

Kari Vääräniemi

# Kiinteistötekniikan työmaakäytäntöjen parantaminen virheiden välttämiseksi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (YAMK)

Talotekniikka

Opinnäytetyö

22.9.2016

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Kari Vääräniemi Kiinteistötekniikan työmaakäytäntöjen parantaminen virheiden välttämiseksi 40 sivua + 5 liitettä 22.9.2016
Tutkinto	insinööri (YAMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakentaminen
Suuntautumisvaihtoehto	Talotekniikka
Ohjaajat	tekninen johtaja Jukka Nuorala lehtori Erkki Sainio
<p>Opinnäytetyössä tutkittiin työmaalla tapahtuvia taloteknisiä virheitä ja niihin johtaneita syitä. Tarkoituksena oli kehittää työmaakäytäntöjä töiden sujumisen varmistamiseksi sekä virheiden vähentämiseksi.</p> <p>Tutkimus suoritettiin seuraamalla työmaiden talotekniikassa tapahtuvia asennus- ja tarvikkehankintavirheitä. Havainnointi suoritettiin työmaalla tehtävien työmaakerroksien aikana. Tutkimustyötä helpotti se, että päiväkodit ovat taloteknillisesti lähes toistensa kopioita, joissa toistuivat samankaltaiset virheet.</p> <p>Työmailla ei ole aiemmin ollut käytössä sellaista tarkastuslistaa, jossa olisi huomioitu taloteknisten töiden kannalta oleellisia asioita, joita pitäisi tarkastella työmaan edistyessä. Tästä johtuen opinnäytetyön lopputuloksena syntyi työmaalla käytettävä tarkastuslista taloteknillisistä töistä. Tarkastuslista on tarkoitettu lähinnä päiväkotityyppisille rakennuskohteille, mutta sitä voi käyttää myös muun tyyppisissä rakennuskohteissa. Tätä listaa voivat hyödyntää sekä talotekniikan ammattilaiset että rakennustyömaan mestarit.</p> <p>Projekti osoitti, että työmaalla tehtyihin pieniin mutta kustannuksia aiheuttaviin virheisiin on kiinnitetty tähän mennessä liian vähän huomiota. Projektin aikana on perehdytty virheiden syntytapoihin ja niistä johtuviin seurauksiin. Tämän avulla on saatu muutettua työtapoja, joilla on saavutettu kustannussäästöjä sekä taloteknillisissä että rakennusteknillisissä töissä.</p>	
Avainsanat	työmaakäytännöt, talotekniikka, LVI, kiinteistösähkö

Author Title Number of Pages Date	Kari Vääräniemi Improving the building services engineering practices on construction sites 40 pages + 5 appendices 22 september 2016
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Building Services Engineering
Instructors	Jukka Nuorala, Technical Director Erkki Sainio, Senior Lecturer
<p>This Master's thesis examined technical errors occurring on site and their causes. The aim was to develop construction site practices which ensure that the work is accurately conducted with less errors. The cases investigated were primary day care centers, but also some nursing homes and residential buildings were studied.</p> <p>The study was conducted by monitoring the building services engineering errors in installation and equipment procurement at construction sites. The observations were carried out on site during the execution of tasks. The research was made easier by the fact that kindergarten sites are very similar, so many errors were repeated.</p> <p>The origin of the errors and their consequences were explored during the course of the project. It was established that the cause of the small but cost creating mistakes is mostly lack of care and attention. Previously, no checklist had been used on site to enable a follow-up of essential issues during the construction work. Such building services engineering checklist was created during the final year project. The working methods were revised which achieved cost savings.</p> <p>The checklist is mainly suitable for a construction site resembling a day care center, but it is also possible to use the list on other construction sites. This checklist can be useful for building services engineering professionals and site managers.</p>	
Keywords	construction site practices, building services engineering

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Teoria	4
2.1	Maakaapeleiden asentaminen	4
2.2	Alitusputkitukset	5
2.3	Kattojen ja piha-alueiden viemäröinti	5
2.4	Pumppaamot ja paineviemärit	6
2.5	Piha-alueiden kaapelointi	6
2.6	Maanvaraiset lattiat ja ryömintätalalliset alapohjat	6
2.7	Sähkökaapeloinnit, jakojohdot ja vaakaviemärit kerroksissa	7
2.8	Kvv-laitteet, sähkö-/LVI-kalusteet sekä lattiakaivot	9
2.9	Lämpimän käyttöveden valmistukseen ja lämmitykseen liittyvät laitteet	10
2.10	Lämmitysverkosto	11
2.11	Lämmönluovuttimet ja patteriventtiilit	12
2.12	Ilmanvaihtolaitteiden suunnitelmat	12
2.13	Kanavistoasennukset	12
2.14	Tulo- ja poistoilmaventtiilit	13
2.15	Tuulettuvan alapohjan koneellinen tuuletus	13
2.16	Maanvaraisen alapohjan tuuletus	13
3	Työmaalla havaittuja asioita joita pitää tarkastella	14
3.1	Työmaan aloitukseen liittyvät esityöt	14
3.1.1	Työmaan alustava aikataulu	14
3.1.2	Työmaan alustavan aikataulun tarkastelu	14
3.1.3	Aikataulun päivittäminen työmaan aikana	15
3.1.4	Arkkitehtipohjien ajan tasaisuus talotekniikan suunnitelmissa	16
3.1.5	Massojen tarkastus ennen tilausta	16
3.1.6	Tarvikkeiden oikea-aikainen tilaaminen työmaalle	17
3.1.7	Tarvikepuutteiden minimoiminen	17
3.1.8	Hävikki	18
3.2	Työmaan aloitus	18
3.2.1	Työmaakeskuksen oikea-aikainen asennus	19
3.2.2	Sähköliittymän oikean koon varmistaminen	19
3.2.3	Maakaapelit ja viemärit oikeaan aikaan työmaalle	20
3.2.4	Maanvaraisissa alapohjissa maakaapeleiden ja pohjaviemäreiden oikea kohdistus	20

3.2.5	Tuulettuvissa alapohjissa maakaapeleiden ja pohjaviemäreiden oikea kohdistus	22
3.2.6	Perusvesipumppaamoissa väärää kaapeleita	24
3.3	Sisäasennustyöt	25
3.3.1	IV-kanaviston asennus	25
3.3.2	Lämmitys- ja käyttövesiputkien sekä viemärien kohdistus väliseiniin	26
3.3.3	Sähkökaapeloinnin aloitus	28
3.3.4	Käyttövesiputket ja jakotukkikaapit	30
3.3.5	IV-hajotukset	31
3.3.6	Väliseinien levytys ja maalaus	31
3.3.7	LVI-laitteiden sähköistys tarkastuksia ja koestuksia varten	32
3.3.8	Sähköpääkeskuksen mittaroinnin oikea-aikainen tilaaminen	34
3.3.9	Palotarkastuksesta huomioitavia asioita	34
3.3.10	Kalusteiden asennus	35
3.4	Työmaan päättymiseen liittyvät toimenpiteet	35
3.4.1	Käyttöönottotarkastus	35
3.4.2	Virheet ja puutteet	36
3.4.3	Loppudokumentit	36
3.4.4	Sähkön varmennustarkastuksessa havaitut puutteet	36
3.4.5	Palaute suunnittelijalle	37
4	Yhteenveto	38
	Lähteet	40
	Liitteet	
	Liite 1. Alustava aikataulu	
	Liite 2. Sisäaikataulu	
	Liite 3. Sähkölaitteiden etäisyydet kylpyhuoneessa	
	Liite 4. Keittiön kalustekuva	
	Liite 5. Työmaan tarkastuslista	

## 1 Johdanto

Nykyisin työmaalla toistetaan turhan usein samoja virheitä, kun ei ehditä perehtyä työmaalla tehtyjen virheiden perimmäisiin syihin, joista voitaisiin oppia ja välttää samat ongelmat seuraavilla työmailla. Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää talotekniikan työmaakäytäntöjä töiden sujumisen varmistamiseksi ja virheiden vähentämiseksi.

Taloudellisesti nämä yksittäiset virheet eivät ole merkittäviä, mutta pitkällä aikavälillä usein toistettuna niistä tulee yhteensä niin merkittäviä kustannuksia, että niihin pitää kiinnittää huomiota. Usein jää huomiotta myös se, että virheiden korjaaminen viivästyttää kohteen valmistumista, josta aiheutuneita lisäkuluja ei saa perittyä keneltäkään.

Nykyisin työmailla ei ole käytössä talotekniikan tarkastuslistaa, jossa olisi huomioitu LVIS-töiden kannalta oleellisia asioita, joita pitäisi tarkastella työmaan edistyessä.

Tämän opinnäytetyön aikana kerätään LVIS-ammattilaisilta tarkastuslistaan oleelliset työvaiheet, joita heidän mielestä olisi hyvä seurata (liite 4). Tämä tarkastuslista tehdään sellaiseen muotoon, jota voivat käyttää hyödyksi muutkin kuin kiinteistötekniikan ammattilaiset. Esimerkiksi rakennustyömaan mestarit voisivat käyttää sitä apunaan, kun he ohjeistavat monitoimiurakoitsijaa väliseinätöissä.

Tutkimuksen lähtökohtana on seurata talotekniikan eri työvaiheita ja niissä tapahtuvia virheitä sekä niiden korjauksia. Sen lisäksi käydään läpi myös rakennustekniikan työvaiheita, joissa tehdään talotekniikkaa avustavia rakennusteknisiä töitä. Lisäksi käydään läpi sellaisia rakennusteknisiä työvaiheita, jotka aiheuttavat vaurioitumisen vaaraa taloteknisille laitteille, esimerkiksi lattialämmityspotkille lattialistoituksen yhteydessä.

Tutkimuksessa tutkittavat kohteet ovat pääsääntöisesti päiväkoteja, joita valmistuu tehtävän lopputyön aikana yli kymmenen kappaletta. Tutkimustyötä helpottaa se, että päiväkodit ovat taloteknillisesti lähes toistensa kopioita. Yleensä päiväkodit ovat kaukolämpöön yhdistettyjä, mutta on myös pari poikkeusta, joissa lämmitysratkaisu on tehty ilma/vesilämpöpumpuilla tai maalämpöpumpuilla. Tutkittavien kohteiden joukossa on myös asuintaloja ja hoivakoteja. Päiväkotien valmistumisen sykli on tiheämpi, joten niissä päästään nopeammin toteuttamaan tutkimuksen aikana havaittujen virheiden korjausmetodeja.

STUL (Sähkö ja teleurakointiliitto) on myös kiinnittänyt huomiota näihin asioihin. Yksi liiton teemoista vuonna 2014 on ollut rakentamisen sopimus- ja työmaakäytäntöjen järjeistäminen. STUL on todennut, että rakentamisen sopimus- ja työmaakäytännöt on kehittänyt viime vuosina huonompaan suuntaan. Keskeisinä asioina on otettu esille yleisten sopimusehtojen (YSE) aseman vahvistaminen ja niihin tehtävien poikkeusten minimoiminen. Tilaajille tulisi suositella, että talotekniikkaurakoista tehtäisiin sopimukset suoraan urakoitsijoiden kanssa. Työmaa-aikataulu suositellaan tehtäväksi niin, että aikaa jäisi riittävästi suunnittelulle, toteutukselle ja käyttöönotolle. Lisäksi työmaakäytäntöjä tulee kehittää niin, että painopiste olisi ennakoivassa asioiden edistämässä jälkikäteen syyllisten etsinnän sijaan. Lopuksi STUL esittää, että talotekniikkaurakoita ei pilkottaisi ja ketjutettaisi tarpeettomasti. (2.)

Opinnäytetyö tehdään Nuotek Oy:lle. Yritys on kiinteistötekniikan ammattilainen, joka palvelee valtakunnallisesti. Yritys tarjoaa saman katon alta kaikki kiinteistöjen sähkö- ja LVI-työt suunnittelusta toteutukseen. Teollisuuspalveluissa Nuotek tarjoaa mm. mekaniikkasuunnittelua ja automaatioasennuksia, sekä huolto- ja kunnossapitopalvelua.

Nuotek Oy on perustettu vuonna 2004. Vuonna 2010 yritys laajeni ostamalla LVI Parkkila Oy:n. Nuotek Oy:n liikevaihto vuonna 2015 oli 10,5 miljoonaa euroa. Nuotekin suurin osakkeenomistaja on Rakennusliike Lapti Oy, joka kuuluu Harjavalta-konserniin (kuva 1).

Tällä hetkellä yritys työllistää Suomessa eri tehtävissä keskimäärin 50 henkilöä. Toimipisteitä Nuotekilla on Oulussa, Kuopiossa, Tampereella, Vantaalla ja pääkonttori sijaitsee Pyhäjoella. Asiakkuuksina ovat kaikenkokoiset rakentajat, mutta suurin yksittäinen asiakas on ollut Rakennusliike Lapti, jonka kanssa Nuotek kehittää asiakaslähtöistä rakennuspalvelua. Töistä keskimäärin 70 % on urakoitu Laptille.



Kuva 1. Konsernikaavio (10)



## 2 Teoria

### 2.1 Maakaapeleiden asentaminen

Kaapeliojan syvyys riippuu siihen laskettavan kaapelin laadusta sekä paikallisista olosuhteista, kuten maan laadusta ja sen routimisesta. Kaapeli suositellaan yleensä asennettavaksi 0,7 m:n syvyyteen. Olosuhteista ja kaapeleiden lisäsuojauksesta riippuen voidaan käyttää harkinnan mukaan pienempää asennussyvyyttä. (Taulukko 1; 3, s. 163.)

Taulukko 1. Ilman metallivaippaa olevan maakaapelin suojaus eri asennussyvyyksillä (4, s. 4)

Kaapelin asennussyvyys h	Standardin SFS-EN 61386-24 mukaisen iskunkestävyyden ja puristuskestävyyden mukaan	Standardin SFS 5608 mukaisen lujuusluokan mukaan
$h \geq 0,7$ m	varoituss nauha	varoituss nauha
$0,5$ m < $h < 0,7$ m	L 450	kevyt käyttö C
$0,3$ m < $h < 0,5$ m piha ja puistoalue	N 750	raskas käyttö A
$0,3$ < $h < 0,5$ m muilla alueilla	N 450	keskiraskas käyttö B

Maahan asennettavien kaapeleiden sijainnista on tehtävä kaapelikartta. Yleensä se piirretään asemakuvaan, johon merkitään kaapeleiden etäisyydet pysyvistä kiintopisteistä. (3, s. 173.)

