

Touko Lahtinen

## **LVI-KESKUSTEN KOKOONPANOJÄRJESTELMÄ**

# **LVI-KESKUSTEN KOKOONPANOJÄRJESTELMÄ**

Touko Lahtinen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2019  
Talotekniikantutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan koulutusohjelma, LVI-insinööri

---

Tekijä: Touko Lahtinen

Opinnäytetyön nimi suomeksi: LVI-keskusten kokoonpanojärjestelmä

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Configuration system for HVAC installation cabinets

Työn ohjaaja: Tomi Jäävirta

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2019

Sivumäärä: 24

---

Työn aiheena on suunnitella ja toteuttaa LVI-keskusten kokoonpanojärjestelmä Tulvari oy:lle. Kokoonpanojärjestelmä sisältää 3D-mallinnettuja osia ja runkoja. Työn tavoitteena on valita ohjelma, johon LVI-keskusten kokoamisessa käytettävät osat ja rungot mallinnetaan valmiiksi. Mallinnetuilla osilla voidaan helposti tehdä keskusten tuotantosuunnitelmia. Tuotantosuunnitelmien tavoitteena on selkeyttää keskusten kokoamista.

Mallinnusohjelmaksi valikoitui VertexG4Plant, jolla osien mallinnus tehtiin. Tässä työssä kaikki LVI-keskusten kokoamiseen tarvittavat osat mallinnettiin. Osat mallinnettiin niin, että ne vastaavat todellista kokoa sekä niiden yhteen liittämisen onnistuu helposti. Mallinnetuille osille luotiin kokoonpanojärjestelmäprojektikansio, jossa ne ovat käytettävissä kokoonpanokuvien ja tuotantosuunnitelmien tekemistä varten.

Lopuksi kokoonpanojärjestelmän toimivuus testattiin käytännössä. Testauskohteena oli rivitalo, johon asiakas oli tilannut 12 lattiakeskusta. Keskuksille tehtiin tuotantosuunnitelmat ja ne kasattiin suunnitelmien mukaisesti.

---

Asiasanat: kokoonpanojärjestelmä, LVI-keskus, tuotantosuunnitelma

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	5
2 LVI-KESKUKSET	6
2.1 Tulvari EK -lattiakeskukset	6
2.2 Tulvari ETL -lattiakeskukset	8
2.3 Tulvari seinäkeskukset	8
3 RAKENTAMISMÄÄRÄYKSET	10
3.1 Vuodonilmaisuus	10
3.2 Messinkimääräykset	10
3.3 Vesimittareiden asetukset ja ohjeet	11
3.4 Kannatus	12
4 KOKOONPANOJÄRJESTELMÄ	13
4.1 Mallinnus ohjelman valinta ja ohjelmaan tutustuminen	13
4.2 Osien mallinnus	14
4.2.1 Uuden osan ja projektin luonti	14
4.2.2 Kierteenmääritys	14
4.2.3 Nimiketietojenmääritys	15
5 KOKOONPANOJÄRJESTELMÄN TESTAUS KÄYTÄNNÖSSÄ	16
5.1 Alkutietojen selvitys	16
5.2 Kokoonpanon suunnittelu	16
5.3 Keskusten kasaus	20
6 YHTEENVETO	22
LÄHTEET	23

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on suunnitella LVI-keskusten kokoonpanojärjestelmä. Kokoonpanojärjestelmä sisältää 3D-mallinnettuja osia ja runkoja, joiden avulla voidaan tehdä LVI-keskusten tuotantosuunnitelmia. Järjestelmän tavoitteena on helpottaa ja nopeuttaa tuotantosuunnitelmien sekä keskusten kokoamista. Aiemmin osat ja kokoonpanot on mallinnettu tuotannossa, eikä niihin ole ollut tuotantosuunnitelmaa. Tuotantosuunnitelman puuttuminen on hidastanut keskusten kasaamista, koska keskusten kasaaminen on tehty suoraan LVI-suunnitelmista ja komponenttien sovitus keskusten sisään on suoritettu kokeilemalla.

Tässä työssä kaikki Tulvarilla käytössä olevat osat ja rungot mallinnetaan ja niiden avulla tehdään keskuksen tuotantosuunnitelma. Mallinnus ja tuotantosuunnitelma tehdään VertexG4Plant-ohjelmalla. Lopuksi kokoonpanojärjestelmän toimivuus testataan käytännössä.

Toimeksiannon työhön antoi Tulvari oy. Tulvari on lämmitys- ja käyttövesijärjestelmien suojakaukaloiden sekä LVI-keskusten valmistukseen erikoistunut yritys. Yritys on valmistanut tuotteita yli 20 vuotta ja LVI-keskuksia vuodesta 2016 lähtien. Yritys työllistää kaikkiaan noin 10 ihmistä.

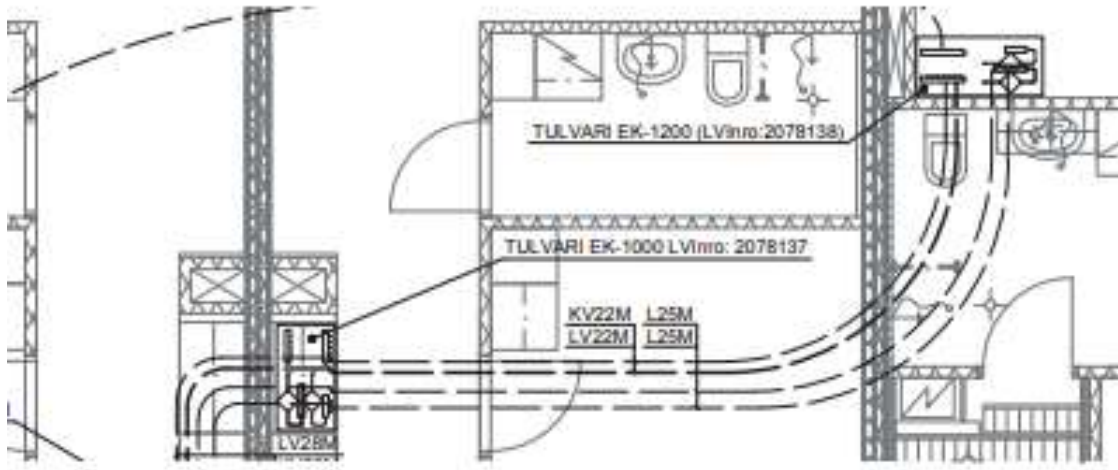
## **2 LVI-KESKUKSET**

LVI-keskukset ovat rivi- ja kerrostaloihin asennettavia keskuksia. Keskukset sisältävät huoneistokohtaiseen lämmitys- ja käyttövesijärjestelmään kuuluvat osat, kuten lattialämmityksen ja käyttöveden jakotukit, vesimittarit, linjasäätöventtiilit, sulku- ja takaiskuventtiilit, sekä viemäröinnin ja vuotohälyttimen. Keskusten tarkoitus on helpottaa ja nopeuttaa LVI-asennuksia, ehkäistä vuotoja, saada aikaan siisti ja viimeistelty lopputulos sekä säästää tilaa. Tulvari oy valmistaa seinäkeskuksia ja kahdenlaisia lattiakeskuksia. (1.)

