

Heikki Seppänen

LVISA-työnjohdon opas

LVISA-työnjohdon opas

Heikki Seppänen
Opinnäytetyö
Kevät 2021
Rakennustekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, talonrakennustekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä(t): Heikki Seppänen

Opinnäytetyön nimi: LVISA-työnjohdon opas

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: HVAC work management

Työn ohjaajat: Vesa Pitsinki, Henri Rämö

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2021

Sivumäärä: 44

Opinnäytetyön aiheena oli kiinteistön tekniikan eli sähkö-, automaatio-, ilmanvaihto-, viemärointi-, lämmitys- ja vesitekniikan rakentaminen pääurakoitsijan näkökulmasta. Työn tarkoituksena oli luoda toimeksiantajayrityksen tulevalle työnjohtajalle kattava tietopaketti, josta pystyy hahmottamaan tekniikan rakentamisen vaiheet ja mahdolliset ongelmakohdat. Oppaan laatimisen tavoitteena oli sujuvoittaa työskentelyä ja minimoida kustannuksia.

Opinnäytetyössä haastateltiin eri LVIA- ja sähkösuunnittelijaa, T2H:n projektipäällikköä sekä vastaavaa mestaria. Tietoa kartutettiin myös haastatteleamalla Ormit Oy:n kiinteistön vesi- ja viemäritöiden valvojaa ja Espoon kaupungin rakennusvalvonnan henkilöstöä. Lisäksi kolmen kerrostalo-kohteen työnjohtamisesta pidettiin työmaapäiväkirjaa, johon koottiin tietoa tilaajayrityksen toimintatavoista ja lainsäädännöstä. Näitä tietoja hyödynnettiin ohjeistuksen laatimisessa.

Opinnäytetyössä saatiin laadittua työnjohdon opas LVISA-töiden johtamiseen. Ohjeistukseen sisällytettiin omat osionsa sähkö-, putki-, ilmavaihto ja automaatiotöistä. Materiaalia hyödyntämällä työt on mahdollista johtaa entistä sujuvammin ja kustannustehokkaammin.

Asiasanat: Sähkö, automaatio, ilmanvaihto, pääurakoitsija

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in xxx, Option of xxx

Author(s): Heikki Seppänen
Title of thesis: HVAC work management
Supervisor(s): Vesa Pitsinki, Henri Rämö
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021
Number of pages: 41

This thesis's subject is building the real estate's electric, automation, ventilation, plumbing, heating and water technics and how to manage these subjects works from the side of main contractor. Target of this thesis is to create comprehensive package to client company's new foreman and to help him perceive stages of building of these systems and possible problematics. Main target for this thesis is to help streamline supervision work and lower the costs of building technics.

This thesis was done by interviewing designers, T2H's project manager and main foreman, property water and sewer supervisor and Espoo's construction supervision. Also diary was kept from building 3 blocks of flats. This thesis is made to ease up the work management of building technical systems to the block of flats and it comprehensive package of technical rules and practises of T2H.

Keywords: electric, automation, ventilation, plumbing, heating, water

ALKULAUSE

Tämä työ on laadittu avustamaan uusia LVISA-työnjohtajia toimimaan menestyksekkäästi kiinteistön teknisten järjestelmien rakentamisessa. Työn toteutuksessa apuna toimineille suunnittelijoille, valvojille, esimiehille ja työtovereille paljon kiitoksia avusta ja opettamisesta. Erityiskiitokset T2H Oy:n projektipäällikkö Henri Rämölle.

Oulussa 29.4.2021

Heikki Seppänen

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	SÄHKÖTYÖT	9
2.1	Sähkötöiden vaiheet.....	10
2.1.1	Työmaasähköistys	11
2.1.2	Maadoituskaapeli	12
2.1.3	Holviputkitus.....	13
2.1.4	Väli- ja ulkoseinäputkitus.....	14
2.1.5	Runkojohdotus ja alapohjan johtotiet	14
2.1.6	Väliseinä- ja lattiakaapelointi.....	15
2.1.7	Nousukaapelointi	16
2.1.8	Ryhmäkeskusten kytkentä	16
2.1.9	Sähköpääkeskus.....	17
2.1.10	Sähkökalustus.....	17
2.1.11	Yleisten tilojen johdotus	18
2.1.12	Pääsyötön kytkentä ja mittarointi	18
2.1.13	Savunpoistokeskusten asennus.....	19
2.1.14	Käyttöönottomittaukset.....	19
3	LVI-TYÖT	20
3.1	Putkityöiden vaiheet	21
3.1.1	Alapohjan viemärit.....	21
3.1.2	Kaukolämmön ja lämmönjakokeskuksen asennus.....	24
3.1.3	Huoneistojen viemärihajotukset	25
3.1.4	Huoneistojen vesiputkien asennus.....	28
3.1.5	Kerrosten lämpö ja vesijohtorunkojen asennus.....	29
3.1.6	Vesikalusteiden asennus	33
3.2	Ilmanvaihtotöiden vaiheet.....	34
3.2.1	Ilmavaihtokonehuoneen asennukset.....	34
3.2.2	Tuuletuspaalut ja säleiköt.....	34
3.2.3	Ullakon IV-asennukset	35
3.2.4	Huoneistojen IV-asennukset	35

3.2.5	Liesituulettimien ja huoneiston IV-kalustuksen asennus	36
4	AUTOMAATIO- JA SÄÄTÖTYÖT	37
5	YHTEENVETO	39
	LÄHTEET	40

1 JOHDANTO

Aloittavan talonrakennusinsinööri tarvitsee usein ohjausta LVISA-töissä. Tämä opas on tehty vastaamaan tähän ongelmaan. Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä tilaajayritykselle sähkö-, vesi-, ilmanvaihto- ja automaatiotöiden johtamisen kolmeosainen opas, jossa käydään läpi tavanomaisen kerrostalokohteen LVISA-työt. Pääurakoitsijan työnjohto vastaa töiden yhteensovittamisesta.

Opinnäytetyössä listataan LVISA-töiden vaiheet yksityiskohtaisesti sekä kuvataan töiden tahdistus. Työn tarkoituksena on tuottaa LVISA-työnjohtajalle yleisohjeistus, joka voidaan antaa työnjohtajalle avuksi LVISA-töiden valvomiseen. Ohjeiden avulla voidaan varmistaa, että työt tulevat tehdyksi kustannustehokkaasti ja laadukkaasti suunnitellussa aikataulussa.

Ohjeistuksen pohjatyönä on tehty kolmen kerrostalokohteen LVISA-työt. Työtä varten haastateltiin suunnittelijoita, T2H:n projektipäällikköä ja vastaavaa mestaria, kiinteistön vesi- ja viemärivalvoja, sekä Espoon rakennusvalvontaa. Työskenneltäessä pyrittiin sujuvoittamaan työvaiheita ja eri vaiheiden yhteensovittamista sekä tarkkailemaan laatua.

Työn tilaajana on vuonna 2010 perustettu T2H Rakennus Oy, jonka toimialana on asuinrakentaminen Etelä-Suomen alueella. Tilaajayrityksen brändi on ”Ihana koti”, joissa on korkea huonekorkeus, isot ikkunat ja koko asunnon levyiset parvekkeet. Huoneistojen lämmitys on toteutettu lattialämmityksenä, jotta patterit eivät vie huonetilaa. (T2H 2021.)

T2H Rakennus on vuonna 2010 perustettu rakennusliike, joka tekee perustajaurakointia. Yritys ostaa tai vuokraa tontin, jolle suunnittelee ja rakennuttaa kohteen. Kohteet myydään ja markkinoidaan itse. Yrityksellä on noin 150 toimihenkilötyöntekijää. (T2H 2021.)

2 SÄHKÖTYÖT

Sähkötöitä aloitettaessa on tarpeellista tutustua seuraaviin asiakirjoihin ja ohjeistuksiin: Arkkitehtisuunnitelmista on hyvä lähteä liikkeelle, jotta hahmottuu yleiskuva siitä, mitä ollaan tekemässä. Sähkökuviin ja sähkötyöselosteeseen tutustuminen helpottaa töiden laaduntarkkailua ja syventää periaatteita siitä, minkälaista lopputulosta haetaan. (Rämö 2021.)

Urakkasopimukseen tutustuminen helpottaa urakkarajojen hahmottamista ja mahdollisesti muodostuvia erimielisyyksiä. Siitä selviää mitä urakkaa neuvoteltaessa on sovittu. Urakkaa aloitettaessa pidetään aina aloituspalaveri, jossa sovitaan aikatauluista ja toimintaperiaatteista. Tästä kirjoitetaan myös aloituspalaveripöytäkirja. (Rämö 2021.)

Sähkötyöt on toteutettava yleisaikataulua ja sisävaihe aikataulua mahdollisuuksien mukaan noudattaen. Aikatauluissa pysyminen on tärkeää, sillä toteutumattomat tahdistavat myös muita töitä. (Rämö 2021.)

Urakoitsijan tulee lähettää sähkötöiden työnjohtajalle työvaiheilmoituksia, joissa luettelee meneillään olevat, valmistuneet ja alkavat työvaiheensa. Aloituspalaverissa on sovittu maksuerätaulukoista, jonka mukaan urakoitsija laskuttaa töitään. Maksetut erät on hyvä merkitä maksuerätaulukoon. (Rämö 2021.)

Työt toteutetaan rakentamismääräyskokoelmaa, talotekniikka RYL:iä ja STS-standardeja mukailen.

