



# Sähkösuunnittelun esimerkkiaineistoa

Asuinkerrostalokohde

Kati Laine

OPINNÄYTETYÖ  
Joulukuu 2022

Talotekniikan ylempi tutkinto-ohjelma

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan ylempi tutkinto-ohjelma

LAINEN, KATI:  
Sähkösuunnittelun esimerkkiaineistoa  
Asuinkerrostalokohde

Opinnäytetyö 41 sivua  
Joulukuu 2022

---

Sähkösuunnitteluun vaikuttaa monet erilaiset asiat, joita sähkösuunnittelijan tulee ottaa huomioon tehdessään sähkösuunnitelmia. Sähkösuunnittelijan tehtävä on toteuttaa tilaajan asettamat tavoitteet parhaalla mahdollisella tavalla. Lainsäädäntö, määräykset, standardit, tekniset vaatimukset ja asiakkaan tarpeet antavat reunaehdot sähkösuunnittelijalle, minkä mukaan hänen tulee toimia.

Opinnäytetyön tavoitteena oli koota esimerkkiaineisto oppimateriaaliksi uudelle sähkösuunnittelijalle, minkä avulla voi perehtyä suunnitteluratkaisuihin ja suunnitteluprosessin etenemiseen.

Esimerkkiaineisto tehtiin Tampereen korkeakouluuyhteisön TUNI Moodle verkko-oppimisympäristöön tapaustutkimuksena. Aineistona käytettiin valmistuneiden kerrostalokohteiden suunnitelmaotteita, joiden ratkaisut perusteltiin ja samalla annettiin näkemys siitä, mitä sähkösuunnittelija on ajatellut ja ottanut huomioon suunnitteluratkaisuissa.

Sähkösuunnittelussa on paljon asioita ja samojen asioita voidaan käsitellä eri näkökulmista useissa vaiheissa, jolloin esimerkkien rajaus sopiviin kokonaisuuksiin oli haasteellista. Esimerkkiaineistoa voidaan kuitenkin täydentää, laajentaa tai muuttaa sen mukaan, mitä kaikkea siinä halutaan käsitellä ja TUNI Moodle alustan monipuolisuus antaa materiaalin jatkokehitykselle rajattomat mahdollisuudet.

---

Asiasanat: sähkösuunnittelu, asuinkerrostalo, suunnittelutehtävät, sähkösuunnitelmat

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Master's degree in Building Services Engineering

LAINEN KATI:  
Example material for electrical design  
Residential apartment building project

Bachelor's thesis 41 pages  
December 2022

---

The purpose of this thesis was to collect information and teaching material for new electrical designers on what should be taken into account in electrical design.

This study was carried out as a case study. Example materials were collected from the electrical plans of completed residential apartment building projects. The design solutions were justified. At the same time a view was given of what the electrical designer has thought and taken into account in the design solutions. The material was created for the TUNI Moodle online learning environment.

The electrical designer must take many things into account. It was difficult to crop the material because the same things can be taken into account in different contexts. However, the material can be expanded and further developed indefinitely.

---

Key words: electrical design, residential apartment building, design tasks, electrical plans

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	SÄHKÖSUUNNITTELU .....	6
	2.1 Lainsäädäntö .....	6
	2.2 Standardit.....	7
	2.3 Tehtäväluettelot.....	8
	2.3.1 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18.....	9
	2.3.2 Asuntosuunnittelun tehtäväluettelo PS ARK GEO RAK LVI SÄH .....	10
3	SUUNNITTELU TEHTÄVÄT .....	12
	3.1 Tarveselvitys .....	12
	3.2 Hankesuunnittelu .....	12
	3.3 Luonnossuunnittelu .....	13
	3.4 Toteutussuunnittelu.....	23
	3.4.1 Alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen .....	23
	3.4.2 Rakennuslupa- ja markkinointiasiakirjojen laatiminen .....	29
	3.4.3 Suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten.....	29
	3.4.4 Täydentävien suunnitelmien laatiminen.....	30
	3.5 Rakennusaikaiset tehtävät .....	30
	3.6 Käyttöön- ja vastaanottoon liittyvät tehtävät.....	31
	3.7 Käytönaikaiset tehtävät .....	31
	3.8 Erillistehtävät.....	32
4	SÄHKÖSUUNNITTELU ESIMERKKI.....	33
5	POHDINTA .....	38
	LÄHTEET.....	39

## 1 JOHDANTO

Sähkösuunnitteluun vaikuttavat monet asiat. Sähkösuunnittelijan tehtävä on laatia tilaajan asettamien tavoitteiden mukainen paras mahdollinen suunnitelma, joka huomioi myös loppukäyttäjän parhaalla mahdollisella tavalla ja hyvillä toteutustavoilla. Sähkösuunnitelmiin vaikuttavat useat muiden asettamat reunaehdot ja tavoitteet. Laki, määräykset ja turvallisuusvaatimukset tuovat omat vaatimuksensa. Asiakkaan toiveet, tarpeet ja halut tuovat toisen puolen tavoitteille. Taloudelliset seikat ja tekniset vaatimukset ovat jossain siinä välissä ja nämä kaikki täytyy huomioida suunnittelussa.

Opinnäytetyön tavoitteena on laatia aineisto kerrostalokohteen sähkösuunnittelun vaiheista, jotka perustuvat yleisiin tehtäväluetteloihin. Tavoitteena on myös selvittää suunnitteluratkaisuiden perusteita ja mitkä tekijät vaikuttavat ratkaisuihin. Aineiston tavoite on laatia suunnitteluprosessin eri vaiheiden ja dokumenttien kokonaisuus, minkä avulla uusi suunnittelija voi perehtyä suunnitteluratkaisuihin sekä suunnitteluprosessin etenemiseen ja samalla nähdä sen, miten sähkösuunnittelu liittyy rakennuksen kokonaissuunnitteluun.

Työ toteutetaan tapaustutkimuksena siten, että Tampereen korkeakouluyhteisön TUNI Moodle verkko-oppimisympäristöön kootaan opiskeluaineisto sähkösuunnitelmien ja -suunnittelun keskeisistä asioista, joita tarkastellaan perustellusti. Aineiston suunnitelmakohdat ovat otteita valmiiden kerrostalokohteiden suunnitteludokumenteista. Niissä käytetyt suunnitteluratkaisut käydään läpi yksityiskohtaisesti, jotta aineiston käyttäjä saisi ymmärryksen siitä, mitä sähkösuunnittelija on ratkaisuihinsa ajatellut ja ottanut huomioon.

## 2 SÄHKÖSUUNNITTELU

Sähkö on tärkeä osa kaikessa elämisessä. Jos sitä ei ole, niin monet totutut asiat jäävät tekemättä tai suorittamatta ja sen puutteen huomaa. Suunnittelussa sähkön merkittävyyden näkökulma ei kuitenkaan aina toteudu. Pitää olla tietoinen, että sähkö antaa toimintaedellytykset myös muille taloteknisille järjestelmille. Useimmat järjestelmät vaativat sähköä toimiakseen ja laitteistoja sekä järjestelmiä tarvitaan, jotta voidaan toteuttaa järkeviä ja toiminnallisia rakennuksia.

Suunnittelun lähtökohtana on rakennus, joka täyttää lain ja määräysten mukaiset tavoitteet standardeja, teknisiä vaatimuksia, tilaajan tavoitteita ja käyttäjän tarpeita noudattaen.

Suunnitteluratkaisuihin vaikuttavat lainsäädäntö, yleiset vaatimukset ja suositukset sekä tilaajan tavoitteet.

### 2.1 Lainsäädäntö

Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 ja Sähkömarkkinalaki 588/2013 ovat lakeja, jotka vaikuttavat suoraan sähköalaan. Sähköturvallisuuslaki panee täytäntöön Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivit 2014/30/EU (EMC-direktiivi) sekä 2014/35/EU (pienjännitedirektiivi) ja sen tarkoitus on mm. varmistaa sähkölaitteiden turvallisuus. Sähkömarkkinalaki vaikuttaa esimerkiksi sähkön jakeluun, toimitusvarmuuteen ja hintaan sekä turvaa loppukäyttäjän oikeuksia. Lakeja ja asetuksia, jotka eivät ole säädetty suoraan sähköalaa varten, mutta vaikuttavat sähkösuunnitteluratkaisuihin ovat mm. Energiatehokkuuslaki 1429/2012, Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, Pelastuslaki 379/2011, Terveysturvallisuuslaki 763/1994 sekä Väestönsuojeluasetus 237/1959.

Lakien lisäksi on erilaisia lakeihin perustuvia ministeriöiden antamia määräyksiä ja ohjeita, joista osa vaikuttaa suoraan suunnitteluratkaisuihin. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom Määräys 65 D/2019 kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoin-

nista määrittelee antenni- ja televerkkojen suunnitteluratkaisuja ja Sisäasiainministeriön asetus palovaroittimien sijoittamisesta ja kunnossapidosta 239/2009 antaa taas ohjeet palovaroitinjärjestelmälle.

## 2.2 Standardit

Lainsäädännön ja asetusten lisäksi sähkösuunnitteluratkaisuihin vaikuttaa erilaiset standardit. Niistä merkittävin lienee standardisarja SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. Se perustuu CENELEC HD 60364-1:2008 standardiin, siihen liittyvään muutokseen A11:2017 ja SFS-IEC 60050-826:2005 sanastostandardiin. Kun toimitaan SFS 6000 standardisarjan mukaisesti, täytetään sähköturvallisuuslain 1135/2016 vaatimukset niiltä osin, mihin kyseistä standardisarjaa sovelletaan.

Kun täytetään sähköturvallisuuslain vaatimukset kokonaisuudessaan, "Sähköturvallisuuslain (1135/2016) 33§ ja 84§ mukaan Turvallisuus- ja kemikaalivirasto julkaisee luettelon niistä standardeista, joita noudattaen katsotaan lain vaatimusten täyttyvän sähkölaitteiston rakenteelle ja työturvallisuudelle." (Luettelo S10-2019), on syytä tarkistaa Turvallisuus- ja kemikaaliviraston luettelo noudatettavista standardeista.

International Electrotechnical Commission (IEC) ja European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC) ovat kansainvälisiä sähköalan standardointijärjestöjä, joiden julkaisujen perusteella tehdään myös Suomessa käytössä olevat kansalliset SFS-standardit. IEC on maailmanlaajuinen ja CENELEC eurooppalainen standardointijärjestö. Näiden järjestöjen toiminta perustuu eri maiden asiantuntijoiden yhteistyöhön ja Suomea kummassakin järjestössä edustaa SESKO ry, joka on Suomen sähkötekniikan alan standardointijärjestö ([Sesko ry](#) 2022). Kuvassa 1 on kansainvälinen standardointikenttä, jossa on esitetty standardointiorganisaatiot ja -järjestöt yleisten standardien sekä sähkötekniikan ja televiestinnän osa-alueilta.

## Standardointikenttä

	Yleinen	Sähkötekniikka	Televiestintä
Maailma			
Eurooppa			
Suomi			

ISO	International Organization for Standardization
IEC	International Electrotechnical Commission
ITU	International Telecommunication Union
CEN	Comité Européen de Normalisation
CENELEC	Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
ETSI	European Telecommunication Standards Institute
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry
SESKO	SESKO ry
TRAFICOM	Liikenne- ja viestintävirasto

Standardointi kuuluu [Työ- ja elinkeinoministeriön](#) hallinnonalaan.

KUVA 1. Standardoinnin osapuolet tiivistettynä. ([https://sesko.fi/sesko\\_ry/](https://sesko.fi/sesko_ry/) 2022)

Sähköalaa koskee myös monet muut säännökset, joihin voi tarkemmin tutustua esimerkiksi Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy:n Sähköalan säännökset 2022 - julkaisussa, mutta kaikkia ei tarvitse huomioida erikseen suunnitteluratkaisuissa (Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy 2022, Sähköalan säännökset 2022).