Tulvarin keskusajatteluun kuuluu turvallisuus ja varmuus. Lisäksi keskukset helpottavat rakennuttajan ja suunnittelijan työtä, kun tiedetään, millä ja minne jakotukit suunnitellaan ja asennetaan. Samalla toteutustapa voidaan vakioida, jolloin suunnittelu on helpompi monistaa seuraaviin kohteisiin. Keskuksia käyttämällä suunnittelija varmistuu, että vesimittarit ja jakotukit asennetaan ja kanakoidaan määräysten mukaisesti. Keskusten avulla lopputulos on viimeistelty ja tilavaraus vakio.

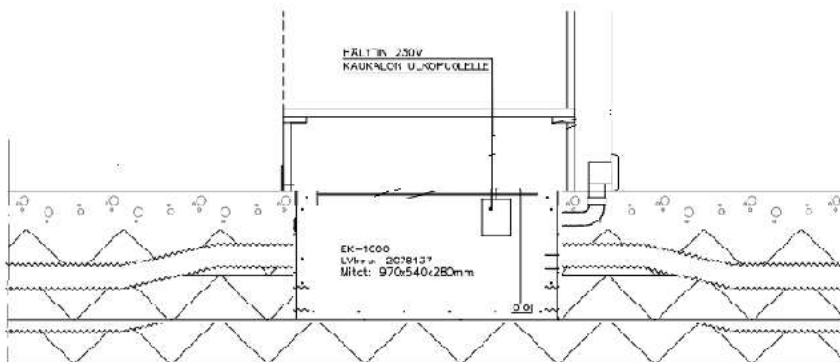
### **2.1 Tulvari EK -lattiakeskukset**

EK-lattiakeskukset ovat rivitaloihin suunniteltuja huoneistokohtaisia keskuksia. Keskukset sijoitetaan lattian sisään ennen lattian valamista. Käyttöveden ja lämmityksen runkojohdot kulkevat keskusten kyljestä läpi. Keskuksen sisällä runkojohdoista otetaan haaroitukset lämmityksen ja käyttöveden jakotukeille (kuva 1). Keskukset sijoitetaan eteisen henkariikaappiin.



*KUVA 1. Runkojohtojen kulku keskusten läpi (1, s. 11.)*

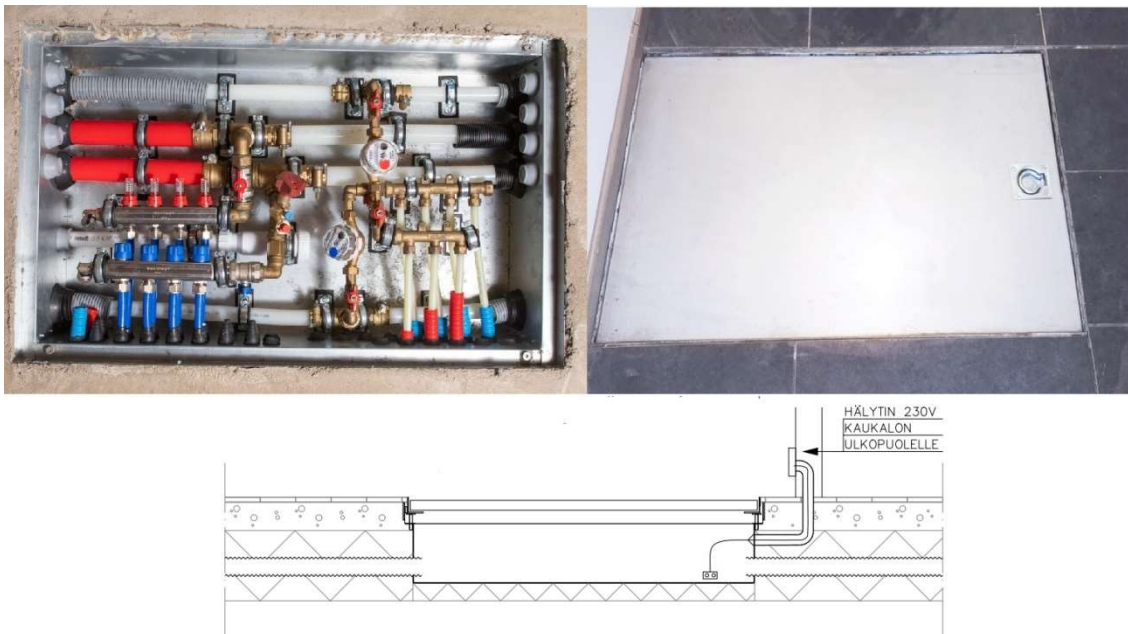
Keskuksia on kolmea eri koko EK-1000, EK-1200 ja EK-1400. Keskuksen koko määräytyy sen mukaan, minkä verran lattialämmityspiirejä asuntoon tulee. Esimerkiksi EK-1000:een mahtuu maksimissaan 5-piirinen jakotukki, kun taas EK-1400:n 9-piirinen. Keskusten rungot on valmistettu 1 mm:n vahvuisesta sinkitystä pellistä. Rungon saumat on niitattu ja massattu vesitiiviiksi. (1, s. 11.) Asennettu keskus ja asennusdetalji on esitelty kuvassa 2.