Maakaapeleiden asennus on tehtävä riittävää huolellisuutta noudattaen, jotta kaapelin eristekerros ei vaurioidu. Kaapelin laskun aikana kelaa ei saa pyörittää kaapelia vetämällä. Varsinkin ohuet kaapelit saattavat venyä, jos niiden avulla pyritetään raskasta kaapelikelaa. Heikkovirtakaapeleissa on huomioitava valmistajan asennusohjeet. Esimerkiksi eräässä kuitukaapelissa kuoritaan pintavaippa, jotta saadaan esille lanka, josta kaapelin veto suoritetaan. Kaapelin vedon yhteydessä tarkkaillaan kaapelista mahdollisesti löytyviä pintavikoja, jotka korjataan välittömästi tai merkataan myöhemmin korjattavaksi. (3, s. 167.)

Alhaisissa lämpötiloissa paperieristeisen kaapelin kyllästysmassan viskositeetti kasvaa, ja liian nopean ja jyrkän taivutuksen seurauksena paperinauhat saattavat repeytyä. Samoin bitumikyllästetty korroosionsuoja lohkeilee, kun kaapelia liikutetaan liian alhaisessa lämpötilassa. PVC-muovinen eristys ei myöskään kestä kovin alhaisia lämpötilo-

ja murtumatta (taulukko 2). PE-muovin pakkaskestoisuus on parempi, joten sitä käytetään alumiinivaippaisen paperieristeisen kaapelin uloimpana muovikerroksena.

Taulukko 2. Kaapelin arimman rakenneosan perusteella määritelty alin asennuslämpötila (3, s. 168)

Jännitetaso	Eristysaine	Esimerkkikaapeli	Alin asennuslämpötila
0,6/1 kV	paperi	APAKM	0 °C
		PLKVJ	+5 °C
6/20 kV		APYAKMM	+5 °C
0,6/1 kV	muovi	AMCMK, AXCMK, MCMK, AXMK	-15 °C
6/10 kV	muovi, PVC-vaipatut	HMCMK	-5 °C
6/20 kV	PEX, muovi, PVC-vaipatut	AHXCMKM, AHXCMK	-5 °C
	PEX, muovi, PEvaipatut	AHXAMK-W	-20 °C

## 2.2 Alitusputkitukset

Liikenneväylien, katujen, ja maanteiden alituksissa joudutaan asentamaan suojaputkia. Putkitukset asennetaan kaivamalla tai poraamalla erityisellä alituslaitteella. Sähköputkien ulkohalkaisijat ovat 50, 75, 100, 110 ja 140 mm, ja putkien suositusväri on keltainen. Telekäyttöön tarkoitetut putket ovat halkaisijoiltaan 50, 75 ja 100 mm, ja putkien suositusväri on punainen. Näiden lisäksi on varattava riittävä määrä varaputkia tulevaa tarvetta varten. (3, s. 164.) Tämä vähentää tarvetta asfalttien auki repimiseen, kun joudutaan tekemään lisäyksiä maakaapelointiin.

## 2.3 Kattojen ja piha-alueiden viemäröinti

Kattojen, terrassien ja parvekkeiden kaadot on tehty siten, että sulamis- ja sadevedet pääsevät esteettä kattokaivoihin, räystäskouruihin ja sieltä pintakourujen kautta sadevesiviemäriin tai imeytysjärjestelmään. Sisäpuoliset sadevesiviemärit on tuettu taulukon kolme mukaisesti asennetuilla kannakkeilla ja lämpöeristetty niin, etteivät ne läpäise kosteutta (diffuusiotiivis). (1, s. 55.)

## 2.4 Pumppaamot ja paineviemärit

Pihalle asennettavat pumppaamot on asennettu ja sijoitettu valmistajan ohjeiden mukaan, ja ne on asennettu niin, että pumppu on tarvittaessa helposti ylös nostettavissa ja huollettavissa. Painevesiviemärit on tehty niille tarkoitetuilla tarvikkeilla ja huolella paineen kestäviksi. Pumppaamo varustetaan takaisku- ja sulkuventtiilein. Häiriötilanteiden varalle tehdään hälytyslaitteisto, joka voi olla esimerkiksi pinta-anturit merkkivaloin, ja lisäksi voidaan tehdä rakennusautomaation kautta automaattinen vikailmoitus huoltohenkilökunnalle. (1, s. 56.)

## 2.5 Piha-alueiden kaapelointi

Pihavalaistus ja muut ulkopuoliset kaapelivedot voidaan suorittaa joko perustuksentekovaiheessa, tai asennetaan vain suojaputket rakennuksen perustuksen alle ja suoritetaan kaapelointi pihan profiloinnin yhteydessä.

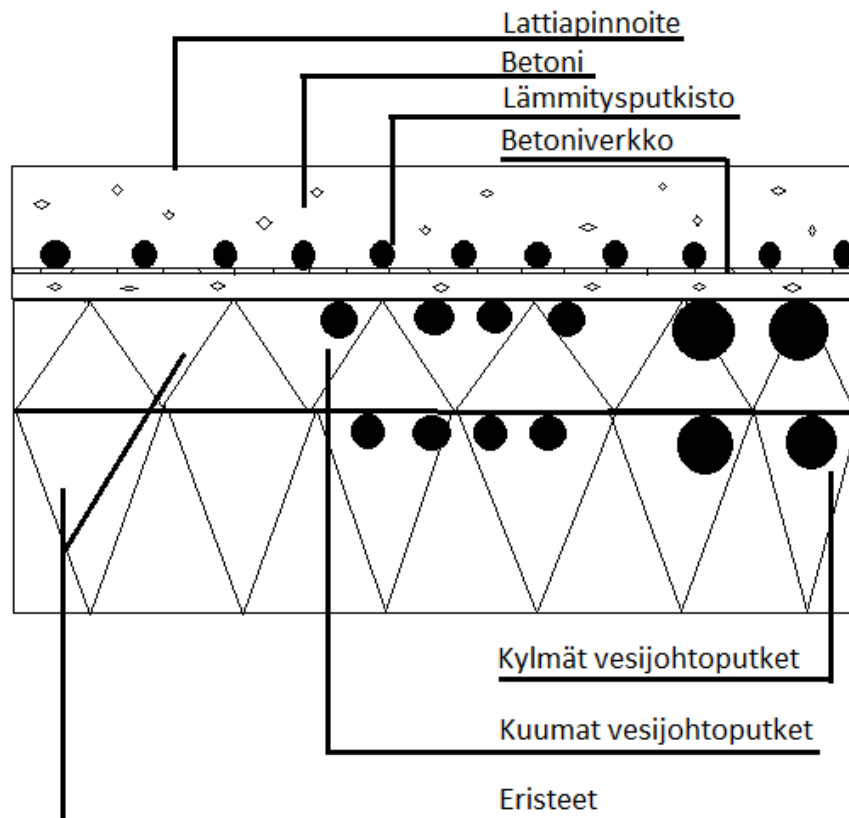
## 2.6 Maanvaraiset lattiat ja ryömintätalalliset alapohjat

Maanvaraisessa lattiassa pohjaviemärit tehdään ulkopuolisten viemäreiden asennuksen jälkeen. Sokkelien valun jälkeen sisätäyttöjen yhteydessä putkimiehet asentavat tarvittavat viemärihajotukset. Sähköasentajat asentavat maakaapelit ja niihin kuuluvat putkitukset sähköpääkeskukselle ja ryhmäkeskuksille.

Ryömintätalallisten alapohjien pohjaviemäreiden kannakoinnit tehdään rakentamismääräysten edellyttämällä tavalla haponkestävästä teräksestä ja viemärit maksimissaan 45:n asteen kulmin tyyppihyväksytyillä viemäriosilla. Viemäriin on asennettu puhdistusyhteitä riittävästi, eli enintään 20 metrin välein. Pystyviemärit on liitetty vaakaviemäriin loivin osin. Muoviviemäriin lävistäessä palo-osastoinnin on käytettävä palomansettia. Puhdistusyhteet ja varaukset ovat tulpattu padotuspaineen kestäviksi. Padotusventtiili on asennettu vedenkäyttölaitteen läheisyyteen ja varustettu selkeällä käyttöohjeella. Muoviviemärien asennuksessa on huomioitava, että asennuksen yhteydessä jätetään riittävä lämpölaajenemisvara. (1, s. 49–50.)

LVIS-asentajien on tarkistettava ajoissa ontelolaattaan ja muihin kantaviin rakenteisiin tulevat läpiviennit ja merkittävä puuttuvat reikävaraukset, jotta rakennusurakoitsijalle

jää aikaa tehdä tarvittavat reiät. Maanvaraisessa rakennuksessa työn edistyttyä siihen vaiheeseen, että sisäpuolen sepeli on tasoitettu ja ensimmäinen kerros styrosta on asennettu, tehdään urat styrokseen ja asennetaan käyttövesiputket. Toisen kerroksen päälle asennetaan valuverkko, johon kiinnitetään lattialämmityksen kiertovesiputket (kuva 2). Tässä vaiheessa sähköasentaja laittaa tarvittavat putkitukset sähköistystä varten, esimerkiksi induktiosilmukat ja keittiön saarekkeet.

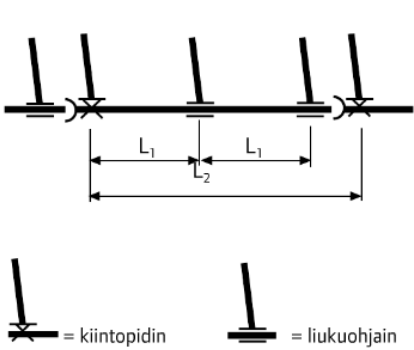


Kuva 2. Maanvaraisen lattian putkistosijoittelu

## 2.7 Sähkökaapeloinnit, jakojohdot ja vaakaviemärit kerroksissa

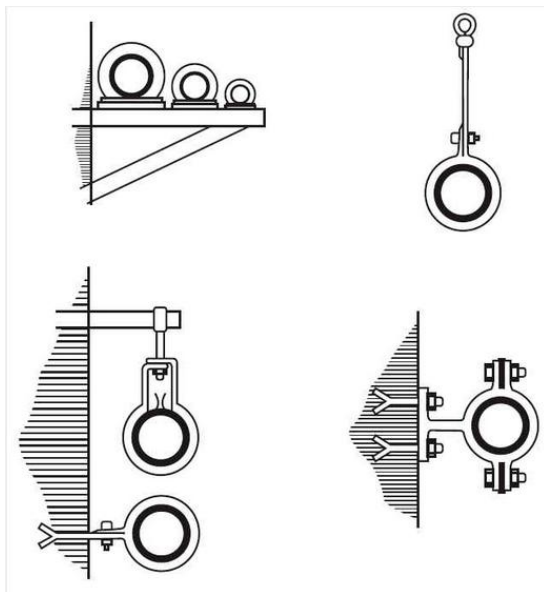
Viemärijohtot kannakoidaan taulukon 3 mukaisesti raskaisiin rakenteisiin ääntä eristävien kannakkeiden, jotka mahdollistavat lämpölaajenemisen. Muoviviemärit voidaan äänieristää käyttämällä kivivillaa. Virtausääniä voidaan myös vaimentaa käyttämällä metallisia viemäriputkia tai desibeliputkia, jotka ovat virtausääniä vaimentavia.

Taulukko 3. Viemäriputkien kannakevälit ja kiintopistevälit rakennuksessa (7, s. 74)

	Putkikoko Ø	Suurin sallittu kannakeväli			
		Vaakaviemäri		Pystyviemäri	
		L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>
	32	0,50 m	2,00 m	1,00 m	2,00 m
	50	0,50 m	2,00 m	1,50 m	2,00 m
	75	1,00 m	3,00 m	2,00 m	3,00 m
	110	1,00 m	3,00 m	2,00 m	3,00 m
	160	2,00 m	3,00 m	2,60 m	3,00 m

**H U O M !**  
Pystyviemäriin asennetaan kannake joka kerrosväliin, mikäli kerroskorkeus on  $\geq 3,0$  m. Väliohjan kohdalle asennetaan kannake, mikäli väliohjan kohdalle ei asenneta osastoivaa betonivalua, joka samalla toimii viemäriin kiintopisteenä.

Rakenteisiin jäävät muoviset vesijohdot asennetaan suojaputkeen, jotta mahdollinen vuoto on helposti todettavissa ja putket ovat vaihdettavissa. Rakenteisiin jääviin kupariputkiin ei saa tehdä jatkoja, ja koteloiden sisälle ei asenneta puserrusliittimiä eikä myöskään puristusliittimiä. Putket eristetään näkyviin jääviä kytkentäjohtoja lukuun ottamatta. Vesijohdot kannakoidaan niin, että kannakkeet pitävät putket suunnitellussa asennossa. Putkien tulee pysyä yhdensuuntaisina. Kannakkeet eivät saa aiheuttaa putken kulumista tai ääntä. Putkien kannakkeiden tulee olla sellaiset, etteivät putket pääse niissä värähtelemään paineiskujen vaikutuksesta (kuva 3). Paineiskut eivät saa aiheuttaa ääniä eivätkä saa aiheuttaa etenkin muoviputkien liittimissä rasitusta.



Kuva 3. Kupariputkien kannakointi (9)

Kannakemateriaali on kuivissa tiloissa yleensä kuumasinkittyä terästä. Kannakemateriaali voi olla myös kuparia, alumiinia, muovia, ruostumatonta tai haponkestävää terästä. Mikäli kannakemateriaali on eri metallia kuin putkimateriaali, tulee kannakkeen ja putken väliin asentaa kumieriste.

Vesimittarit on asennettava niin, että ne on helposti luettavissa ja tarvittaessa huollettavissa, ja vesimittarin molemmille puolille on asennettava sulut, jotta vaihto voidaan suorittaa helposti. Liittimet ja jakotukit on asennettava niin, että ne ovat helposti tarkistettavissa ja huollettavissa. Koteloidut vesiputket asennetaan niin, että ne eivät ole kosketuksissa rakenteisiin. Kun muovitettuja kupariputkia juotetaan, ne eristetään sen jälkeen. Hanakulmien asennus on tarkistettava niin, että ne ovat kiinnitetty ruuveilla asennusalustaan ja asennusalusta on tukevasti kiinni seinärakenteessa. (1, s. 52.)