### 2.3 Tehtäväluettelot

Sähkösuunnittelussa käytetään usein tehtäväluetteloita, joiden avulla saadaan hanke pysymään tietyissä raameissa, mikä auttaa suunnittelun tehtävien ja kokonaisuuden hallinnassa. Tehtäväluettelot ovat suunnittelusopimuksen liitteenä, että saadaan määriteltyä se, mitä asioita kuuluu suunnittelusopimukseen ja mitä



ei. Siitä syystä se on sopimusasiakirja. Osa tehtävistä on sellaisia, että ne kuuluvat aina suunnittelun perustehtäväkokonaisuuteen ja osasta sovitaan erikseen.

### 2.3.1 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18

Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18 (RT 10-11290) määrittelee talonrakennusta koskevien taloteknisten suunnittelutehtävien sisällön ja sitä voidaan käyttää kaikenlaisien hankkeiden pohjana.

Tehtäväluettelo sisältää tehtävät ja tulokset. Tehtävät on jaoteltu sen mukaan, että se palvelee hankintaa mahdollisimman hyvin. Tehtäväluettelossa on määritelty myös vastuita sekä työnjakoa suunnittelijan ja tilaajan välillä.

Hankkeen tehtäväkokonaisuudet ja niistä saadut lopputulokset ovat:



KAAVIO 1. Hankkeen tehtäväkokonaisuudet ja niistä saadut lopputulokset.

## HANKKEEN TEHTÄVÄKOKONAISUUDET

**Tarveselvityksessä** perustellaan tilahankinnan tarpeellisuus tai olemassa olevan tilan muutostarve, kuvataan alustavasti tarvittavat tilat ja niille asetettavat vaatimukset, tutkitaan vaihtoehtoiset käyttömahdollisuudet sekä arvioidaan eri ratkaisujen edullisuus.

> **Hankepäätös**

**Hankesuunnittelussa** asetetaan rakennushankkeelle täsmälliset laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta ja ylläpitoa koskevat tavoitteet. Hankesuunnittelun tuloksena syntyy hankesuunnitelma, joka muodostuu projektiohjelmasta ja hankeohjelmasta. Valmisteluun kuuluu tarvittavien selvitysten teettäminen ja toteutusmuodon alustava määrittäminen.

> **Investointipäätös**

**Suunnittelun valmistelussa** organisoidaan suunnittelu, pidetään mahdolliset suunnittelukilpailut, käydään tarvittavat neuvottelut, valitaan suunnittelijat ja tehdään suunnittelusopimukset.

> **Suunnittelupäätös (Suunnittelun käynnistäminen)**

**Ehdotussuunnittelussa** laaditaan vaihtoehtoiset suunnitteluratkaisut asetettujen tavoitteiden täyttämiseksi.

> **Valittu ehdotussuunnitelma**

**Yleissuunnittelussa** ehdotussuunnitelma kehitetään toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Yleissuunnitelma kohdistuu sekä rakennuksen kiinteään perusosaan että muuntuvien tila-alueiden suunnitteluun. Yleissuunnitelma voi sisältää erilaisia vaihtoehtoja tilaratkaisuksiksi.

> **Hyväksytty yleissuunnitelma ja pääpiirustukset**

**Rakennuslupatehtävissä** selvitetään hankkeen edellyttämät lupamenettelyt, varmistetaan suunnittelijoiden kelpoisuus ja pääpiirustusten hyväksyttävyyys sekä laaditaan lupahakemus tarvittavine asiakirjoineen.

> **Rakennuslupa**

**Toteutussuunnittelussa** yleissuunnitelma kehitetään rakentamisen ja hankinnan edellyttämiksi mitoitetuiksi suunnitelmiksi ja tuotemäärittelyiksi. Toteutussuunnitteluun sisältyy tuote- ja järjestelmäosasuunnittelu.

> **Hyväksytyt toteutussuunnitelmat**

**Rakentamisen valmistelussa** organisoidaan rakentaminen, kilpailutetaan rakentamistehtävät, käydään sopimusneuvottelut ja tehdään urakka- ja hankintasopimukset.

> **Rakentamispäätös**

**Rakentamisessa** varmistetaan sopimuksenmukainen toteutus, tavoitteet täyttävä lopputulos sekä tarvittavat käyttö- ja ylläpitovalmiudet. Rakennuksen valmistuminen todetaan vastaanotossa.

> **Vastaanottopäätös**

**Käyttöön otossa** varmistetaan järjestelmien toiminta ja annetaan käytön opastus.

> **Rakennuksen käyttöön ottaminen**

**Takuuaikana** seurataan rakennuksen toimivuutta, tehdään takuajan säädöt, pidetään tarvittavat tarkastukset ja korjataan mahdolliset puutteet.

PL/1/joulukuu 2017/Rakennustieto Oy © RAKLI ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2017

KUVA 2. Hankkeen tehtäväkokonaisuudet (RT 10-11290).

### 2.3.2 Asuntosuunnittelun tehtäväluettelo PS ARK GEO RAK LVI SÄH

Asuntosuunnittelun tehtäväluettelo (kuva 3) määrittelee suunnittelutehtävät hankkeen tehtäväkokonaisuuksiin (kuva 2) nivoutuen ja tehtäväluettelo on myös rakennuttamisen tehtäväluettelon mukainen. Tehtäväluettelo toimii soveltamisohjeena asuntosuunnittelun tarpeisiin yleisistä toimialakohtaisista tehtäväluetteista. Asuntosuunnittelun tehtäväluettelo on tehty asuntosuunnittelua varten. Siinä määritellään tarkasti, mitä erilaiset tehtävät sisältävät ja millainen tuloste tehtävästä saadaan. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo ei ota näihin asioihin kantaa.

HANKKEEN VAIHEET JA NIIHIN LIITTYVÄT TEHTÄVÄT	
HANKEVAIHE	SUUNNITTELU-TEHTÄVÄ
TARVESELVITYS	<p>1 TARVESELITYS</p> <p>Tarveselvityksen tekee pääsääntöisesti tilaaja. Tehtävät eivät kuulu suunnittelu-sopimuksen mukaiseen perustehtäväkokonaisuuteen.</p>
HANKESUUNNITTELU	<p>2 HANKESUUNNITTELU</p> <p>Hankesuunnittelun tekee pääsääntöisesti tilaaja. Tehtävät eivät kuulu suunnittelu-sopimuksen mukaiseen perustehtäväkokonaisuuteen.</p>
SUUNNITTELU	<p>3 LUONNOSSUUNNITTELU</p> <p>3.1 Ehdotuksen laatiminen</p> <p>3.2 Luonnoksen laatiminen</p>
RAKENTAMISEN VALMISTELU	<p>4 TOTEUTUSSUUNNITTELU</p> <p>4.1 Alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen</p> <p>4.2 Rakennuslupa- ja markkinointiasiakirjojen laatiminen</p> <p>4.3 Suunnitelmien laatiminen urakalaskentaa varten</p> <p>4.4 Täydentävien suunnitelmien laatiminen</p>
RAKENTAMISVAIHE	<p>5 RAKENNUSAIKAISET TEHTÄVÄT</p> <p>5.1 Rakennustyön valvonta</p> <p>5.2 Urakoitsijoiden ja tavaratoimittajien tuotantosuunnitelmien tarkastaminen</p>
KÄYTTÖÖN- JA VASTAANOTTO	<p>6 KÄYTTÖÖN- JA VASTAANOTTOON LIITTYVÄT TEHTÄVÄT</p> <p>6.1 Käyttö- ja huoltosuunnitelmien laatiminen</p> <p>6.2 Vastaanottotarkastukset</p>
KÄYTTÖ	<p>7 KÄYTÖN AIKAISET TEHTÄVÄT</p> <p>Takuutarkastuksiin osallistuminen</p>
	<p>8 ERILLISTEHTÄVÄT</p> <p>Tehtävät eivät kuulu suunnittelu-sopimuksen mukaiseen perustehtäväkokonaisuuteen.</p>

KUVA 3. Asuntosuunnittelun tehtäväluettelo PS ARK GEO RAK LVI SÄH (RT 10-10827)

### **3 SUUNNITTELU TEHTÄVÄT**

Tässä käsitellään suunnittelijan tehtäviä eri hankevaiheissa Asuntosuunnittelun tehtäväluettelon RT 10-10827 mukaisesti ja erilaisiin asiakirjoihin tarvittavia perusteita. Sähkösuunnittelun tilaaja voi olla rakennuttaja, rakennusliike tai loppukäyttäjä, minkä määrittelee kohteen rakentamisessa käytössä oleva organisaatiomuoto.

#### **3.1 Tarveselvitys**

“Tarveselvityksessä perustellaan tilahankinnan tarpeellisuus tai olemassa olevan tilan muutostarve, kuvataan alustavasti tarvittavat tilat ja niille asetettavat vaatimukset, tutkitaan vaihtoehtoiset käyttömahdollisuudet sekä arvioidaan eri ratkaisujen edullisuus.” (RT 10-11290 2017, 3)

Sähkösuunnittelija ei yleensä osallistu tarveselvitykseen, koska se ei kuulu suunnittelusopimuksen perustehtäviin, jolloin erityisiä sähkösuunnittelijan dokumentteja ei tarvita tarveselvitysvaiheessa. Sähkösuunnittelijalta voidaan kuitenkin pyytää esimerkiksi kannanottoja tilojen toiminnallisuuteen ja turvallisuuteen sekä tekniin järjestelmiin. Varhaisen vaiheen kannanotot vähentävät jatkosuunnittelun yllätyksiä ja samalla saadaan kokonaiskuva mahdollisista suunnittelutarpeista ennakkoon, mikä tarkoittaa hankkeen mahdollisia kustannuksia.

Tarveselvityksessä päätetään esimerkiksi siitä, minkälaisia tiloja tarvitaan, mitä tilamäärytyksiä on ja mihin tiloja käytetään. Kun tiedetään tilat ja tasovaatimukset, niiden avulla voidaan kartoittaa sähkösuunnittelun tarvetta ja laajuutta.

#### **3.2 Hankesuunnittelu**

“Hankesuunnittelussa asetetaan rakennushankkeelle täsmälliset laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta ja ylläpitoa koskevat tavoitteet. Hanke-

suunnittelun tuloksena syntyy hankesuunnitelma, joka muodostuu projektiohjelmasta ja hankeohjelmasta. Valmisteluun kuuluu tarvittavien selvitysten teettäminen ja toteutusmuodon alustava määrittäminen.” (RT 10-11290 2017, 4)

Hankesuunnittelu ei kuulu sähkösuunnittelijan perustehtäviin, jolloin erityisiä sähköteknisiä dokumentteja ei tarvita. Joskus hankesuunnitteluvaiheessa sähkösuunnittelijan tehtävä voi olla liittymälaskelman tekeminen tilaajan avuksi tai selvittää sitä, onko sähköä saatavilla hankkeeseen ja miten. Hankesuunnittelussa voidaan myös tehdä tarvittavia kustannusarvioita.

Hankesuunnitteluun osallistuminen vaikuttaa sähkösuunnitteluun esimerkiksi siten, että kustannustavoitteet tarkentuvat, kun osataan huomioida tarvittavien sähköjärjestelmien suunnittelutarve aikaisessa vaiheessa. Samalla pystytään tarkastelemaan suunnittelun resursseja, kun saadaan käsitys kaavaillusta aikataulusta.

### 3.3 Luonnossuunnittelu

Luonnossuunnittelu kuuluu hankevaiheessa suunnitteluun ja se jaetaan ehdotuksen ja luonnoksen laatimisen tehtäviin. Luonnossuunnitteluvaiheessa sähkösuunnittelija saa käyttöönsä alustavat arkkitehtipohjat, rakennesuunnittelijan määrittelemät rakennetyypit ja tiedot käytettävistä LVIA-järjestelmistä. Näiden tietojen saaminen on tärkeää, että sähkösuunnittelija voi aikaisessa vaiheessa huomioida muiden suunnittelualojen tuomia ehtoja, vaatimuksia tai edellytyksiä.

**Ehdotuksen laatimisessa** kartoitetaan alustavasti kohteen sähkö- ja telejärjestelmät. Mitkä järjestelmät ovat tarpeelliset, millainen sisältö niillä on, laatutaso ja muut mahdolliset ominaisuudet? Tässä vaiheessa kohteeseen laaditaan sähkö- ja telejärjestelmäselvitys, jossa kerrotaan kohteen järjestelmät yleisellä tasolla.