*KUVA 2. EK-1200 asennettuna ja asennusdetalji (2.)*

## 2.2 Tulvari ETL -lattiakeskukset

ETL-lattiakeskukset ovat rivitaloihin asennettavia keskuksia. Keskuksien asennetaan lattian sisään ennen lattian valamista. Runkojohdot kulkevat keskusten päädystä läpi. Keskuksen sisällä runkojohdoista otetaan haaroitukset jakotukeille. ETL-lattiakeskuksia on kahden kokoisia, ETL-1000 ja ETL-1200. Keskuksen runko on vesitiivis ja valmistettu 1,25 mm:n paksuisesta sinkitystä pellistä. Keskuksella on varustettu metallisella kannella ja säätökauluksella, joten se on hyvä asentaa esimerkiksi eteisen lattiaan. (1, s. 12.) Asennettu keskus ja asennusdetalji on esitelty kuvassa 3.

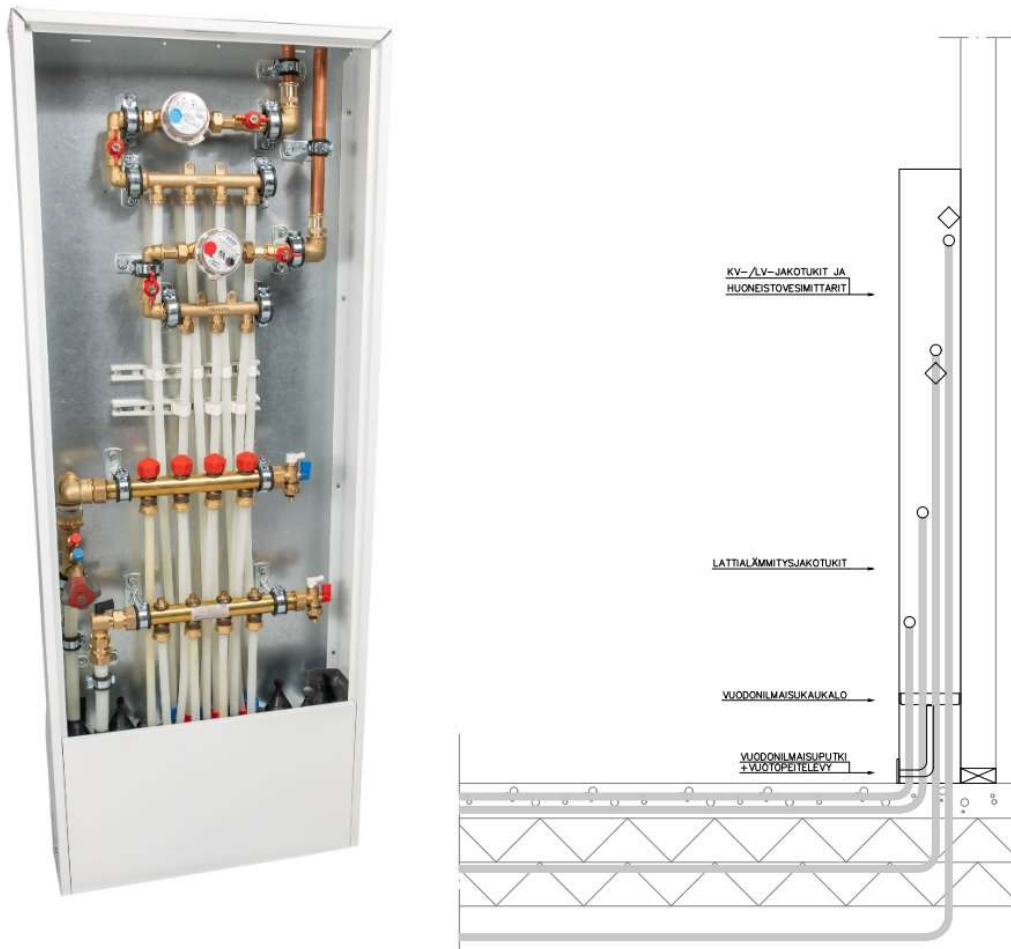


KUVA 3. ETL-1000 asennettuna ja asennusdetalji(2.)

## 2.3 Tulvari seinäkeskukset

Seinäkeskukset ovat kerros- ja rivitaloihin suunniteltuja keskuksia. Keskuksen voi asentaa joko seinän pintaan tai seinän sisään runkotolppien väliin. Syöttöjohdot tuodaan keskuksien vierestä, josta ne haaroitetaan keskuksille. Seinäkeskuksia on neljää eri kokoa, SK-4, SK-5, SK-6 ja SK-9. Numero kertoo keskuksen maksimi lattialämmityspiirien määrän. Keskuksien vuodonilmaisuus toteutetaan vuodonilmaisukaukalolla, vuotopeitelevyllä ja letkulla. Tällä tavalla mahdol-

liset vuodot voidaan helposti havaita. Kuvassa 4 on esitetty valmiiksi kasattu keskus ja asennus-/vuodonilmaisudetalji. (1, s. 13-14.)



*KUVA 4. Kasattu seinäkeskus ja asennus-/vuodonilmaisudetalji (1, s. 13-14)*

### **3 RAKENTAMISMÄÄRÄYKSET**

Suunnittelemalla maankäyttö ja rakentaminen hyvin luodaan laadukas ja elinvoimainen rakennettu ympäristö ihmisille. Ympäristöministeriön laatimassa maankäyttö- ja rakennuslaissa määritellään rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupamenettely ja viranomaisvalvonta. Rakentamista koskevat tarkemmat säännökset ja ohjeet on koottu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan. (4.)

Tässä luvussa käsiteltävät määräykset liittyvät olennaisesti LVI-keskusten suunnitteluun. Vuodonilmaisu, messinkimääräykset, vesimittareiden standardit ja putkien kannatukset on tärkeää ottaa huomioon keskuksien suunnittelussa. Nämä luovat pohjan toimivalle LVI-keskukselle. LVI-keskuksia koskevat määräykset löytyvät uudesta vuonna 2018 voimaan tulleesta ympäristöministeriön vesi- ja viemärlaitteiston asetuksesta

#### **3.1 Vuodonilmaisu**

Vesi- ja viemärlaitteiston asetuksessa määrätään, että laitteisto tulee suunnitella niin, että mahdolliset vuodot havaitaan helposti ja nopeasti. Vesivuotojen havaitsemiseksi on käytettävä rakenteellisia ratkaisuja, jotka ohjaavat vuotoveden näkyville. Sähköisiä vuodonilmaisimia ei voi käyttää ensisijaisina ratkaisuina vuodonilmaisussa.(5.)