Sähkötöissä on huomioitava erityisesti seuraavat asiakirjat:

- Ark-suunnitelmat
- sähkötyöseloste
- sähkökuvat
- urakkasopimus
- urakan aloituspalaveripöytäkirja
- yleisaikataulu
- sisävaihesaikataulu
- maksuerätaulukot

- työvaiheilmoitukset
- rakentamismääräyskokoelma
- TalotekniikkaRYL 2002
- STS-standardit (Rämö 2021.)
-

Sähköasennusten rakentaminen ja käyttö vaativat, että asennuksista on olemassa piirustukset. Nämä tehdään standardien mukaan. Kuvassa 1 esitetyt merkinnät tarkoittavat sähkölaitteiden esim. valaisimien, pistorasioiden, kytkimien, johtojen jne. tyyppejä ja sijainteja. (Stek 2021.)

Rasiat	Kytkimet	Valaisimet
		
<p>Maadoitettu sähköpistorasia, 1-osainen, uppoasennus</p>	<p>1-kytkin, yksi valaisintoiminto (päälle/pois), pinta-asennus</p>	<p>Valopiste</p>
		
<p>Maadoitettu sähköpistorasia, 2-osainen, pinta-asennus</p>	<p>5-kytkin, kaksiosainen kytkin, uppoasennus. Kattokruunun tai kahden eri valopisteen ohjaus</p>	<p>Valaisin rasialla</p>
		
<p>Maadoitettu sähköpistorasia, 2-osainen, uppoasennus</p>	<p>6-kytkin, vaihtokytkin, uppoasennus. Valopisteen ohjaus kahdesta eri kytkimestä.</p>	<p>Seinävalopiste</p>
		
<p>Antennipistorasia, uppoasennus</p>	<p>Säädin ja kytkin, uppoasennus</p>	<p>Loisteputkivalaisin</p>
		
<p>Yleiskaapelointipistorasia, 2-osainen, uppoasennus</p>	<p>Painike / painonappi, merkkilamppu, uppoasennus</p>	<p>Seinälle asennettava loisteputkivalaisin, 2-osainen pistorasia, kytkin</p>

KUVA 1. Sähköpiirustusten merkinnät ja selitykset (Stek.fi 2021)

2.1 Sähkötöiden vaiheet

Sähkötyöt alkavat jo maarakennusvaiheessa työmaakeskuksen sähköistämällä. Työmaata sähköistetään työmaakeskuksin vaihe vaiheelta rakennuksen kerrosten noustessa, sillä useimmat työvälineet tarvitsevat sähköä. Muita työvaiheita ovat maadoituskaapelin asentaminen, holviputkitus, väli- ja ulkoseinäputkitus, runkojohdotus ja alapohjan johtoteiden asentaminen, nousukaapelointi,

yleisten tilojen johdotus, ryhmäkeskusten kytkentä ja sähkökalustus. Sähköurakoitsija suorittaa myös savunpoistokeskusten asennuksen ja näiden testauksen sekä käyttöönottomittaukset, joissa varmistetaan kytkentöjen toimivuus. (Rämö 2021.)

2.1.1 Työmaasähköistys

Työmaasähköistys on toteutettava soveltaen valtioneuvoston asetusta rakennustyönturvallisuudesta (205/2099) ja sähköturvallisuuslakia (410/1996).

Sähkölaitteet, kuten kaapelit ja jakokeskukset on sijoitettava siten, etteivät ne rikkoonnu eivätkä aiheuta sähköiskun tai kompastumisen vaaraa. Ajoteillä kaapelit on suojattava tarkoituksenmukaisilla tavalla ajoneuvojen aiheuttamalta rasitukselta tai ripustettava riittävän korkealle. Milloin työmaalla tai sen läheisyydessä on sellaisia eristämättömiä johtoja, joita ei voida työn ajaksi siirtää tai saattaa jännitteettömiksi, on sähkötapaturman vaara estettävä suojarakenteilla tai muilla keinoin. On huolehdittava siitä, että suojaetäisyyksiä ei aliteta myöskään nostokoneiden ja vastaavien muiden laitteiden liikkuesssa. Työskenneltäessä suurjännitejohtojen tai vastaavien läheisyydessä on otettava olosuhteiden aiheuttamat vaarat huomioon ja ennalta ehkäistävä sähkötapaturman vaara. (Sähköturvallisuuslaki (410/1996.)

Työmaasähköistyksen välineistöä ovat mm. pääkeskus on työmaan kiinteästi asennettu työmaakeskus, jonka välityksellä työmaa liittyy sähköverkkoon. Lisäksi työmaalla on siirrettäviä työmaakeskuksia ja pienempiä alakeskuksia. Työmaasähköistyksestä on tehtävä sähköistysuunnitelma, josta selviävät liittymän sijainti, syöttöjohdon tyyppi pääkeskuksen ja alajakokeskusten ja kaapeleiden kulkureitit ja tyypit. (Lehtoniemi 2014.)

Sähkölaitteiden syöttökaapelit ja alakeskukset valitaan käytettävien laitteiden tehon tarpeen mukaisesti. Tehon tarpeen mukaan keskuksen ja kaapelin koon voi laskea kaavalla 1. (Rämö 2021.)

KAAVA 1. Sähkötehon laskentakaava

$$I = P/U$$

$$KI = \text{Virta (A)}$$

$$P = \text{Teho (W)}$$

$$U = \text{Jännite (V)}$$

Samalla kaavalla voidaan siten laskea myös keskuksen ja syöttökaapelin maksimi syöttöteho. Tavanomaiset alakeskukset ovat kolmivaihevirtaa käyttäviä 16 A. Tavanomaisten keskusten maksimitehot on esitetty taulukossa 1. (Rämö 2021.)

TAULUKKO 1. Työmaakeskusten teho (Rämö 2021)

16 A	11,04 Kw
32 A	22,08 Kw
63 A	43,47 Kw

Työmaan valaistus on suunniteltava niin, että työmaan yleisvalaistus on riittävä turvallista liikkuamista varten. T2H:n toimintapa on toimittaa yleisvalaistus, mutta urakoitsija toteuttaa itse työtehtävänsä kohdevalaistuksen. (Rämö 2021.)

Ilmalinjan rakentaminen

Ilmalinja tehdään, kun työmaan pääkeskus on kaukana kohteesta. Käyttämällä pylväitä sähkölinja nostetaan ylös. Pylväät tuetaan linjan vastasuuntaan asetettavalla haruspainolla. Se ottaa vastaan linjan painon tuottaman voiman estäen pylvästä kaatumasta. Ilmalinjassa kannattaa käyttää mahdollisimman suoraviivaisia linjoja, jotta haruspainoja voidaan käyttää mahdollisimman vähän. (Rämö 2021.)

2.1.2 Maadoituskaapeli

Sähköturvallisuusmääräysten mukaan sähköverkkoon liitettävälle rakennukselle on tehtävä erillinen maadoituselektrodi. Maadoituselektrodin poikkipinnan on oltava vähintään 16 mm² ja sen on oltava kuparijohdin. Ensisijaisesti maadoituselektrodi on sijoitettava rakennuksen perustuksen betoniin tai perustusten alle upotettuna maahan. Mikäli tämä ei ole mahdollista, voidaan maadoituselektrodi asentaa maahan perustusten viereen tai asentaa se käyttäen muita standardin hyväksymiä toissijaisia asennustapoja. (Oulun Energia 2020.)

Sähköasentaja asentaa maadoituskuparit. Maadoituskaapelien päät kannattaa kiinnittää johonkin näkyvään paikkaan ja niiden sijainti valokuvata, jotta ne löydetään myös niitä liitettäessä. Maarakentajaa on hyvä informoida maadoituskaapelien sijainnista, sillä kaivinkoneella pihatöitä tehtä-

essä kaapelit vaurioituvat herkästi ja niiden korjaaminen aiheuttaa kustannuksia. Mikäli maadoituskaapeleiden sijainnista on informoitu selkeästi, mahdolliset korjauskustannukset voidaan vaatia niiden aiheuttajalta. Mahdollinen rikkoutuminen toivottavasti vältetään kokonaan. (Rämö 2021.)

2.1.3 Holviputkitus

Holviputkitus tehdään, kun ontelolaatat on nostettu paikalleen. Holvinonteloihin ja ontelolaattojen saumoihin asetetaan putkitukset, joihin sähköjohdot vedetään sähkökuvien mukaisesti, mikäli mahdollista. Joskus johtovetojen sijaintia on muutettava, mikäli niitä on paljon ja kaikki eivät mahdu kuvan mukaiseen saumaan. Samassa yhteydessä porataan huoneistojen kattoihin valaisin ja palovaroitin reiät. Kerroksen holviputkitus vie yhdeltä asentajalta tavanomaisessa kerrostalossa kaksi työpäivää. Työ hidastuu, mikäli ontelolaatan ontelot ovat tukossa tai löydetään elementtivrheitä, kuten kuvassa 2. Elementtivrheidet korjaukset kuuluvat elementtitehtaalle, mutta usein korjaukset tehdään työmaalla aikataulun pitämiseksi. Kulut tulee muistaa vaatia elementtitehtaalta. (Rämö 2021.)



KUVA 2. Sähköputken sijaitessa elementin ulkopuolella kyseessä on elementtivrhe

2.1.4 Väli- ja ulkoseinäputkitus

Rungon noustessa sähköurakoitsija putkittaa elementtien sähkövaraukset kuvan 3 mukaisesti. Varauskot täytetään myöhemmin betonilla. Ulkoseinien läpiviennit on kitattava kondenssin ehkäisemiseksi. Esimerkiksi parvekkeen pistorasian läpivienti kondensoi herkästi rasiaan. (Rämö 2021.)