Sähköjohdot voidaan asentaa rakenteisiin putkellisena tai putkettomana mmj-asennuksena. Väliseinissä on huomioitava erityyppisten koolausten asennustavat. Peltirunkoisten seinien sisällä läpivienneissä on huomioitava, että mmj-kaapeli ei jää lepäämään terävälle reunalle. Joissakin on taitettava läpivienti, mutta silloin ranka on asennettava oikein päin. Puurunkoisissa porataan johtoreitit rankojen läpi, reikien halkaisijan pitää olla vähintään kaksi kertaa johdon paksuuden verran.

Pintamateriaalien tai kalusteiden kiinnittämisen yhteydessä on vaara, että ruuvi voi osua kaapelin kohdalle. Tällöin on hyvä, että kaapelilla on mahdollisuus karata ruuvin edestä. Rasioiden asennuksessa on huomioitava, että ne asennetaan oikealle korkeudelle ja syvyydelle. Rasiat kiinnitetään hyvin rankaan ja tarvittaessa käytetään rasiatukia. Lopuksi tarkistetaan, että kaikkiin kuvissa merkittyihin laitteisiin tulee syötöt.

## 2.8 Kvv-laitteet, sähkö-/LVI-kalusteet sekä lattiakaivot

Kalusteiden kiinnitykset tarkistetaan silmämääräisesti, esimerkiksi onko WC-istuimet liimattu hyvin lattiaa vasten. Nykyisin WC-istuinta ei saa kiinnittää ruuveilla, koska silloin läpäistään vesieristys. Hanojen kiinnitykset varmistetaan, jotta ne on kiinnitetty tukevasti ja juoksuputken liike on rajoitettu lavuaarin sisäpuolelle. Pesualtaan viemäroinnin osalta katsotaan, että supistusputket eivät ole jääneet kalusteiden sokkeleiden sisäpuolelle ja ylivuotoputki on asennettu paikoilleen.

KytKentäjohtojen kiinnitykset tarkistetaan ja varmistetaan, että ne on kiinnitetty kalusteisiin ja kannakoitu taulukon 4 mukaisesti, jotta liitokset eivät rasitu liikaa. On myös varmistettava, että lattiakaivojen korotinrenkaat on valittu niin, että ne on hyväksytty käytettäväksi lattiamateriaalien kanssa. (1, s. 52.)

Taulukko 4. Ohjeellisia putkien kannatusvälejä (8, s. 14)

Teräsputket		Kupariputket	
DN	Kannatusväli (m)	Ulkohalk. (mm)	Kannatusväli (m)
10	2,5	10-12	1,2
15	2,5	15-18	1,2
20	2,5	22	2,4
25	2,5	28	2,4
32	2,5	35	2,4
40	2,5	42	2,4
50	3	54	2,4
65	4	63	2,4
80	4	76,1	3
100	5	88,9	3
125	5	108	3
150	5,5		
ABS/PVC-muoviputket		Komposiittiputket	
DN	Kannatusväli (m)	DN	Kannatusväli (m)
20	0,9	16	1,2
25	1	20	1,3
32	1,1	25	1,3
40	1,2	32	1,4
50	1,3	40	1,4
63	1,4	50	1,5
75	1,5	63	1,5
90	1,6	75	1,5
110	1,8	90	2,4
116	2	110	2,4

PEX -putket kannakoidaan avattavissa rakenteissa 1m välein.  
Avotilassa sovelletaan kupariputkien taulukkoa puolittamalla kannakeväli

Kokonaisuudessaan tulee varmistaa, että sähkökalusteet on asennettu oikein ja niiden etäisyydet vesipisteistä ovat standardin SFS 6000-7-701 mukaisesti. Liitteessä 4 on esitetty nämä etäisyydet. Kylpyhuonetiloissa on huomioitava myös se, että valaistusr ryhmien on oltava vikavirtasuojattuja.

## 2.9 Lämpimän käyttöveden valmistukseen ja lämmitykseen liittyvät laitteet

Kiertovesipumput on varustettava molemminpuolis in suluin ja yksisuuntaventtiilein, ja mittarit ja säätölaitteet asennetaan siten, että ne ovat helposti luettavissa ja säädettävissä. Lämmönsäätöjärjestelmän säätöventtiilit, anturit sekä säätö- ja sähkökeskus asennetaan siten, että tilaa jää korjaus- ja huoltotoimenpiteiden tekoa varten. Lämmönjakuhuone on varustettava lattiakaivolla ja pesualtaalla. Putkistot ja laitteet on asennet-

tava joustavin kiinnikkein siten, että ne eivät aiheuta häiritsevää ääntä rakenteisiin. Laitteistojen osalta on tarkastettava, että lämmönjakoverkosto on varustettu säädösten edellyttämällä täyttöventtiiliryhmällä, ja mudanerottimet on varustettu sulkuventtiilein. Verkoston laitteet tulee varustaa tarpeellisin varo- ja paisuntalaittein sekä ilmanpoisto- ja tyhjennussyhtein. Varoventtiilin oikea avautumispaine on varmistettava, ja putkistot ja laitteet tulee merkitä virtaussuuntanuolin ja laitetunnuksin. (1, s. 60.) Läpiviennit on tehtävä palo-osastojen vaatimustason mukaisesti (1, s. 53). Tekniseen tilaan asennetaan myös kylmä- ja lämminvesipisteet, lisäksi vesikalusteet varustetaan letkuliittimin (5, s. 5).

Mittauskeskus sijoitetaan niin että sen eteen jää 80 cm vapaata huoltotilaa. Huoltotilan korkeus on oltava vähintään kaksi metriä. Lämmönjakokeskuksen huoltoa tarvitseville sivuille on jätettävä vapaata huoltotilaa vähintään 60 cm. (5, s. 5.)

Sähkökeskuksen osalta on varmistettava, että sen eteen jää 80 cm työskentelytila. Keskuksen hankinnan ja mittaroinnin sekä kytkennän ajoituksessa on hyvä huomioida kaukolämmön vaihtimen asennusajankohta.

Tekninen laitetila varustetaan vähintään yhdellä maadoitetulla pistorasialla huolto- ja korjaustoimenpiteitä varten, mutta lisäksi siellä olisi hyvä olla myös yksi 16 A:n voimapistorasia. Pistorasia voi sijaita myös keskuksessa. (5, s. 5.)

## 2.10 Lämmitysverkosto

Lämmitysverkoston asennus suoritetaan niin, että verkoston kiintopisteet ja mutkat sallivat lämpöliikkeen niin, ettei putkisto vaurioidu ja että tämän lisäksi lämpöliike ei aiheuta ääntä. Pienet pumput asennetaan suoraan putkistoon, ja isommat pumput asennetaan ääntä vaimentavien kumityynyjen avulla asennusalustaan, ja tarvittaessa nämä erotetaan joustavin liittimin. Muoviset kytkentäjohdot asennetaan suojaputkeen ja taivutus suoritetaan tukikulmia käyttäen. Kytkentäjohdot asennetaan lämpöliikkeen sallivilla kannakkeilla, ja kiintopisteillä ohjataan lämpöliike haluttuun kohtaan. Lämpöliikkeen salliva kannakointi tehdään joko liukukannakkeilla, jossa lämpöliike tapahtuu kannakkeen liuku-urassa, tai kierretankokannakointina. Läpiviennit tiivistetään huolellisesti ja osastoitavissa läpivienneissä putket erotetaan toisistaan ja ne tiivistetään palomassalla. Erityisesti on huomioitava, että putkistot merkitään huolella virhekytkentöjen välttämiseksi. (1, s. 61.)



### 2.11 Lämmönluovuttimet ja patteriventtiilit

Lämmityspatterit asennetaan tukevasti ääntä eristävin kiinnikkein ja asennuspaikat on valittu niin, etteivät patteriventtiilit pääse helposti rikkoontumaan. Lattialämmityspotkistot asennetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti niin, ettei rakenteisiin jää liitoksia. Jakotukkien paikat valitaan niin että ne ovat helposti tarkistettavissa ja huollettavissa. Ennen käyttöönottoa järjestelmä on tarkistettava painekokein. Lisäksi varmistetaan, että linjasto- ja patteri- tai lattialämmityspiiri on aseteltu suunnitelmissa esitettyihin arvoihin. Säätoimenpiteistä laaditaan pöytäkirja. (1, s. 62.)

Lattialämmitysten jakotukkien kaappeihin asennetaan pistorasia lämmityksen ohjauksen jännitesyöttöä varten. Jakokaapeilta asennetaan ohjauskaapeli huoneisiin termostaattiohjausta varten. Kosteisiin tiloihin ei asenneta termostaatteja, vaan niissä on esisäädetty vakiokierto. Vahamoottorien kytkennän jälkeen termostaatit käännetään täysille, jotta vahamoottorien sinetit rikkoontuvat ja säätö voi toimia.

### 2.12 Ilmanvaihtolaitteiden suunnitelmat

Suunnitelmat tarkistetaan siltä osin, ovatko ne suoraan toteutettavissa kyseiseen kohteeseen. Tarkistetaan esimerkiksi, onko kattotuolien suunnittelussa huomioitu, voidaananko 400 mm:n ilmastointiputki asentaa iv-koneille.

### 2.13 Kanavistoasennukset

Asennustyön aikana on huomioitava, ettei pöly ei pääse kanavistoon. Säilytyksen aikana kanavien on oltava tulpattuina, ja asennuksen keskeytyessä on avoimet kanavapäät tulpattava. Kanaviston kannakointi suoritetaan noin 1,5 metrin välein niin, että liitoksien läheisyydessä sijaitsee kannake. Tällä kannakointivälillä ne kestävät puhdistuksen aiheuttaman rasituksen. Kanavat on tehtävä tiivistein varustetuin liitososin, ja niissä tulee käyttää valmistajan ohjeen mukaisia niittejä ja ruuveja. Kevytsorakerrokseen asennettava ilmastointiputki on suojattava muovikelmulla kevytsoran syövyttävää vaikutusta vastaan, ja putken yläpuolelle on jätettävä vähintään 100 mm eristyskerros. Ulkoilmakanavien lämpöeristeet tulee pinnoittaa höyrytiivisti lämpimällä osalla. Lisäksi on varmistettava, että paloverhoukseen käytetyt eristemateriaalit ja niiden paksuudet ovat kanavalta vaadittavaa minuuttiluokkaa, kuten liesituulettimien putkistot. Tiiveysmit-

taus suoritetaan, kun kanavisto on saatu valmiiksi, eikä tiivistyksessä saa käyttää teippiä. Tiiveysmittauksista tehdään pöytäkirja. (1, s. 81–83.)

#### 2.14 Tulo- ja poistoilmaventtiilit

Venttiilien kehykset tulee kiinnittää niitein tai peltiruuvein, ja kanaviston ja venttiilin väli on kitattava tiiviiksi. Tulo- ja poistoilmaventtiilit asennetaan niin, että ne on helppo puhdistaa. Liesikupujen asennuksessa käytetään jäykkää kierresaumaputkea. Tulo- ja poistoilmaventtiilit säädetään suunnittelijan antaman ilmamäärän mukaiseksi. Tuloilmapäätelaite tulee säätää niin, ettei siitä aiheudu vedon tunnetta. (1, s. 83.)

#### 2.15 Tuulettuvan alapohjan koneellinen tuuletus

Alustatilaa tuuletetaan maapohjasta tulevan kosteuden ja radonin vuoksi. Sokkeliin asennetaan suunnitelmien mukaiset korvausilmaputkistot ja rakennuksen katolle huippuimurit varmistamaan alapohjan riittävä ilmanvaihto. Huippuimureita ohjataan säätöautomaatiolla, joka estää alustatilan lämpötilan laskemisen liian alhaiseksi.

#### 2.16 Maanvaraisen alapohjan tuuletus

Radonalueella asennetaan maanvaraiseen alapohjaan radonimurin putkistovaraukset ja sähkökaapeloinnit. Kohteen valmistumisen jälkeen tehdään radonmittaukset ja tarvittaessa otetaan radonvaraukset käyttöön.

### 3 Työmaalla havaittuja asioita, joita pitää tarkastella

#### 3.1 Työmaan aloitukseen liittyvät esityöt

Työmaan alkuvaiheessa tehty huolellinen suunnitelmien tarkastus vähentää virheitä ja siitä tulee kustannussäästöjä. Tässä vaiheessa on myös hyvä tehdä kiinteistötekniikan laitteiden tilavarausten tarkistukset, jotta hankittavat laitteet mahtuvat niille varatuille paikoille.

##### 3.1.1 Työmaan alustava aikataulu

Alustava työmaan aikataulu (liite 1) tehdään ennen rakennusluvan hyväksyntää, jotta saadaan hahmotettua työmaan eri vaiheet helpommin, ja siitä saadaan apua myös työvoiman resurssisuunnittelussa. Alustavat aikataulut ovat vain suuntaa antavia, koska tällöin ei vielä tiedetä mahdollisista eteen tulevista yllätyksistä. Rakennusluvan saanti voi myöhästyä suunnitellusta aikataulusta esimerkiksi rakennuspaikan naapuruston esittämien valituksien johdosta.

Alkuvaiheen aikatauluviiveitä voi tulla myös maaperästä aiheutuvista yllätyksistä. Esimerkiksi maaperätutkimuksissa on arvioitu, että kalliota tarvitsee louhia 300 m<sup>3</sup>. Töiden edetessä käy ilmi, että joudutaankin louhimaan 3 000 m<sup>3</sup>. Talven aikana työmaata voi myös viivästyttää lumentulo ja pakkaset, sillä esimerkiksi sokkelivaluja ei voi aloittaa yli 15 asteen pakkasessa. Nämä alkuvaiheen vastoinkäymiset saattavat aiheuttaa sellaisia aikatauluviiveitä, joita on vaikea saada kiinni myöhemmissä työvaiheissa.