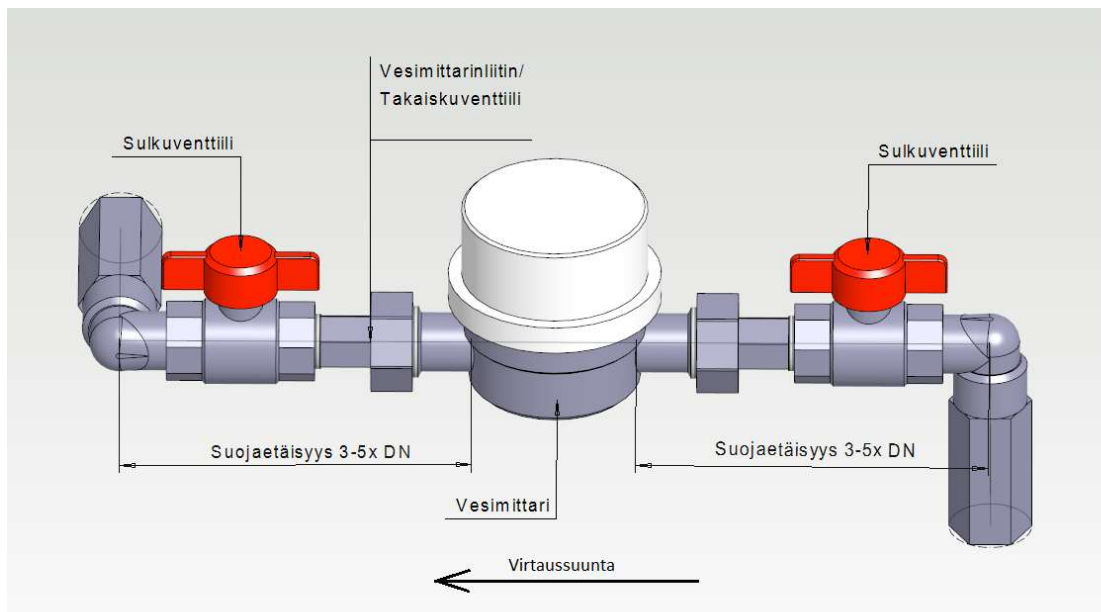
#### **3.2 Messinkimääräykset**

Ympäristöministeriön vesi- ja viemärlaitteiston asetuksessa sanotaan, että vesilaitteistossa käytettävien osien täytyy olla talousvedelle soveltuvia (6). Käyttövesijärjestelmiin tulevien messinkiosien täytyy olla tyyppihyväksytyjä. Tyyppihyväksynnän saamiseksi messinkiosalla tulee olla riittävä sinkkikadonkestävyys sekä jännityskorroosionkestävyys. Tyyppitestauksessa varmistetaan myös se, ettei lyijyä irtoa liikaa veteen. Messinkiosat täytyy pinnoittaa veden koskettamilta osilta sinkkikadon kestäviksi. Sinkkikato on messingin korroosionmuoto, jossa metalliseoksesta liukenee sinkkiä. Tämä heikentää metallin kestävyyttä ja tällöin

messinkiin tulee murtumia. Messinkiosissa esiintyy myös jännityskorroosiota, joka myös aiheuttaa murtumia.(7.)

### 3.3 Vesimittareiden asetukset ja ohjeet

Käyttöön otettavien vesimittareiden tulee täyttää mittauslaitedirektiivin(MID) vaatimukset. Vaatimusten täyttävälle mittarille myönnetään CE-merkintä. Edellä mainitun vaatimuksen lisäksi mittarin asennukselle on myös vaatimuksia ja ohjeita. Mittari tulee asentaa niin, että tilaa jää riittävästi huoltoon, vaihtamiseen ja mittarilukeman tarkistamiseen. Vesimittareiden luotettavan toiminnan takaamiseksi, vesimittarit täytyy asentaa oikein valmistajan ohjeita noudattaen. Tärkeää on, että vesimittari asennetaan oikeaan asentoon, mittarin molemmin puolin on riittävästi suoraa putkiosuutta sekä takaisinvirtaukset estetään takaiskuventtiilillä. (8.)Parhaan mittaustarokkuuden saamiseksi riittävä suora putkiosuus on 3–5 x putken nimellishalkaisija. Lisäksi mittarin molemmille puolille tulee asentaa sulkuventtiilit, jotta mittari voidaan huoltaa tai vaihtaa. (9, s. 2.) Vesimittarin kytkentä on havainnollistettu kuvassa 5.



KUVA5. Vesimittarin kytkentä

### 3.4 Kannatus

Vesijohtojen kannatuksien pitää olla sellaisia, ettei lämpölaajeneminen eivätkä virtauksesta syntyvät voimat aiheuta putkien siirtymistä, irtoamista, rikkoontumista tai häiritsevää ääntä. Lisäksi kannatuksen tulee kestää putken, putkieristeen ja putkistovarusteiden paino. Eri materiaalia olevien putkien liitoskohdan molemmille puolille tulee laittaa kannakkeet. Mikäli kannakkeen materiaali on eri kuin putken, tulee kannakkeen ja putken väliin laittaa kumieristys. Eristys estää osien kulumista ja vähentää kemiallisia reaktioita materiaalien välillä. (10.)Kuvassa 6 esitetään LVI-keskusten runkojohtojen kannatuksen toteutustapa.



*KUVA6. Runkojohtojen kannatukset (2)*

## 4 KOKOONPANOJÄRJESTELMÄ

Aikaisemmin Tulvarilla ei ole ollut LVI-keskusten tuotantosuunnitelmia. Asiakkaan tilaamat LVI-keskukset on kasattu suoraan LVI-suunnitelmista. Tämä on tarkoittanut sitä, että tuotannossa on tarvittu LVI-alantyöntekijöitä, mikä on lisännyt kustannuksia. Lisäksi keskusten kasaussvaiheessa tulevat korjaukset ja muutokset ovat hidastaneet kasausta.

Tässä luvussa esitellään Tulvarille luotu kokoonpanojärjestelmä, jonka tavoite on tehostaa ja parantaa keskusten tuotantoa.