KUVA 3. Väliseinien putkitus

2.1.5 Runkojohdotus ja alapohjan johtotiet

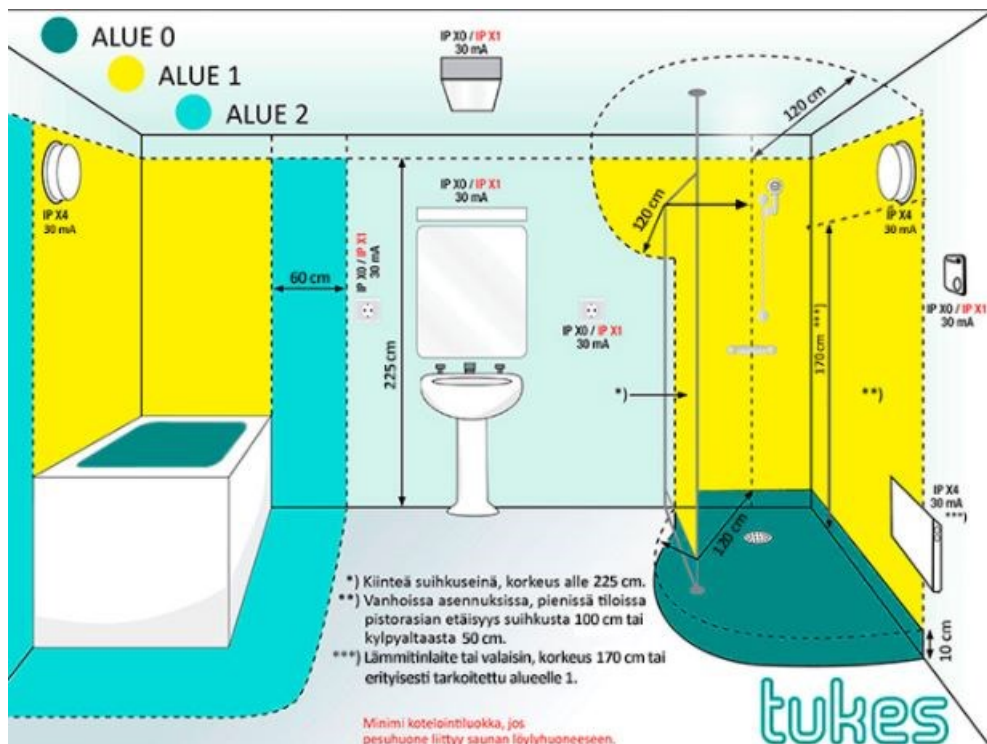
Sähköurakoitsija asentaa runkojohdotukset huoneistoihin ja käytäville kannakoiden ne ontelolaatan pohjaan sähkötyöselostuksen mukaan. Sewatek-palokatkoläpiviennin jälkeen maksimi kannakointiväli on 500 mm. (Sewatek 2021.)

Alapohjan johtotiet rakennetaan käyttäen johdinhyllyjä, jotka on nostettava käytettävään tilaan ennen ontelolaatan asennusta. Jälkikäteen niiden tilaan saaminen on vaikeaa ja niitä voidaan joutua katkaisemaan, jolloin työtä tulee enemmän. (Rämö 2021.)

2.1.6 Väliseinä- ja lattiakaapelointi

Väliseinäkaapeloinin valmistelu aloitetaan, kun pesuhuoneen kevytsorabetoniseinä on valmis. Kevytsorabetoniseinässä on noin 10 cm välein ontelo, johon sijoitetaan sähkö ja käyttövesiputket. Sähköjohtojen tulee kulkea taipuisassa suojaputkessa myös seinien sisällä. Sähköasentaja merkkää kevytsorabetoniseinään tulevat pistorasiat sekä pesuhuoneen peilikaapin kaapelin reiän paikat. Samassa yhteydessä sähköasentaja merkitsee reiän paikat myös huoneiston puolelle tuleville valaisimen kytkimille ja pistorasioille. (Kariniemi 2021.)

Tässä kohtaa työnjohdon on käytävä läpi reikien paikat sekä sähköasentajan että putkiasentajan kanssa, sillä sähköjohdot ja vesiputket eivät saa kulkea samassa ontelossa. Kun sähköasentaja on asentanut johdotuksensa ja rasiointinsa paikalleen, rasiat ja aukot betonoidaan kiinni. Tässä yhteydessä työnjohdon tulee olla tarkkana, jotta rasiat tulevat seinän pinnan mukaisesti suoraan ja samaan linjaan suhteessa toisiinsa. Sähköasentajan tulee myös asentaa rasioihinsa korokerenkaat, jota vasten kylpyhuoneen vesieriste nostetaan. Kylpyhuoneen sähkökalusteiden paikkojen tulee noudattaa suunnitelmasta riippumatta Tukesin ohjeita, joita havainnollistetaan kuva 4. (Kariniemi 2021.)



KUVA 4. Kylpyhuoneen sähköasennusten vähimmäismitat (Tukes 2021)

Varsinainen väliseinäkaapelointi aloitetaan, kun kipsilevystä valmistettava toinen seinä on toiselta puoleltaan levytetty. Pesuhuoneessa kipsilevyseinään rakennetaan pesuhuoneen ovi ja ryhmäkeskus. Ryhmäkeskuksen kaukalon kiinnittää levyseinäurakoitsija. Sähköasentajan tulee tehdä kytkentänsä ennen väliseinän tuplausta eli seinän sisäpuolen levytystä. Kaapeleiden tulee väliseinissä olla aina suojaputkitettuja, jotta mekaaninen rasitus ja värinä eivät vahingoita johdotuksia. (Rämö 2021.)

2.1.7 Nousukaapelointi

Nousukaapelointi toteutetaan vetämällä huoneistojen kaapelointi elementtihormissa olevien varauksen kautta. On tärkeää, että huoneiston nousukaapelointi ajoitetaan asennettavaksi ennen pesuhuoneen viemärihajotusten asennusta, jotta sähköasentajalla on vapaa tila tehdä asennuksensa. Näin asentaja ei työskennellessään vaurioita viemärihajotuksia tai näiden kaatoja. (Rämö 2021.)

Kaapelointi tulee kannakoida nousukuiluun palonkestävästi elementtihormissa olevan varauksen kautta. (Insinööritoimisto KTS 2021.)

2.1.8 Ryhmäkeskusten kytkentä

Sähköasentaja kytkee ryhmäkeskukset tavallisesti sähkökalustuksen yhteydessä. Ryhmäkeskusselle on tärkeää leikata suora pohja levyseinään, jotta keskuksen ovi saadaan asennettua hyvin ja paikalleen istuvasti. (Rämö 2021.)

Varokkeiden merkintälevykkeisiin merkitään ryhmänumero, sulake sekä käyttötarkoitus. Merkinnät tehdään konetekstinä. (Insinööritoimisto KTS 2021.)

2.1.9 Sähköpääkeskus

Sähköpääkeskuksen asennuksen valmistelu alkaa tavanomaisesti jo sähköpääkeskuksen lattian ontelolaatan asennuksen yhteydessä. Tavanomaisesti liittymäkaapelointi tulee keskukselle alapuolelta, jolloin timanttiporaaja tekee reiät kaapeloinneille ontelolaattaan, mikäli elementtitoimittaja ei ole jo tehnyt varauksia tehtaalla. Nousujen palokatkoedatelli on tarkistettava palokatkosuunnitelmasta ja toteutettava suunnitelman mukaisesti. Varsinaiset liittännät talon kaapelointiin tehdään, kun sähköliittymä on kytketty pihalla sijaitsevasta jakokeskuksesta, sähköverkon ylläpitäjän toimesta eli liittymä kytketty. (Rämö 2021.)

2.1.10 Sähkökalustus

Kiinteistöihin asennetaan piirustuksiin merkityt sähköpisteet ja niille ryhmäjohtot. Kytkimet, painikkeet ja pistorasiat tulee sijoittaa yhdenmukaisesti, kuitenkin ottaen huomioon rakenteiden ja pintamateriaalin asettamat vaatimukset. Kytkin- ja painikeyhdistelmät asennetaan siten, että peitelevyt ovat suorassa. Pistorasiayhdistelmät asennetaan niin, että peitelevyt ovat vaakasuorassa. (Insinööritoimisto KTS 2021.)

Asennusjärjestyksessä noudatetaan seuraavia asennusjärjestysohjeita:

- Kun kytkimiä ja pistorasioita asennetaan yhdistelmäpeitelevyjen alle, sijoitetaan pistorasiat ylimmäiseksi.
- Kulkuvalon kytkin tai painike sijoitetaan kytkinyhdistelmässä alimmaiseksi.
- Painike- ja kytkinyhdistelmässä sijoitetaan kytkimet ylimmäiseksi.
- Lähimpien kojerasioiden etäisyyden ovenpielestä tulee olla 100 mm ja kojerasiayhdistelmien peitelevyjen välinen etäisyys on 100 mm.
- Kojerasia sijoitetaan puhtaaksi muuraukseen symmetrisesti tiilijakoon nähden. Urakoitsijan tulee tarkistaa asennuspisteiden, rasioiden yms. paikat kalustepiirustuksista rakennusaikeisia toteutuspiirustuksia laatiessaan. (Insinööritoimisto KTS 2021.)