##### 3.1.2 Työmaan alustavan aikataulun tarkastelu

Alustavan aikataulun (liite 1) tarkastelussa tulee huomioida, missä vaiheessa saadaan luotua riittävän tarkka viikkoaikataulu, jotta lämmitys-, vesijohto-, ilmanvaihto- ja sähkötekniikan (LVIS) asentajaresurssit voidaan määritellä tarkemmin koko rakennustyön ajaksi. Ongelmia yleensä tulee siitä, kun useampia työmaita, joissa ei ole tehty hyvää aikataulusuunnittelua on samaan aikaan sellaisessa työvaiheessa, jossa tarvitaan talotekniikan asentaja. Tästä seuraa se, että asentajaresurssit eivät välttämättä riitä, kun ei ole voitu riittävän ajoissa varautua työvoimatarvepiikkiin.

Maanrakennusvaiheessa voi vielä tulla yllätyksiä, mutta perustusten valmistumisen jälkeen harvemmin tulee suurempia aikataulumuutoksia. Perustusvaiheessa olisi hyvä määrittellä LVIS-töille oleellisten työvaiheiden aikatauluja (liite 2), josta voidaan määrittellä LVI-asennusten osalta viemäreiden ja lattialämmitysten sekä kalustusvaiheen ajankohta.

Sähkön osalta oleellisia tietoja on muun muassa väliseinien asennusajankohta sekä tieto siitä, milloin maalari on saanut työnsä päätökseen. Talotekniikan osalta on myös hyvä tietää, milloin teknisen tilan seinät on maalattu ja lattia saanut pinnoitteen, sillä silloin on viimeinen hetki lämmönjakokeskuksen ja sähköpääkeskuksen toimitukselle.

### 3.1.3 Aikataulun päivittäminen työmaan aikana

Alustavat aikataulut olisi hyvä päivittää jo työmaata aloitettaessa, ja seurattava sitä työmaan edetessä. Aikataulussa tapahtuvat muutokset olisi hyvä päivittää tarvittaessa työmaa-aikatauluun. Tällä varmistetaan se, että urakoitsijoilla on reaaliaikainen tieto työmaan edistymisestä. Tällöin urakoitsijat voivat ajoissa varautua eri työmaiden työvaiheiden mahdollisiin päällekkäisyyksiin.

Tähän mennessä suurimmat resurssiongelmien ovat olleet siinä, kun ei ole voitu ennakoita ajoissa työmaiden päällekkäisyyttä. Tästä johtuen asentajaresurssit ovat loppuneet, ja tätä kautta on jouduttu turvautumaan ylitöihin, joista on aiheutunut lisäkustannuksia. Kun työmaiden alkuvaiheessa katsotaan yleisaikatauluja, kaikki näyttää hyvältä ja päällekkäisyyttä työmailla ei näyttäisi olevan. Liian usein käy kuitenkin niin, että työmaiden edetessä työmaan aikataulu jää päivittämättä, eivätkä urakoitsijat näin ollen saa riittävää informaatiota aikataulumuutoksista.

Urakoitsijoille saattaa tulla eteen sellainen tilanne, että useampi työmaa on ajautunut työvaiheissaan samanaikaiseksi. Yleensä tämä johtuu siitä, kun toisella työmaalla on hiukan myöhästytty, kun taas toisella työmaalla työt ovat edistyneet odotettua nopeammin. Esimerkiksi mestari saattaa päättää, että yhden osion väliseinien valmistumista nopeutetaan, jotta maalari pääsisi aloittamaan urakkansa aikaisemmin. Monitoimiurakoitsija joutuu hankkimaan lisätyöntekijöitä, jotka joutuvat tekemään viikonlopun väliseinien asennustöitä. Tästä johtuen sähköasentajat joutuvat tekemään aikaisemmin väliseinäjohdotukset ja putkiasentajat hanakulma-asennukset, jotta väliseinäurakoitsija pääsee jatkamaan työtään, eli asentamaan toisen puolen levyt.

### 3.1.4 Arkkitehtipohjien ajan tasaisuus talotekniikan suunnitelmissa

Ongelmia on esiintynyt siinä, että suunnitelmat ovat olleet valmiit, mutta myöhemmin arkkitehtipohjiin ja kalustesuunnitelmiin tehdäänkin muutoksia, joista unohdetaan informoida talotekniikan suunnittelijoita. Esimerkiksi lisätään huonetilaan keittiökalusteet, mutta tilaan ei ole suunniteltu viemäreitä, vesiputkia eikä sähköjä. Projektin suunnittelun vetäjän tulisi varmistaa, että viimehetkellä tehdyistä suunnitelmamuutoksista tiedotetaan suunnittelijoille ja varmistetaan, että tieto muutoksista tulee riittävän ajoissa työmaalle.

### 3.1.5 Massojen tarkastus ennen tilausta

Sähkötarvikkeiden osalta suunnittelijat tekevät sähköisen massoittelun ja siirtävät tarvike-massat ostolähteelle Ecomiin, joka on erityisesti talotekniikka-alalle kehitetty talo-ushallinnon ohjelmisto. Tällä hetkellä LVI-tarvikkeiden osalta työnjohtaja siirtää Ecomissa tarvike-massat laskentapuolelta projektin ostolähteille, ja tarkistaa materiaalien todenmukaisuuden. Nyt olemme siirtymässä LVI-puolella samaan toimintatapaan kuin sähkön hankinnassa. Siten kun laskenta on siirtänyt ostolähteille tarvike-massat, työ-johtaja tarkistaa Ecomissa tarvikkeiden massalistat ja varmistaa, että tarviketyypit ovat soveltuvia kyseiseen kohteeseen.

Asennusten toteutustapa on myös voinut muuttua edellisistä vastaavista kohteista, jolloin esimerkiksi sähköhylyjen kannakkeet voivat olla väärän mallisia. Riittävän huolellisella tarkastelulla vähennetään väärin materiaalien hankintaa työmaalle. Tarkaste-lu suoritetaan viimeistään ennen tilausta.

Keskusten tilauksen yhteydessä on hyvä tarkistaa teknisen tilan LVIS-laitteiden sijainnit ja koot, jotta ne mahtuvat määriteltyyn paikkaan ja täyttävät määräykset. Esimerkiksi keskusten edessä on oltava vähintään 80 cm:n työskentelytila, kuten kuvassa 4 on toteutettu. Lämmönjakokeskuksen huoltoa tarvitseville sivuille on varattava vapaata huoltotilaa vähintään 60 cm. Lämmönvaihtimen koko ja huollettavuus on usein ongelma pienessä teknisessä tilassa. Jos tätä ei huomioida tilausvaiheessa, voidaan joutua modifioimaan lämmönvaihdin oikeaan kokoon työmaalla ja se aiheuttaa lisäkustannuk-sia.



Kuva 4. Lämmönvaihdinta on lyhennetty

### 3.1.6 Tarvikkeiden oikea-aikainen tilaaminen työmaalle

Tarvikkeiden hankinnassa on aikataulun pitävyyden oleellista. Jos pidemmän tilausajan tarvikkeet tulevat työmaalle liian myöhään, siitä aiheutuu haittaa myös muille urakoitsijoille. Jos tarvikkeet saapuvat liian aikaisin, ne saatetaan joutua varastoitumaan ulos. Tästä johtuen tavarat voivat vaurioitua tai ne voidaan varastaa, mikä puolestaan aiheuttaa lisäkustannuksia.

Liian aikaisin toimitettuja tarvikkeita ei voi myöskään laskuttaa, jolloin tulos voi näkyä Ecomissa väliaikaisesti projektin osalta miinusmerkkisenä. Tällaisessa tilanteessa, kun menoja on enemmän kuin tuloja, tämä rasittaa myös yhtiön likviditeettiä.

### 3.1.7 Tarvikepuutteiden minimoiminen

Tarvikkeiden puutteiden minimoiminen edistää asentajien asennustehokkuutta eli säästää rahaa. Asentajien ei tarvitse keskeyttää jotain työvaihetta tarvikkeiden puuttumisen takia, vaan he voivat tehdä asennustyön loppuun saakka. Työnjohtajan tulee tarkastaa laskennan tekemät tarvikelistaukset ja varmistaa, että tarvikkeet ovat oikean laatuista ja niitä on riittävästi, mutta ei myöskään liikaa. Joskus massalistoissa ovat kappaleet ja metrit menneet sekaisin. Jos putkea pitäisi tulla sata metriä, mutta niitä tilataan kappa-

leittain, saattavat ne tulla jopa kuuden metrin kangissa, ja näin ollen työmaalle toimitetaan virheellisesti kuusinkertainen määrä putkia.

### 3.1.8 Hävikki

Hävikkiä tulee työmailla tapahtumaan normaalisti muutaman prosentin verran. Tästä ei päästä eroon, sillä kaapeleista jää hukkapätkiä ja kelan loppuja, mikä on normaalia hävikkiä.

Talotekniikkatarvikkeiden varkaudet aiheuttavat hiukan ongelmia. Kun kyseessä on helposti mukaan otettavia tai arvokkaita metalleja sisältäviä tuotteita kuten kuparia, ne ovat myös helposti muutettavissa rahaksi. Varkaiden toimintaa on hiukan vaikeutettu siten, että tarvikkeet pyritään toimittamaan vain vähän ennen asennusta, ja pienimmät tarvikkeet laitetaan heti konttiin lukkojen taakse.

Harvemmin varastetaan isoja määriä, mutta sellaistaakin tapahtuu silloin tällöin. Tällainen tapaus oli yhdessä kohteessa, jossa 31 halogeenivalaisinta katosi. Tältäkin olisi voitu ehkä välttyä valaisimien oikea-aikaisella toimituksella. Kaikissa tarvikkeissa tämä ei aina ole mahdollista, kun tarvikkeiden toimitusajat voivat vaihdella ja olla pitkiäkin. Edullisissa ja pienissä tarvikkeissa ei ole ehkä järkevää säästellä esimerkiksi pistorasioissa ja kytkimissä, joissa hävikki on pientä ja yksittäisen kappaleen materiaalikustannukset ovat pieniä.

Asennusta sen sijaan hidastaa, jos viimeinen asennettava kytkin tai pistorasia puuttuu ja se joudutaan tilaamaan, tai kiireellisissä tapauksissa asentaja joutuu hakemaan sen jopa erikseen tukusta. Tämä aiheuttaa huomattavasti suurempia kustannuksia verrattuna hävinneen tai varastetun tavaran arvoon. Työmaan loputtua yli jääneitä tarvikkeita pyritään siirtämään toisille työmaille siltä osin kuin se on taloudellisesti järkevää.

## 3.2 Työmaan aloitus

Tässä vaiheessa on hyvä, että kommunikointi muiden urakoitsijoiden kanssa sujuu hyvin. On erityisen tärkeää, että asennettavat sähkökaapelit ja LVI-putkistot asennetaan oikeille paikoille. Vääriin kohtiin asennetut laitteet aiheuttavat viivästyksiä ja turhia kuluja.

### 3.2.1 Työmaakeskuksen oikea-aikainen asennus

Työmaakeskus olisi hyvä saada asennettua oikea-aikaisesti, jotta työmaatoiminnot saavat tarvittavat sähköt. Esimerkiksi talvella sokkelivalussa joudutaan massaa lämmitämään sähkövastuksilla jäätyminen estämiseksi, ja mestarinkin on saatava lämmitykset päälle sosiaalituloissa taukotilojen viihtyvyyden ja toiminnan takaamiseksi. Mestarin tulisi tehdä liittymäsopimus ajoissa, jotta jakeluverkon haltijalla olisi aikaa tehdä kiinteistölle liittymä. Jos katujakamo sijaitsee tontin rajalla tai sen läheisyydessä, ongelmia ei välttämättä tule. Joissakin tapauksissa katujakamo ei ole lähellä, ja liittymä joudutaan rakentamaan kaukaakin. Lisäviivästyksiä voi tällaisissa tapauksissa tulla vielä siitä, kun kaupungilta anottava kaivuluvan saanti voi kestää jopa kuukauden.

Kun katujakamo sijaitsee tontin rajalla, on nopein tapa asentaa työmaakeskus katujakamon viereen, jolloin työmaakeskus saadaan nopeasti toimintaan. Tapauskohtaisesti on etsittävä järkevin ja taloudellisesti hyvä ratkaisu työmaakeskuksen asennukselle. Usein on ollut järkevin tapa asentaa talokaapeli lopulliselle paikalle. Silloin hankitaan pidempi talokaapeli, jotta voidaan jättää pieni lenkki tulevalle pääkeskuspaikalle ja vieään se putkessa takaisin kiinteistön ulkopuolelle, jonne työmaakeskus asennetaan.

Usein lopullinen alumiininen talokaapeli on liian paksu asennettavaksi työmaakeskukseen. Tällöin joudutaan tekemään jatkos, jolla kaapeli muunnetaan kupariseksi kumi-kaapeliksi, jonka halkaisija on pienempi ja se mahtuu työmaakeskuksen liittimiin. Asentajan kytkiessä työmaakeskusta hänen tulisi käyttöönottomittausten yhteydessä tarkistaa työmaakeskuksen pääsulakkeiden koot. Nämä saattavat olla väärä, jos edellisellä työmaalla on ollut erikokoinen työmaaliittymä. Tämän lisäksi on myös kiinnitettävä huomiota vikavirtasuojien olemassaoloon. Ennen vuotta 2008 valmistetuissa työmaakeskuksissa voivat yli 32 A:n lähdöt olla ilman vikavirtasuojaa, mutta vuoden 2008 jälkeen valmistetuissa keskuksissa pitää yli 32 A:n lähdöissä olla 500 mA:n vikavirtasuojat. (6, s. 365.)

### 3.2.2 Sähköliittymän oikean koon varmistaminen

Liittymän oikea koko on varmistettava, jotta voidaan tarkistaa, että sähkönsiirtoyhtiöllä on oikeat lähtötiedot. Ongelmia on ollut siinä, että tontille tuleva kaapeli on ollut liian pieni, kun päiväkodissa on ollut ilmalämpöpumpuilla tai maalämmöllä toimiva lämmitys,



joka kuitenkin tarvitsee sähkönsiirtoteholtaan suuremman talokaapelin verrattuna kaukolämpökohteeseen.

### 3.2.3 Maakaapelit ja viemärit oikeaan aikaan työmaalle

Maakaapeleiden ja viemäreiden toimitus ajoitetaan oikeaan aikaan huomioiden maanrakentajien työn edistyminen sekä maakaapeleiden ja viemäreiden toimitusajat. Tulee myös varmistaa, että kaikkia käytettäviä kaapelityyppejä ja viemäreitä on saatavilla käytettävästä tukkuliikkeestä, sillä joidenkin harvemmin käytettyjen kaapeleiden toimitusajat voivat olla useitakin viikkoja. Oikea-aikaisella hankinnalla voidaan varmistaa, että kaapelit saadaan asennettua mahdollisimman nopeasti maan alle varkaiden ulottumattomiin.