Kokoonpanojärjestelmä on yksi osa tuotannonsuunnittelua. Kokoonpanojärjestelmän avulla saadaan tehtyä LVI-keskusten tuotantosuunnitelmat. LVI-keskuksen tuotantosuunnitelma sisältää kokoonpanokuvan sekä tarvittavat tiedot keskuksen sisällöstä ja osaluettelon. Tuotantosuunnitelman avulla keskusten kasaaminen helpottuu ja selkeytyy. Jatkossa kasaajalla ei välttämättä tarvitse olla LVI-alan kokemusta. Lisäksi materiaalin hankinta helpottuu, koska keskuksiin tarvittavien osien määrät ja materiaalit tiedetään jo suunnitteluvaiheessa. Asiakas saa tilausvahvistuksen yhteydessä tuotantosuunnitelman, josta voi tarkistaa mahdolliset virheet ja ehdottaa muutoksia jo ennen tuotantovaihetta. Asiakas hyväksyy tuotantosuunnitelman, ja sen jälkeen tulevista muutoksista Tulvari laskuttaa asiakasta.

### 4.1 Mallinnus ohjelman valinta ja ohjelmaan tutustuminen

Työn ensimmäisessä vaiheessa valittiin kokoonpanojärjestelmän tekemiseen soveltuva ohjelma ja tutustuttiin sen käyttöön. Ohjelmaksi valikoitui VertexG4Plant sen käyttömukavuuden ja selkeyden vuoksi.

Vertex 3D-mallinnusohjelmiston on kehittänyt suomalainen Vertex systems oy, joka perustettiin vuonna 1977. VertexG4-ohjelmistoperheeseen sisältyy monia eri ohjelmistoja erilaisiin tarkoituksiin. VertexG4Plant on tarkoitettu laitoksien ja niihin liittyvien laitteiden ja rakenteiden suunnitteluun.

## **4.2 Osien mallinnus**

### **4.2.1 Uuden osan ja projektin luonti**

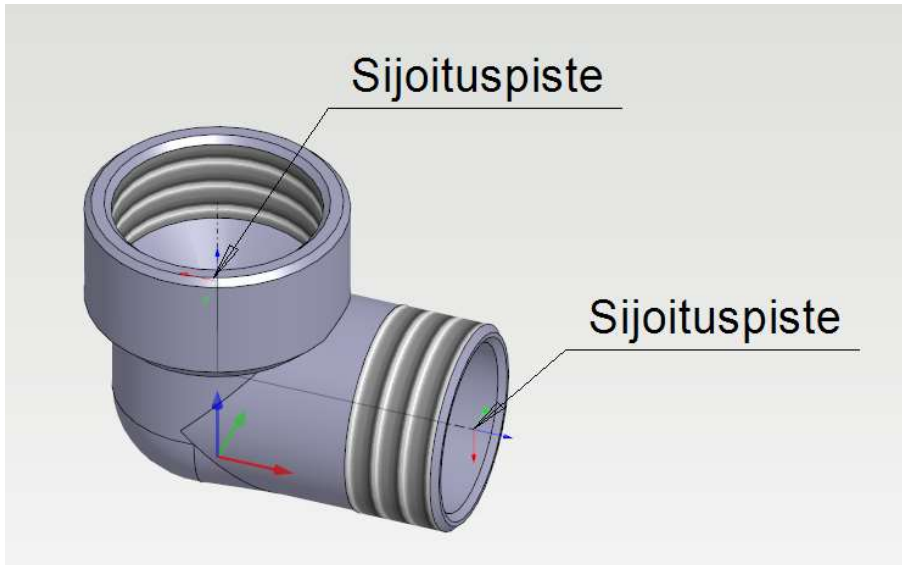
Osien mallintaminen aloitettiin luomalla uusi osa. Uusi dokumentti -valikosta valittiin uusi osa ja samasta valikosta luotiin myös uusi projekti. Projektin luonti alussa on tärkeää, koska kaikki mallinnetut osat tallennetaan samaan projektiin, josta ne kokoonpanovaiheessa löytyvät helposti. Uuden projektin ja osan luonnin jälkeen aloitettiin osien mallinnus.

Osien mallinnuksessa oli tärkeää, että osien ulkomitat ja kierteiden koot vastaavat todellista kokoa. Oikean koon merkitys korostuu siinä vaiheessa, kun osia aletaan liittää toisiinsa ja kokoonpanon tulee vastata todellista kokoa. Niinpä osista otettiin tarkat mitat työntömitalla.

Mallinnus tehtiin tuoteryhmittäin. Ensimmäisessä vaiheessa mallinnettiin kaikki jatko-, liitos-, sekä muunnoskappaleet, kulmat ja haarat. Toisessa vaiheessa mallinnettiin sulkuventtiilit, vesimittarit, linjasäätöventtiilit ja PEX-putkenliittimet. Viimeisessä vaiheessa mallinnettiin käyttöveden ja lämmityksen jakotukit. Lämmitysjärjestelmän jakotukkivalmistajia on paljon, joten niistä mallinnettiin kolmen yleisimmin käytetyn valmistajan jakotukit. LVI-keskusten runkoja ei mallinnettu, koska ne löytyivät valmiina yrityksen järjestelmästä. Mallinnettuja osia kertyi yhteensä noin 130 kappaletta.

### **4.2.2 Kierteenmääritys**

Kun kaikki osat oli mallinnettu, mietittiin, kuinka osat saataisiin helposti liitettyä toisiinsa. Huomattiin, että osissa oleville kierteille täytyy erikseen määrittää niiden koot ja mallit. Kierteet tosin oli mallinnusvaiheessa piirretty oikean kokoisiksi, mutta määritys oli jäänyt tekemättä. Kierteiden määritys tehtiin jokaiseen osaan jälkikäteen. Määritettäessä jokaiselle kiertelle asetettiin sijoituspiste eli kahva. Kahvalle annettiin tiedot kierteen koosta ja siitä, onko kyseessä sisä- vai ulkokierre (kuva 7). Tarkoitus tällä on, että vain samaa kokoa ja erilaisella kiertellä olevat osat voivat tarttua toisiinsa.



KUVA 7. Sijoituspisteet sisä- /ulkokierteisessä kulmakappaleessa

#### 4.2.3 Nimiketietojenmääritys

Jokaiselle osalle määritettiin nimiketiedot. Nimiketietoihin on mahdollista asettaa mallinnetusta kappaleesta paljon erilaisia tietoja. Tässä työssä osille annettiin vain olennaisimmat tiedot, kuten osan nimi eli tunnus, mitat ja yksikkö. (Kuva 8.)

KUVA 8. Nimiketiedot

## 5 KOKOONPANOJÄRJESTELMÄN TESTAUS

Kokoonpanojärjestelmän testaukseen valikoitui rivitalokohde. Kohde sisälsi kolme rivitaloa ja yhteensä 12 asuntoa. Asiakas halusi kaikkiin asuntoihin lattiakeskukset. Tilaus sisälsi 12 EK-lattiakeskusta, joista neljä oli malliltaan EK-1200 ja kahdeksan EK-1000. EK-1200 oli suunniteltu suurempiin päätyasuntoihin ja EK-1000 pienempiin asuntoihin.