Usein elementtitoimittajalta on jäänyt rasioita asentamatta, jolloin rasiat joudutaan upottamaan seinään timanttiporaamalla ja seinään tekemään sähköjohdolle ura. Näistä aiheutuvat kulut tulee muistaa vaatia elementtitoimittajalta. (Kariniemi 2021.)

2.1.11 Yleisten tilojen johdotus

Palonkestävät asennukset tehdään palonkestävillä kiinnikkeillä tilojen mukaan. Asennuksissa käytetään yhtenäisvaippaisia Cu-kaapeleita. Kaapelit tulee asentaa pääsääntöisesti ilman jatkoksia. Jos kaapeli on asennuspaikalla alttiina mekaaniselle vaurioitumiselle, kaapelit on suojattava rasiukselta. Pinta-asennuksessa käytetään muovivaippajohtoa ja muovivaippajohtovarusteita. Kaapelit kiinnitetään pinta-asennuksessa asennuspaikkaansa kulloinkin soveltuvalla menetelmällä. (Insinööritoimisto KTS 2021.)

Kiinnitysväli kevyellä kaapelilla vaakasuorassa asennuksessa on enintään 0,25 m ja pystysuorassa 0,3 m. Raskailla kaapeleilla kiinnitysväli on 20-25 kertaa kaapelin ulkohalkaisija. Ensimmäinen kiinnike asennetaan 3-10 cm rasiasta tai kytkimestä. (Insinööritoimisto KTS 2021.)

Lattialäpivienneissä kaapelit suojataan 0,05 m:n korkeuteen lattiatasosta. Vahingoittumiselle alttiissa paikoissa ja ulkoseinillä suojaus on ulotettava 1,5 m:n korkeuteen. Niissä tiloissa, joihin tulee alakattoputkitukset ja johdotukset tehdään yleensä katon välitilassa. Jakorasiat asennetaan helposti irrotettavien kattolevyjen kohdalle. Putkitukset on kiinnitettävä huolellisesti rakenteisiin ja rasioiden kiinnitysalustoihin. Maalattaviin seiniin tulevat rasioiden kannet saa kiinnittää lopullisesti paikoilleen vasta seinämaalauksen jälkeen (Insinööritoimisto KTS 2021.)

2.1.12 Pääsyötön kytkentä ja mittarointi

Rakennettavaan kiinteistöön asennetaan suunnitelmassa määritelty sähköliittymä. Sähköurakoitsija tilaa liittymän kytkennän ja mittaroinnin paikalliselta jakeluverkkoyhtiöltä. Liittymä jatketaan sähköpääkeskuksen mittaritauluun. Pääurakoitsija maksaa sähköliittymän. (Rämö 2021.)

Telelaitteistojen osalta pääurakoitsija tilaa liittymän paikalliselta toimittajalta. Hän tuo liittymän tavanomaisesti sähköpääkeskukseen, jossa talon telejakokaappi sijaitsee. (Rämö 2021.)

2.1.13 Savunpoistokeskusten asennus

Savunpoistokeskukset kaapeloidaan tasopiirustuksien mukaisesti. Kaapelointi kannakoidaan nousukuiluun palonkestävästi. Sähköurakoitsija kaapeloi ja kytkee savunpoistoluukut ja -ikkunat täyteen toimintakuntoon ja tekee niille koekäytön, josta urakoitsijan tulee toimittaa pääurakoitsijalle pöytäkirja. (Rämö 2021.)

2.1.14 Käyttöönottomittaukset

Urakoitsijan tulee suorittaa tarkistusmittaukset ja koestukset. Käyttöönottomittaukset ja telekaapeloinnin mittaukset tulee suorittaa viestintäviraston ohjeen mukaan, samoin muut vaadittavat mittaukset. Urakoitsija on myös velvollinen testaamaan kaikki kiinteistön sähkö- ja telejärjestelmät. Urakoitsija on velvollinen opastamaan käyttäjää järjestelmäkohtaisesti. Talon luovutusvaiheessa järjestetään tapaaminen huoltoyhtiön, isännöitsijän, pääurakoitsijan edustajan ja sähköurakoitsijan kanssa ja pidetään käyttöönotto-opastus. (Insinööritoimisto KTS 2021.)

3 LVI-TYÖT

Sähkötöitä aloitettaessa on tarpeellista tutustua keskeisimpiin asiakirjoihin ja ohjeistuksiin. Ark-suunnitelmista on hyvä lähteä liikkeelle, jotta hahmottuu yleiskuva siitä, mitä ollaan tekemässä. LVI-kuviin ja työselosteeseen tutustuminen helpottaa töiden laaduntarkkailua ja syventää periaatteita siitä, minkälaista lopputulosta haetaan. (Rämö 2021.)

Urakkasopimukseen tutustuminen helpottaa urakkarajojen hahmottamista ja mahdollisesti muodostuvia erimielisyyksiä. Urakkaa aloitettaessa pidetään aina aloituspalaveri, jossa sovitaan aikatauluista ja toimintaperiaatteista. Aloituspalaverista kirjoitetaan myös aloituspalaveripöytäkirja. (Rämö 2021.)

Sähkötöitä on toteutettava yleisaikataulua ja sisävaihe aikataulua mahdollisuuksien mukaan noudattaen. Aikatauluissa pysyminen on tärkeää, sillä toteutumattomat tahdistavat myös muita töitä. (Rämö 2021.)

Urakoitsijalta tulee vaatia työvaiheilmoituksia, joissa luettelee meneillään olevat, valmistuneet ja alkavat työvaiheensa. Aloituspalaverissa on sovittu maksuerätaulukkoista, jonka mukaan urakoitsija laskuttaa töitään. Maksetut erät on hyvä merkitä maksuerätaulukkoon. (Rämö 2021.)

Työt toteutetaan rakentamismääräyskokoelmaa, talotekniikka RYL:iä mukaillen.

LVI-töissä on huomioitava erityisesti seuraavat asiakirjat:

- ark-suunnitelmat
- rak-suunnitelmat
- lvi-suunnitelmat
- rakentamismääräyskokoelma
- talotekniikka RYL 2002
- RYL2000
- urakkasopimus
- urakan aloituspalaveripöytäkirja
- yleisaikataulu
- aluesuunnitelma. (Rämö 2021.)

- maksuerätaulukot
- tiiveysmittauspöytäkirjat
- painekoepöytäkirjat

3.1 Putkityötoiden vaiheet

Putkityöt alkavat jo maarakennusvaiheessa pihojen putkituksilla, mutta tässä oppaassa keskitytään rakennuksen sisäisiin LVI-töihin. Alapohjan viemärit ovat rakennuksesta riippuen maanvaraisia tai ryömintätilan kattoon kiinnitettäviä. Huoneistojen viemärihajotukset toteutetaan T2H:lla hormielementtejä hyödyntäen. Muita työvaiheita putkitöissä ovat huoneistojen vesiputkien asennus ja kerrosten lämpö ja vesijohtorunkojen asentaminen. Näiden lisäksi myös vesikalusteiden asennus kuuluu putkiurakoihin. (Rämö 2021.)

3.1.1 Alapohjan viemärit

Maanvaraiset viemärit

Maanvaraiset viemärit asennetaan rakennuksen betonirungon noustua siihen pisteeseen, että seinien tuennat on poistettu. On tärkeää, että viemärit asennetaan oikealle kiviaineksen raekoolle, joka on 0-16 mm. Kuvassa 5 viemäriin tuenta on toteutettu kivituhkalla. Isompi kiviaines saattaa vaurioittaa viemäreitä ajan kuluessa tärinän vuoksi. Työnjohdon on informoitava maarakennusurakoitsijaa asiasta. Viemäreiden kaadot ovat yleensä vähintään 1:100, eli viemäri laskee sentin metrille. (Talotekniikkainfo 2021.)



KUVA 5. Maanvaraisen alapohjan viemäroinnin tukeminen kivituhkalla

Viemärit kulkevat maanvaraisessa alapohjassa anturoiden lävitse. Työnjohdon on mitattava laserilla viemäreiden läpivientien korot jo anturan muotitusvaiheessa, jotta viemäreiden kaadot saadaan kohdalleen. On hyvä käyttää läpivientien tekemiseen suhteessa isoa läpivientiputkea, jotta kaatojen tekemiseen jää pelivaraa. Mikäli kaatoja ei saada kohdalleen, anturoita on sahattava auki ja valettava myöhemmin uudelleen, mistä aiheutuu kuluja (kuva 6). Tässä kohtaa on tarkistettava rakennesuunnittelijalta, miten reiät voidaan toteuttaa. (Rämö 2021.)



KUVA 6. Kaato ongelman vuoksi sahattu antura

Työnjohdon on tarkastettava viemäreiden vesijuoksun korot mittaamalla laserilla, kun viemäreiden asennus on saatu valmiiksi. Vesijuoksukorko on se korkopinta, jossa vesi virtaa putkessa, vaikka putken halkaisija muuttuu. Viemärit on kuvattava ja LVI-työnjohtajan ja kiinteistön vesi ja viemäritöiden valvojan tulee käydä tarkistamassa asennukset. (Halonen 2021.)

Ryömintätilan viemärit

Viemäröinti ryömintätilassa tulee toteuttaa LVI-suunnitelmien mukaisesti kannakoimalla viemärit ontelolaataston pohjaan. Kannakoinnissa käytetään betoni-ankkureita, kierretankoa ja pantaliitoksia, jotka kannattelevat viemäröintiä ryömintätilassa. Haaroituksissa ja mutkissa on aina sijaittava kannake jokaisessa liittymässä. (Halonen 2021.)