### 3.2.4 Maanvaraisissa alapohjissa maakaapeleiden ja pohjaviemäreiden oikea kohdistus

Asemakuvat toimitetaan maanrakennusurakoitsijoille tarvittaessa DWG-muodossa, johtuen siitä, että urakoitsijalla on usein paikannusjärjestelmä kaivurissa. Tämän paikannusjärjestelmän avulla kaapelit (kuva 5) ja pohjaviemärit (kuva 6) voidaan asentaa kolmen senttimetrin tarkkuudella perustuen asemakuvaan piirrettyjen kaapeleiden ja viemäreiden sijaintitietoihin.



Kuva 5. Kaapelien putkitukset pääkeskuksen kohdalla, jotka on tuettu väliseinän mukaisesti



Kuva 6. Pohjaviemärien runko asennettuna ennen täyttöä (pohjaratkaisuna maanvarainen laatta).

Mestaria ja maanrakennusurakoitsijaa on syytä informoida siitä, mistä kohdasta talokaapelin, ulkovalaistuksen ja autopistorasiakeskusten maakaapeloinnit lähtevät. Tällä toimenpiteellä vähennetään lisäpellityksen tarvetta keskuksien alapuolella silloin, kun kaapelointi on tullut oikeaan paikkaan. Kuvan 7 esimerkissä on jouduttu turvautumaan lisäpellitykseen kaapeleiden sijaintivirheen vuoksi.



Kuva 7. Keskuksen kaapelointi ei ole osunut kohdalleen

### 3.2.5 Tuulettuvissa alapohjissa maakaapeleiden ja pohjaviemäreiden oikea kohdistus

Pohjaviemärien asennus alapohjaan voidaan suorittaa myös myöhempänä ajankohtana. Silloin asennetaan lattiakaivoista ja muista viemäroinneistä vain putket alapohjan laatan läpi. Alapohjan ontelolaattoihin on tehty tehtaalla läpivientivaraukset viemäriputkia varten. Pohjaviemärien asennuksen helpottamiseksi on hyvä laittaa tarvittavat pohjaviemäriputket alapohjan ryömintätilaan ennen kuin kaikki alapohjan ontelolaatat on asennettu. Myöhemmin putkien tuonti alapohjaan on huomattavasti hankalampaa, kun jopa kuusi metriä pitkiä viemäriputkia joudutaan pujottamaan ahtaasta sokkelin reiästä ja siirtämään mahdollisesti jopa kymmeniä metrejä ryömintätilassa.

Pohjaviemärit asennetaan ontelolaattojen alapintaan haponkestävillä kannakkeilla taulukon 3 mukaisesti huomioiden, että haaroissa kannakkeet laitetaan jokaiseen haarautuvaan putkeen, sekä huomioiden sivuttaistuenta (kuvan 8). Varaukset alapohjan ontelolaattoihin on tehty tehtaalla valmiiksi sähköläpivienneille sähkösuunnittelijan ohjeiden mukaisesti. Niihin asennetaan tarvittavat läpivientiputket pintavalua varten (kuva 9). Kaapeleiden varausputket on helpompi asentaa oikeille paikoille tässä vaiheessa rakentamista, kun talossa on seinät paikoillaan.



Kuva 8. Pohjaviemäreiden asennus alapohjassa





Kuva 9. Sähkön läpivientiputket tuulettuvissa alapohjissa

### 3.2.6 Perusvesipumppaamoissa väärä kaapeleita

LVI-suunnittelija suunnittelee mahdollisesti kohteeseen tarvittavat jätevesi- ja perusvesipumppaamot, joiden pohjalta sähkösuunnittelija tekee kaapelimääritykset. Maanrakennusurakoitsija tekee pumppaamoista tarjouskyselyt, joista hän useimmiten valitsee edullisimman. Tässä vaiheessa ei vielä yleensä ole varmistettu, että ohjaus on myös suunnitelman mukainen.

Pumppujen ohjauskaapeli on jouduttu vaihtamaan muutaman kerran, kun toimitetun perusvesipumpun ohjaus on ollut 230 V ja suunnitelmissa on ollut 24 V:n järjestelmä. Asian varmistamiseksi maanrakennusurakoitsijan tulisi toimittaa sähköurakoitsijalle pumppaamojen tiedot, jolloin varmistetaan, että asennettavat kaapelit ovat oikeantyyppiset.

### 3.3 Sisäasennustyöt

Sisäasennustöissä on tärkeää, että mestari järjestää rakennustyön työvaiheet niin, että työmaa edistyy jouhevasti. Huonosti järjestetyt työvaiheet aiheuttavat usein päällekkäisyyksiä. Esimerkiksi tekniseen tilaan on aikataulutettu samanaikaisesti kolme urakoitsijaa, mitä ei kuitenkaan yleensä ole mahdollista toteuttaa.

#### 3.3.1 IV-kanaviston asennus

Usein IV-kanavistojen runkoputkien asennus voidaan aloittaa ennen lattiavalua, heti kun ilmanvaihtokuilu on saatu muovitettua ja koolattua (kuva 10). Työ joudutaan keskeyttämään siltä kohdista, kun alapohjarakenteen ensimmäistä styrox- tai eristekerrosta asennetaan, ja ilmanvaihtotöitä voidaan jatkaa, kun valu on suoritettu ja betoni on kuivunut riittävästi.

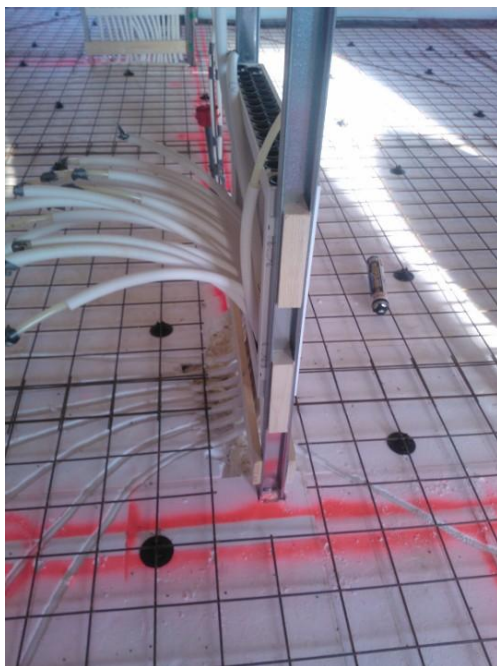


Kuva 10. IV-rungot vaakakuilussa

### 3.3.2 Lämmitys- ja käyttövesiputkien sekä viemärien kohdistus väliseiniin

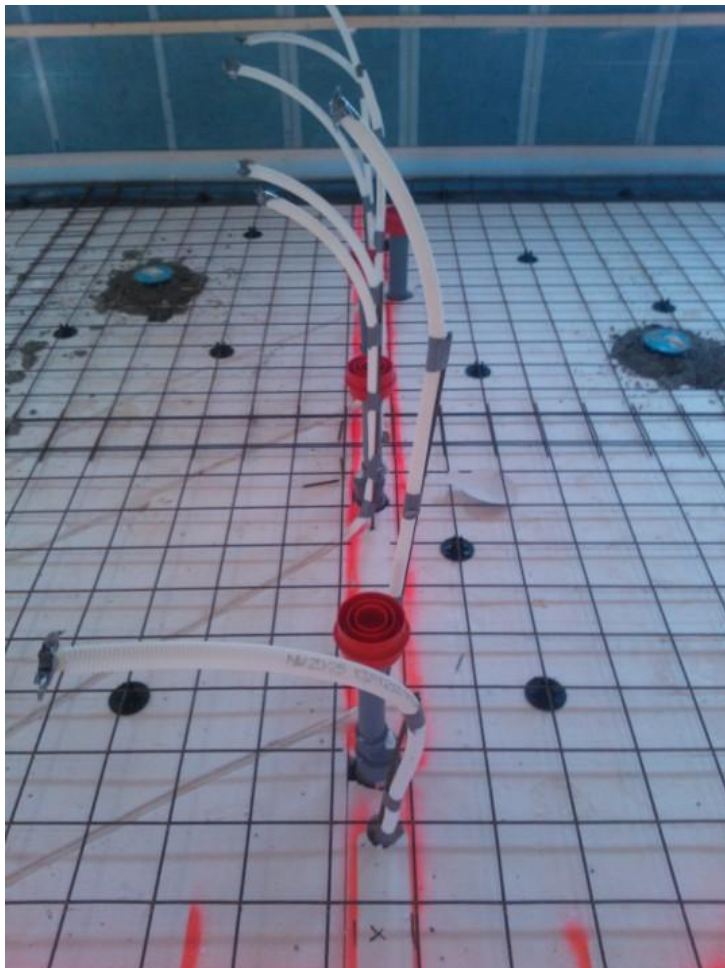
Väliseinien osalta on ollut ongelmia, kun jakotukeille tulevat lämmitysputket ja käyttövesiputket eivät ole pysyneet suunniteltujen seinärankojen sisäpuolella mittamiesten virheiden ja valun yhteydessä tapahtuvien putkistojen liikkumisen vuoksi. Tästä johtuen seiiniin on jouduttu asentamaan leveämmät seinärangot tai tuplalevytykset. Viemäreiden osalta on myös ollut ongelmia saada viemärit mahtumaan väliseinien sisälle, kun ne ovat vesiputkia paksumpia, jolloin asennustoleranssi on pienempi.

Yleensä käyttövesi- ja palopostien putkitukset asennetaan ensimmäisen eristekerroksen päälle tai uritetaan siihen. On ollut ajatuksia siitä, että kylmän veden jakotukkien tai palopostien syötön muoviputket voisi asentaa maanvaraista alapohjaa käytettäessä hiukan eristekerroksen alapuolelle. Näin helpotettaisiin putken nousua väliseinärangan viereen, sillä jopa 40 mm:n muoviputkea suojaputkineen on vaikea saada taipumaan lyhyellä matkalla. Käyttövesiputket taivutetaan väliseinien kohdalta ylös kylmätaivutuskaarta apuna käyttäen. Ylimmän eristekerroksen päälle asennetaan verkkoraudoitus, ja siihen kiinnitetään lämmitysputket suunnitelmien mukaisesti. Lämmitys- ja käyttöveden jakotukkien koteloiden alareunan alle asennetaan puukehikko, joka auttaa putkia pysymään seinärangan sisäpuolella valun aikana (kuva 11). Näihinkin putkiin asennetaan kylmätaivutuskaaret tukemaan putken nousua lattiasta seinärankaan.



Kuva 11. Käyttöveden jakotukkikotelo

Käyttövesiputket tuetaan harjateräksellä, jotta ne pysyisivät paikoillaan valun aikana (kuva 12). Lopuksi vielä tarkistetaan, että putket joiden on suunniteltu tulevan seinien sisälle, myös ovat tulevien seinien sisäpuolella.



Kuva 12. Väliseinien putkistot

Maakuivaa betonia käytettäessä on valun jälkeen vielä muutamia tunteja mahdollista siirtää niitä putkia, jotka ovat ajautuneet valun yhteydessä seinälinjan ulkopuolelle. Tällöin yksinkertaisesti vain kaivetaan putken toiselta reunalta ja siirretään putkea riittävästi sivulle, ja ylöskaivetulla massalla täytetään jäljelle jäänyt kolo. Tämä on paljon helpompaa kuin kuivuneen betonin piikkaaminen (kuva 13).





Kuva 13. Piikkausta odottava putki

Näillä toimenpiteillä on saatu putkistojen sijaintivirheitä väliseiniin nähden vähenemään. Tämä parannus on saatu aikaan, kun asiaan on kiinnitetty huomiota. Tulevissa koh-teissa asiaa tarkkaillaan ja pyritään löytämään työtapoja, joilla voidaan ehkäistä kyseis-tä ongelmaa.

### 3.3.3 Sähkökaapeloinnin aloitus

Työjärjestys saattaa hiukan vaihdella riippuen siitä, levytetäänkö ulkoseinät ennen kuin aloitetaan väliseinien asennus. Tässä tapauksessa ulkoseinät levytetään ensin. Ul-koseinien ATK- ja antennipisteille laitetaan taipuisa muoviputki, joka asennetaan an-tenni- ja ATK-rasialta yläpohjaan lähelle seinää. Vahvavirtajohdot asennetaan putket-tomana asennuksena tasokuvan mukaiseen paikkaan jakorasian kohdalle tai jätetään kiepille ja asennetaan paikoilleen sitten, kun rakennusurakoitsija on saanut johtoreitit valmiiksi.

Ulkoseinien ulkopuolella olevien asennusten johdotuksien höyrysulkujen läpivientiin asennetaan erityisiä höyrysulun läpivientitarroja (kuva 14). Läpivientitarroilla varmistetaan se, että kaapeliläpiviennit ovat ilmatiiviit. Aikaisemmin läpiviennit teipattiin, ja tiiveyskokeessa saattoi käydä niin, että alipainekokeessa teipin liimaus petti, jolloin kaa-

peliläpivienti alkoi vuotamaan. Jos tällaisia vuotoja oli useampia, tiiveyskoe epäonnistui.



Kuva 14. Yläpohjan johdotus, jossa läpivientitarra

Siinä vaiheessa kun monitoimiurakoitsija on saanut asennettua yläpohjan höyrönsulun ja koolauksen, aloitetaan sen jälkeen sähköryhmien syöttöjen asennustyö. Nämä sähköpääkeskukselta tulevat pitkät vedot on hyvä asentaa ennen väliseiniä. Tällä saadaan vähennettyä kaapelimenekkiä, kun ei tarvitse väistellä väliseiniä. Tässä on kuitenkin huomioitava se, että paloseiniä kohdalla kaikkien kaapeleiden on hyvä mennä samasta kohdista, koska se helpottaa paloläpivientien massasta.