Tässä luvussa tarkastellaan tuotantosuunnitelman laatiminen yhden keskuksen näkökulmasta. Todellisuudessa suunnitelmat tehtiin kaikkiin kahteentoista keskukseseen.

### 5.1 Alkutietojen selvitys

Tuotantosuunnitelman laatiminen aloitettiin tutkimalla asiakkaan lähettämiä lämmitys-, vesi- ja viemärisuunnitelmia. Suunnitelmista selvitettiin tarvittavat tiedot keskuksen sisältöä varten. Alla on listattu olennaiset asuntokohtaiset selvittävät tiedot:

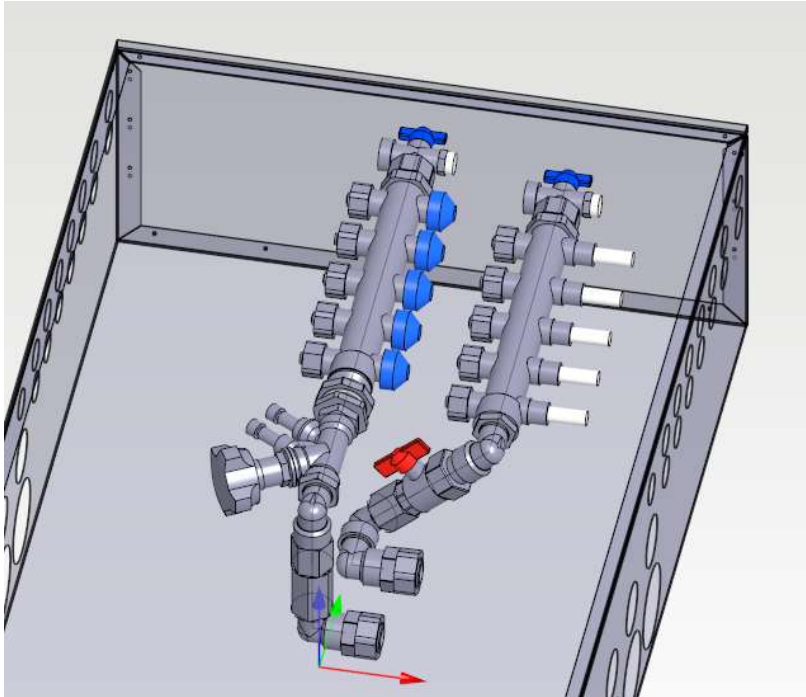
- lattialämmityspiirien määrä, koko ja sijainti keskukselta
- kylmien ja lämpimien käyttövesipisteiden määrä ja sijainti keskukselta
- lämpimän käyttöveden kierron toteutus
- lattialämmityksen linjasäätöventtiilin koko
- keskukselle tulevien ja lähtevien runkojohtojen koot
- viemärin paikka
- keskuksen koko.

Kun edellä mainitut tiedot oli selvitetty, aloitettiin kokoonpanojen tekeminen.

### 5.2 Kokoonpanonsuunnittelu

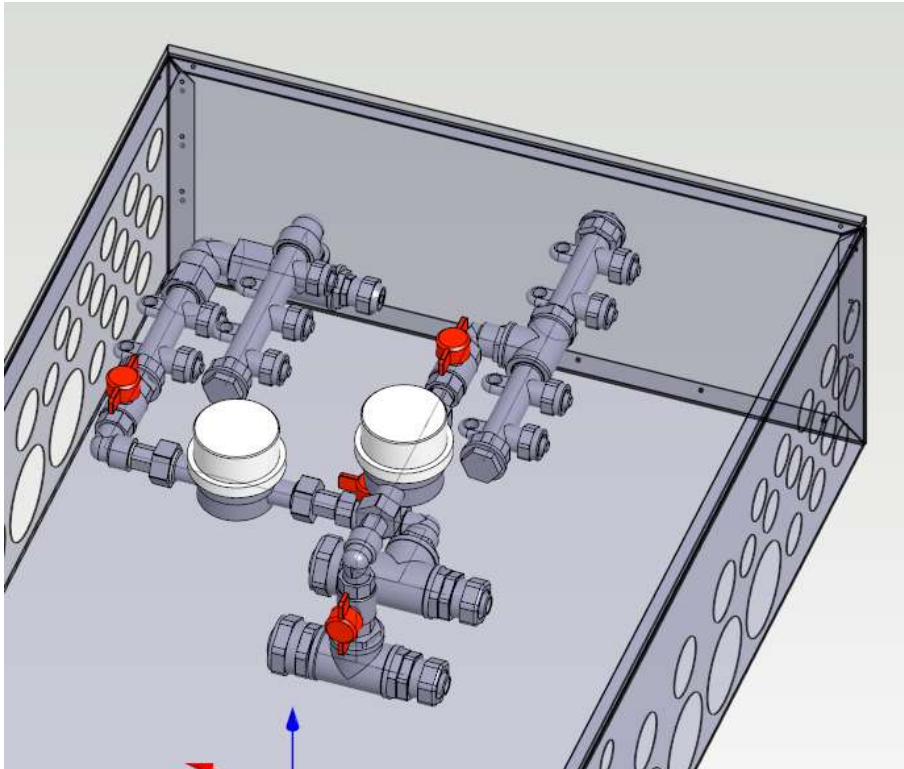
Kokoonpanon tekeminen aloitettiin luomalla uusi projekti valmiita keskuksia varten. Tämän jälkeen lisättiin oikean kokoinen lattiakeskuksen runko suunnittelu- alustalle. Tässä esimerkkitapauksessa se oli EK-1000 -runko. Aluksi suunniteltiin lattialämmityspouli keskuksen sisään. Lämmityspoulen suunnittelussa täytyi tietää lattialämmitysjakotukin ja paluupuolelle tulevan linjasäätöventtiilin koko

sekä runkojohtojen koot liittimiä varten. Näiden tietojen perusteella haettiin koonpanojärjestelmästä oikeat osat ja lisättiin ne keskuksen sisään. Keskuksen sisällä jakotukit, putkiliittimet ja linjasäätöventtiili asetettiin niin, että runkojohdot ja lattialämmityspiirit kulkevat oikeasta paikasta. Tässä apuna käytettiin kulmia, t-haaroja, jatkoja yms. (Kuva 9.)