Pystykokoojaviemäri

Pystykokoojaviemäriin pohjakulman tai sivusiirron sijoittamista asuinhuoneistoon tulee ehdottomasti välttää. Mikäli pohjakulman tai sivusiirron ainoa sijoituspaikka on asuinhuoneisto, on pohjakulma sekä sivusiirto tehtävä mahdollisimman loivana ja varustettava ko. huoneiston osalla betonisella äänenvaimentimella. (Uponor 2021).

3.1.2 Kaukolämmön ja lämmönjakokeskuksen asennus

Työmaamestarin kannalta kaukolämmön asennus alkaa tilaamalla kaukolämmön nousukulmat sekä kaukolämmön liitostyöt kaukolämpöyhtiöltä. Liittymäsopimus on tehty aiemmin, mutta työmaamestarin on sovittava kaukolämpöyhtiön kanssa aikatauluista ja toimituksista. (Rämö 2021.)

Varsinaisen asennustyön tekevät kaukolämpöyhtiön aliurakoitsijat. Asennus sisältää kolme työvaihetta. Putket on kaivettava maahan, hitsattava ja eristettävä. Usein jokaisella työvaiheella on kaukolämpöyhtiön erillinen aliurakoitsija, joten on hyvä varata asennukselle aikaa ja pyrkiä saamaan aikatauluista kirjallinen sopimus, esimerkiksi sähköposti. Suullinen sopimus on aina heikompi, koska sopimuksen todistaminen on vaikeaa. LVI-asemakuvasta selviää kaukolämpöputkien sijainti tontilla sekä tonttisulut. Lopullinen asennus sijainti tulee dokumentoida, jos alueella joudutaan kaivamaan tai raskasta kalustoa ajaa alueella (kuva 7). Kaukolämpöputkien korot tulee tarkistaa suhteessa valmiiseen maanpintaan, jotta ne eivät jää liian ylös. Myös kaukolämpölaitosta on hyvä konsultoida. (Rämö 2021.)



KUVA 7. Kaukolämpöputkiston asennus- ja dokumentaatio

Lämmönjakokeskuksen valmistelu aloitetaan jo betonirungon nostovaiheessa asentamalla kaukolämmön nousukulmat. Nousukulmat asennetaan paikalleen ennen lämmönjakohuoneen lattian ontelolaattoja, koska niitä on vaikeaa tai mahdotonta saada pilkkomatta paikalleen pienistä aukoista seinä- ja onteloelementeissä. Mikäli nousukulmat jäävät asentamatta tässä vaiheessa, ne joudutaan leikkaamaan pienemmiksi osiksi ja kaukolämpöyhtiön urakoitsija hitsaa ne uudelleen. Jälki-asennus kuitenkin aiheuttaa lisätöitä ja pidentää aikataulua. (Kariniemi 2021.)

Lämmönjakokeskuksen asennus voidaan aloittaa, kun ensin on tilattu vesimittarin asennus vesilaitokselta sekä kaukolämpöyhtiö on tehnyt omat asennuksensa lämmönjakohuoneeseen. Näitä ovat mm. mudanerottimet, venttiilit ja mahdolliset jakohaarat, mikäli keskuksia on enemmän kuin yksi. Putkimies hitsaa liitokset Tig- tai kaasuhitsaamalla, minkä jälkeen keskuksen putkistot eristetään LVI-työsuunnitelman mukaisesti. (LVI suunnittelu Ervasti Oy 2021.)

Sähköurakoitsijan tulee asentaa lämmönjakohuoneeseen kaukolämpökeskuksen tarvitsema sähköistys. Lämmönjakohuoneen oveen tulee myös asentaa lukko, vaikka huoneessa olisi tässä vaiheessa vasta väliaikainen työmaaovi, kaukolämmön käyttöönottokatselmuksen määräysten vuoksi. Määräykset on hyvä tarkistaa paikalliselta energiayhtiöltä. (Rämö 2021.)

Kun asennukset on saatu valmiiksi, tulee järjestää kaukolämmön käyttöönottokatselmus. Katselmuksen jälkeen on mahdollista asentaa väliaikaisia kaukolämpölämmittämiä rakennuksen kerrokseen, vaikka varsinaisia lämpörunkoja ei vielä rakennuksessa olisikaan. Väliaikaiset lämmittimet yhdistetään lämmönjakokeskukseen taipuvin letkuin ja ne kannattaa viedä kerroksissa ylöspäin porashuoneeseen, jotta ne eivät ole muiden asennusten tiellä esimerkiksi tekniikkakuiluissa. (Fortum 2021.)

3.1.3 Huoneistojen viemärihajotukset

Huoneistojen viemärit johdetaan kulkemaan ELPO-hormin kautta pääviemäriin rakennuksen alapohjassa. Suihkun kaivon, pesuhuoneen lavuaarin, Wc-istuimen sekä keittiön altaan jätevedet kulkevat huoneiston viemärihajotuksen kautta. Pesuhuoneen kohdalla ontelolaatasto on matalampi, joten viemärihajotukset saadaan tehtyä siihen helposti. Myöhemmin se valetaan täyteen maakosteesta betonista, johon viemärihajotukset jäävät. (Kariniemi 2021.)

Viemärihajotukset rakennetaan LVI-kuvan mukaisesti. Työnjohdon on kuitenkin tarkistettava kuvien mitat ennen työnaloitusta, jotta kalusteet saadaan mahtumaan sopivin mittasuhtein usein melko pieneen pesuhuoneeseen. Kuvia on siis verrattava myös ARK-kuviin. (Rämö 2021.)

Viemärit kannakoidaan käyttäen määräykset täyttäviä muovisia valutukia (kuva 8). Viemäreiden alle kannattaa myös valaa betonisia tukia, mutta usein valutukien riittävä määrä takaa viemäreiden paikallaan pysymisen valussa. (Halonen 2021.)



KUVA 8. Huoneiston viemärihajotus

Lattiakaivon korko määräytyy huoneiston Plaano-koron mukaisesti. Lattian tulee laskea kohti kaivoa 1:100, mutta kaivon ympärillä 50 cm:n etäisyydellä kaadon tulee olla 1:50. Lattia valetaan maa-kosteasta betonista ja valu-urakoitsija tekee kaadot lattiaan. Lattiakaivo kannattaa kannakoida mieluummin hieman alemmas kuin laskenta edellyttää, jotta lattioihin saadaan hyvät kaadot eikä vesi jää makaamaan lattialle. (Kariniemi 2021.)

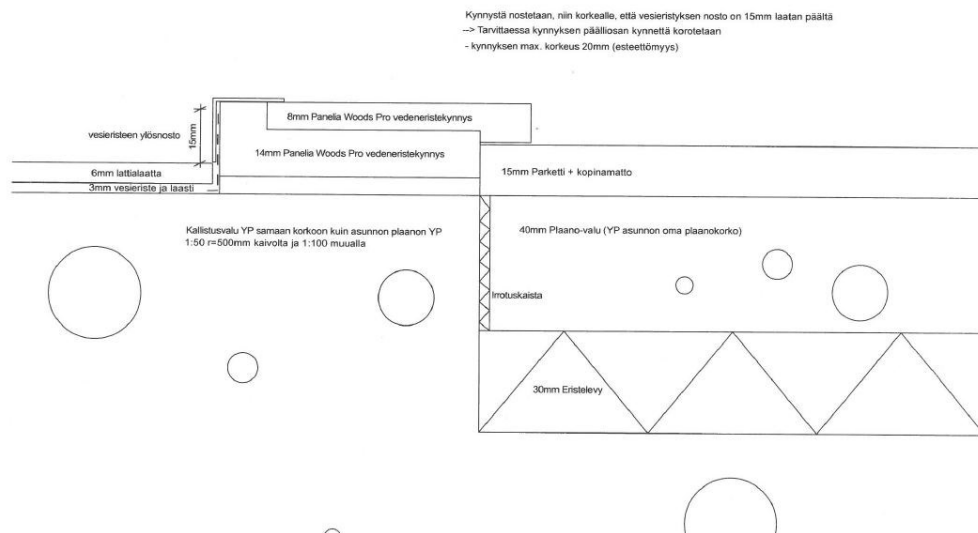
Keittiön pesualtaan viemäri kulkee joskus osaksi ontelolaataston päällä niin, että se ei ole madalletussa kohdassa. Tämä osa on jätettävä valamatta Plaano-valussa ja valettava käsin myöhemmin erikseen ääneneristyksen vuoksi (kuva 9).



KUVA 9. Huoneiston keittiöviemäri

Tässä kohtaa työnjohdon on tarkistettava, että viemäri kulkee plaanokoron alapuolella, varsinkin mikäli reitille sattuu huoneiston jääkaappi. Jos viemäri jää plaanokoron yläpuolelle, jääkaapin suojakaukaloa ei saada paikalleen. Kuvasta 10 selviää märkätilojen korko suhteessa huoneiston korkoihin. (Kariniemi 2021.)

MÄRKÄTILAKYNNYSDET.



KUVA 10. Märkätilakynnys detajji (Kariniemi 2021)

LVI-urakoitsijan on asennettava keittiön kylmä ja lämminvesiputket viemäriasennusten yhteydessä ennen maakosteanbetonin raudoitusta. Asennuksessa käytetään Pex-vesiputkea, joka asennetaan suoja-putkeen. (Rämö 2021.)