Kerrostalokohteen tavanomaisiin sähköjärjestelmiin kuuluvat mm. aluesähköistys, keskusket, sähkömittausjärjestelmät, johtotiet, johdot ja niiden varusteet, valaisimet ja valonlähteet sekä sähkölämmitysjärjestelmät ja -laitteet.

Telejärjestelmiin kuuluvat mm. puhelinjärjestelmä, joka sisältyy yleiskaapelointijärjestelmään, ovipuhelin- ja sähkölukitusjärjestelmä, antennijärjestelmä, rakennusautomaatiojärjestelmä sekä turva- ja valvontajärjestelmistä palovaroitin- ja savunpoistojärjestelmä.

Näiden lisäksi on muita järjestelmiä, mutta ne sovitaan kohdekohtaisesti. Osa järjestelmistä voi olla rakennusluvan ehtona tai perustua turvallisuus- ja/tai viranomaisten määräyksiin. Tällaisia järjestelmiä voivat olla esimerkiksi turvavalaistus- ja paloilmoitinjärjestelmät. Sähkösuunnittelija voi myös ehdottaa hyväksi havaittuja ja loppukäyttäjää palvelevia järjestelmiä.

Esimerkkejä kohdekohtaisista järjestelmistä:

- Merkki- ja turvavalaistusjärjestelmä: On ollut kohde, jossa ei määräysten mukaan tarvita turvavalaistusjärjestelmää, koska tavanomaisiin asuinrakennuksiin ei sellaista vaadita. Paikallinen paloviranomainen on kuitenkin määrännyt kohteen porrashuoneeseen turvavalaistuksen, koska asuntojen kohderyhmänä ovat iäkkäämmät asukkaat.
- Huoneistoautomaatiojärjestelmä: Asuntoihin ei järjestelmää vaadita, mutta yhdellä tilaajalla on oma järjestelmä, joka vahtii mm. asunnon lämpötilaa, kosteutta ja esimerkiksi huoneiston palopeltejä. Toinen tilaaja on halunnut kohteen keittiöihin vesivuotoanturin, joka hälyttää, jos astianpesukone alkaa vuotaa.
- Palovaroitinjärjestelmä: Asuntoihin vaaditaan 1 kpl palovaroittimia alkavaa 60 m<sup>2</sup> kohden, mutta tilaaja on halunnut palovaroittimet myös yleisiin tiloihin ja porrashuoneisiin.

**Luonnoksen laatimisessa** tehdään järjestelmien vertailua, valintaa ja mitoituksia, käydään läpi tilatarpeet, tehotiedot ja reitit liittymiskaapeleille sekä muille kiinteistössä oleville sähkökeskuksille ja laitteistoille.

### **Tehotiedot**

Luonnosvaiheessa lasketaan sähköliittymän alustava koko. Sähköliittymän koko määritellään laskentamalleilla, jotka perustuvat kokemukseen ja joilla saadaan määritettyä kiinteistön huipputeho (ST 13.31 2021, 5).

Kun käytetään ST-kortin laskentakaavoja, täytyy kerrostaloa varten annettuja kiukaallisten ja kiukaattomien asuntojen kaavojen lisäksi ottaa huomioon koje-kuorma, joka tulee esimerkiksi huoneistokohtaisista LTO-koneista, joiden teho täytyy tarkistaa kohdekohtaisesti. Kojekuormitus voi nousta yllättäen, jos LTO-koneessa on käytössä sähköinen etu- ja jälkilämmitys. Kun käytössä on keskitehtyn ilmanvaihdon IV-kone ja/tai kohteessa tarvitaan savunpoistopuhallinta, näiden tehot täytyy myös ottaa huomioon laskennassa, koska ne ovat usein suuri-tehoisia. Liittymäteholaskelmaan vaikuttaa myös erillisten liiketilojen tms. kuormitus ja sähköautonlataustarve. Sähköautonlataustarpeessa täytyy määritellä taso, millä tavalla se halutaan kohteessa ottaa huomioon ja millaisella kuormanhallintajärjestelmällä tai teholla autoja halutaan ladattavan. Nämä tiedot ratkaistaan kohdekohtaisesti. Mikäli tiedossa on erityisen tehokkaita muita laitteita, on niiden teho otettava myös huomioon liittymätehon laskennassa.

Alustava teholaskelma saadaan pinta-alojen mukaan, mutta laskelma on syytä tarkistaa, kun kone- ja laitetiedot ovat saatavilla ja viimeistään ennen, kun suunnitelmat lähtevät urakkalaskentaan.

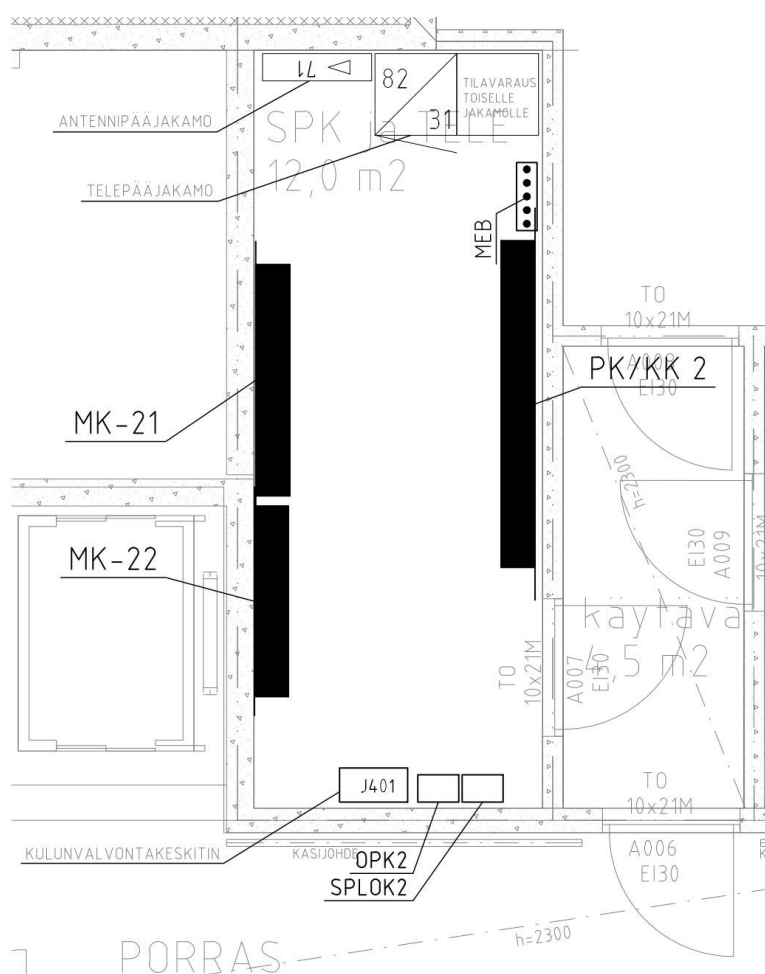
### **Tilatarpeet**

Luonnosvaiheessa tarkistetaan tilatarpeet ja pääkaapelireitit. Kun tilatarpeita aletaan selvittää, on käytettävissä alustavat arkkitehtipohjat.

Arkkitehtipohjassa on esitetty sähkötilan alustava sijainti. Sähkötilan olisi hyvä sijaita keskeisellä paikalla, mistä saadaan mahdollisimman lyhyesti ja järkevää reittiä pitkin vietyä asuntojen nousukaapelit asuntoihin sekä muihin tarvittaviin keskuksiin. Sähkötilan (kuva 4) kokoon vaikuttavat sinne sijoitettavat keskuksat ja muut sähkölaitteet sekä jakamot. Tavanomaisessa asuinkiinteistössä sähköpääkeskustilaan tulee pääkeskus, kiinteistökeskus, mittauskeskus, antenni- ja telepääjakamot sekä järjestelmäkohtaisia keskuslaitteita esimerkiksi savunpoistoluukkujen laukaisukeskus ja ovipuhelinkeskus.

Tekniset tilat ovat rakennuttajan kannalta tiloja, joista ei saada myytäviä neliöitä, jolloin niiden kokoa koitetaan saada mahdollisimman pieneksi. Suunnittelijan täytyy olla tarkkana, että kaikki laitteet oikeasti mahtuvat tilaan ja tuotava esiin riittä-

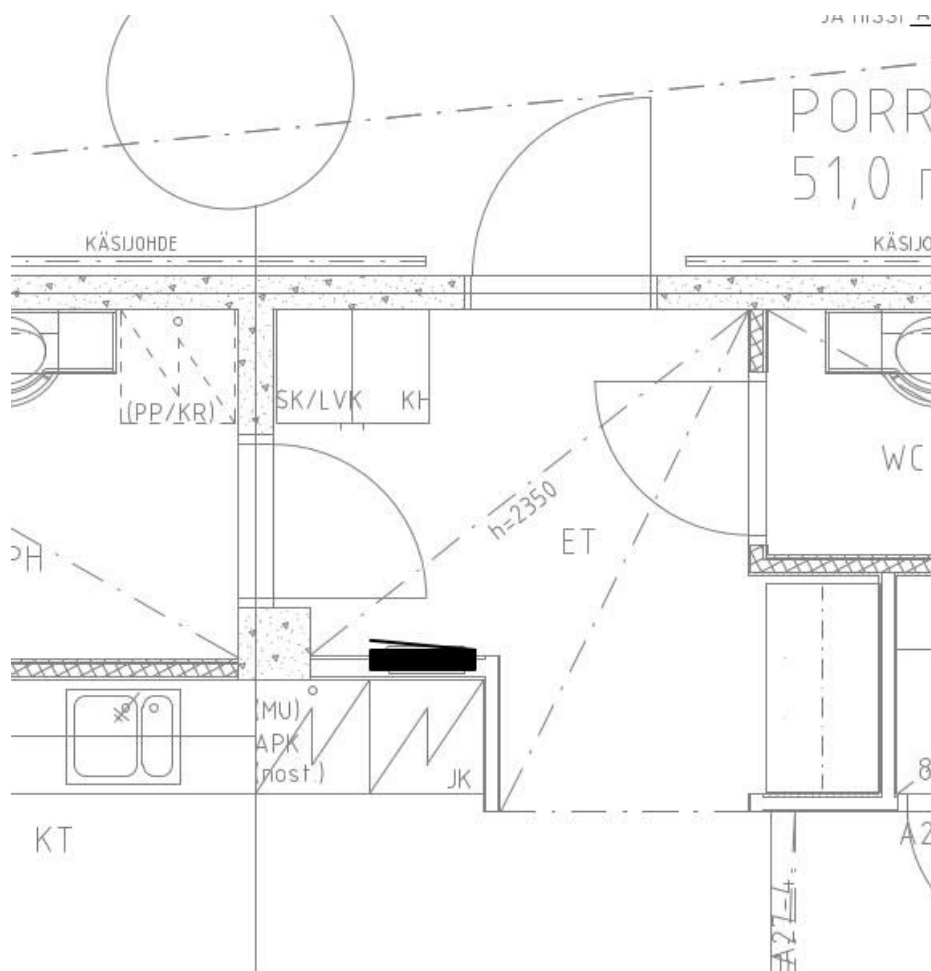
vän tilan tarve. Riittävät tilatarpeet saadaan siten, että arvioidaan tulevien keskus- ja muiden laitteiden koko valmistajilta saatavien kokotietojen perusteella. Niiden lisäksi varataan yksi metri tyhjää seinäpinta-alaa mahdollisille myöhemmille lisäyksille. On halvempaa varautua suunnitteluvaiheessa tilan riittävään kokoon kuin huomata rakennusaikana, ettei esimerkiksi sähköpääkeskus sovikaan sille varattuun tilaan. Näin on valitettavasti joskus kohteessa käynyt. Asuinkohteissa korvaavaa lisätilaa on erittäin hankala järjestää, koska neliöt ovat tehokkaasti käytetty. Suunnittelijan tulee kuitenkin käyttää optimointia, ettei tule turhaan liian isoja tiloja tekniikkaa varten.



KUVA 4. Sähköpääkeskushuone ja keskuslaitteita (Laine 2022).

