu			
E078	Talo C IV konehuone kaapeleista 20% asennettu			
E079	Talo C IV konehuone kaapeleista 80% asennettu			
E080	Talo D Kellari kaapeliyhdytystä 20% asennettu kellarin			

E081	Talo D Kellari kaapeliyhdytystä 50% asennettu kellarin			
E082	Talo D kellarin valaisimista 20% asennettu			
E083	Talo D kellarin valaisimista 90% asennettu			
E084	Talo D kellarin kaapeleista 20% asennettu			
E085	Talo D kellarin kaapeleista 90% asennettu			
E086	Talo D IV konehuone kaapeleista 20% asennettu			
E087	Talo D IV konehuone kaapeleista 80% asennettu			
E088	Talo D liittymiskaapeleista asennettu 50%			
E089	Talo B liittymiskaapeleista asennettu 50%			
E090	Talo B liittymiskaapeleista asennettu 50%			
E091	Kun kohde on vastaanotettu			
E092	Kun virheet ja puutteet on korjattu sekä takuajan vakuus annettu ja taloudellinen loppuselytyks pöytä			
Yhteensä				
Maksuerän ridan osuus on maksettava eräpäivään mennessä.		0	0	0

### Liite 3 Työmaan linja-aikataulu



## Liite 4 Mittauspöytäkirja

ASUNTOKOHTAISET KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET JA MITTAUKSET										
Kohde						Projekti nro				
Osoite										
Porras:					As. nro:					
Eristysresistanssi L1-2-3-N/PE. Jos keskus on mitattu kerralla, arvo R >500 Mohm										
Rno	Er R Mohm	Pe jat- kuvuus (Ω)	Vikavirta sk. lauk (mA)	Oikosulku virta (A)	Huomautuksia	Tarkastuskohteet				
						Laite	U	Nap	Test	Huom.
1.1						Pistor.	OK		OK	
1.2						Val.	OK		OK	
1.3						Liesi	OK		OK	
2.1		0,28		834		Keittiöl.	OK		OK	
2.2		0,36		648		Lattialäm.	-		-	
2.3						ATK	OK		OK	
3.1						Antenni	OK		OK	
3.2		0,45		505		Palovar.	OK		OK	
3.3		0,74		316						
4.1										
5.1		0,41	27	570						
5.2		0,36	24	645						
5.3										
5.4										
6.1		0,54	21	432						
6.2		0,34	21	683						
6.3										
6.4		0,33	21	707						
6.5		0,33	24	704						