Ennen valua viemärintiasennus on tarkastutettava KVV-valvojalla ja LVI-työnjohtajalla. Viemäri-asennusten ja tarkastusten jälkeen asennetaan maakosteanbetonin välkkeet, joiden päälle laitetaan maakostean raudoitusverkotus. Raudoitusverkotuksen päälle asennetaan pesuhuoneen lattialämmityspiiri. Välkkeiden, verkotuksen ja lattialämmityksen asentajat ovat yleensä itsenäisiä al-urakoitsijoita. Kun nämä asennukset ovat valmiit, valetaan maakosteabetonilattia. (Kariniemi 2021.)

3.1.4 Huoneistojen vesiputkien asennus

Pesuhuoneen Pex-vesiputkien asennuksen valmistelu aloitetaan, kun pesuhuoneen AKO-seinä on valmis, merkkamalla seiniin tarvittavat reiät hanakulmille ja Pex-vesiputkille. Tässä kohtaa työnjohton on käytävä läpi reikien paikat sekä sähkömiehen että putkimiehen kanssa, sillä sähköjohdot ja vesiputket eivät saa kulkea samassa harkkoseinän ontelossa. (Halonen 2021.)

Käytävältä tuleva kylmän- ja lämpimänveden runkolinjasto liittyy pesuhuoneen katossa Pex-vesiputkiin. Putket ovat suoja-putkissa, joiden väri osoittaa kyseessä olevan veden lämpötilan. Kylmänveden suoja-putki on sininen ja lämpimän punainen. Ennen maakostean valua keittiön vesiputket on asennettava, sillä ne jäävät maakostean valun sisään. (LVI suunnittelu Ervasti Oy 2021.)

Pesuhuoneessa Pex-vesiputkien asennus tehdään, kun maakostea on kuivunut. Pex-putket kulkevat AKO-seinän onteloissa. Mikäli wc-istuin, pesuhuoneen lavaaari, pyykinpesukone tai suihku on suunniteltu AKO-seinälle, saavat ne vetensä pex-putkesta. Putkistojen asennukset tehdään pintakromi asennuksena, jos vesikaluste on suunniteltu betoniseinälle. Pex-putkiin, jotka kulkevat harkkoseinässä, tulee putkien tuloihin asentaa hanakulmat ja hanakulmien metalliset valutuet. Valutukien avulla hanakulmat valetaan betonilla kiinni harkkoseinään. Niiden avulla hanakulmien etäisyydet saadaan sopimaan esimerkiksi suihkun sekoittajaan ja hanakulmat saadaan myös suoraan. Betonikiinnityksen kuivuttua valutuet poistetaan. (LVI suunnittelu Ervasti Oy 2021.)

Pesuhuoneen katossa sijaitsevat myös huoneiston sulkuventtiilit. Pesuhuoneen paneelikattourakoitsijan on rakennettava paneelikattoon luukku, jonka kautta venttiileihin päästään käsiksi. On erittäin tärkeää, että työnjohto tarkistaa Pex-putken liitokset venttiileihin valoa apuna käyttäen. Jokaisesta liitoksesta on löydyttävä kuvan 11 mukainen kuparinen puristusliitosholkki, jotta liitos kestää painetta. (Halonen 2021.)

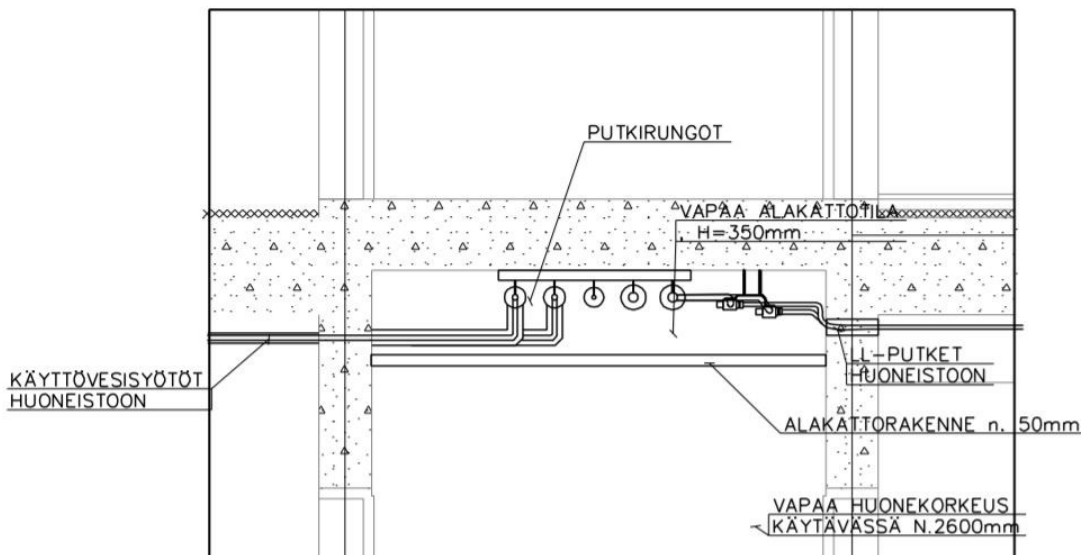
Hyvä asentaja tekee noin 7 asunnon asennukset kahdessa työpäivässä (Kariniemi 2021).



KUVA 11. Pex-putken liitosholkki

3.1.5 Kerrosten lämpö ja vesijohtorunkojen asennus

Kerrosten lämpö- ja vesijohtorungot asennetaan rakennuksen käytäville, joista ne liittyvät huoneistojen putkituksiin. Vesijohtoputket ovat kupariputkea ja lämmitysputket sinkittyä teräsputkea. Käytävälle tulee lattiaämmityksen jakotukki. Runkolinjan tulee olla asennuksessa ylimpänä, jakotukin hieman alempana ja liityntä huoneistoon sen alapuolella, jotta linjastoista saadaan poistettua ilma (kuva 12). Jakotukin asentaa lattiaämmitysurakoitsija. LVI-urakoitsija tekee runkolinjat. (Rämö 2021.)



KUVA 12. Käytävän lämmitysputkien ja lattialämmitysten jakotukki detalji (Ervasti 2021)

Jokaiselle huoneistolle asennetaan oma vesimittarinsa ja huoneiston sulkuventtiilit, jotka jäävät käytävän alakaton sisälle. Kaikille linjastoille tehdään erikseen painekoe LVI-työselostuksen mukaisesti. Näistä LVI-urakoitsija toimittaa työnjohdolle painekoepöytäkirjat. Kuvassa 13 näkyy painekokeessa käytettävä painemittari. (LVI suunnittelu Ervasti Oy 2021.)



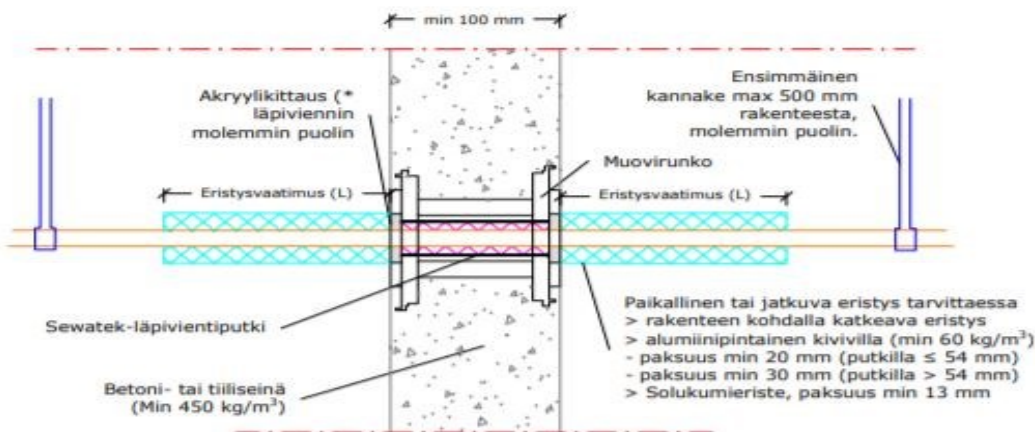
KUVA 13. Painekoemittari

Runkolinjastojen kannakoinnit, niiden etäisyydet ja käytettävät eristeet on selvitettävä sekä LVI-suunnitelmasta että palokatko-suunnitelmasta. Liitännät toteutetaan elementtiseinien läpi huoneistoihin Sewatek-palokatkoläpivientien kautta, jotka on asennettu elementteihin jo elementtitehtaalla. Käytetty Sewatek-malli määrittää, miten putkistot tulee eristää läpiviennin kohdalla. Taulukossa 2 on esitetty S-sarjan Sewatekien eristysdetalji. (LVI suunnittelu Ervasti Oy 2021.)