Asunnoista tarkastetaan sähkökeskuksen hyvä sijainti (kuva 5). Keskus kannattaa sijoittaa keskeisesti suurimman kuormituksen läheisyyteen. On myös huomioitava hyvä kaapelireitti keskukselle alakaton tms. rakenteen kautta. Keskus halutaan usein sijoittaa näkymättömiin, mutta asunnoissakin pitää täyttyä huoltotilamääritys (SFS 6000-7-729 2022) ja keskukseseen tulee päästä käsiksi.





KUVA 5. Asunnon ryhmäkeskus eteisessä (Laine 2022).

Asuntojen alustavista arkkitehtipohjista voi tässä vaiheessa tarkastella myös kyt- kinten paikkoja, pesuhuoneiden suojaetäisyyksien täyttymistä (SFS 6000-7-701 2022) ja muita mahdollisia arkkitehtonisia ongelmakohtia. Ongelmakohtat tulee helpommin esiin asuntojen pistekuvavaiheessa. Mitä aikaisemmin ongelmapai- kat kuitenkin huomataan, sitä pienemmät kustannusvaikutukset niillä on.

### Reitit

Reitillä tarkoitetaan sitä, että mitä kautta kaapeleita voidaan rakennuksessa viedä eri pisteiden välillä eli kaapelireittejä. Rakennuksissa on erilaisia reittitarpeita mm. liittymispisteestä kiinteistön pääkeskukselle, mittauskeskukselta asunnolle, jaka- melta telepisteelle ja keskukselta sähköpisteelle.

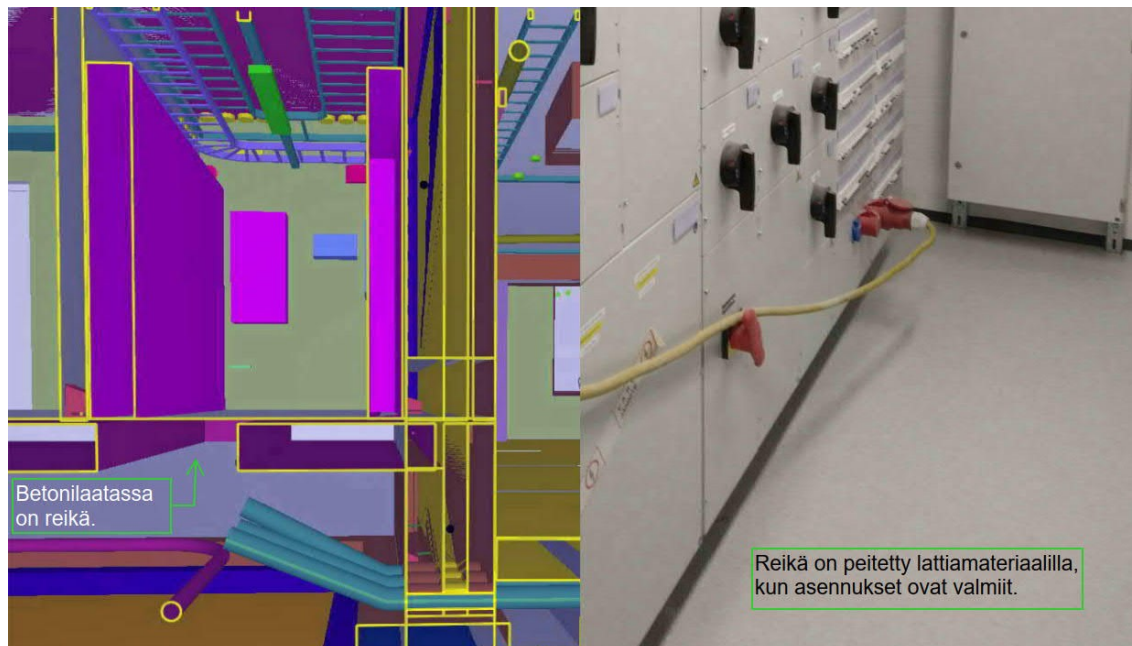
Ensin selvitetään sähköverkkoyhtiöltä heidän liityntäpisteensä, jonka mukaan määritellään reitti pääkeskukselle. Sähköverkkoyhtiö tarvitsee liittymän kokotie-

don, että he voivat määritellä sopivan liityntäpaikan, joka riippuu heidän jakamoiden ja muuntamoiden sijainnista sekä verkoston rakenteesta. Liittymän koko saadaan selville laskemalla rakennuksen huipputeho. Liityntäpistettä varten voidaan käyttää alustavaa tehotietoa, joka on laskettu luonnosvaiheessa. Kun teholaskelma on myöhemmin tarkistettu, voidaan liittymäkokoa vielä muuttaa tarpeen mukaiseksi. Sähköverkkoyhtiöiden kotisivuilta löytyy ohjeita, joita suunnittelijat voivat hyödyntää. On myös hyvä tarkistaa, mitä ohjeissa sanotaan, koska ohjeet eroavat yhtiöiden osalta toisistaan. Esimerkkejä sähköverkkoyhtiöiden suunnitteluohjeista: Tampereen Sähköverkko Oy [Ohjeet – Tampereen Sähköverkko - Tampereen Sähkölaitos \(sahkolaitos.fi\)](#) ja Helen Sähköverkko Oy [Sähköasennusten suunnittelu ja urakointi | Helen \(helensahkoverkko.fi\)](#).

Tele- ja antenniliittymiä varten tarvitaan tieto ko. operaattoreilta, että mistä niiden liittymiskaapelit tulevat tontille. Sen selvittäminen on paljon hankalampaa kuin sähköverkkoyhtiön liittymiskaapelin, koska eri operaattorit eivät itse välttämättä hallinnoi käyttämäänsä verkkoa. Oikeita yhteystietoja ja -henkilöitä on vaikea löytää. Tele- ja antenniliittymien suunnat voidaan selvittää tarkistamalla, mitä operaattoria käytetään tai minkä toimijan verkkoa käytetään. Kun se saadaan selville, etsitään operaattorin tai toimijan kotisivuilta tietoa verkon rakentamisesta tai soitetaan keskusnumeroon, minkä avulla voidaan päästä tavoittelemaan verkonrakentajaa. Verkonrakentajan verkostosuunnittelijalta saadaan tieto liittymiskaapelin tulopaikasta. On oltava tarkkana, että saa oikeaa tietoa. Sähkösuunnittelija ei tilaa verkkokarttaa tai liittymää, vaan tarvitsee teknisen tiedon siitä, mistä liittymiskaapeli tuodaan tontille, oman suunnittelunsa lähtökohdaksi. Esimerkkejä televerkkorakentamisen selvittämiseen: Telian sivuilla ohjataan verkkoasioissa Geomatikk Oy:n puolelle [Verkkotiedot suunnittelijoille | Asiakastuki | Telia yrityksille](#) ja ELTEL Networks Oy on yksi suuri toimija televerkkojen rakentamisessa [Tietoliikenneverkot - Eltelnetworks](#).

Kun eri yhtiöiden liityntäsuunnat tiedetään, voidaan miettiä reitit sähköpääkeskustilaan ja tele- sekä antennijakamolle. Sähkön liittymäkaapelin reitityksessä on hyvä ottaa huomioon se, kuinka liittymiskaapeli taipuu. Suurien kaapeleiden taiputussäde voi olla iso ja sillä täytyy olla tilaa kääntyä. Kun ei ole tietoa siitä, mihin kohtaan pääkeskusta liittymäkaapelit kytketään, saadaan lisää pelivaraa sillä,

että käytetään asennuslattiaa (kuva 6) keskuksen alla, mikä antaa lisätilaa kaapeleiden taivutukselle ja sijainnille.



KUVA 6. Asennuslattia pääkeskuksen alla (Laine 2022).

Reititykseen vaikuttaa kiinteistön rakenneratkaisut ja tilaajan lähtötiedot. Asunto-  
nousujen pystyreitteihin vaikuttaa se, että käytetäänkö pystynousupaikkoina val-  
miita hormeja vai tehdäänkö niitä paikalla. Joskus voidaan nousta myös keskus-  
ten takaa, mutta nykyisin sellainen ratkaisu on aika harvinainen. Valmiiden  
hormielementtien käyttö on yleistynyt, koska niistä on paljon etua mm. palo- ja  
työteknisesti. Koska valmishormi on tehty tehtaalla valmiiksi eikä työmaalla, se  
säästää työmaalla tehtävää työtä. Hormielementti asennetaan vain paikoilleen ja  
reitti on valmiina. Työmaalla tehtäessä hormiin täytyy ensin asentaa tarvittavat  
putket tms. tarvikkeineen ja sen jälkeen tehdä varsinainen hormi asennusten ym-  
päriin. Nousuhormeista kaapeli viedään helpoiten alakaton kautta asunnon kes-  
kukselle.

Vaakareitityksessä mietitään ensin se, että onko käytössä ryömintätilallinen ala-  
pohja, milloin nousukaapelit voidaan viedä alapojan kautta. Jos kohteessa ei ole  
ryömintätilallista alapohjaa, kaapelihyllyille etsitään reitti alimman kerroksen ka-  
tossa. Porrashuoneita nousureittinä olisi hyvä välttää mahdollisuuksien mukaan,  
koska kaapelihyllyt joudutaan silloin koteloimaan uloskäytäviä koskevien mää-

räysten mukaisesti (SFS 6000-4-422.2 2022), mikä ei aina ole ahtaissa alakaistoissa helppoa. Jos vaihtoehtoisia reittejä on hankala löytää ja porrashuoneeseen tulee paljon nousukaapeleita, voidaan pyytää tekemään paloalakatto (kuva 7), millä vältetään yksittäisten hyllyjen kotelointi. Kun sähkösuunnittelija on kartoittanut reittitarpeet, ilmoitetaan tarvittavat lisäykset tai muutokset arkkitehdille, mikäli reittejä varten tarvitaan muutoksia arkkitehtipohjiin.



KUVA 7. Vasemmalla pala-alakatto, joka ei täytä palo-osastoinnin määräyksiä. Oikealla kipsilevyistä tehty paloalakatto, johon on asentamatta palonkestävät tarkastusluukut (Laine 2022).

Asunnon sisällä reititys on hyvä alustavasti miettiä, että voidaan varhaisessa vaiheessa kommentoida koteloiden tms. lisätarpeesta arkkitehdille ja tilaajalle. Kotelointien lisääminen jälkikäteen voi aiheuttaa hankaluuksia, jos kohteen markkinointimateriaali on päätynyt jo asiakkaalle eikä siinä ole esitetty kaikkia alakattoja tai koteloiteja.