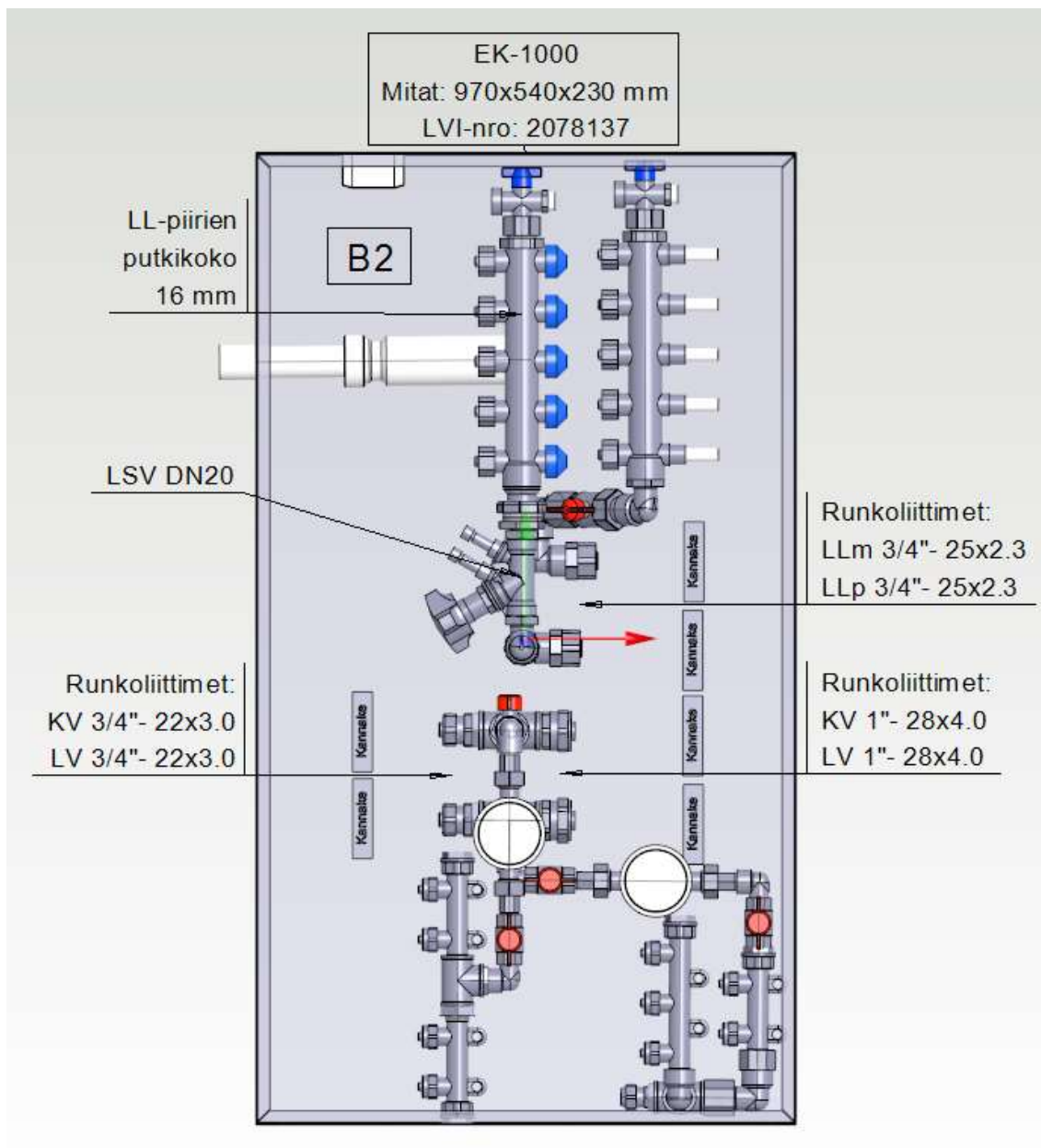
*KUVA 9. Lämmityspuolen kokoonpano*

Seuraavaksi suunniteltiin käyttövesipuoli, jossa tärkeinä asioina tuli ottaa huomioon lämpimien ja kylmien käyttövesipisteiden määrä sekä runkojohtojen liittimien koot. Lisäksi kokoonpanossa tuli huomioida vesimittareiden oikeanlainen asennus, josta on kerrottu aiemmin luvussa vesimittareiden asetukset ja ohjeet. Käyttövesipuolen kokoonpanossa haasteeksi tuli vesipisteiden suuri määrä. Monien erilaisten kokoonpanokokeilujen jälkeen, saatiin käyttövesipuolen osat mahtumaan järkevästi keskuksen sisään. (Kuva 10.)



*KUVA 10. Käyttövesipuolen kokoonpano*

Viimeisessä vaiheessa kokoonpanoon lisättiin vuodonilmaisin ja hajulukko viemäriä varten. Lisäksi runkojohtojen kannakkeiden paikat ja olennaiset tiedot keskuksen sisällöstä lisättiin tekstillä kuvaan. Lopuksi valmis kokoonpano (kuva 11) ja osaluettelo (kuva 12) tallennettiin projektiin.