Väliseinäkaapeloinnin yhteydessä on myös hyvä tarkistaa muiden urakoitsijoiden hankkimien laitteiden tyypit, koska urakoitsijoilla ei ole välttämättä riittävää sähköteknistä tietämystä hankkimiansa laitteiden sähkötarpeesta. Esimerkiksi astianpesukoneita on tullut kolmivaiheisia, vaikka sähkökuvissa ne ovat olleet yksivaiheisia eli valovirtakoneita. Kalustekuvat olisi myös hyvä olla saatavilla tässä vaiheessa, koska silloin keittiössä ja muissa tiloissa, joihin tulee kiintokalusteita ja sähkölaitteita, saataisiin kaikkien sähkösyötöt oikeille paikoille (liite 3).

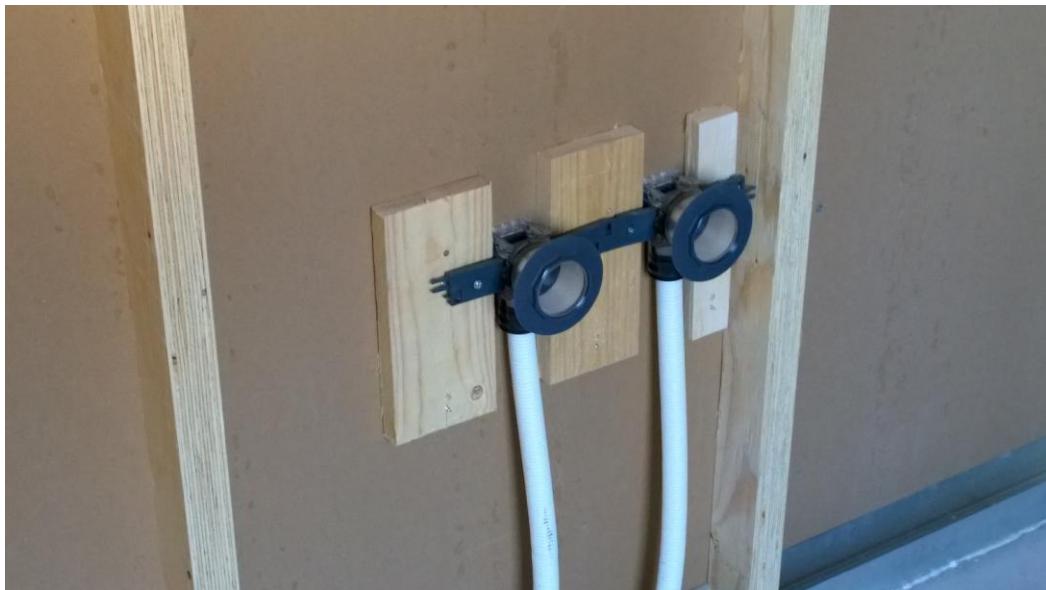
Termostaattien johdotusten tekemisen yhteydessä on hyvä varmistaa lattialämmityskuvista kunkin jakotukin lämmityspiirien termostaattien oikeat sijainnit. Joskus on käynyt niin, että termostaatti on johdotettu väärälle jakotukille. Tämä on havaittu yleensä siinä

vaiheessa, kun asiakas valittaa siitä, että huone on kylmä tai liian kuuma. Yksikerroksisissa kiinteistöissä korjaustoimenpide voidaan tehdä huomaamattomasti, kun uusi kaapeli voidaan viedä yläpohjan kautta. Tällöin täytyy muistaa käyttää höyrysulun läpivientitarroja, joilla saadaan läpiviennit ilmatiiviiksi.

#### 3.3.4 Käyttövesiputket ja jakotukkikaapit

Väliseinissä oleviin käyttövesiputkiin asennetaan hanakulmat. Hanakulmat on asennettava erityisen huolella, jotta saadaan vesiputki ja sen suojaputki hanakulmassa pohjaan saakka. Jos vesiputki ei mene kunnolla pohjaan, se voi alkaa myöhemmin vuotamaan. Ja jos suojaputki ei mene pohjaan, vuototapauksissa siitä voi aiheutua vesivahinko väliseinärakenteissa. Kun suojaputki asennetaan oikein, vesivuodon pitäisi näkyä jakotukkikaapin vuodonilmaisuputkessa ja näin ehkäistä suuremmat vesivahingot.

Rakennusurakoitsija asentaa hanakulmien taakse asennuslevyt tai laudat, ja ruuvaa hanakulmat oikealle kohdalle asennuslevyyn (kuva 15). Muutaman kerran on tullut vastaan sellaisia tapauksia, että vesikalustuksen yhteydessä on huomattu hanakulmien antavan periksi, jolloin vesikalusteet heiluivat käytettäessä. Tällaisen vian korjaaminen on hankalaa ja turhaa rahan tuhlausta, kun joudutaan purkamaan valmiita seinäpintoja, jotta saadaan hanakulmat kiinnitettyä tukevasti. Myös lämmityksen ja käyttövesiputkien jakotukkikaapit rakennusurakoitsija kiinnittää tukevasti seinärakenteisiin.



Kuva 15. Hanakulma kiinnitettyinä laudoilla

### 3.3.5 IV-hajotukset

IV-hajotukset asennetaan osin ennen ja osaltaan jälkeen alaslaskettujen kattojen runkojen valmistuttua. Alaslaskettujen kattojen otsiin asennettavat tuloilmalaatikkojen ulos- tuloaukot suojataan hyvin pölyltä (kuva 16). Tasoitemiesten ja maalarien työskennel- lessä pölyä ei saa mennä tulo- ja poistoilmakanavaan. Maalari joutuu joskus poista- maan suojauksia, mutta hänen täytyy muistaa laittaa pölysuojaukset viipymättä takai- sin, jotta pölyä ei pääsisi kanavistoon.



Kuva 16. Tuloilmalaatikko seinässä

### 3.3.6 Väliseinien levytys ja maalaus

Ennen väliseinien levytystä rakennusurakoitsijan on huolehdittava siitä, että tarvittavat vahvikkeet ovat asennettu väliseiniin LVIS-laitteiden asennusta varten. Teknisessä tilassa laitetaan vaneri usein joka seinälle, koska seinille tulee paljon painavia laitteita. Monitoimiurakoitsijalta vaaditaan huolellisuutta väliseinien levytyksen yhteydessä, kos- ka silloin voidaan saada aikaiseksi paljon vahinkoa. On huomioitava, että jakotukkilaa- tikoiden ja hanakulmien kohdalle ei saa missään tapauksessa ruuvata ruuvia. Jos ruuvi ruuvataan vesiputken läpi, se ei välttämättä ala vuotamaan heti. Yleensä vahinko huo- mataan myöhemmin, kun ruuvi on vähitellen ruostunut ja vesi alkanut vuotamaan ra- kenteisiin. Tästä voi aiheutua suuriakin vesivahinkoja.

Sähköjohtojen sijaintia on myös seurattava, jotta ei ruuvata ruuvia niiden läpi. Tällaiset ”ruuvi johdosta läpi” -viat ilmenevät siinä vaiheessa, kun sähköjärjestelmiä otetaan käyttöön. Silloin seinät on jo maalattu ja kaakelit paikoillaan. Tästä seuraa turhia kustannuksia, kun valmiiseen seinäpintaan tehdään reikiä kaapelivian korjaamiseksi. Joissakin tapauksissa kaapelin vaihto tai korjaus ei onnistu, vaan kaapeli joudutaan asentamaan lista-asennuksena.

Turhalla huolimattomuudella on myös onnistuttu asentamaan levyt kojerasian päälle ilman, että levyyn olisi tehty reikä. Levy saattaa hiukan pullistella, mutta maalarikaan ei sitä välttämättä huomioi. Kalusteasennuksen yhteydessä tämä yleensä huomataan, kun asennuskuvan mukaisessa paikassa ei näy kojerasiaa. Keittiössä tai suihkuhuoneessa, jossa on kaakelit, voi piilossa oleva kojerasia antaa haasteen asentajan kyvyille, jotta kaakelointia ei tarvitsisi purkaa kojerasian kohdalta. Esimerkiksi tämän virheen korjaus tehdään usein poraamalla oletetun kojerasian viereen uusi kojerasiareikä, ja vedetään piiloon jääneestä kojerasiasta johto uuteen reikään sekä asennetaan levyseinärasia.

### 3.3.7 LVI-laitteiden sähköistys tarkastuksia ja koestuksia varten

Ennen käyttöönottotarkistusta asennetaan lämmönjakokeskuksen tilapäinen syöttö työmaasähköistyksestä. Useimmiten tarkastajat vaativat myös, että kaukolämmön mittaukseen asennetaan sinetöitävissä oleva silumiinirasia. Nämä asennukset ja tarkastukset on hyvä saada tehtyä mahdollisimman ajoissa varsinkin talviaikaan, jotta saadaan lattialämmitys kaukolämmön kautta lattian kuivumisen edistämiseksi. Sähköllä tehty lämmitys on myös huomattavasti kalliimpaa. Lopullinen sähkönsyöttö täytyy saada valmiiksi ennen kuin tehdään kaukolämmön lopputarkastus. Pääkeskuksesta varmistetaan, että kaukolämmön mittauksen sulake on merkitty ja sinettikansi on sinetöitävissä. Kiinteistössä esisäädetään lämmityksen kiertoveden virtaama suunnittelijan antamien säätöarvojen mukaisesti. Tällä pyritään saamaan tasainen kierto kiinteistön kauimmaista nurkkausta myöten.

IV-koneiden sähkönsyötöt ja ohjauskaapelit asennetaan ja kytketään ennen kuin ilmanvaihtosäätäjä aloittaa työnsä. Yleensä työvaihe alkaa siitä, kun huonetilat on siivottu siinä määrin, että ilmanvaihtokoneita voidaan käyttää. Samassa yhteydessä päiväkodeissa mitataan ilmanvaihtokoneiden puhaltimien virta-arvot ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehon (SFP) luvun laskentaa varten.



Lattialämmitysten jakotukkien sähkönsyöttöjen ja termostaattien kaapelointien täytyy olla valmiit, jotta lämmityksen säädön jälkeen sähköisesti ohjattavat vahatoimilaitteet voidaan asentaa. Asennuksen jälkeen täytyy muistaa säätää termostaatit täysille noin viideksitoista minuutiksi, jotta vahatoimilaitteiden sinetit rikkoontuisivat ja säätö alkaisi toimia. Jos tätä toimenpidettä ei suoriteta, joissain huoneissa termostaattisäätö ei toimi, jolloin asiakkaat valittavat kylmyydestä, mikä aiheuttaa turhia asentajakäyntejä.

Lattialämmityksen kiertoveden perussäädössä venttiilit säädetään perusarvoihinsa. Jos säätöarvo on 1,5, se tarkoittaa, että säätöventtiili avataan 1,5 kierrosta auki kiinnikohdasta. Koska kyseisessä venttiilissä on kumitiiviste, on tarkempaa tehdä säätö väärinpäin. Tiedämme, että venttiili aukeaa kolme kierrosta, joten aukaisemme venttiilin täysin auki ja käännämme 1,5 kierrosta kiinni. Tällöin ei tule kumitiivisteeseen epävarmuustekijää mukaan. Säätöventtiiliä auki kiertäessä täytyy varmistaa venttiilissä olevasta merkinnästä, että se on täysin auki (kuva 17). Joskus venttiilin säätö takertelee hiukan, ja siitä voi luulla sen olevan täysin auki, mitä se ei kuitenkaan ole. Tällöin huoneen lämpötila on alhaisempi kuin sen suunnitelmien mukaisesti pitäisi olla.



Kuva 17. Lämmityksen perussäätö

### 3.3.8 Sähköpääkeskuksen mittaroinnin oikea-aikainen tilaaminen

Rakennusurakoitsijan tulee huolehtia, että lopullinen sähköliittymä on tilattu hyvissä ajoin, jotta sähköliittymän mittaroinnin ja kytkennän suorittamiselle ei tule viiveitä. Mittaroinnin tilaus voidaan suorittaa yleensä siinä vaiheessa, kun pääkeskus on asennettu ja tarvittavat syöttökaapelin eristysvastuksen mittaukset on tehty. Mittaroinnin tilaamisen käytännöissä on hiukan eroavaisuuksia eri sähkönjakelualueilla. Esimerkiksi Lahdessa on käyttöön otettavasta laitteistosta ja syöttökaapelista tehtävä mittauspöytäkirja ennen kuin mittarointipyyntöä voidaan tehdä. Monella muulla jakelualueella voidaan hiukan ennakoida ja lähettää mittarointipyyntö ennen laitteiston valmistumista. Laitteiston täytyy olla silloinkin mitattuna ja valmiina mittarointipäivään mennessä.

### 3.3.9 Palotarkastuksesta huomioitavia asioita

Palo- ja poistumistievalolaitteet on hyvä tilata työmaalle hyvissä ajoin, jotta asennukset saadaan valmiiksi ennen palotarkastusta. On myös huolehdittava siitä, että kohteen sähköliittymä on tilattu ajoissa, ja että mittarointipyyntö on toimitettu sähkönjakelulaitokselle. Näin palovaroitinlaitteet ja turvavalaistuslaitteet saadaan ajoissa kytkettyä lopulliseen sähköön ennen palotarkastusta. Palopostien asennukset ja kytkennät suoritetaan hyvissä ajoin ja tarkistetaan, että järjestelmä on toimintakuntoinen. Usein palopostien kanssa samaan laatikkoon asennetaan jauhesammuttimet, jolloin niiden hankinta sisältyy putkiurakkaan. Jos jauhesammuttimet asennetaan erillisesti, rakennusurakoitsija hankkii ne (kuva 18).



Kuva 18. Kuva palopostista

### 3.3.10 Kalusteiden asennus

Kiinteiden kalusteiden asennuksessa on huomioitava, että seinien sisällä saattaa kulkea vesiputkia ja sähköjohtoja. Lämmön ja käyttöveden jakokaappien läheisyydessä huomioidaan se, että niiden alapuolelle ei saa ruuvata mitään, sillä seinän sisällä saattaa olla puolen metrin ”matto” vesiputkia (kuva 19). Käyttövesipisteiden alapuolella on kaksi putkea, joihin ruuvia ei saa ruuvata. Sähköpisteiden yläpuolella on myös vältettävä ruuvaamista. Arveluttavissa tapauksissa on hyvä käyttää sähkökaapelin tunnistamiseen tarkoitettua tutkaa.



Kuva 19. Punaisella rajatulle alueelle ei saa asentaa ruuveja

## 3.4 Työmaan päättymiseen liittyvät toimenpiteet

Loppuvaiheen huolellisella omantyoöntarkastuksella vähennetään käyttöönottotarkastusten ja viranomaistarkastuksissa havaittujen virheiden määrää.