Jotta kiinteistön kaapelireitit saadaan määritettyä, täytyy kaapelihyllyjen määrä selvittää. Asuntojen kaapelihyllyn tarve asuntonousulle voidaan arvioida siten, että neljän asunnon nousut mahtuvat 200 mm leveälle hyllylle ja kymmenen asunnon nousut 500 mm leveälle hyllylle. Nämä arviot sisältävät sen, että samalla hyllyllä kulkee sähkö- ja telekaapelit omalla reunallaan eikä sähkökaapeleita ole

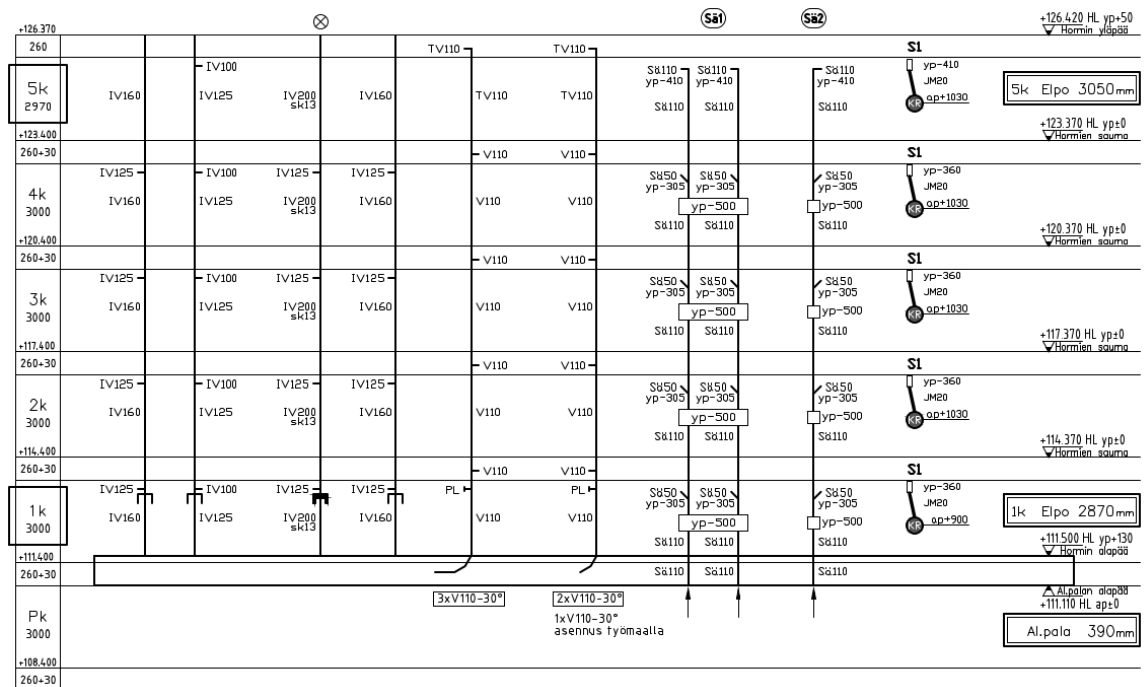
asennettu päällekkäin eivätkä kaapelit ylitä hyllyn reunoja. Arviota varten on huomioitu kaapeleiden koot. Nousukaapelit mitoitetaan kuormituksen mukaan ja siitä saadaan sähkönousukaapelin koko. Lisäksi on tarkistettu antenni- ja telenousukaapelien koot. Muiden sähköhyllyjen tarpeet arvioidaan sen mukaan, paljonko kaapeleita mahtuu hyllyn suorakulman alalle kaapelin koosta ja mahdollisesta jälkiasennusvarasta riippuen. Muilla hyllyillä kaapelit voivat olla päällekkäin. Kaapelien määrässä täytyy huomioida kuormitettavuus ja asennustapa (SFS 6000-5-52 2022). Teknisissä tiloissa ja piiloon jäävissä asennuksissa käytetään tikashyllyä, näkyviin jäävissä levyhyllyä.

Jos kohteessa on paljon palonkestävää kaapelointia, sitä varten tarvitaan palonkestävä hylly. Tulee muistaa, että palonkestävä hylly täytyy aina kiinnittää ylimmäksi, koska palotilanteessa muiden tekniikoiden putoaminen palonkestävien asennusten päälle voi katkaista elintärkeitä kaapeleita. Asuinrakennuksessa palonkestäviä kaapeleita käytetään mm. savunpoistossa, paloilmoitinjärjestelmässä ja palomieshissin toiminnassa.

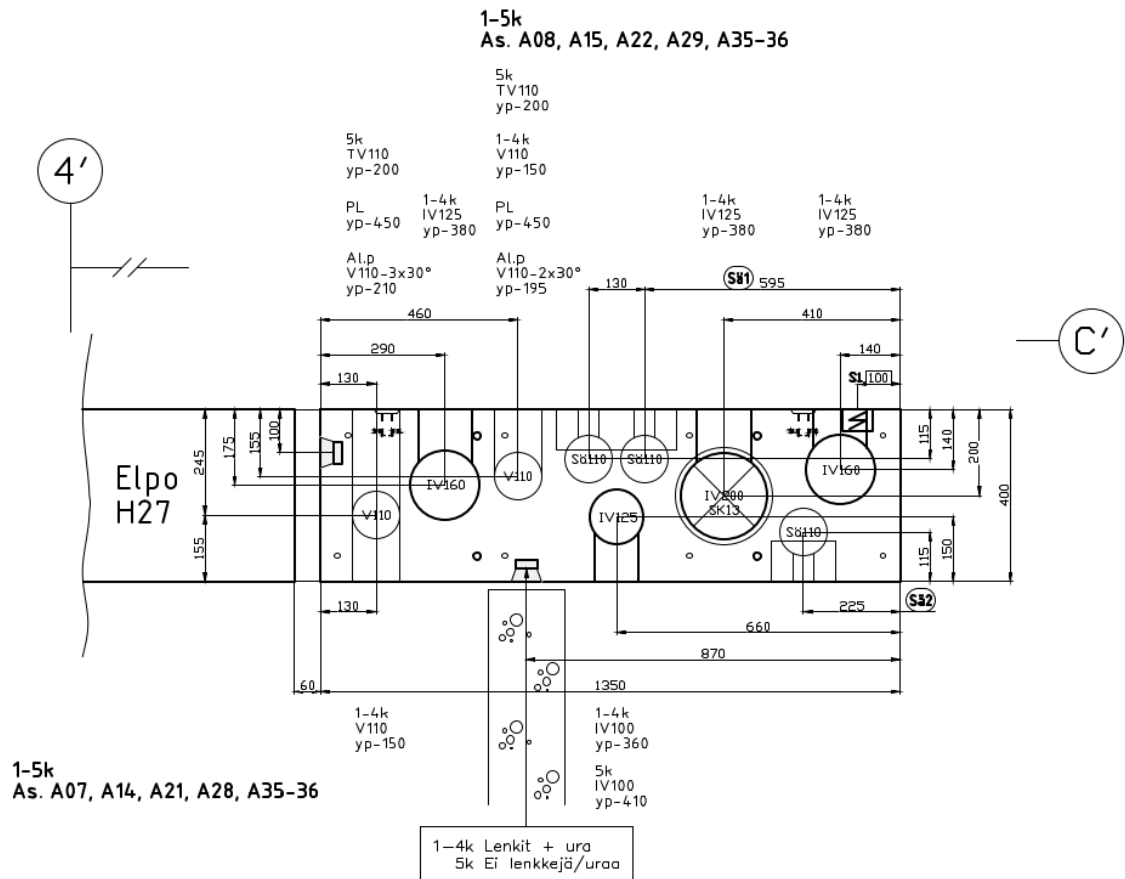
Kun pystynousuina käytetään valmiita hormielementtiä (esimerkiksi Elpo-hormi [Elpo-hormit | Suunnittelijalle | Rudus](#)), asuntonousuja varten käytetään yleensä kahta 100 mm putkea, joissa toisessa viedään sähkökaapeleita ja toisessa telenousukaapeleita. Näissä voidaan nousuputkien määrä arvioida siten, että viiden asunnon nousut voidaan laittaa yhteen nousuputkeen. Kaapelien koko vaikuttaa siihen, kuinka monta kaapelia mahtuu putkeen. Kun talo on korkeampi, lisätään hormiin nousuputkia asuntomäärän mukaan. Nousureiteissä on huomioitava reitit myös mahdolliseen iv-konehuoneeseen ja porrashuoneeseen. Porrashuoneessa on tärkeää varautua siihen, että jälkikäteen tarvitaan esimerkiksi gsm-tukiasemia matkapuhelimen parempaa kuuluvuutta varten. On myös mahdollista, että joskus myöhemmin tarvitaan kerroksissa jotakin järjestelmää ja on edullisempaa rakennusvaiheessa varata reitti varmuuden vuoksi kuin rakentaa jälkikäteen. IV-konehuoneen reitiksi varataan vähintään kaksi 100 mm putkea.

Valmiit tekniikkahormit suunnittelee LVI-suunnittelija, jolle sähkösuunnittelija kertoo tarpeensa ja tarkistaa, että nousuja on riittävästi. Hormien koot ilmoitetaan arkkitehdille, joka merkitsee ne oikean kokoisina pohjakuviin. Hormit ovat myös

ns. hukkaneliöitä, jolloin niidenkin koko täytyy optimoida eli niitä pitää olla riittävästi, mutta järkevän kokoisina. Hormien pinta-alaa ei lasketa huoneistoalaan (RT 12-11055, 6). Rakennustekniikka voi aiheuttaa välillä rajoitteita hormien kokoihin tai työmaalle kuljetus, joten koot eivät voi olla mitä tahansa. Toteutusvaiheessa hormivalmistaja tekee hormikuvat ( kuvat 8 ja 9), jotka sähkösuunnittelija tarkastaa omalta osaltaan, että niissä on kaikki se, mitä tarvitaan. Sähkönuosuissa täytyy tarkistaa se, että putkitukset lähtevät oikeasta kerroksesta ja jatkuvat siihen kerrokseen, minne niitä tarvitaan ja niissä on riittävät ulostulot kerroksissa (kuva 8). Mikäli hormoneissa on sähköpisteitä, niiden varausten oikea sijoitus tarkistetaan myös (kuva 9). Hormikuvat saadaan tarkistettavaksi yleensä täydentävän suunnittelun vaiheessa.



KUVA 8. Hormielementti, jossa IV, V ja S -tekniikkavaraukset, kerrokset ja hormin pystyleikkaus (Rudus Oy, Elpo-hormi 2019, muokattu).



KUVA 9. Hormielementti, jossa IV, V ja S -tekniikkavaraukset, hormin poikkileikkaus (Rudus Oy, Elpo-hormi 2019, muokattu).

### 3.4 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitteluun kuuluu alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen, rakennuslupa- ja markkinointiasiakirjojen laatiminen, suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten sekä täydentävien suunnitelmien laatiminen. Toteutussuunnittelu jakautuu hankevaiheissa suunnittelun, rakentamisen valmistelun ja rakentamisvaiheen kohdalle.

#### 3.4.1 Alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen

Alustavien teknisten suunnitelmien laatimisessa tehdään asuntotyyppien mukaiset pistekuvat ja valitaan valaisimet sekä mahdolliset muut laitteet. Jotta pääs-

tään tekemään pistekuvat, on hyvä koota mahdollisimman tarkat lähtötiedot tilaajalta. Kun tilaaja ei aina tiedä, mitä haluaa, on sähkösuunnittelijan tehtävä esittää erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja. Jos tilaajana on rakennusliike, monella rakennusliikkeellä on omat vuosisopimuksensa ja talotekniikan käytännöt, joiden mukaan halutaan kohteita tehdä, jolloin valitaan niiden mukaisia tuotteita ja ratkaisuja. Rakennusliike on esimerkiksi voinut määritellä omassa suunnitteluohjeessaan käytettävän asennuskalustesarjan ja että käytetään valmista tehtaalla tehtyä kylpyhuone-elementtiä, joka sisältää ennalta määritetyt sähkölaitteet ja -kalusteet. Lähtötiedot hyväksytetään tilaajalla ennen kuin suunnittelu aloitetaan. Kun lähtötiedot on hyväksytetty, niitä on mahdollista vielä muuttaa. On kuitenkin hyvä kirjata ylös muutokset ja se, mitä on sovittu, milloin ja kenen toimesta. Kun muutokset on kirjattu ylös, on jälkikäteen paljon helpompaa selvittää esimerkiksi mahdollisia puutteita tai muita epäselvyyksiä.

### **Lähtötiedot**

Osaan lähtötiedoista vaikuttaa talon rakennustekniikka. Käytetäänkö esimerkiksi paikallavalulaaattoja vai ontelolaaattoja?

Lähtötietoihin on hyvä kirjata mm. seuraavia asioita:

- Nousukaapelireitit – alapohjassa, 1. kerroksessa vai missä?
- Kaapelireittien pystynousut – valmiissa tehdasrakenteisessa hormissa, paikalla tehtävässä hormissa vai jossain muualla?
- Käytetäänkö kylpyhuone-elementtejä vai paikalla tehtäviä kylpyhuoneita?
- Alueasiat, autolämmitysrasiat, aluevalaistus – miten toteutetaan?
- Sähköauton lataus – miten varaudutaan?
- Tuleeko pumppaamoja, sulatuksia ja muita laitteistoja?
- Kiinteistökeskusten määrät?
- Erilaisten huonetilojen pistorasioiden määrät, valaistusten ohjaustavat – miten halutaan toteuttaa?
- Tele- ja antennipisteiden määrät huonetiloissa – montako pistettä huoneessa tms.?
- Erilaiset järjestelmät: mm. sähkölukitus-, ovipuhelin-, palovaroitin- tai paloilmaisin-, kulunvalvonta, rikosilmoitus- ja vedenmittausjärjestelmä – tuleeko näitä tai muita järjestelmiä?



