

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tuotekehitys
Mika Luutikivi

Opinnäytetyö

Mika Luutikivi

**LIHA- SAARIOISTEN LÄMPÖHUONEIDEN PUTKIVERKON
KARTOITTAMINEN**

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 11/2010

Tekniikan tohtori Marko Mäkilouko
Saarioinen Oy, valvojana tehdaspalvelupäällikkö Tero Lahtinen

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tuotekehitys

Mika Luutikivi
Liha- Saarioisten lämpöhuoneiden putkiverkon kartoittaminen
Sivuja 32
11/2010
Työn ohjaaja Marko Mäkilouko
Työn tilaaja Saarioinen Oy

TIIVISTELMÄ

Työn tarkoituksena oli kartoittaa Liha- Saarioisten lämpöhuoneiden käyttövesiputkiverkko. Työtä varten luotiin aluksi käsin piirretty malli, johon lisättiin tarvittavat tiedot putkistosta ja siihen kuuluvista laitteista. Kartoituksen lopputuloksena luotiin sähköinen putkikaavio, jonka tuli palvella tehtaan kunnossapitoa ja tulevaisuudessa tapahtuvaa putkiverkon muutostyötä.

TAMK University of Applied Sciences
Mechanical and Production Engineering
Product Development

Mika Luutikivi

Documenting water pipelines in technical rooms of the Liha-Saarioinen food factory

Pages 33

11/2010

Thesis Supervisor

Doctor of Science Marko Mäkilouko

Co-operating Company

Saarioinen Oy

ABSTRACT

This thesis is description of the water pipelines in technical rooms of the Liha-Saarioinen food factory. Need for documenting pipelines started because old technical drawings were lost or they weren't even drawn. Idea was to map out all pipelines in a technical rooms and with that information draw a blueprint. Purpose of the drawing was to use it as support for maintenance and future planning. Drawing was decided to drawn with computer for creating also a file which could later use and update.

Keywords

drinking water, technical drawing, thesis

Sisällysluettelo

1. Johdanto	5
2. Saarioinen.....	6
2.1 Konserni	6
2.2 Valkeakosken ruokatehdas	7
2.3 Lopputyö Valkeakosken Liha- Saarioisilla	8
3. Vesijohdot ja viemärit	9
4. Vesijohtoverkostot rakennuksissa.....	10
4.1 Tarvikkeet.....	11
4.2 Putkien käyttö elintarvike tehtaassa	11
4.3 Valkeakosken ruokatehtaan sisäinen vesijohtoverkosto	12
5. Vesijohtoputket	12
5.1 Valurautapaineputket.....	13
5.2 Teräsputket	15
5.3 Kupariputket	17
5.4 Ruostumattomat teräsputket	20
5.5 Muovipaineputket.....	21
6. Vesijohtovarusteita.....	22
6.1 Lämmönvaihtimet	22
6.2 Venttiilit ja pumput	23
7. Yleistä vesijohtojen mitoituksesta	24
7.1 Mitoitusmenetelmät.....	25
7.2 Panielaskelmamitoitus.....	25
8. LVI- piirustukset	27
8.1 Piirrosmerkkien käyttö	28
8.2 Kaaviossa esiintyvät muut tiedot.....	29
9. Päätelmät	30
9.1 Kaaviokuva.....	30
9.2 Pesupumpun toiminnan ongelmat	31
Lähdeluettelo.....	32

1. Johdanto

Lopputyön tarkoituksena oli tuottaa Saarioisten Valkeakosken ruokatehtaan teknisten tilojen käyttövesiputkistosta kaaviokuva. Ajatus työstä lähti tarpeesta saada tietoa tehtaan vesiverkostosta aiempien kaavioiden kadottua tai niiden paikkansa pitämättömyyden vuoksi. Koska tehdasta pestään usein korkean hygienian vuoksi, tarvitaan tehtaaseen tehokkaat pesuvesipumput. Pesut suoritetaan öisin ja niiden tulee olla mahdollisimman tehokkaita. Aikojen saatossa putkiverkko oli laajentunut, eikä pesuvesipumppu saanut tarpeeksi vettä. Jotta ongelmaan voitiin löytää ratkaisu, täytyi ensin kartoittaa putket, jotka kuljettavat veden pumpulle. Pumpun toimimattomuuteen löytyy toden näköisesti ratkaisu pumpulle menevän vesiputken vedenpaineesta.