### 3.4.1 Käyttöönottotarkastus

Käyttöönottotarkastuksen suorittajalta vaaditaan erityistä huolellisuutta, sillä hän suorittaa viimeisen järjestelmällisen tarkistuksen, jossa viimeistään pitää paljastua mahdollisesti vaaralliset ja väärin tehdyt asennukset. Nämä huomaamattomat virheet saattavat aiheuttaa vaaratilanteen vasta vuosien päästä. Esimerkiksi vikavirtasuojan toimimattomuus tai sen kokonaan puuttuminen saattaa aiheuttaa sähkölaitteen rikkoontuessa



käyttäjälle vaarallisen sähköiskun. Lisäksi maadoituksen jatkuvuuden tarkistuksen laiminlyönti jokaisesta sähköpisteestä voi aiheuttaa sen, että vikatilanteessa jonkin sähkölaitteen runko voi tulla jännitteelliseksi vikatilanteessa. Tämä voi tapahtua usean vuoden jälkeen asennustöistä.

#### 3.4.2 Virheet ja puutteet

Virheiden ja puutteiden tarkastuksia työmaalla suorittavat useat osapuolet. Mestari tekee omia puutelistoja, joissa kiinnittyy huomio näkyviin puutteisiin. Urakoitsija tekee omat tarkastuslistat, joissa yleensä kiinnitetään huomioita hiukan syvällisemmin laitteistojen toimintaan, esimerkiksi ovatko laitteet toiminnassa tai ovatko säädöt kohdallaan. Valvojat tarkastavat usein hyvinkin tarkkaan, onko asennukset tehty suunnitelmien mukaan ja riittävällä tarkkuudella. Oman alansa spesialisteina he osaavat huomioida laitteistojen toiminnan kannalta oleelliset asiat, esimerkiksi onko kaikki tarvittavat anturit asennettu ja ovatko ne oikeilla paikoilla.

#### 3.4.3 Loppudokumentit

Loppukuvien laatimisessa tapahtuu luvattoman usein huolimattomuutta. Jos työn aikana tehtyjä muutoksia ei heti merkitä niin sanottuihin punakynäkuviin, kukaan ei muista kaikkia tehtyjä lisä- ja muutostöitä projektin loputtua. Tästä johtuen loppukuviin ei tule mukaan kaikkia muutoksia. Tästä ei ole välttämättä haittaa takuuajana, mutta vuosien päästä jos tehdään korjaustöitä, voi ilmetä vaikeuksia, kun piirustukset eivät ole totuudenmukaisia. Esimerkiksi yhden kosketushäiriöisen jakorasian takia voi tuhraantua useita tunteja turhaan, kun tasokuva ei olekaan ajan tasalla. Virheellisestä tasokuvasta johtuen jakorasiaa etsitään väärästä paikasta.

#### 3.4.4 Sähkön varmennustarkastuksessa havaitut puutteet

Varmennustarkastus on viranomaisten määräämä tarkastus, ja sen suorittaa varmennustarkastuslaitos tai valtuutettu varmennustarkastaja. Tarkastus on suoritettava kolmen kuukauden kuluessa kiinteistön käyttöönotosta. Varmennustarkastuksessa havaitut puutteet ja virheet pyritään pitämään mahdollisimman vähäisinä, ja siihen päästään huolellisella asennuksella. Joskus asiakas vaatii, että varmennustarkastus tehdään ennen kohteen luovutusta. Näissä kohteissa on yleensä enemmän puutteita, sillä tar-

kastaja tulee tekemään tarkastuksen viimeistelemättömään kohteeseen. Kaikkia oman työn tarkastuksessa havaittuja puutteita ei ole vielä ehditty korjata, ja nämä puutteet eivät ole yleensä turvallisuutta koskevia, vaan kysymyksessä on esimerkiksi keskusmerkintöjen puuttuminen. Yleisempiä havaittuja puutteita ovat loppukuvien puuttuminen, jos punakynäkuvia ei ole ehditty siirtää loppukuviin. Maadoitusmerkinnöissä on usein puutteita vielä ennen luovutusta, ja jostain laitteesta merkinnät saattavat puuttua kokonaan. Teknisten tilojen vaatimuksena on, että siellä pitää sijaita pistorasia. Sen puuttuminen on johtunut usein siitä, että pistorasiaa ei asenneta välttämättä seinälle, vaan se sijoitetaan keskukseen. Keskuskuvia suunniteltaessa pistorasian sijoittaminen pääkaavioon saattaa unohtua.

#### 3.4.5 Palaute suunnittelijalle

Suunnittelijalle annettavalla palautteella pyritään poistamaan sellaiset virheet, jotka toistuisivat seuraavissa kohteissa. Suunnittelijaa ohjeistetaan käyttämään sellaisia tarvikkeita, jotka ovat edullisempia tai mahdollisesti helpompia asentaa. Usein myös käytettävien tarvikkeiden tuotanto loppuu yllättäen, ja työnjohtaja joutuu etsimään sille vastaavan korvaavan tuotteen. Tällaisesta vastaavasta tuotteesta on myös hyvä informoida suunnittelijaa, jotta hänen ei tarvitsisi tehdä samaa etsintätyötä uudelleen. Tämä korostuu etenkin sähköpuolella, kun suunnittelija tekee hankintalistat laskennan pohjalta. Mitä paremmin massalistan tuotteet pitävät paikkansa, sitä helpommin työnjohtaja suorittaa hankinnat. Näin ei tarvitse vaihdella tuotteita, kun käytettävän tukkurin valikoimaan kuuluvat kaikki hankinnassa olevat tuotteet.

## 4 Yhteenveto

Huomasin, että työmailla tehtiin toistuvasti samansuuntaisia virheitä. Varmuutta ei kuitenkaan ollut siitä, mistä nämä virheet muodostuivat. Pohdin, oliko näiden virheiden syntyyn useampia syitä vai pelkästään huolimattomuus. Näin syntyi idea lopputyön aiheesta.

Kirjastossa ei ollut sellaista kirjallisuutta, joka käsitelisi kiinteistötekniikkaa tästä näkökulmasta. Kiinteistötekniikkaa sivuavaa rakennustekniikan kirjallisuutta oli kyllä jonkin verran, mutta osa tiedoista oli jo vanhentunutta. Näin ollen täydentävää päivitettyä tietoa piti hakea standardeista ja LVI-asiantuntijoilta.

Työn aikana seurasin työmaan talotekniikan eri vaiheita ja niihin liittyviä ongelmia. Seurasin vuoden ajan eri työvaiheita ja tekotapoja, joiden perusteella pääsin selvyyteen mistä eri tapahtumista nämä virheet muodostuivat. Keskustelin myös työnjohtajien ja asentajien kanssa ongelmakohtista, ja pohdimme yhdessä, mikä heidän mielestään voisi olla hyvä ratkaisu ongelmien välttämiseksi.

Lopputyöhön kului paljon aikaa, sillä työmaiden valmistumisaika oli puolesta vuodesta vuoteen. Työmailla seurattiin ensin virheiden syntyä, ja seuraavien työmaiden aikana tehtiin työtapoihin korjausliikkeitä. Seuraavilla työmailla seurattiin jo sitten työtapojen muutoksen vaikutuksia.

Tässä työssä oli pääsääntöisesti päiväkotij- ja hoivakotityyppisiä kohteita. Käytäntöosassa havaittuja ratkaisuja voidaan soveltaa myös muihin kohteisiin. Tämä lopputyö on tehty kiinteistötekniikan näkökulmasta, mutta sitä voivat hyödyntää myös työmaan mestarit.

Seurantataulukkoa voidaan käyttää hyödyksi eri vaiheissa olevien virheiden vähentämiseksi, ja sitä on hyvä täydentää tulevilla kohteilla, kun uusia ongelmia ilmenee. Seurantatyökalu on tarkoitus jalkauttaa työmaalle, ja sitä voidaan muokata aina kun huomataan toistuvia virheitä ja puutteita.

Tutkimus osoitti, että työmaalla toistetaan samoja virheitä, vaikka ne on tiedostettu. Niihin ei kuitenkaan ole aiemmin puututtu riittävällä tarmokkuudella, kun tiedonkulku on ollut puutteellista. Lopputyön tuloksena on löydetty uusia toimintatapoja, joilla virheitä

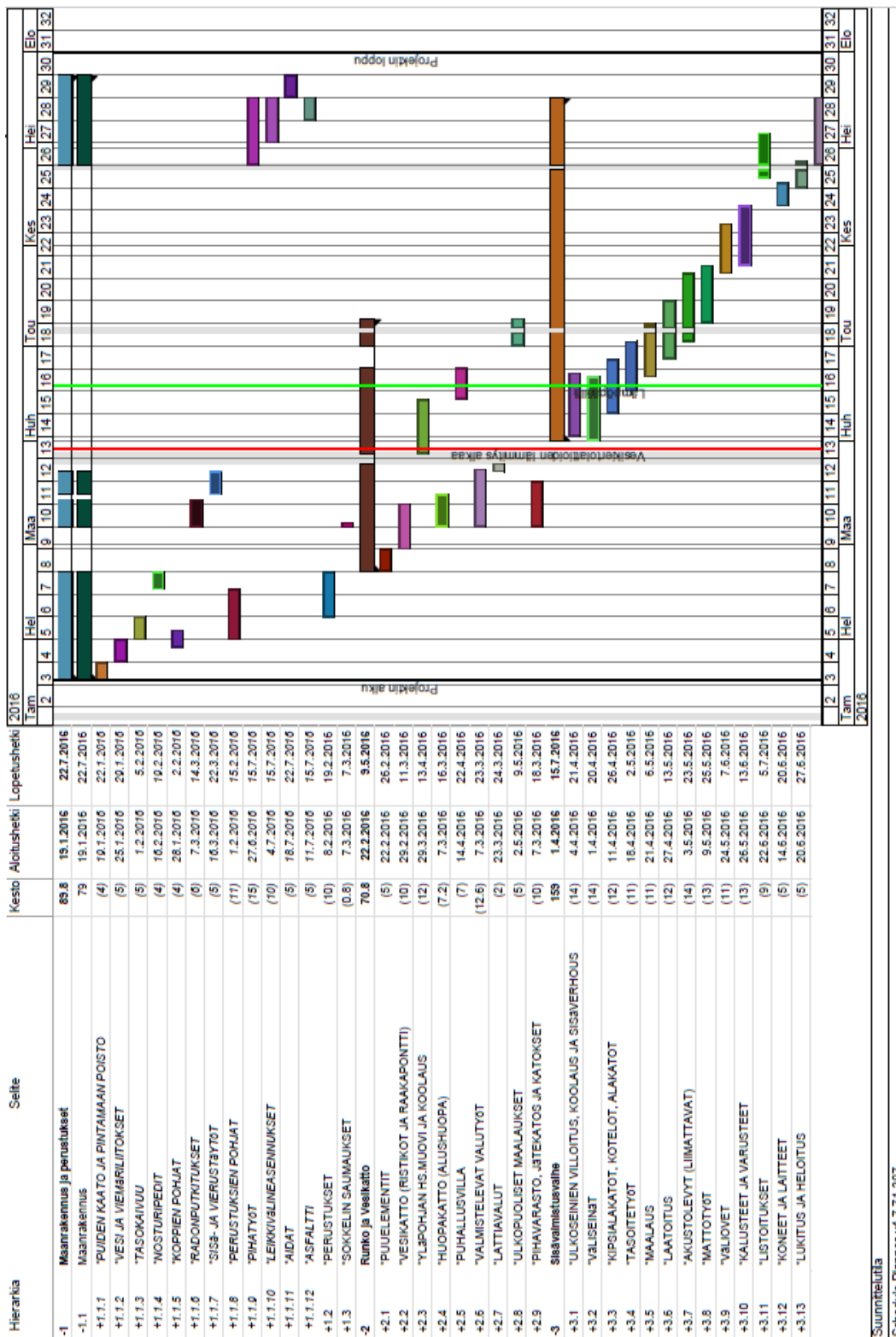
voidaan välttää tai ainakin vähentää. On kuitenkin muistettava, että tiedon jakaminen uusille tekijöille on erittäin tärkeää.

## Lähteet

1. Sihvonen Keijo, ympäristöministeriö. 1998. Asuinkerrostalotyömaan tarkastusasiakirja. Helsinki: Rakennustieto Oy
2. STUL vuoden 2014 teemat. Verkkodokumentti Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry <http://www.stul.fi/Download.ashx?id=53027&type=1>. Luettu 22.2.2014
3. Monni Markku. 2005. Sähköverkkoasennukset. Helsinki: Adato Energia Oy
4. SFS käsikirja 6000 Pienjännitesähköasennukset. 2012. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto
5. Lämmönkäyttötoimikunta. 2013. Rakennusten kaukolämmitys. Helsinki: Energiateollisuus Ry
6. Tiainen Esa, Metsikkö Arja. 2012. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Espoo: Sähköinfo
7. Viemärintikäsikirja. 2007. Verkkodokumentti. Uponor Oy. [https://issuu.com/uponorfi/docs/kiinteistoviemaroinnin-kasikirja\\_88570a6ed70d26](https://issuu.com/uponorfi/docs/kiinteistoviemaroinnin-kasikirja_88570a6ed70d26). Luettu 26.3.2016
8. LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry. 2014. LVI-asennukset vuosikirja 2014
9. Kannakointitavat. 2016. Verkkodokumentti Cupori Oy. <http://www.cupori.com/kupariputkien-asennus/asennus-asennusopas/kupariputkenkannakointi/Kannakointitavat>. Luettu 5.5.2016
10. Koivumäki Janne. 2016. Harjavalta-Konsernin esittely tukkumyyjien tapaamiseen