Lähtötiedot koostuvat tilaajan tavoitteista ja suunnittelijan ehdottamista ratkaisuista. Toisinaan tilaajan lähtötiedot ovat sellaisia, että sähkösuunnittelija ehdottaa parempaa ratkaisua kuin tilaajan tavoite on. Aina ehdotuksia ei kuitenkaan haluta toteuttaa, jolloin toimitaan tilaajan lähtötietojen perusteella. Tilaajalla on oikeus päättää rakennuksen laatutaso myös sähköjen osalta. Tilaajalla voi olla erilaisia laatuvaatimuksia esimerkiksi myytäviin asuntoihin, missä hän voi määrittää millaisia sähköpistemääriä halutaan käyttää tai millaisia valaisimia tai muita laitteita käytetään. Sähkösuunnittelijan velvollisuus on tuoda esille loppukäyttäjää ja rakennusta parhaiten palvelevia ratkaisuja, mutta tilaaja tekee lopullisen päätöksen, kunhan laki, määräykset, asetukset ja standardit täyttyvät.

### **Valaisinluettelo**

Ennen pistekuvien tekemistä, kannattaa kohteelle valita valaisimet. Jos tekee suunnitelmia jollain suunnitteluohjelmalla ja 3D-mallinnusta apuna käyttäen, suunnitelmien teknistä tekemistä helpottaa se, mitä aikaisemmassa vaiheessa saa tehtyä valaisinluettelon. Pistekuvia voi tehdä, vaikkei kaikki valaisintyypit ole vielä varmoja. Symbolien koot ja valaisinmallit, on hyvä olla mahdollisimman lähellä sitä, mitä suunnitelmiin aikoo laittaa. Näin välttyy ylimääräiseltä työltä. Kaikki ohjelmistot eivät välttämättä aina mallinna valaisimia helposti. Ainakin 3D-symbolien muuttaminen voi olla hankalaa, ilman niiden lisäämistä uudestaan suunnitelmiin.

Valaisinten valintaan vaikuttavat mm. valaistavat tilat ja niiden ominaisuudet, valaisinten asennuspaikka- ja tapa, valaisinten ominaisuudet, ohjaustavat, valonlähteet sekä hinta. Valaistuksen suunnittelun ja toteutuksen yleisohjeita on annettu ST-kortiston kortissa ST 58.04 Ohjeita valaistuksen suunnitteluun ja toteutukseen (ST 58.04 2022).

Valaisinluettelossa määritetään valmistaja, valaisinmalli, lampputyyppi ja muut halutut ominaisuudet. Jos tilaajalla on oma vuosisopimus jonkin valaisintoimittajan kanssa tai heillä on käytössä vakiovalaisintyypit, käytetään heiltä saatuja valaisintietoja. Mikäli johonkin käyttötarkoitukseen tai tilaan ei ole valittuna vaadittua valaisintyyppiä, sähkösuunnittelija ehdottaa sopivaa valaisinta. Hankkeelle on eduksi se, että käytetään mahdollisimman paljon saman valaisinvalmistajan valaisimia, koska useamman valaisimen hankkiminen samalta valmistajalta tulee

useimmiten edullisemmaksi kuin hankkia yksi valaisin yhdestä paikasta ja toinen toisesta. Suunnittelijan työ helpottuu myös, kun voi valita samalta valmistajalta useampia valaisimia. Koska suunnittelija ei hanki tuotteita, on hänen määrittelemät tuotteet esimerkkityyppejä. Niillä saadaan aikaiseksi toimiva ja käyttötarkoitukseen sopiva valaistus, joka toimii minimivaatimuksena kohteessa.

Asunnoissa käytetään kiinteitä valaisimia ennalta valituissa paikoissa. Useimmiten kiinteät valaisimet ovat eteisessä, pesuhuoneessa, keittiön työpöydillä ja vaa-tehuoneissa. Parvekevalaistuksen tarve vaihtelee kohdekohtaisesti tilaajan ta-voitteiden mukaisesti. Muu valaistus toteutetaan asunnoissa valaisinpistorasi-oilla.

Valaisinvalinnassa kannattaa käyttää tunnettuja valmistajia ja kiinnittää huomiota takuuajoihin sekä laatuun. Pitkät takuuajat kertovat yleensä hyvästä laadusta.

Nykyään käytetään lähes kokonaan LED-valaisimia tai valaisimia LED-lampuilla, koska ne ovat energiatehokkaita. Valaisimia ei ole yleensä mahdollisuus nähdä oikeanlaisissa paikoissa ja tiloissa, vaan valinnat perustuvat valokuvaan ja tekni-siin tietoihin, mikä hankaloittaa valaisimen ominaisuuksien hahmottamista. Mo-nosti kannattaa käyttää omaa kokemusta hyödyksi. Kun itsellä on tietyn tehoinen valaisin tai valaisimessa oleva lamppu, voi sitä kautta miettiä, miten ja mitä se valaisee. Valonjakotiedostot ja erilaiset valon määrän vertailut auttavat sopivan valaisimen valinnassa. Esimerkki valon määrän vertailusta ks. [Lamput ja valais-tus - Motiva](#). Tilat, joissa käytetään kiinteitä valaisimia, voidaan varmentaa valais-tuslaskelmilla, mutta perusasuinrakennuksen suunnittelussa se ei aina ole vält-tämätöntä. Asuntojen valaistuksessa ei myöskään ole samanlaisia vaatimuksia kuin julkisissa tiloissa, joten valaistuslaskelmat eivät palvele sellaisenaan asuin-huoneistoja. Jos kiinteitä valaisimia on asunnon työskentelytiloissa, voidaan jul-kisten tilojen vaatimustasoja hyödyntää asuntojen valaistuksessa (SFS-EN 12464-1-7 2021).

Sähköurakoitsijan ei välttämättä tarvitse hankkia suunnittelijan määrittämiä valai-simia, vaan hänellä on mahdollisuus ehdottaa haluamiaan valaisimia. Säh-kösuunnittelijan täytyy tarkistaa ehdotettujen valaisinten ominaisuudet. Jos ne

ovat teknisiltä ominaisuuksiltaan vastaavia kuin suunnitelmissa ja sähkösuunnittelija hyväksyy ne, tekee rakennuttaja lopullisen päätöksen siitä, voiko valaisimet vaihtaa vai ei. Näistä syistä suunnittelijan valitsevat valaisimet ovat ehdotus, jonka täytyy olla toimiva kaikilta ominaisuuksiltaan, mutta se ei ole kuitenkaan ainoa vaihtoehto, joten valaisinten määrittelyssä kannattaa käyttää aika tehokkaasti ja suosia perusratkaisuja. Asuinrakennuskohteissa valaistussuunnitteluun ei useinkaan voi panostaa siinä määrin kuin toimitilahankkeissa, koska vaatimukset ja määräykset ovat pienemmät.

Julkisivuvalaisimissa arkkitehdilla on usein oma näkemys, mutta silloinkin tilaaja on se, joka hyväksyy käytettävät valaisimet. Useimmiten kustannuspaineet aiheuttavat sen, että valitaan kohteeseen sopivia, kustannustehokkaita valaisimia, jotka sopivat ympäristöön.

Aluevalaisimina käytetään peruskohteissa pylväsvalaisimia, seinävalaisimia ja tarvittaessa pollarivalaisimia. Valaisinten valitsemisessa voidaan käyttää lähtökohtana ympäristön valaisimia tai valita ihan omat. Näillä alueilla voi ajatella niin, että neljän metrin pylväsvalaisimia on 15 metrin välein. On otettava huomioon myös, että ne eivät saa häikäistä asuntoihin sisälle, jolloin ne eivät saa olla liian lähellä ikkunoita. Seinävalaisimia voidaan ajatella sijoitettavan esimerkiksi viiden metrin välein, mutta ensin on tarkistettava valaisimen valokeila, minkä alueen valaisin tietyllä asennuskorkeudella valaisee. Näitä valaisimia yhdistelemällä täytyy saada valaistua kulkuväylät ja oleskelupaikat. Pollareilla voidaan valaista alueita, joihin ei pylväsvalaisinta voi asentaa ja seinävalaisinten valokeilat eivät ylety. Piha-alueet voidaan laskea valaistuslaskentaohjelmilla, mutta peruskohteessa se ei yleensä anna suurta lisäarvoa suunnitelmille vaan toimii omana tarkastuksena, että voi myöhemmin osoittaa valaistuksen olevan riittävä, mikäli joku sen kyseenalaistaa. Ulkovalaisimia ohjataan aikaohjelmalla ja valoisuuden mukaan.

Yleisissä tiloissa sekä teknisissä tiloissa käytetään usein suorakaiteen muotoisia valaisimia ja pienissä tiloissa pyöreitä. Pyöreät valaisimet säästävät vähäistä katopinta-alaa ja suorakaiteen muotoiset valaisimet on helpompi asentaa esimerkiksi valaisinripustuskiskoon. Valaisimia ohjataan ennalta sovitusti huonekohtaisilla kytkimillä, valaisimiin integroiduilla tai erillisillä liiketunnistimilla.

Porrashuoneissa käytetään mahdollisuuksien mukaan joko katto- tai seinävalaisimia, joita kannattaa ohjata kerroskohtaisesti liiketunnistimilla tai äänitunnistimilla, päivänvalo huomioiden. Porrashuoneen valontarve on asunto-ovien kohdalla, hissien edustalla ja kerrosten välisissä portaikoissa. Kerroskäytävillä saadaan tasainen valaistus aikaiseksi parhaiten kattovalaisimilla. Portaikoissa valaistus on turvallisuustekijä. Valaisimet sijoitellaan siten, että portaissa näkee kulkea turvallisesti ja asennuspaikka niin, että valaisin voidaan turvallisesti huoltaa.

### **Pistekuvat ja ryhmittely**

Pistekuvat tehdään, että voidaan sopia erilaisten asuntotyyppien perusratkaisumallit, joita kohteessa halutaan käyttää. Pistekuvat perustuvat yhteisesti sovittuihin lähtötietoihin, missä on määritelty laatutaso. Pistekuvavaiheessa on hyvä myös samalla tarkastaa, että arkkitehti on huomionnut riittävät tilat kytkimille ja erityisesti pesuhuoneiden suojaetäisyyksien täyttyminen myös pesukoneeseen (SFS 6000-7-701 2022). Mikäli näissä on puutteita, niistä täytyy heti informoida tilaajaa ja arkkitehtiä, että saadaan turvalliset ja toimivat tilat.

Rasioiden sijainnit mietitään kalustuksen mukaan ja sen mukaan, halutaanko käyttää asennuspaikkoina ja johtoreitteinä kevyitä väliseiniä, elementtiseiniä tai ulkoseiniä. Tilaajilla on omia mieltymyksiä siitä, että minne rasioita sijoitetaan. Toiset haluavat välttää ulkoseiniä, toiset paikalla tehtäviä kevyitä seiniä. Jos rasiat ovat elementtiseinässä, niiden kojerasiat ja putkitukset kaapeleita varten laitetaan valmiiksi jo tehtaalla, jolloin työmaalla tehtävä työ niiden osalta vähenee. Riski elementtiseinissä olevien rasioiden vääristä sijainneista tai putkituksista taas pienenee, jos suositaan kevyitä väliseiniä. Kummassakin tavassa on omat hyvät ja huonot puolensa.

Pistekuva kannattaa tehdä erilaisista asuntotyypeistä ja hyväksyttää ne tilaajalla ennen kuin kopioi ratkaisuja muihin kerroksiin. Kun pistekuvat on hyväksytty, voidaan aloittaa ryhmittely. Ryhmittely tehdään oletetun kuormituksen sekä kulutus- pisteiden sijainnin mukaisesti ja saman tyyppinen kuormitus laitetaan samaan ryhmään. Asunnoissa voidaan kuitenkin valaistus ja huoneen käyttöpistorasiat ryhmitellä samaan ryhmään, koska kuormitus on vähäistä. Suurempitehoisille laitteille varataan omat ryhmät. Ryhmittely voidaan tehdä esimerkiksi tila- tai alue-

kohtaisesti. Viimeistään ryhmittelyvaiheessa kannattaa valita syöttävän keskuksen esimerkkityyppi, jos käytössä on valmis keskus tai määritellä keskus sen mukaisesti, mikä tarve on. Keskustyyppi on voitu määritellä alustavasti jo silloin, kun on tarkistettu tilavarat ja ryhmittelyvaiheessa tarkennetaan niitä. Kun tehdään ryhmittelyä, määritellään samalla kaapelit ja niiden ylikuormitussuojat (SFS 6000-5-52 2022, 70). Kaapelit valitaan kuormitettavuuden mukaisesti (SFS 6000-5-523 ja ylikuormitussuojat virran mukaisesti (SFS 6000-4-433).