Kaavoitustyö alkoi osaltani kunnanvesiliittymästä ja päättyi lämpöhuoneista tekniseen tilaan lähteviin kahteen runkoputkeen. Näiden pisteiden väliin jäi kaksi lämpöhuonetta, kylmäkonetila, tehtaan verstaas ja muutamia muita teknisiä tiloja. Suurimman työn joutui tekemään lämpöhuoneissa, joihin tuli käyttöveden lisäksi kunnan kaukolämpöverkon putket ja tehtaan keskuslämmitysputket. Varsinaisia käyttövesiputkia ei lämpöhuoneessa paljoa ollut, mutta samanlaisia putkia materiaaliltaan ja kooltaan erikäyttötarkoituksissa todella paljon, joten ongelmallisinta oli hahmottaa käyttövesilinjat.

Lopputuloksena kaavion tuli olla sellainen, että sitä voidaan tulevaisuudessa käyttää hyväksi suunniteltaessa uusia putkistoja tai paranneltaessa vanhaa verkostoa. Lisäksi kaavion täytyi tukea päivittäistä kunnossapitoa. Kaavio piirrettiin sähköiseen muotoon, jotta se palvelisi paremmin käyttötarkoitustaan ja jotta sitä voi hyödyntää mahdollisimman paljon. Piirtämiseen käytettiin AutoCad 2010- sovellusta, johon luotiin oma blokkikirjasto yleisimmistä vesivarusteista, lisäksi kaavion hahmottamisen parantamiseksi väritettiin kuuma- ja kylmävesilinjat niitä kuvaavilla väreillä.

2. Saarioinen

2.1 Konserni

Perheyhtiö Saarioinen valmistaa einesruokia suomalaisiin ruokapöytiin. Päätuotteita ovat valmisruuat, lihat, lihajalosteet, marja- ja hedelmäsäilykkeet sekä salaatti- ja grillauskastikkeet. Ruokien valmistus alkoi Sahalahdella Saarioisten kartanossa jo 1940-luvulla, osakemuotoiseen toimintaan Saarioinen siirtyi vuonna 1955. Tänä päivänä Saarioinen työllistää keskimäärin 2138 henkilöä kuudella paikkakunnalla Suomessa. Huomattavaa on 60 prosentin naisten osuus koko työvoimasta. Saarioisilla on lisäksi tehdas Viron Raplassa, emoyhtiö sijaitsee Tampereella, missä hoidetaan myynti, markkinointi ja muut hallinnolliset asiat. Alla kuviossa yksi on esitetty Saarioisten konserni.

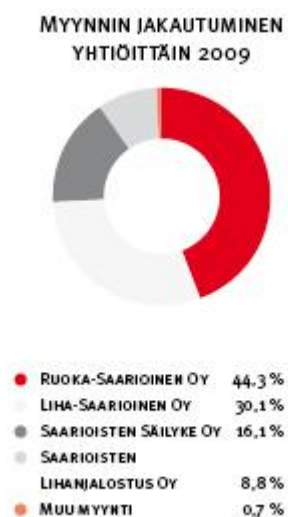


Kuvio 1. Saarioisten konserni

Suomen tuoreesta valmisruuasta Saarioinen valmistaa yli 40 prosenttia ja on markkinajohtaja. Joulukuusi on tavallisesti ollut Saarioisille tärkeää sesonkia. Joulun valmisruokamyynnistä Saarioinen vastaa 80 prosentin osalta, jolloin kokonaismarkkinaosuus nousee yli 50 prosentin. /10/

2.2 Valkeakosken ruokatehdas

Valkeakoskella sijaitseva ruokatehdas valmistaa päivittäin noin yhdeksän tonnia ruokaa. Tehdas työllistää keskimäärin 380 henkilöä ja on näin ollen Saarioisten toiseksi suurin tehdas. Suurin on Kangasalla sijaitseva valmisruokatehdas ja broileriteurastamo, joka työllistää keskimäärin 835 henkilöä. Kangasalan päivittäinen tuotanto on noin 140 tonnia. Kuvioista kaksi voidaan todeta myös myynnin jakautuvan yllä kerrotun järjestyksen mukaisesti.



Kuvio 2. Myynnin jakautuminen yhtiöittäin

Valkeakoskella ruokatehtaan yhteydessä sijaitsee myös keskuslähettämö, joka työllistää keskimäärin 138 henkilöä. Kaikki Saarioisten tuotteet kulkevat keskuslähettämön kautta. Saarioinen on pyrkinyt automatisoimaan keskuslähettämön toiminnan, jotta se voisi toimia entistä tehokkaammin ja palvella näin kauppiaita paremmin. /10/

Valkeakosken ruokatehtaan tuoteryhmään kuuluu leipomotuotteita ja lihavalmisteita. Alla on esitetty kuviossa kolme Valkeakosken ruokatehtaan tuoteryhmiä.