TAULUKKO 2. Kupariputkien eristys s-sarjan Sewatekeilla (Sewatek 2020)

	Piirustuksen sisältö	Pvm.	Detalji
	Asennusdetalji Sewatek S-sarja betonirakenteisessa seinässä Läpivienti asennetaan ennen valua	24.7.2020	SWT-SK101
	Mittakaava		Sivu
	Ei mittakaavassa		3 (8)

S-sarjan läpivienti kupariputkille
(Seinärakenne min 100 mm)



(* ei paloluokitusvaatimusta
a_s - Etäisyys läpivientiputkien välillä
K-mitta - Putken keskeltä seuraavan putken keskelle

Ilmääni- eristävyys R _w : Helkenrys n. 1 dB betonirakenteessa	Kupariputket		Moduulisarjojen mahdolliset K-mitat (moduulikoko)				Yksit- äinen moduuli	Eristysvaatimukset (mm) (* L = min 350 mm - († L = min 500 mm)				
	Putkikoko (Ø mm)	min a _s (mm)	K70	K100	K120	K160		min K-mitta (mm)	Eristä- mätön	Paikallinen kivivilla- eristys (*)	Paikallinen kivivilla- eristys (†)	Jatkuva kivivilla- eristys
Oletettu käyttöikä 25 v												
ETA-12/0045 (18.3.2020)	Cu 8-22	25	x	x	x	x	-	-	EI 60	EI 60	EI 60	-
	Cu 8-22	100	-	-	-	x	-	-	EI 120	EI 120	EI 120	-
	Cu 8-22	200	-	-	-	-	≥ 240	-	-	-	-	EI 90
	Cu 28	200	-	-	-	-	≥ 260	-	EI 120	EI 120	EI 120	EI 90
	Cu 28-35	25	-	x	x	x	-	-	EI 60	EI 60	EI 60	-
	Cu 28-35	100	-	-	-	x	-	-	EI 120	EI 120	EI 120	-
	Cu 42	25	-	x	x	x	-	-	EI 60	EI 60	EI 60	-
	Cu 42	200	-	-	-	-	≥ 275	-	EI 60	EI 60	EI 90	-
	Cu 54	70	-	-	-	x	-	-	-	EI 60	EI 60	-
	Cu 54	200	-	-	-	-	≥ 290	-	EI 60	EI 60	EI 90	-
	Cu 64	70	-	-	-	x	-	-	-	EI 60	EI 60	-
	Cu 64	200	-	-	-	-	≥ 290	-	-	EI 60	EI 90	-
	Cu 76-89	200	-	-	-	-	≥ 325	-	-	-	EI 90	-

Kuvassa 14 näkyvä käyttövesiputkiin asennettu kivivillaeristys (LVI suunnittelu Ervasti Oy 2021).



KUVA 14. Kivivillaputkieriste Sewatek-läpiviennin jälkeen

Käytävien runkolinjastot liittyvät toisiinsa käytävällä sijaitsevan tekniikkakuilun kautta. Kuiluun rakennetaan lämpö- ja vesijohtorunkolinjojen pystylinjastot. Työnjohdon on tarkastettava, mihin palo-osastoon tekniikkakuilu liittyy mahdollisten palokatkojen rakentamista varten. Jokaisesta nousevasta putkesta tulee löytyä vuodonilmaisain, joka liitetään kipsikotelon seinään kuvan 15 mukaisesti. (Kariniemi 2021.)



KUVA 15. Tekniikkakuilun putkilinjojen vuodonilmaisimet

Joskus Sewatek puuttuu elementistä virheen vuoksi. Tällöin joudutaan käyttämään paikalla timanttiporaria, joka tekee elementtiin reiän. Huoneistot ovat omia palo-osastojaan, joten palokatko on tällöin tehtävä palokatkosuunnitelman mukaisesti elementtiin. (Rämö 2021.)

3.1.6 Vesikalusteiden asennus

Huoneistojen vesikalusteet, kuten wc-istuin, keittiön ja pesuhuoneen hanat sekä suihku, kuuluvat vesikalusteisiin. Pesuhuoneessa useat urakoitsijat tahdistavat muiden etenemistä. Putkiasentajan on asennettava pintakromivesiputket, kun laatoittaja on saanut seinät laatoitettua, kuitenkin ennen paneelikattourakoitsijaa. Loput vesikalusteasennukset putkiurakoitsija pääsee tekemään, kun pesuhuoneen kalusteet on asennettu. Näiden töiden tahdistamiseksi on erityisen tärkeää, jotta urakoitsijat noudattavat sisävaiheikataulua. (Rämö 2021.)

Keittiön hanan asennus kuuluu myös vesikalusteasennuksiin. Nämä päästään asentamaan, kun kalusteasentaja on saanut kalusteet asennettua. Kaikkiin hanoihin on asennettava hanarajoin, joka estää hanaa kääntymästä yli altaan rajojen. Astianpesukoneasennuksen tekee yleensä erillinen kodinkoneasentaja. Joskus joudutaan kuitenkin käyttämään putkiasentajaa pesukoneen liittämiseksi. (Kariniemi 2021.)

3.2 Ilmanvaihtotöiden vaiheet

Ilmavaihtotöiden vaiheisiin kuuluvat ilmanvaihtokonehuoneen asennukset, tuuletuspaalujen ja säleikköjen asennukset, huoneiston IV-asennukset sekä liesituulettimen ja huoneiston IV-kalustuksen asentaminen. Ilmanvaihdossa T2H käyttää hyödykseen hormielementtejä. (Rämö 2021.)

3.2.1 Ilmavaihtokonehuoneen asennukset

Ilmavaihtokonehuoneen työt alkavat rakennuksen runkovaiheessa, kun ilmanvaihtokonehuoneen seinät on asennettu. Ilmavaihtokoneen osat on nostettava konehuoneeseen ennen ilmanvaihtokonehuoneen katto-ontelolaattoja, sillä myöhemmin niiden sisälle saaminen on mahdotonta. IV-koneen kasaaminen hoidetaan yleensä ullakon IV-töiden jälkeen, jolloin kanavistot voidaan liittää toisiinsa. Ilmavaihtokone on moniosainen laite, joka kootaan ilmanvaihtokonehuoneessa. (Kari-niemi 2021.)

Ulkoseinään tulevien lumisäleikköjen asennusohjeet tulee selvittää valmistajalta, jotta liitoksesta tulee tiivis eikä vesi pääse rakenteisiin. Ulkoa tuleva ilmanvaihto korvausilma tulee myös viemäroidä, jotta kanavaan mahdollisesti tuleva sadevesi ja lumi eivät pääse ilmanvaihtokoneeseen (LVI-suunnittelu Ervasti Oy 2021.)

3.2.2 Tuuletuspaalut ja säleiköt

Tuuletuspaalut ja säleiköt tuulettavat rakennuksen alapuolisia ryömintätiloja tai toimivat tuloilma-venttiileinä. Paalut asentaa LVI-urakoitsija arkkitehdin valitsemissa väreissä. Asennus kannattaa tehdä heti runkoasennuksen yhteydessä, sillä usein paalun lähtö jää tulevan maanpinnan alapuolelle. Säleiköt voidaan asentaa myöhemminkin. On varmistettava, että elementin läpimenoputki tulee eristettyä esimerkiksi solukumilla, jotta putki ei kondensoi kosteutta rakenteisiin. (Rämö 2021.)

3.2.3 Ullakon IV-asennukset

Ullakon ja Ilmanvaihtokonehuoneen ilmastointiasennukset tulee aloittaa vesikattotöiden yhteydessä. Pitkät kanavat ja isot äänenvaimentimet tulee saada oikeille paikoilleen kattoristikoiden väleihin, ennen kuin vesikatto on ponttilaudoitettu. Mikäli jotain jää puuttumaan, vesikattoon joudutaan tekemään reikä, josta materiaalit saadaan paikalleen, mistä aiheutuu lisäkuluja. Joskus näin käy ja vesikattourakoitsija tekee reiän ja paikkaa sen tuntitöinä. Nämä kulut tulee vaatia LVI-urakoitsijalta. (Rämö 2021.)

IV-asentaja rakentaa kanavistot LVI-kuvien mukaisesti. Kanavat ja äänenvaimentimet kannakoidaan kattoristikoihin LVI-työselostuksen mukaisesti. Kanavat tulee pitää tulppattuna asennukseen asti, eikä niihin saa päästää rakennuspölyä tai muuta roskaa. Ilmanvaihtokanavistot tulee eristää ja kuvata ennen puhallusvillan puhaltamista. Pienkerrostalon kanavistojen rakentamiseen kuluu noin viikon työpäivät, minkä lisäksi eristykseen noin 2 työpäivää. (Kariniemi 2021.)

Kanaviston tiiveys varmistetaan tekemällä kanavistolle tiiveysmittaus, jonka jälkeen kanavistot eristetään. Kanaviston painekokeessa käytetään tiiveysluokkaa C, koska vuodoilla voi olla huomattava merkitys ilmastointilaitoksen toiminnalle, rakennuksen painesuhteille tai huoneilman puhtaudelle. (SFS 4699.)

3.2.4 Huoneistojen IV-asennukset

Huoneistojen ilmanvaihtoasennukset rakennetaan T2H:n kohteissa elementtihormeja käyttäen. Elementtihormissa jokaiselle ilmanvaihdon piirille on oma liitäntänsä, jotka johtavat ilmanvaihtokoneelle. Keittiön liesituuletin, huoneiston ilmanvaihto, pesuhuoneen ilmanvaihto ja mahdollisen saunan ja vaatehuoneen ilmanvaihto liitetään elementtihormiin ja näihin putkistoihin lisätään LVI-kuvissa suunnitellut äänenvaimentimensa. Tavanomaisessa T2H:n kohteessa keittiön IV-kanava kulkee kipsilevykoteloissa ja tai keittiön kalusteiden ylätyötyössä liesituulettimelle. (Rämö 2021.)