### **3.4.2 Rakennuslupa- ja markkinointiasiakirjojen laatiminen**

Rakennuslupaa varten tarvitaan energiaselvitys. Sähkösuunnittelija toimittaa sähkösuunnittelun lähtötiedot, joita varten on saatu energiaselvityksen lähtötietolomake energiaselvityksen tekijältä. Sähkösuunnittelun lähtötiedoissa annetaan tietoja esimerkiksi sähkölämmityksen pinta-aloista, valaistustehosta ja aurinkopaneeleista.

Sähkösuunnittelija toimittaa sähkötöiden rakennustapaselostuksen tilaajalle ja tarkistaa omalta osaltaan tekniset tiedot myyntiaineistosta. Tarvittaessa myyntimateriaaliin halutaan liittää myös asuntotyyppien pistekuvat, jolloin suunnittelijan tulee ne toimittaa.

### **3.4.3 Suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten**

Kun alustavana olleet ratkaisut hyväksytään, sähkösuunnitelmat tehdään valmiiksi ja niiden mukaan tilaaja voi kilpailuttaa sähköurakan. Kun urakkalaskentakuvat ovat valmiit, tulee sähkösuunnittelijan toimittaa sähköverkkoyhtiölle kommentoitavaksi ne suunnitelmat, joita ne haluavat toimitettavan. Kommentoitavien suunnitelmien sisältö vaihtelee sähköverkkoyhtiökohtaisesti, mutta useimmiten toimitettavat suunnitelmat ovat asemapiirustus, pääkeskus- ja mittauskeskuskaavio, nousujohtokaavio ja ryhmityspiirustus, jossa näkyy sähköpääkeskustila. Sähköverkkoyhtiöiden suunnittelijaohjeissa on yleensä kerrottu, mitä suunnitelmia siellä halutaan. Mikäli sähköverkkoyhtiöltä tulee suunnitelmiin kommentteja, ne saadaan korjattua suunnitelmiin täydentävien suunnitelmien laatimisen aikana.

### 3.4.4 Täydentävien suunnitelmien laatiminen

Sähkösuunnittelija osallistuu omalta osaltaan täydentävään suunnitteluun. Sähkösuunnittelija antaa tarvittavat reikä tiedot rakennesuunnittelijalle ennalta sovitun reikäkierron mukaisesti ja toimittaa täydentävän suunnittelun aikana tietoja osatoimittajille tarpeen mukaan. Esimerkiksi väestönsuojan toimittajalle annetaan väestönsuojien sähkö tiedot ja suunnittelija tarkistaa, että väestönsuojan suunnittelija on tehnyt sähkön vaatimat varaukset oikein väestönsuojan suunnitelmiin. Jos käytetään valmiita hormielementtejä, sähkösuunnittelija tarkistaa, että hormisuunnittelija on tehnyt oikeat sähkövaraukset hormikuviin.

Toteutussuunnitteluvaiheessa tuotetaan kohteen sähkösuunnitelmat. Esimerkkejä tarvittavista sähkösuunnitelmista on esitetty mm. [Asuinrakennushankkeen sähkösuunnitteluprosessi - Theseus](#) ja [Asuinkerrostalon sähkösuunnitelma - Theseus](#) opinnäytetöissä.

### 3.5 Rakennusaikaiset tehtävät

Rakennusaikaiset tehtävät kuuluvat hankevaiheessa rakentamisvaiheeseen ja tehtävä jakautuu rakennustyön valvontaan sekä urakoitsijoiden ja tavarantoimittajien tuotantosuunnitelmien tarkastamiseen.

Sähkösuunnittelija suorittaa valvontaa työmaakokousten yhteydessä ja käy tarvittaessa tekemässä erillisiä työmaakäyntejä. Suunnittelija hyväksyy omalta osaltaan sähköurakoitsijan ehdottamia tuotteita. Lopullisen hyväksynnän kaikille käytettäville tuotteille tekee tilaaja. Sähkösuunnittelijan velvollisuus on kuitenkin konsultoida siinä, että ehdotetut tuotteet ovat sellaisia, että niitä voidaan käyttää.

### **3.6 Käyttöön- ja vastaanottoon liittyvät tehtävät**

Käyttöön- ja vastaanottoon liittyvät tehtävät kuuluvat hankevaiheessa käyttöön- ja vastaanottoon.

Sähkösuunnittelija täydentää omalta osaltaan huoltokirjamateriaalin. Useimmiten sähkösuunnittelija toimittaa huoltokirjamateriaalia varten järjestelmäkuvauksen ja paikannuspiirustukset. Huoltokirjamateriaalin kokoajat toimittavat erilaisia ohjeita, mitä materiaalia suunnittelijalta halutaan. Suunnittelijan tulee kuitenkin olla tarkkana siinä, ettei hän voi toimittaa sellaista materiaalia, mistä hänellä ei ole viimeisintä tietoa. Huoltokirjakoordinaattori voi pyytää esimerkiksi valaisinluetteloa tai loppukuvia suunnittelijalta, mutta suunnittelijalla ei ole näitä tietoja, ellei hän ole tehnyt kohteen loppukuvia. Osa sähkön materiaaleista on sellaisia, että sähköurakoitsijan tulee ne toimittaa.

Suunnittelijan tulee tehdä suunnittelijan vastaanottotarkastus hyvissä ajoin ennen kohteen luovuttamista. Suunnittelijan tarkastuksessa suunnittelija tarkastaa sähköasennuksia niiltä osin kuin se on mahdollista. Suunnittelija voi esimerkiksi testata valojen toimivuutta, tarkistaa keskustilojen siisteyden, keskusmerkinnät ja huomioda ristiriitoja suunnitelmiin verraten. Sähkösuunnittelija tekee havaitsemistaan asioista raportin, jonka mukaan urakoitsijalla on mahdollista korjata havaitut puutteet, mikäli niitä on.

### **3.7 Käytönaikaiset tehtävät**

Käytönaikaiset tehtävät kuuluvat hankevaiheessa käytön hankevaiheeseen. Sähkösuunnittelijalla ei ole erityisiä käytönaikaisia tehtäviä. Tarvittaessa hän voi osallistua kohteen takuutarkastukseen.

### 3.8 Erillistehtävät

Erillistehtävät ovat sellaisia suunnittelun tehtäviä, jotka eivät automaattisesti kuulu suunnittelusopimukseen ja niiden tekemisestä on sovittava erikseen. Elementtien sähköistäminen, keskusten piirikaavioiden laatiminen, työkuvioiden tekeminen ja asukasmuutosten tekeminen ovat esimerkkejä mahdollisista erillistehtävistä. Suunnittelusopimus on syytä käydä hyvin läpi ennen suunnittelun aloittamista, että tietää, mitä siihen sisältyy, ettei epähuomiossa tee sellaista, mikä ei kuulu sopimukseen. Erillistehtäville laaditaan hinnat, joiden mukaan työt suoritetaan.



## 4 SÄHKÖSUUNNITTELUESIMERKKI

Opinnäytetyön yhteydessä on laadittu sähkösuunnittelun esimerkkiaineisto [Kurssi: Sähkösuunnitteluesimerkki \(tuni.fi\)](#) TUNI Moodleen, joka on Tampereen korkeakouluyhteisön verkko-oppimisympäristö. Suunnitteluesimerkissä on käsitelty asioita, joita sähkösuunnittelijan on huomioitava suunnittelussa ja sen eri vaiheissa. Suunnitteluesimerkissä kuvaillaan ratkaisujen perusteita ja huomioon otettavia näkökulmia.

Aineistossa on käsitelty mm. sähkötiloja, kaapelireittien valintaa, sähköpisteiden suunnittelua ja ryhmittelyä erilaisissa tilanteissa. Esimerkit on laadittu siten, että niissä on todellisia suunnittelutilanteita, joiden ratkaisuja on perusteltu kuvien ja niihin liittyvien asioiden selittämällä sekä lisämateriaalien avulla.

Esimerkit on tehty H5P-työkalulla, jolla on luotu interaktiivista sisältöä. Esimerkeissä on käytetty interaktiivisia piirroksia (kuvat 10-12), joita on täydennetty pdf-tiedostoilla ja selventävillä ohjeteksteillä.

## sähköpisteet asunnossa 1



KUVA 10. Esimerkki interaktiivisesta sisällöstä. Hotspotit eri huoneissa. (Laine 2022)

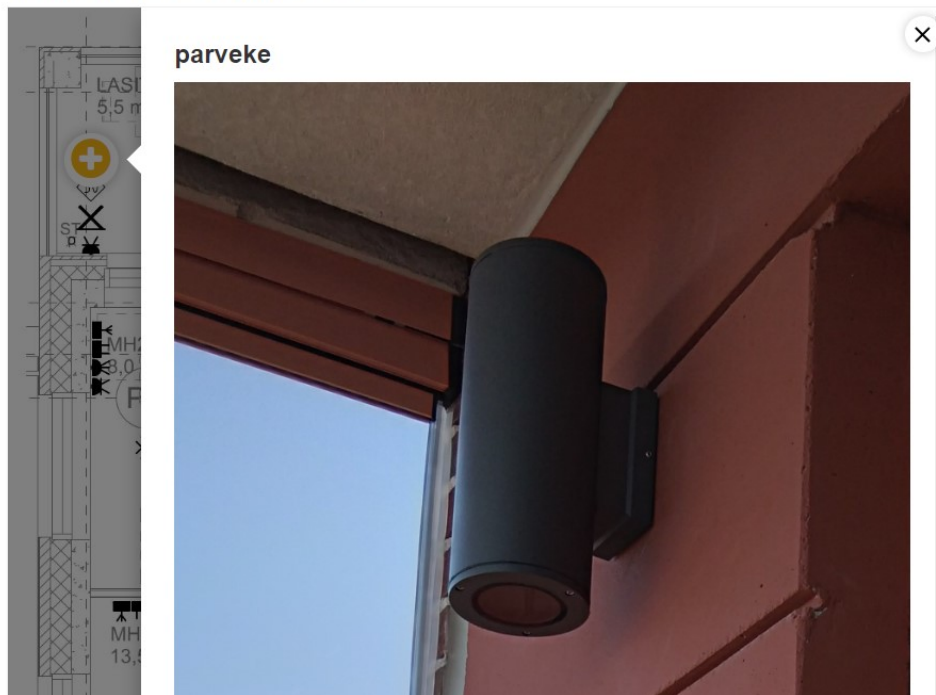
## sähköpisteet asunnossa 1

**parveke**

- valaisin on laitettu pistorasian yläpuolelle ja ne on laitettu ikkunan viereen (*kohteessa ei ole haluttu laittaa valaisimia ikkunan yläpuolelle*)
- kytkimellä ohjattu valaisin ja pistorasia, kytkin oven viereen, vähemmän näkyvälle paikalle
- varaukset lämmittimiä tai ilmalämpöpumpun varten, jos lähtötiedoissa sellaisia halutaan

KUVA 11. Esimerkki interaktiivisesta sisällöstä. Hotspotin tekstisisältö. (Laine 2022)

## valaisimet asunnossa



KUVA 12. Esimerkki interaktiivisesta sisällöstä. Hotspotin kuvasisältö. (Laine 2022)

Aineisto on käytettävissä niillä, joille Tampereen korkeakoulu yhteisö antaa pääsyoikeuden käyttää materiaalia TUNI Moodlen verkko-oppimisympäristössä. Materiaali on tarkoitettu oppimateriaaliksi, joka auttaa uutta sähkösuunnittelijaa suunnitteluratkaisuissa. Materiaali on avuksi myös muiden rakentamiseen liittyvien suunnittelualojen uusille suunnittelijoille, joiden tulee huomioida sähkötekniikka omista suunnitteluratkaisuistaan.