Leipomotuotteet:	Lihavalmisteet:
Pizzat	Lihavalmisteet
Italianleivät	Kypsät lihatuotteet
Lihapiirakat	
Karjalanpiirakat	

Kuvio 3. Valkeakosken ruokatehtaan valmistamia tuotteita

Tehdas voidaan jakaa näiden tuoteryhmien perusteella kahteen osaan leipomo- ja lihapuoleen.

2.3 Lopputyö Valkeakosken Liha- Saarioisilla

Lopputyöni sijoittuu ruokatehtaan leipomopuolen teknisiin tiloihin ja niiden käyttövesiputkien kartoitukseen. Varsinaisia lämpöhuoneita on kaksi, joihin vesi johdetaan teknisen tilan kautta, jossa on kunnalliseen vesijohtoverkkoon liittymä. Saarioinen käytti vuonna 2009 7.6 litraa vettä yhtä tuotekiloa kohti. Tämä vesi kulkee aluksi kunnallista vesijohtoverkkoa pitkin tehtaalle, jossa se joko lämmitetään tai johdetaan kylmänä vesipisteelle. Saarioinen on pyrkinyt vuosittain vähentämään vedenkulutuksen osuutta tuotekiloa kohti taloudellisista ja ympäristöllisistä syistä. /10/

Vettä käytetään laajasti Valkeakosken ruokatehtaan ruoanvalmistusprosessissa. Käyttövettä käytetään paljon hygienia syistä, esimerkiksi käsienvesipaikkoja löytyy useita. Vettä kuluu paljon myös itse prosessissa, valmistus linjat käyttävät vettä tuotteiden valmistuksessa, liikuttelussa ja linjojen pesussa.

3. Vesijohdot ja viemärit

Suomessa toimi vuonna 2002 1359 vesilaitosta, joihin oli liittynyt 90 prosenttia koko Suomen väestöstä. Jäteveden puhdistamoja Suomessa oli 556 kappaletta ja niiden piirissä oli 81 prosenttia väestöstä. Vettä kulutettiin 242 litraa päivässä asukasta kohti. Yli puolet asukkaiden käyttämästä vedestä tuotettiin pohjavedestä. /8/

Suurimmalla osalla henkilöiden käyttämästä kylmästä vedestä, 40 prosenttia, käytetään WC:n toiminnan ylläpitämiseen. Seuraava käyttökohde 27 prosentilla on peseytyminen, lopuksi jää keittiössä käytetty vesi 20 prosentilla ja pyykinpesuun käytetty vesi 13 prosentilla. Talvella kylmän käyttöveden lämpötilan ollessa alimmillaan saattaa lämpimän veden kulutus olla, jopa 50 prosenttia kokonaisveden kulutuksesta.

Kiinteistöt liittyvät usein kunnalliseen vesi- ja viemäriverkkoon kiinteistön sijaitessa taajamassa. Liittymästä vesi ohjataan kulutusmittarin kautta käyttöpisteisiin, sekä käyttöveden lämmityslaitteistoon. Rakennuksen sisälle sijoitetut vesiputket, ovat yleensä kuparia tai muovia. Muoviputkissa virtaa todennäköisimmin kylmää vettä. Tontilla sijaitsevat putket ovat myös yleisesti muovisia. /3/

Lämmin käyttövesi tuotetaan usein keskitetysti. Lämmin vesi aiheuttaa enemmän korroosiota, koska se on happipitoista. Tämän vuoksi järjestelmään ei saa asentaa helposti syöpyviä materiaaleja, kuten teräsputkia. Käytettäessä lämmittävänä aineena jotain muuta, kuin vettä on käyttövedenkiertopiiri erotettava kaksoisvaipalla lämmityspiiristä. Lämmin vesi tulisi pitää aina yli +55 °C legionaalibakteerin lisääntymisen estämiseksi.