KUVA 11. Valmis kokoonpano EK-1000-lattiakeskuksesta

Piirustus / Suunnittelija / Massa								
Osa	Tunnus	Kuvaus	Standardi	Muoto, mitat	Mitat	Materiaali	Kpl	Yksikkö
0		Hajulukko		DN32	-----		1	kpl
0		Hälytin			-----		1	kpl
0		Ilmauspääty	Roth		-----		2	kpl
0		Jakotukki meno	Purmo	5 piiriä	-----		1	kpl
0		Jakotukki paluu	Purmo	5 piiriä	-----		1	kpl
0		Jatkokappale		50mm/ 3/4"	-----		1	kpl
0		Jatkokappale		10mm/ 3/4"	-----		1	kpl
0		Jatkokappale		20mm/ 3/4"	-----		1	kpl
0		Jatkokappale		30mm/ 3/4"	-----		3	kpl
0		Kaksois sup.nippa		1"-> 1/2"	-----		2	kpl
0		Kaksois sup.nippa		3/4" -> 1/2"	-----		2	kpl
0		Kaksois sup.nippa		1 1/4" -> 3/4"	-----		1	kpl
0		Kannake			-----		6	
0		Kulma s/u		1/2" (DN15)	-----		4	kpl
0		Kulma s/u		3/4" (DN20)	-----		7	kpl
0		Kv jakotukki	Hela	2 piiriä	-----		3	kpl
0		Kv jakotukki	Hela	3 piiriä	-----		1	kpl
0		Kv pexliitin		1" - 28 x 4.0	-----		2	kpl
0		Kv pexliitin		1/2" - 15 x 2.5	-----		1	kpl
0		Kv pexliitin		3/4" - 22 x 3.0	-----		2	kpl
0		LL pexliitin		3/4" - 25 x 2.3	-----		2	kpl
0		Liitin	Enerline	1" x 1 1/4"	-----		1	kpl
0		Linjasäätöventtiili	TA	DN20	-----		1	kpl
0		Sulkuventtiili		1/2"	-----		4	kpl
0		Sulkuventtiili		3/4" sk/ 3/4" uk	-----		1	kpl
0		Supistusnippa		3/4" - 1/2"	-----		1	kpl
0		Supistusnippa		1" - 3/4"	-----		3	kpl
0		T-haara		1" (DN25)	-----		2	kpl
0		T-haara		3/4" (DN20)	-----		2	kpl
0		TULV2016-EK-1000_			-----		1	
0		Tulppa		3/4"	-----		3	kpl
0		Uponor-2421131-SN4-3	Muhviputki	32x1.8	123,34	PP	1	
0		Vesimittari		2 x 3/4" ulkokierre	-----		2	kpl
0		Vesimittariliitin	+ takaisku		-----		2	kpl
0		Vesimittariliitin			-----		2	kpl
0		Vesimittariliitin		3/4" uk / 1" sk	-----		1	kpl

KUVA 12. Osaluettelo.

### 5.3 Keskusten kasaus

Keskusten kasaus aloitettiin tulostamalla keskusten tuotantosuunnitelmat. Tuotantosuunnitelmat sisältävät kokoonpanokuvat ja osaluettelot. Tämän jälkeen keskuksien osat kerättiin osaluettelon avulla. Kun kaikki osat oli kerätty, liitettiin keskuksien osat yhteen kierrelitoksin kuvien mukaisesti. Kierteet tiivistettiin hampulla, jotta niistä saatiin tiiviit. Kylmän ja lämpimän käyttöveden kokoonpanoille tehtiin tiiveyskoe, jolla varmistettiin, että liitokset eivät vuoda. Tämän jälkeen lattialämmityksen meno- ja paluupuolen sekä kylmän ja lämpimän käyttöveden kokoonpanoille tehtiin kannatukset keskuksen runkoon kuvien mukaisesti. Lopuksi runkojohtojen kannakkeet, hajulukot ja vuotohälyttimet asennettiin

paikoilleen. Kokoonpanomallin mukainen valmis lattiakeskus on esitely alla.  
(Kuva 13.)



*KUVA 13. Valmis EK-1000-lattiakeskus*

## 6 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli suunnitella LVI-keskusten kokoonpanojärjestelmä. Järjestelmän tuli sisältää kaikki käytettävissä olevat osat ja rungot, joilla on helppo ja nopea tehdä LVI-keskusten tuotantosuunnitelmat. Tuotantosuunnitelman tavoitteena on helpottaa keskusten kasaamista sekä minimoida virheiden ja muutostöiden määrä. Tämä parantaa tuotannon tehokkuutta. Lisäksi asiakas saa tilaamastaan tuotteesta tuotantosuunnitelman, jonka voi tarkistaa ja tehdä mahdolliset muutokset ja korjaukset.

Tässä työssä kaikki käytettävissä olevat osat mallinnettiin VertexG4Plant-ohjelmalla. Osat tallennettiin kokoonpanojärjestelmäprojektiin, josta niitä voidaan käyttää kokoonpanojen tekemiseen. Kokoonpanojärjestelmän toimivuus testattiin tekemällä tuotantosuunnitelmat 12 asunnon rivitaloon. Keskukset kasattiin onnistuneesti tuotantosuunnitelmien mukaisesti. Jatkossa kokoonpanomalleja voi käyttää rakennuksien suunnitteluvaiheessa ainakin tilavarauksiin.

## LÄHTEET

1. Tuoteluettelo. 2016. Tulvari. Saatavissa: <http://www.tulvari.fi/wp-content/uploads/Tulvari-tuoteluettelo-10-2016.pdf> Hakupäivä 20.4.2019.
2. Lattiakeskukset.Tulvari. Saatavissa: <http://www.tulvari.fi/tulvari-tuotteet/lattiakeskukset/>. Hakupäivä 20.4.2019.
3. Seinäkeskukset.Tulvari. Saatavissa: <http://www.tulvari.fi/tulvari-tuotteet/seinakeskukset/>. Hakupäivä 20.4.2019.
4. Maankäyttö ja rakentaminen. 2015. Ympäristöministeriö. Saatavissa:[https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen](https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen). Hakupäivä 12.4.2019.
5. Vuotojen havaittavuus. Talotekniikka info. Saatavissa: <https://www.talotekniikkainfo.fi/kommenttiluonnos-kiinteistojen-vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/luku-3-vesilaitteiston-5>. Hakupäivä 1.4.2019.
6. 1047/2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistosta. 2018. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171047#Pidp447598688>. Hakupäivä 1.4.2019.
7. Käyttöveden laatu ja putkimateriaalit. 2016. Rakenna oikein. Saatavissa: <https://www.rakennaoikein.fi/kayttoveden-laatu-ja-putkimateriaalit-101157/uutiset.html>. Hakupäivä 12.4.2019.
8. Vesimittarit. Tukes. Saatavissa: <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/mittauslaitteet/kulutusmittarit/vesimittarit>. Hakupäivä 12.4.2019.
9. Vesimittarien yleinen asennusohje.Pamline. Saatavissa: [https://www.pamline.fi/Download/23099/Ohje\\_MIT\\_Vesimittarien%20yleinen%20asennusohje.pdf](https://www.pamline.fi/Download/23099/Ohje_MIT_Vesimittarien%20yleinen%20asennusohje.pdf). Hakupäivä 15.4.2019.

10. Kannatukset ja kiinnitykset. Talotekniikka info. Saatavissa:

<https://www.talotekniikkainfo.fi/kommenttiluonnos-kiinteistojen-vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/luku-3-vesilaitteiston-2>. Hakupäivä 12.4.2019.