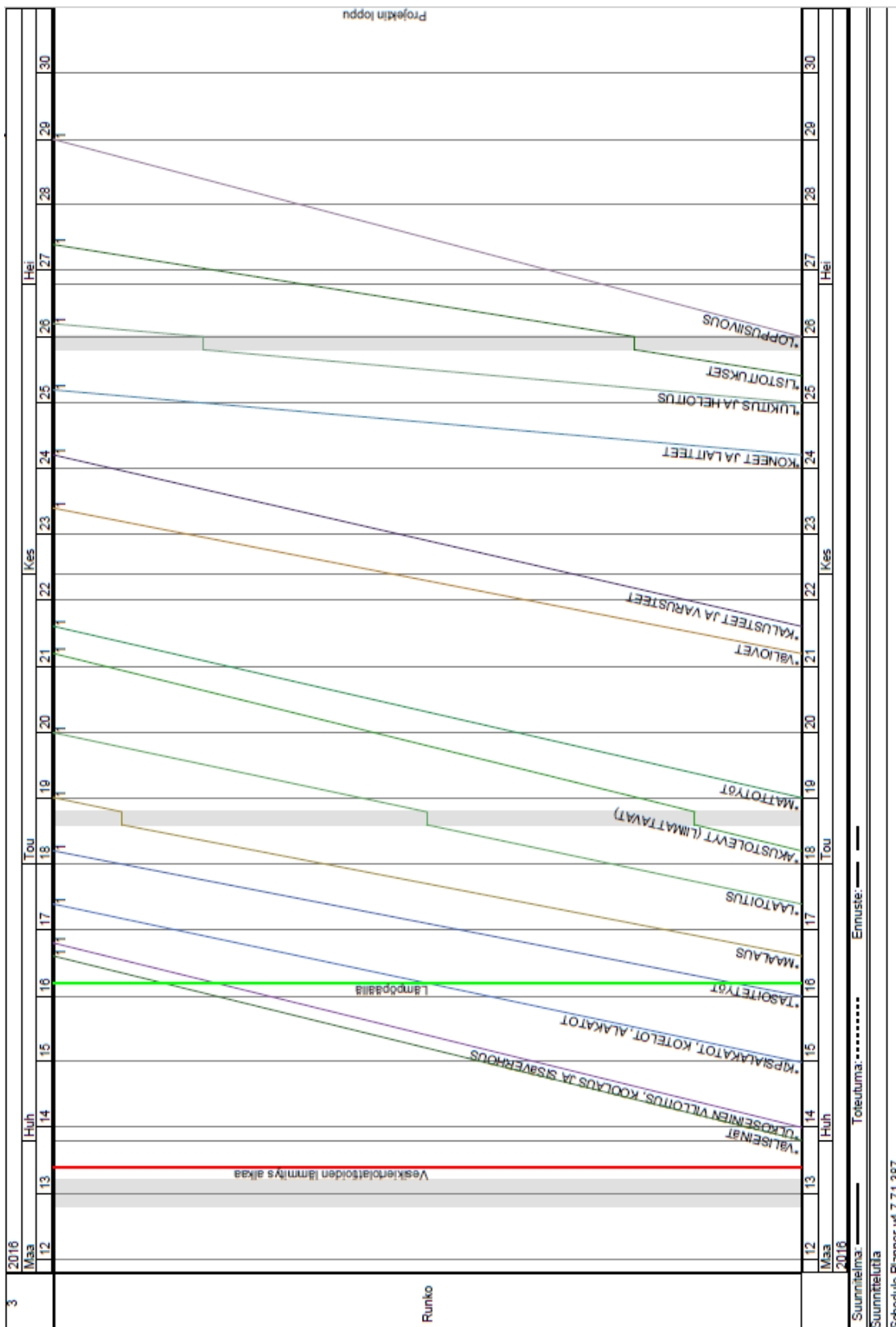
Jana-aikataulu

Alustava yleisaikataulu

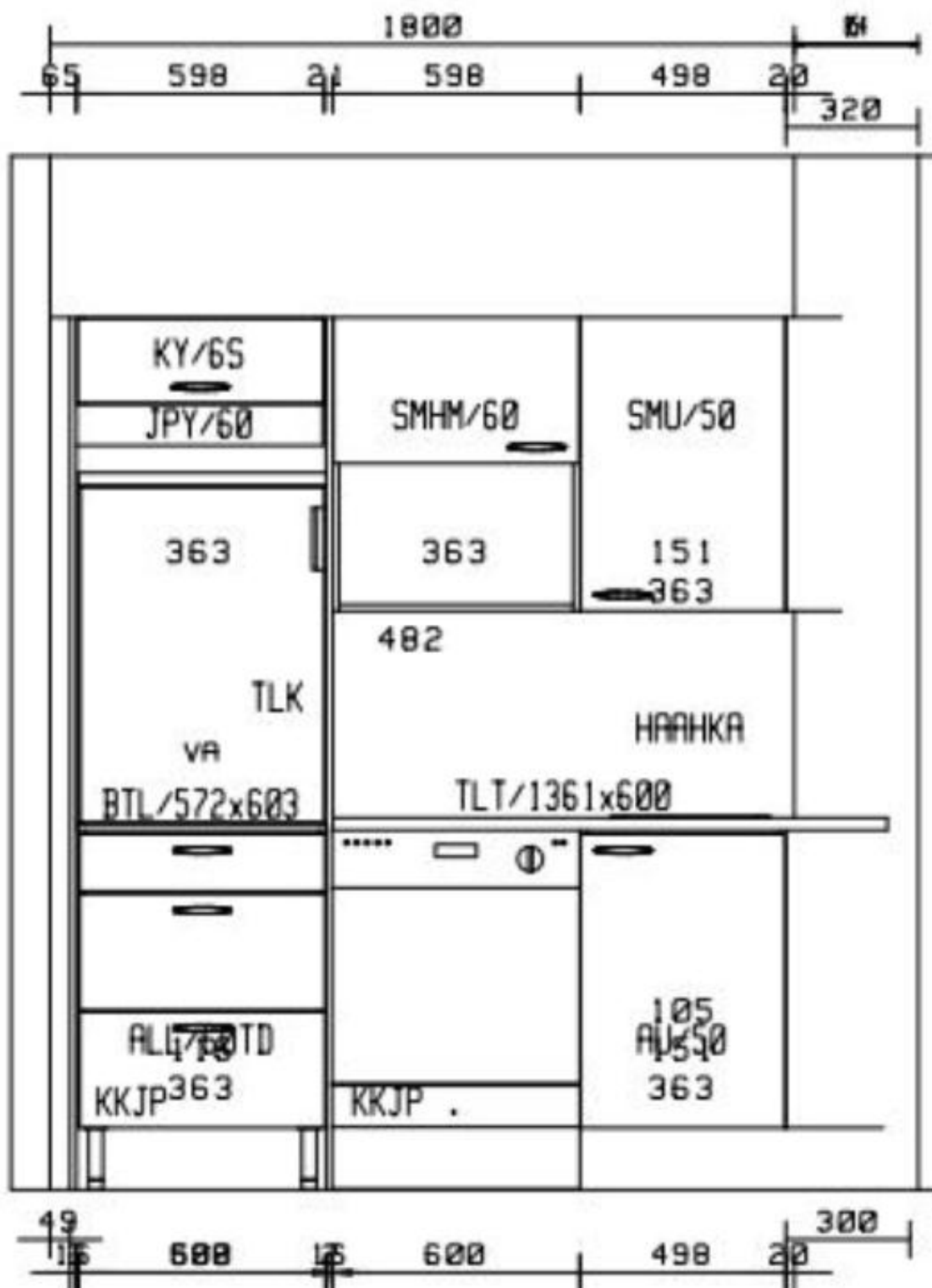


# Vinoaikataulu

## Sisätöiden aikataulu



Kalustekuva







Työmaan tarkastuslista

1. Työmaasähkön liittymäsopimus tehty ja kiinteistön lopullisen sähkönsyötön käytön mahdollisuutta työmaasähköä varten on tarkistettu.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Kaukolämmön liittymäsopimus tehty

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Käyttövesiliittymän sopimus on tehty ja vesimittaria tilattaessa huomioitu, onko suunnitelmissa pulssimittari.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Ulkopuolisten KVV-töiden vastaava työnjohtaja hyväksytty ja merkintä sivustossa [www.lupapiste.fi](http://www.lupapiste.fi).

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Sisäpuolisten KVV-töiden vastaava työnjohtaja hyväksytty ja merkintä sivustossa [www.lupapiste.fi](http://www.lupapiste.fi).

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6. Ilmanvaihtoasennusten vastaava työnjohtaja hyväksytty ja merkintä sivustossa [www.lupapiste.fi](http://www.lupapiste.fi).

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7. Työmaakeskus hankittu työmaalle ja sähköurakoitsijalle annettu tarvittavat tiedot kytkentä ja mittarointi toimenpiteitä varten. Muista tarkistaa työmaalle toimitetun työmaakeskuksen pääsulakkeiden koot, vastaavatko ne tilattua liittymäkokoa. Jos pääkeskus on yli 63 A, silloin on mittaus epäsuora, jolloin on hyvä lähettää sähköurakoitsijalle valokuva virtamuuntajista, epäselvyyksien välttämiseksi.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8. Maakaapelien toimitus työmaalle ja asennusajankohdan sopiminen sähköurakoitsijan kanssa. Tässä vaiheessa voidaan asentaa vain varausputket ja kaapelointityö suoritetaan pihan profiloinnin yhteydessä.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

9. Tarkastetaan, että ulkopuoliset viemärit ovat suunnitelmien mukaiset ja viemäripedit on tärytetty riittävästi painumien estämiseksi.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

10. Tarkastetaan, että sisäpuoliset viemärirungot ovat suunnitelmien mukaiset ja maanvaraisten viemärien pedit on täytetty riittävästi painumien estämiseksi.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

11. Tarkistetaan, että pääkeskuksen alle tulevat varausputket ja kaapelit on asennettu ja mahdollisille ryhmäkeskuksille on putkivaraukset tai nousukaapeli asennettu.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

12. Tuulettuvissa alapohjaratkaisuissa varmistetaan, että tarvittavat viemäriputket on varattu alapohjatilaan ennen kuin viimeinen ontelolaaatta on asennettu paikalleen

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

13. Tarkastetaan LVIS-läpiviennit ontelolaatassa, että ne ovat oikeissa paikoissa

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

14. Vaakasuoran IV-käytävän muovitukset ja koolaukset ajoissa paikoilleen ja ilmanvaihtokoneiden kanaviston asennus kehys on tehty ja paikoillaan jokaisen IV-koneen kohdalla.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

15. Viemäriputkien juurivalun yhteydessä lattiakaivojen koron tarkistus.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

16. Ennen ensimmäisen eristekerroksen asennusta tarkista LVI-urakoitsijalta käytövesiputkien asennustapaa. Yleensä niille jätetään ura, jossa useampi putki menee vierekkäin, tai eristeeseen tehdään jokaiselle oma ura, joka on asentajalle työläämpää.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

17. Ennen pintavalua tarkistetaan, tuleeko tiloihin induktiosilmukoita tai muita ala kautta tulevia syöttöjä, esimerkiksi keittiösaarekkeiden kodinkoneille. Putkistojen osalta tarkistetaan, että seinärakenteiden sisään tulevat ovat seinälinjojen sisäpuolella ja putket tukevasti kiinni.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

18. Valun jälkeen tarkistetaan, että LV-putkistot ovat pysyneet seinälinjojen sisäpuolella. Maakuivassa on mahdollista siirtää ennen kuin betoni on pinnasta kuivanut.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

19. Varmistetaan, että väliseinärunkojen asentajat eivät poraa reikiä putkiston kohdalle, vaan niiden kohdalla väliseinärungot liimataan lattiaan kiinni.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

20. Väliseinien asennuksen alkaessa toimitetaan LVIS-urakoitsijoille mitoitettut kaustekuvat, jotta sähkö- ja LV-liitäntäpisteet saadaan varmasti oikeille paikoille. Sähkökojeiden tyyppitiedot toimitetaan sähköurakoitsijalle, sähkösyöttöjen tehojen riittävyyden varmistamiseksi.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

21. Hanakulmien kiinnitys seinärakenteisiin tarkistetaan.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



22. Lattialämmityksen oikea-aikainen vesitäyttö. Talvella on huomioitava, että vesitäyttöä ei saa tehdä, jos lattian laatan lämpötila on alle +5 astetta.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

23. Teknisen tilan lattiaan tehdään tarvittavat korokevalut ja pinnoitteen asentamisen yhteydessä varmistetaan lattian vesitiiveys 5 senttimetriin asti.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

24. Varmistetaan, että tilaaja on tehnyt liittymäsopimuksen, jotta sähköurakoitsija voi tilata pääkeskuksen kytkennän ja mittaroinnin.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

25. Tarkistetaan, että IV-kanaviston putket on suljettu huonetiloissa, ja varmistetaan että tasoistemiehen ja maalarin jäljiltä ne jäävät suljetuiksi, jos he joutuvat irttoittamaan suojaus-tilapäisesti työskentelyn ajaksi.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

26. Huoneet riittävän pölyttömiä, jotta IV-säätö voidaan aloittaa, siitä ilmoitus IV-urakoitsijalle.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

27. Varmistetaan, että listoituksen asentajalla on riittävä tieto seinän sisällä menevästä vesiputkituksesta, ja muistutetaan, että asentaja varmistaa, ettei työskentelyalueella seinän toisella puolella ole jakotukkia tai muuta vesipistettä.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

28. Ilmoitetaan ajoissa sähköurakoitsijalle palotarkastuksen ajankohta, jotta hän ehtii varmistaa turva- ja poistumistievalaistuksen ja palovaroitinlaitteiston toiminnan.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

29. Kalusteasentajia informoidaan, jotta he eivät ruuvaisi mitään LV-jakokaappien vesipisteiden alapuolelle, eikä myöskään kyseisten kohtien seinän toiselle puolelle. Epäselvissä tapauksissa otettava yhteyttä työnjohtoon.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

30. Sovittu LV-käyttöönottotarkastuksen ajankohta.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

31. Sovittu IV-käyttöönottotarkastuksen ajankohta.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

32. Sovittu sähkön käyttöönottotarkastuksen ajankohta.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

33. Sovittu rakennustarkastuksen ajankohta.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

34. Sovitaan aika huollon ja käyttäjän opastukselle. Opastuksen antaa LVIS-urakoitsijat ja tarvittaessa rakennusurakoitsija.

Päiväys \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys \_\_\_\_\_

Huomautukset \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

35. Sähkön varmennustarkastus suoritettava viimeistään kolmen kuukauden kuluessa käyttöönotosta.

Päiväys

---

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys

---

Huomautukset

---

---

36. Sähkön varmennustarkastuksen puutteet korjattu.

Päiväys

---

Tarkastajan allekirjoitus ja nimen selvennys

---

Huomautukset

---

---