Lämpimän veden putkiverkko varustetaan kiertovesiverkolla, jonka tarkoituksena on, ettei varsinaisen lämpimän käyttöveden lämpötila laske alle sallitun rajan, jolloin veden lämpötila olisi otollinen mikrobienkasvulle. Lämmin vesi siis kiertää järjestelmässä

koko ajan, eikä pitkän tauon jälkeen tarvitse laskea koko putkiston jäähtynyttä vettä ensin pois. /4/

Huoneisiin, joissa on vesipiste, on järjestetty viemärointi. Märät tilat varustetaan lattiakaivoilla. Viemäroiden putkimateriaalina on muovi. Viemäriputkien tuuletus hoidetaan pystylinjan jatkumisena katolle. Jotta viemäri toimisi sille tarkoitettulla tavalla, täytyy viemäriputkessa olla kallistusta. Tästä syystä viemäriputki tarvitsee enemmän tilaa verrattuna sen ulkohalkaisijaan. Sadevedet johdetaan yleisimmin omaan linjastoonsa, mutta vanhoissa viemäriverkoissa sadevedet voidaan vielä johtaa viemäriputkeen. /3/

4. Vesijohtoverkostot rakennuksissa

Vesijohdot ovat yleensä sijoitettu asuinrakennuksessa samaan railoon viemäriin ja muiden johtojen kanssa. Sijoittelulla pyritään välttämään muiden tilojen haittaavaa käyttöä, esimerkiksi kerrostalossa on putkiverkolle edullisempaa, että asuntojen märkätilat ovat keskitetyt ja päällekkäin. Putkien asettelu on suunniteltava niin, että mahdolliset vuodot havaitaan mahdollisimman aikaisin. Putkia ei esimerkiksi tulisi asentaa lattiaan, varsinkaan maapohjaiseen, vuodon vaikean havainnoinnin takia. /3/

4.1 Tarvikkeet

Vesijohtoverkoston tarvikkeita ovat esimerkiksi vesijohtoputket, kalusteet, säiliöt yms. vesijohtoasennukseen liittyvät laitteet. Laitteiden olisi hyvä täyttää tyyppihyväksynät ja standardit. Tällä vältytään lisäselvityksiltä laitteita asennettaessa vesijohtoverkkoon. Muita tarvikkeiden vaatimuksia ovat esimerkiksi:

- virtaama
- äänenkehitys
- lämpötilankestävyys
- paineenkestävyys
- korroosionkestävyys

4.2 Putkien käyttö elintarvike tehtaassa

Elintarviketehtaassa veden saumaton kulku on erityisen tärkeää. Hygieniavaatimukset ovat niin korkeat, että onnistuneen tuotteen valmistuksessa tarvittava vesi pitää olla puhdasta ja sitä pitää olla saatavilla saumattomasti. Vettä käytetään erityisesti valmistukseen, pesemiseen ja huuhtelemiseen. Elintarviketehtaassa tuotteiden valmistukseen kuten keittämiseen on oltava vettä saatavilla.

Tuotantotiloissa on useita vesipisteitä, kuten käsienvesipisteitä, huuhteluletkuja ja tuotantokoneita. Koneet ja laitteet pestään päivittäin valmistuksien välissä, jotta tuotteista tulee puhtaita ja oikeanlaatuisia. Vettä pitää kulkea koneisiin oikea määrä, jolloin se vaatii vesiputkistolta paljon. Putkisto pitää olla oikein suunniteltu ja putkien pitää olla oikean kokoisia. Vettä pitää olla koko ajan saatavilla.

Myös tuotantotilojen lattiat ja koneet pestään päivittäin aina käytön jälkeen, ettei epäpuhtauksia pääse kulkeutumaan tuotteisiin. Tästä johtuen tuotantotiloihin on asennettuna pesuvesipisteitä, joista saadaan valmista pesuvettä sekä myös tavallisia vesiletkuja huuhtelua varten.

4.3 Valkeakosken ruokatehtaan sisäinen vesijohtoverkosto

Vesiliittymiä on kaksi ruokatehtaalla, yksi leipomonpuolella ja yksi lihapuolella. Leipomonpuolen tarvittava käyttövesi lämmitetään lämmönvaihtimissa, joko kaukolämmöllä tai maakaasusta tuotetulla vesihöyryllä. Samoissa lämmönvaihtimissa lämmitetään tehtaan keskuslämmitysvesi. Lämmin ja kylmä käyttövesi johdetaan kahdesta lämpöhuoneesta kahdella runkoputkistolla tehtaan välikattoon, jossa on tekninen tila. Siellä toinen runkoverkosto laajenee tehtaan pituussuuntaan, josta lähtee pistoputket tarvittaville vesipisteille, esimerkiksi tuotantolinjoille. Toinen runkoverkosto on suppeampi ja kulkee mm. tehtaan sosiaali-tiloihin, ruokalaan ja lopulta lihatehtaanpuolelle.

Seuraavissa kappaleissa on esitelty yleisimpiä vesijohtoverkon varusteita, kuten putkien materiaaleja, venttiilejä ja pumppuja. Tarvitsin näitä tietoja voidakseni tuottaa tarvittavan tiedon sähköiseen putkikaaviomalliin. Valmis putkikaavio on liitteenä.