Aineisto sisältää seuraavat esimerkit:

Sähköpääkeskustilan sijainti - kommentointi - tilatarve

- Alkuperäinen sijainti (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Laitteet alkuperäisessä tilassa (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Sijoitusehdotus ja sähkölaitteiden sijoittelu uuteen tilaan (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Lopullinen sijainti ja laitteet (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Sähköpääkeskushuoneen tilatarpeet (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Esimerkkejä sähköpääkeskushuoneeseen tulevien keskusten toteutuksen mukaisista tilatarpeista (H5P - Interaktiivinen sisältö)

### Nousureitit

- Liittymiskaapelien reitti 1 (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Liittymiskaapelien reitti 2 (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Toteutunut reitti 1. kerros (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Toteutunut reitti 2. kerros (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Toteutunut reitti 3. kerros (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Reitti alapohjasta - alapohja (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Reitti alapohjasta - 1. kerros (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Reitti porrashuoneen ja asunnon kautta (H5P - Interaktiivinen sisältö)

### Pistekuvat

- Asunnon keskuksen mahdolliset sijoittelut 1  
(H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Asunnon keskuksen mahdolliset sijoittelut 2  
(H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Sähköpisteet asunnossa 1 (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Sähköpisteet asunnossa 2 (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Sähköpisteet - yleiset tilat (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Sähköpisteet - porrashuone - ylin kerros (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Sähköpisteet - vss (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- VSS:n sähkö ja lämmitys (pdf-tiedosto)
- VSS:n sähkö ja vesi (pdf-tiedosto)
- VSS:n sähkö ja ilma (pdf-tiedosto)
- VSS:n LVIS (pdf-tiedosto)
- Sähköpisteet - IV-konehuone/vesikatto (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Sähköpisteet - lämmönjakohuone (H5P - Interaktiivinen sisältö)

### Ryhmittely

- Pääkaavio - asunnon ryhmäkeskus - saunalliset asunnot  
(pdf-tiedosto)
- Pääkaavio - asunnon ryhmäkeskus - saunattomat asunnot  
(pdf-tiedosto)
- Pok - keskusrunko (pdf-tiedosto)
- Ryhmittely asunnossa 1 - paikallavalu (H5P - Interaktiivinen sisältö)

- Betonielementtien sähköasennukset (pdf-tiedosto)
- Pääkaavio - asunnon ryhmäkeskus - kotona/poissa -kytkin  
(pdf-tiedosto)
- Ryhmittely asunnossa 2 - paikallavalu (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Ryhmittely asunnossa - ontelolaatta - rakenne ja sähkö  
(H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Ryhmittely asunnossa - ontelolaatta (H5P - Interaktiivinen sisältö)

### Valaistus

- Asuntojen valaisinten sijoitusperusteet pistekuivissa
- Valaisinten valinta - asunnot (ohjeteksti)
- Valaisinten valinta - julkisivut ja alue (ohjeteksti)
- Valaisimet asunnossa (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Valaisimet julkisivussa pihataso (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Valaisimet julkisivussa 1. kerros (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Aluevalaistus (H5P - Interaktiivinen sisältö)

### Liittymätehon laskenta - esimerkit

- ST 13.31 (pdf-tiedosto)
- Teholaskelma 1 (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Teholaskelma 2 (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Teholaskelma 3 (H5P - Interaktiivinen sisältö)

### Reikäkuvat

- Kuvaus ja ohjeteksti
- Alapohjan reiät (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Alapohjan kantikas reikä (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Välipohjan reiät - ontelolaatta (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Välipohjan reiät - paikallavalulaatta (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Nousureitti vss:n yläpuolella - reikävaraukset  
(H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Seinäreiät (H5P - Interaktiivinen sisältö)
- Uraukset ontelolaatan yläpintaan (H5P - Interaktiivinen sisältö)

## 5 POHDINTA

Säädösten noudattaminen, tarkoituksenmukaisuus, aika ja raha ovat vaatimuksia, jotka asettavat pohjan suunnittelulle. Sähkösuunnittelija tekee parhaan mahdollisen suunnitelman toimivista ratkaisuksista. Sähkösuunnitelmissa ei ole yhtä oikeaa ratkaisua ja reunaehtoja on paljon, joihin suunnittelija ei voi vaikuttaa. Sähkösuunnittelijan täytyy kulkea kultaista keskitietä. Sähkösuunnittelu on tärkeä osa rakentamista, mutta sitä ei kuitenkaan arvosteta tarpeeksi. Liian usein karsitaan yksittäisistä sähköpisteistä tai toiminnallisuudesta, vaikka rakentamisvaiheessa erilaisten ratkaisujen toteuttaminen tulee paljon edullisemmaksi kuin jälkikäteen. Sähkösuunnittelua tulisi arvostaa enemmän, koska se on tärkeä osa rakentamisen kokonaisuutta.

Työn laadinnassa on hyödynnetty kahdenkymmenen vuoden työkokemuksen aikana kerättyä käytännön suunnittelukokemusta. Haasteena oli se, että suunnitella noudattaa määräyksiä ja ohjeita automaattisesti eikä niitä tarvitse päivittäisessä työskentelyssä erikseen etsiä, kun ne ovat jo itsellä tiedossa. Oli hankalaa löytää oikeita kohtia standardeista ja muista määräyksistä. Se oli kuitenkin hyödyllistä, kun samalla tuli kerranneeksi tärkeitä asioita ja varmistui siitä, että noudattaa edelleen oikeita säännöksiä. On myös hyvä pohtia käyttämiään ratkaisuja uudestaan. Ne ovat itselle rutiineja, joita käyttää usein, mutta silloin ei useinkaan jää miettimään sitä, että miksi näin oikeasti tehdään eikä tehdä vain sen vuoksi, että näin on aina tehty. Työtä tehdessä tuli samalla kyseenalaistettua ja tarkastettua ratkaisuja, että ovatko ne edelleen hyvä tapa toimia.

Sähkösuunnitteluesimerkissä on esitetty keskeisiä asioita, joiden avulla uusi suunnittelija voi perehtyä sähkösuunnittelussa huomioitaviin asioihin. Koska suunnittelussa asioita on paljon ja samoja asioita voidaan käsitellä monessa kohdassa, mutta eri näkökulmasta, esimerkin kokoamisessa hankaluus oli rajata asioita sopiviin kokonaisuuksiin. Materiaalia voi kuitenkin täydentää, laajentaa tai muuttaa sen mukaan, mitä kaikkea siinä halutaan käsitellä ja samalla sen rajauksia voidaan aina tarkentaa sekä esimerkkejä päivittää. Alustana TUNI Moodle on monipuolinen, mikä antaa materiaalin jatkokehitykselle rajattomat mahdollisuudet.

## LÄHTEET

Direktiivi 2014/30/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi sähkömagneettista yhteensopivuudesta. Euroopan unionin virallinen lehti 29.3.2014. Luettu 1.12.2022. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0030>

Direktiivi 2014/35/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi tietyllä jännitealueella toimiville sähkölaitteille. Euroopan unionin virallinen lehti 29.3.2014. Luettu 1.12.2022. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0035>

Energiatехokkuuslaki 30.12.2014/1429. Viitattu 1.12.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20141429>

ELTELNetworks Oy. 2022. Tietoliikenneverkot. Verkkosivu. Viitattu 1.12.2022. <https://www.eltelnetworks.fi/palvelut/tietoliikenneverkot/>

HD 60364-1. 2008. Low-voltage electrical installations. CENELEC.

Helen Sähköverkko Oy. 2020. Sähköasennusten suunnittelu ja urakointi. Verkkosivu. Viitattu 1.12.2022. <https://www.helensahkoverkko.fi/palvelut/ohjeet>

Jokela, J. 2022. Sähköalan säännökset 2022. Espoo: Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy.

Keränen, T. 2018. Asuinkerrostalon sähkösuunnitelma. Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma. Oulun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 1.12.2022. <https://www.theseus.fi/handle/10024/142826>

Leskinen, J. 2019. Hormielementti. Työnro 234268. Piirustus. Kotka: Rudus Oy.

Luettelo S10-2019 Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardit 2019. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). Viitattu 1.12.2022.

<https://tukes.fi/documents/5470659/8178747/Luettelo+S10-2019+S%C3%A4hk%C3%B6laitteistojen+turvallisuutta+ja+s%C3%A4hk%C3%B6ty%C3%B6turvallisuutta+koskevat+standardit/aac8d149-4409-7c08-2e5b-f67c33def1b4/Luettelo+S10-2019+S%C3%A4hk%C3%B6laitteistojen+turvallisuutta+ja+s%C3%A4hk%C3%B6ty%C3%B6turvallisuutta+koskevat+standardit.pdf?t=1548239911000>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132. Viitattu 1.12.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1999/19990132>

Motiva Oy. 2022. Lamput ja valaistus. Verkkosivu. Viitattu 1.12.2022. [https://www.motiva.fi/koti\\_ ja\\_ asuminen/hyva\\_ arki\\_ kotona/lamput\\_ ja\\_ valaistus](https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/hyva_ arki_ kotona/lamput_ ja_ valaistus)

Määräys 65 D/2019 kiinteistön sisäverkosta ja teleurakoinnista 11.11.2019. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom.

Pelastuslaki 29.4.2011/379. Viitattu 1.12.2022.  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2011/20110379>

Peri, J. 2017. Asuinrakennushankkeen sähkösuunnitteluprosessi. Talotekniikan koulutusohjelma. Sähköinen talotekniikka. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 1.12.2022. <https://www.theseus.fi/handle/10024/124753>

RT 10-10827 Asuntosuunnittelun tehtäväluettelo PS ARK GEO RAK LVI SÄH. 2004. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

RT 10-11290 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE 18. 2017. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

RT 12-11055 Rakennusten pinta-alat SFS 5139. 2011. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

Rudus Oy. n.d. Elpo-hormiohjeet. Verkkosivu. Viitattu 1.12.2022.  
<https://www.rudus.fi/suunnittelijalle/elpo-hormit>

SESKO. 2022. Sähkötekniset standardit Suomessa. Verkkosivu. Viitattu 1.12.2022. <https://sesko.fi/>

SFS 6000 1-8. 2022. Pienjännitesähköasennukset osat 1-8. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS 6000-4-42. 2022. Pienjännitesähköasennukset. Osa 4-42: Suojausmenetelmät. Suojaus lämmön vaikutuksilta. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS 6000-4-43. 2022. Pienjännitesähköasennukset. Osa 4-43: Suojausmenetelmät. Ylivirtasuojaus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS 6000-5-52. 2022. Pienjännitesähköasennukset. Osa 5-52: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Johtojärjestelmät. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS 6000-7-701. 2022. Pienjännitesähköasennukset. Osa 7-701: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Kylpy- ja suihkutilat. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS 6000-7-729. 2022. Pienjännitesähköasennukset. Osa 7-729: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Sähkökeskusten asentaminen. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 12464-1. 2021. Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-IEC 60050-826. 2005. Sanastostandardi.

Sisäasiainministeriön asetus palovaroittimien sijoittamisesta ja kunnossapidosta 14.4.2009. Viitattu 1.12.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090239>



ST 13.31 Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. 2021. ST-kortisto. Sähkötieto ry.

ST 58.04 Ohjeita valaistuksen suunnitteluun ja toteutukseen. 2022. ST-kortisto. Sähkötieto ry.

Sähkömarkkinalaki 9.8.2013/588. Viitattu 1.12.2022.  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588>

Sähköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135. Viitattu 1.12.2022.  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135>

Tampereen Sähköverkko Oy. 2022. Ohjepankki. Verkkosivu. Viitattu 1.12.2022.  
<https://www.sahkolaitos.fi/tampereen-sahkoverkko/ohjeet-ja-lomakkeet/ohje-pankki/>

Telia. 2022. Verkkotiedot suunnittelijoille. Verkkosivu. Viitattu 1.12.2022.  
<https://www.telia.fi/yrityksille/asiakastuki/verkko/suunnittelijoille>

Terveysturvallisuuslaki 19.8.1994/763. Viitattu 1.12.2022.  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1994/19940763>

Väestönsuojeluasetus 22.5.1959/237. Viitattu 1.12.2022.  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1959/19590237>