Pesuhuoneen katossa ennen hormielementin liitosta sijaitsevat myös ilmanvaihtoputkien puhdistusluukut ja liesituuletinta käytettäessä korvausilmaa antava moottoripelti. Ilmanvaihdonliitännät tulee lopuksi varmistaa palokatkosuunnitelmasta. Ne tulee kitata palovaatimukset täyttävällä massalla. Pesuhuoneen paneelialakattoon tulee paneelikattourakoitsijan rakentaa luukku, jonka kautta

ilmanvaihtokanaviston puhdistusluukkuihin ja moottoripelteihin päästään käsiksi. (LVI suunnittelu Ervasti Oy 2021.)

Hyvä asentaja rakentaa noin kolmen huoneiston kanavistot työpäivässä. Työnjohdon tulee tarkistaa kuvien kanssa läpikäymällä kanaviston kannakoinnin suunnitelmien mukaisuus. (Rämö 2021.)

3.2.5 Liesituulettimien ja huoneiston IV-kalustuksen asennus

Liesituulettimet asennetaan huoneistoihin, kun kalusteasentaja on asentanut huoneiston kalusteet. Kalusteasentaja irrottaa maustekaapin, jonka taakse liesituulettimen IV-kanavan liitos sijoittuu. Ilmastointiasentaja kytkee ilmastointiputken ja liesituulettimen toisiinsa. Sähköasentaja kytkee sähköt liesituulettimeen sekä korvausilmamoottoripellin ja liesituulettimen toisiinsa. Hyvä asentaja asentaa n. 8 liesituuletinta päivässä. (Rämö 2021.)

Samassa yhteydessä ilmanvaihtourakoitsija asentaa huoneiston korvausilma sekä tuloilmaventtiilit. Käytävälle tulevat usein paloventtiilit. Näiden kaikkien sijainnin suunnitelmien mukaisuus on tarkistettava LVI-kuvasta. (Rämö 2021.)

4 AUTOMAATIO- JA SÄÄTÖTYÖT

Automaatiotyöt

Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan kiinteistön eri teknisten järjestelmien käyttöä, säätöä ja valvontaa. Nykyaikaisiin automaatiojärjestelmiin rakennetaan valvonnan alakeskus (VAK). VAK:ja voi yhdessä rakennuksessa olla useita. Kaikki VAK:t liitetään valvomoon, josta kiinteistön kaikkia teknisiä järjestelmiä voidaan säätää yhdestä paikasta tietokoneella. Rakennusautomaatio jaetaan kolmeen osaan: kenttälaitteisiin, alakeskuksiin ja valvomoihin. Kenttälaitteet ovat mittaavia ja säätäviä, eli ne mittaavat jotain suuretta tai säätävät jotain toimilaitetta. Kenttälaitteet toimittavat tiedot alakeskuksiin. Alakeskukset myös lähettävät ohjausviestit kenttälaitteille. Alakeskukset puolestaan toimittavat tiedot valvomoon, jossa ne muutetaan luettavaan muotoon. Periaatepiirros on esitetty kuvassa 14. (Karhinen 2013.)



KUVA 14. Rakennusautomaatio (Karhinen 2013)

VAK:it asentaa ja kaapeloii sähköurakoitsija. Automaatioasentaja kytkee VAK:it ja keskuskeset ja ohjelmoi nämä. Rakennus varustetaan kiinteistöautomaatiolla, jota voidaan etäkäyttää GSM-puhelimen ja internetliittymän kautta. (LVI suunnittelu Ervasti Oy 2021.)

Työjohdon on tarkistettava laitteistojen mahtuminen paikalleen usein ahtaissa tiloissa. Järjestelmien yhteensopivuus on myös käytävä läpi hyvissä ajoin automaatiourakoitsijan kanssa. Näin varmistetaan, että rakentamisen loppuvaiheessa tapahtuvien automaatiotöiden alkaessa ei jouduta isoihin muutostöihin, jotka sekoittavat aikataulua. (Rämö 2021.)

Säädöt ja mittaukset

Säätöihin ja mittauksiin kuuluvat mm.

- lämmitysjärjestelmän vesivirtojen säätö ja tasapainotus
- lämpimän käyttöveden kiertojohdon säätö ja tasapainotus
- ilmastointijärjestelmän ilmamäärien säätö
- automaattikalaitteiden toimintojen säätö ja viritys
- pumppujen käynnistyslaitteiden sekä hälytyslaitteiden toiminta-arvojen säätö ja tarkistus
- huonelämpötilojen tarkistusmittaus sekä automaattikalaitteiden tarkistussäätö takuuvuoden kuluessa. (Rämö 2021.)

Ilmanvaihtokoneen säädöt voidaan aloittaa, kun rakennus on siivottu rakennuspölystä, jolloin kone saadaan käynnistää. Säädöissä ja mittauksissa huomioidaan rakennuttajan ohjeistus sekä laaditaan tarvittavat pöytäkirjat luovutusaineistoon liitettäväksi. Ilmastointijärjestelmän ilmamäärien säädöt sekä lämmitysjärjestelmän vesivirtojen säädön ja tasapainotuksen tekee yleensä automaatiourakoitsijasta erillinen aliurakoitsija. (LVI suunnittelu Ervasti Oy 2021.)

Järjestelmien testauksesta järjestetään urakoitsijan ja kiinteistön vesi- ja viemärijärjestelmien valvonnasta vastaavan kanssa toimintakoe, josta kirjoitetaan pöytäkirja. Huoltoyhtiölle ja isännöitsijälle järjestetään kiinteistön luovutusvaiheessa käyttöönotto-opastus, jossa järjestelmien käyttö esitellään huoltoyhtiölle sekä isännöitsijälle. Pöytäkirjaan kirjataan läpikäytyt asiat. (Rämö 2021.)

5 YHTEENVETO

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli luoda tilaajayritykselle ohjeistus LVISA-työnjohdon käyttöön. Ohjeistuksen tavoitteena oli selkeyttää uuden työnjohtajan kuvaa tekniikan rakentamisesta rakennukseen ja luoda näin varmuutta työnjohtajalle töiden oikea aikaisessa ja sujuvassa johtamisessa.

Ohjeistuksen tekeminen aloitettiin tekemällä ja dokumentoimalla työpäiväkirjaan kolmen kerrostalokohteen LVISA-työt. Matkan varrella materiaalia kerättiin määräyksistä kirjallisuudesta ja verkkojulkaisuista sekä käytetyistä LVI- ja sähkötyökorteista. Lisäksi tietoja saatiin keskustelemalla suunnittelijoiden, projektipäällikön ja vastaavan mestarin kanssa.

Tuloksena syntyi ohjeistus, jonka tavoitteena on toimia avustavana työkaluna LVISA-töiden johtamisessa. Ohjeistus mukailee vallitsevia määräyksiä sekä toimeksiantajayrityksen toimintatapoja. Eniten työstä on hyötyä aloittavalle työnjohtajalle, jonka vastuulle toimeksiantajayritys on antanut LVISA-töiden johtamisen.

LÄHTEET

Ervasti, Ville. 2021. LVI-suunnittelija, LVI suunnittelu Ervasti Oy. Haastattelu 20.2.2021.

Fortum 2021. Kaukolämpö. Hakupäivä 12.12.2020. <https://www.fortum.fi/kotiasiakkaille/lammitys/kaukolampo>.

Halonen, Mikko. 2021. Kiinteistön vesi- ja viemäryö valvoja, LVI valvonta Ormit Oy. Haastattelu 12.12.2020.

Karhinen, Emppu 2013. Rakennusautomaatio LVI-saneerauksessa 2013. Metropolia Ammattikorkeakoulu. 1.2.2021. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/55458/Emppu_Karhinen.pdf?sequence=1.

Kariniemi, Ville. 2020. Vastaava mestari, T2H. Haastattelu 20.11.2020.

Lehtoniemi. Jari 2014. Työmaanaikaiset sähköistyksen vaiheet. Hakupäivä 10.1.2021.

<https://docplayer.fi/6773689-Työmaanaikaiset-sahkoistyksen-vaiheet.html>.

Oulun Energia 2020. Sähköistyksen vaiheet. Hakupäivä 10.12.2020. https://www.ouluenergia.fi/sites/default/files/pientalorakentajan_sahkoistyksen_vaiheet.pdf

Rakennustieto 2021a. Märkätilat. Hakupäivä 1.2.2021. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010309.pdf>.

Rakennustieto 2021b. LVI RYL. Hakupäivä 12.12.2020. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/LVI%2001-50022>.

Rakennustieto 2021c. SFS 4699. Hakupäivä 1.1.2021. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/LVI%2030-10213>

Rämö, Henri. 2020. Projektipäällikkö, T2H. Haastattelu 8.11.2020.

Sewatek 2021. Detaljipiirustukset. Hakupäivä 2.1.2020. <https://www.sewatek.fi/wp-content/uploads/SWT-Det-S-betoniseina.pdf>.

Sähkötekniikan ja energiatehokkuuden edistämiskeskus 2021. Piirrosmerkinnät. Hakupäivä 10.2.2021. <https://stek.fi/perustietoa-sahkosta/sahkojarjestelmat/piirrosmerkinnat/>.

T2H 2021. Etsi oma ihana koti. Hakupäivä 11.11.2020. www.t2h.fi.

Talotekniikkainfo 2021. Viemärlaitteiston mitoitusohjeet. Hakupäivä 10.2.2021. https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/d1_2007_liite_4.pdf.

Uponor 2020. Kiinteistöviemärointi käsikirja. Hakupäivä 26.12.2020. file:///C:/Users/Heikki/Downloads/37701_Decibel_HTP_kiinteistoviemarointi_kasikirja%20(1).pdf.