5. Vesijohtoputket

Putkistojen materiaalit ovat aikojen kuluessa muuttuneet paremmiksi ja kestävämmiksi. Valurautaisten putkien osuus on pienentynyt uudisrakentamisessa ja muoviputket ovat nykyään halvempi ja kestävämpi rakennus tapa. Huomattavaa on myös, etteivät putkien koot ole olleet aina standardoituja, eivätkä putkien materiaaliominaisuudet vastanneet tosiaan. Tämä johti putkien eriaikaiseen kulumiseen ja vesivahinkojen syntyyn. Veden laatu on yksi merkittävä tekijä putkien materiaalin valitsemisessa ja niiden laadussa. Veden laatuun vaikuttaa esimerkiksi maku, haju, väri ja bakteeripitoisuus. /3/

Tästä syystä on tärkeää, että putket täyttävät niille asetettuja vaatimuksia. Jotta vesijohtoputki täyttää sille asetetut vaatimukset tulee sen olla:

- kestävä jatkuvaa vesijohdossa olevaa painetta vastaan
- veteen liukenematonta materiaalia; putkesta ei saa tulla makua veteen
- jos putkesta kuitenkin liukenee materiaalia veteen, tulee sen olla terveydelle vaaratonta
- vastustuskykyinen veden syövyttävälle vaikutukselle
- valoa läpäisemätöntä
- helposti asennettavissa

Yleisemmät vesijohtoputkimateriaalit ovat: kupari, muovi ja valurauta.

5.1 Valurautapaineputket

Valurautapaineputkia käytetään suurimittaisissa yleisten vesijohtoverkostojen rakentamisessa, tosin muoviputket ovat yleistyneet 1980 jälkeen todella nopeasti. Materiaalit ovat yleensä harmaa- ja pallografiittivalurauta. Valurautaputken etuna voidaan pitää sen hyvää kestävyyttä maan, sekä veden aiheuttamaa korroosiota vastaan, tästä johtuen putkistot ovat yleensä pitkäikäisiä, jopa 60...80 vuotta. Lisäksi putkea valmistetaan useissa eri halkaisijoissa ja pituuksissa. Valurauta on halpa putkiverkostojen rakennusmateriaali.

Taulukossa yksi on esitetty valurautaputkien standardin SFS-EN 877 mukaisia valurautaputkien halkaisijan mittoja. Harmaan valuraudan materiaaliominaisuuksista johtuen on se materiaalina kovaa, eikä näin ollen kestä kolhuja tai suurta mekaanista kuormitusta.

Taulukko 1. Valurautaputkien ja putkiyhteiden mitat, mitat millimetreinä (SFS-EN 877)

DN	Ulkohalkaisija DE		Seinämän paksuus	
	Nimellisarvo	Toleranssi	Nimellisarvo	Minimiarvo
40	48	+2 -1	3.0	2.5
50	58	+2 -1	3.5	3.0
70	78	+2 -1	3.5	3.0
75	83	+2 -1	3.5	3.0
100	110	+2 -1	3.5	3.0
125	135	+2 -2	4.0	3.5
150	160	+2 -2	4.0	3.5
200	210	+2.5 -2.5	5.0	4.0
250	274	+2.5 -2.5	5.5	4.5
300	326	+2.5 -2.5	6.0	5.0
400	429	+2 -3	6.3	5.0
500	532	+2 -3.5	7.0	5.2
600	635	+2 -4	7.7	5.8
<p>HUOM 1 Maissa, joissa nimelliskoko DN60 ja DN80 mainitaan vielä sovellusstandardeissa, voidaan näitä nimelliskokoja yhä käyttää.</p> <p>HUOM 2 DN 75 on sallittu paikallisten tapojen, sekä olosuhteiden mukaisesti ennen yhdenmukaistamista.</p>				

Valurautaputkia valmistetaan, joko keskipako- tai hiekkavaluina. Keskipakovaluna valmistettu putki on kestävämpi ja tiiviimpi rakenteeltaan. Hiekkavaluputki, johtuen valmistusmenetelmästä, on heikompi ja kiderakenteeltaan epätasaisempi. Putket lämpökäsitellään valmistuksen jälkeen, jotta niitä voidaan tarvittaessa työstää, esimerkiksi porata.

Alla, taulukossa kaksi on esitetty standardin SFS-EN 877 mukaiset valurautaputkien suurimmat sallitut Brinell kovuudet, sekä pienimmät sallitut vetolujuudet. Lisäsuojana

korroosiota vastaan valurauta putket upotetaan bitumiseokseen. Bitumiseos ei saa sisältää aineita, jotka erittävät hajuja tai makuja veteen. Seoksesta ei myöskään saa liueta mitään veteen. /4/

Taulukko 2. Valurauta putkien mekaaniset ominaisuudet (SFS-EN 877)

Valun tyyppi ja materiaali ¹⁾	Pienin sallittu vetolujuus MPa	Pienin sallittu rengaslitistyslujuuus MPa	Suurin sallittu Brinell kovuus HB
Putket			
- harmaarauta	200	350 ²⁾	260
- pallografiittivalurauta	420	-	230
Putket ja lisätarvikkeet			
- harmaarauta	150	-	260
- pallografiittivalurauta	420	-	250

¹⁾ Muuntyyppisen valuraudan tulee täyttää harmaaraudalle asetetut vaatimukset.
²⁾ 332 MPa nimelliskoolle, joka on suurempi tai yhtä suuri kuin DN 250

Työssäni löytyi vain yksi valurauta putki, joka oli Valkeakosken kunnan vesijohtoverkon liittymä tehtaan teknisessä tilassa.

5.2 Teräsputket

Teräsputket olivat aiemmin yleisin putkiverkostojen rakennusmateriaali. Sitä käytettiin vesilaitoksissa runkoverkoissa ja kiinteistön sisäisissä putkissa. Teräsputkia valmistetaan kahdenlaisia: saumattomia, sekä saumallisia. Pienemmät saumattomat putket valmistetaan vetämällä vetopenkissä. Suuremmat 40...600 mm putket valmistetaan normaalisti valssaamalla.

Saumalliset putket valmistetaan teräslevystä, joka taivutetaan ja sauma hitsataan erityisissä putkenhitauskoneissa. Saumallisia putkia valmistetaan käytännössä kaikkia tarvittavissa olevia kokoja. Teräksen materiaaliominaisuuksista johtuen putket voidaan valmistaa keveimmiksi, lisäksi teräsputket kestävät hyvin mekaanista rasitusta.

Teräsputkissa ei esiinny valurautaputkien tapaista materiaalin epätasaisuutta, vaan ne ovat tasalaatuisia.

Sinkittyjä kierteillä varustettuja putkia käytetään kylmävesi putkina sisäjohtoasennuksissa. Putket on kuumasinkitty, sekä sisä-, että ulkopuolelta, tämä parantaa putkien syöpymiskestävyyttä. Kuumasinkittyjen teräsputkien kestoikä kylmävesijohtoina on 30...50 vuotta. Alla taulukossa kolme esitetään yleisimmät keskiraskaat sinkityt teräsputket.

Taulukko 3. Keskiraskaat sinkityt teräsputket (Suomen kunnallistekninen yhdistys)

NS		Ulkohalkaisija Du mm	Seinämän paksuus (s) mm	Sileän putken paino kg/m
mm	in			
15	1/2	21.3	2.65	1.22
20	3/4	26.9	2.65	1.59
25	1	33.7	3.25	2.44
32	1 1/4	42.4	3.25	3.14
40	1 1/2	48.3	3.25	3.51
50	2	60.3	3.65	5.10
65	2 1/2	76.1	3.65	6.51
80	3	88.9	4.05	8.47
100	4	114.3	4.50	12.1
125	5	139.7	4.85	16.2
150	6	165.1	4.85	19.2

Putkien toimituspituus on keskimäärin kuusi metriä. Molempia hitsattuja tai saumattomia teräsputkia voidaan kuumasinkitä. Sinkkiseoksen kemiallisen koostumuksen suurimmat sallitut epäpuhtaudet standardin SFS 3314 mukaan on esitetty taulukossa neljä. /4/

Taulukko 4. Kuumasinkitykseen käytetyn seoksen epäpuhtauksien ja lisäaineiden suurimmat sallitut pitoisuudet (SFS 3314)

alumiini	Al	0.1 %
antimoni	Sb	0.01 %
arseeni	As	0.02 %
lyijy	Pb	0.8 %
kadmium	Cd	0.01 %
kupari	Cu	0.1 %
vismutti	Bi	0.01 %
tina	Sn	0.1 %

5.3 Kupariputket

Kupariputkia on käytetty vesiputkina jo yli sadan vuoden ajan. Tästä johtuen kupariputket ovat erittäin hyvin tutkittuja ja testattuja. Kupari on monille vesijohtoverkostoissa eläville bakteereille myrkyllistä ja näin ollen takaa paremman veden laadun. Kupari kestää hyvin ilman, maaperän ja veden aiheuttamaa syövyttävää vaikutusta. Syöpymiskestävyys johtuu kuparin kuulumisesta sähkökemiallisessa jännityssarjassa jalometalleihin. /1/ /4/

Suurin osa kiinteistön sisäisestä putkistosta on valmistettu kuparista. Putkisto on suhteellisen pitkäikäinen, noin viisikymmentä vuotta, lämminvesiputkina kupariset putket voivat vaurioitua nopeammin. Haittapuolena voidaan pitää sen korkeaa hintaa. Kupariputkia valmistetaan kaikissa tarvittavissa mitoissa. Alla on esitetty taulukko neljä, jossa on standardin SFS-EN 1057 +A1 mukaisia kupariputken mittoja. /4/

Taulukko 4. Kupariputken halkaisija ja seinämän paksuus, mitat millimetreinä (SFS-EN 1057 +A1)

Nimellinen ulkohalkaisija d	Nimellinen seinämäpaksuus e											
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0
6		R		R		R						
8		R		R		R						
10		R	R	R		R						
12		R	R	R		R						
14				R		R						
15			R	R		R						
16						R						
18				R		R						
22					R	R	R	R	R			
28					R	R		R	R			
35						R		R	R			
40						R						
42						R		R	R			
54						R		R	R	R		
64										R		
66.7								R		R		
76.1									R	R		
88.9										R		
108									R		R	
133									R			R
159										R		R
219												R
267												

Yllä olevassa taulukossa neljä kuvataan *R* merkillä suositeltavia mittoja käytettäväksi. Tavoitteena on, että yksittäistä halkaisijamittaa kohti on enintään kolme seinämäpaksuutta ja että rajoitetaan halkaisijamittojen lukumäärää.

Kupariputket valmistetaan elektrolyyttikuparista, jonka puhtausaste on 99.95 prosenttia. Putkien muoto saadaan valmistamalla aluksi putkiaiho, jota sitten vetopenkissä tuurnaa apuna käyttäen työstetään haluttuun putkikokoon asti. Vetovaiheiden välillä putkiaihiolle suoritetaan tarvittavat pehennyshehkutukset. Kylmävedetty putki toimii hyvin vesiputkenä, mutta, jos halutaan helposti taivutettavaa putkea, pehennetään putki vielä viimeisen vetovaiheen jälkeen.

Alla taulukossa viisi on esitetty kupariputken valmistamiseen käytetyn materiaalin ominaisuudet standardin SFS-EN 1057 +A1 mukaan.

Taulukko 5. Kupariputkien materiaaliarvoja (SFS-EN 1057 +A1)

Tila		Nimellinen ulkohalkaisija d mm		Murtolujuus R _m MPa	Venymä A %	Kovuus (ohjeellinen) HV 5
standardin EN 1173 mukainen tunnus	yleinen kuvaus	min.	max.	min.	min.	
R220	hehkutettu	6	54	220	40	(40...70)
R250	puolikova	6	66.7	250	30	(75...100)
		6	159		20	
R290	kova	6	267	290	3	(min. 100)
HUOM 1 Sulussa olevat kovuusarvot, eivät ole tämän eurooppalaisen standardin vaatimuksia, vaan ovat vain ohjeellisia. HUOM 2 1 MPa = 1 N/mm ² . HUOM 3 Haurasmurtuman välttäminen: Kuparissa ei pintakeskisen kuutiollisen kiderakenteensa ansiosta esiinny transitiolämpötilailmiöitä, kuten joillakin muilla materiaaleilla.						

Vesijohtoasennuksiin käytettäviä putkia toimitetaan, joko kovina tai hehkutettuina. Kovuus on verrannollinen muokkausasteeseen. Putket voivat toimitushetkellä olla suoria tai kiepillä. Suorien putkien pituus on kolme tai viisi metriä, kiepillä olevaa putkea saa pisimmillään viisikymmentä metriä. Pinnoitusmateriaalina käytetään yleisesti muovia ja kromia.

Lämpöhuoneiden yleisin putkimateriaali oli kupari, lisäksi jälkiasennuksina tehtyihin putkiin oli käytetty ruostumatonta terästä. Putkia oli lähes kaiken kokoisia ja lämminvesi putket olivat enimmäkseen eristetyt lasivillalla. /4/ 9/

5.4 Ruostumattomat teräsputket

Ruostumaton teräs on toistaiseksi harvinainen vesiputki materiaalina. Ruostumaton teräs sisältää kromia yli kymmenen prosenttia. Kromin vaikutuksesta teräs on erittäin korroosion kestävä. Kromi reagoi hapen kanssa muodostaen ohuen läpinäkyvän suojaavan kromioksidikalvon teräksen pinnalle. Tätä kerrosta kutsutaan passivaatiokerrokseksi. Suurimpia toimialoja ruostumattoman teräksen käyttäjinä ovat kotitaloustarvike-, prosessi-, elintarvike- ja kuljetusvälineteollisuus. Taulukossa kuusi on esitetty yleisiä putkikokoja ruostumattomille teräsputkille standardin SFS 4161 mukaan.

Taulukko 6. Hitsatut, ruostumattomat teräsputket (Suomen kunnallistekninen yhdistys)

Nimelliskoko DN <i>mm</i>	Ulkohalkaisija <i>mm</i>	Seinämän paksuus <i>mm</i>	Paino <i>kg/m</i>
10	17.2	1.6	0.62
15	21.3	1.6	0.79
20	26.9	1.6	1.01
25	33.7	1.6	1.29
32	42.4	2.0	2.02
40	48.3	2.0	2.31
50	60.3	2.6	3.76
65	76.1	3.2	5.84
80	88.9	3.2	6.86
100	114.3	4.0	11.10

Tehtaan teknisissä tiloissa ja lämpöhuoneissa ruostumatonta terästä oli pääasiassa käytetty jälkiasennuksena tehdyissä putkissa. Tehtaassa yleisesti käytettiin paljon ruostumatonta teräsputkea tuotannon tiloissa. Putkimateriaalin etuna on sen pinnan pitäminen puhtaana ja se kestää useita pesuja, sekä suurta kosteutta.

5.5 Muovipaineputket

Suomi oli ensimmäisten maidein joukossa 1950-luvulla, jotka ottivat muoviputket käyttöön Euroopassa. Nykyisin Suomen vesi- ja viemäriverkosta 80 prosenttia on valmistettu muoviputkista. Luku onkin selvästi enemmän, kuin keskieuropalainen keskiarvo on. Muoviputkia käytetään monissa sovelluksissa kuten vesi-, hule-, ja jätevesiverkoissa, kaukolämpöverkoissa, kaasuputkina sekä prosessiputkistoissa.

Muoviputkia on pääosin neljää eri materiaalia, näitä ovat polyvinyylidikloridi (PVC), polyeteeni (PEL,PEH), polybuteeni (PB) ja ns. PEX- paineputki.

Putken materiaali määrää sen materiaaliominaisuudet, esimerkiksi PVC hiiltäytyy +220 °C:ssa ja se on haurasta kylmällä ilmalla. Polyeteenipaineputkia toimitetaan kovana tai pehmeänä, molemmat putket ovat aina väriltään mustia, kun taas PVC on väriltään tummanharmaata. Vesijohtoasennuksissa putkien täytyy kestää 10 bar:in paine, eikä niistä saa liueta veteen aineita, jotka ovat terveydelle vaarallisia.

Muoviputket kestävät erittäin hyvin maaperän ja veden aiheuttamaa syöpymää. Lisäksi putkien sileällä sisäpinnalla on lähes sama painehäviö, kuin vastaavan halkaisijan kupariputkella. Muoviputket ovat verrattain halpoja käyttää ja asentaa, niillä on lisäksi pitkä käyttöikä.

Muoviputkien valmistus tapahtuu suulakemenetelmällä. Suulakemenetelmässä on etuna työprosessin keskeytymättömyys, jolla teoriassa voidaan valmistaa loputtoman pitkiä putkia. Tästä on etuna vähemmän vuotavia liitoksia ja helpompi asennus esimerkiksi suoraan maahan kelalta. Putkien standardoidtuja halkaisijamittoja on kaikkia tarvittavia kokoja aina 12...2000 mm asti. /4/ /9/

6. Vesijohtovarusteita

6.1 Lämmönvaihtimet

Lämmönvaihtimilla pyritään siirtämään energiaa lämpimämmästä aineesta kylmempään aineeseen mahdollisimman hyvällä hyötysuhteella. Lämpöenergian siirto tapahtuu väliaineessa, eikä lämmittävän ja lämmitettävän aineen välillä tapahdu vaihtoa. Esimerkiksi tehtaan kaikki lämminvesi lämmitettiin lämmönvaihtimissa kaukolämmöllä tai höyryllä.

Lämmönvaihtimen rakenne vaihtelee koon ja käyttötarkoituksen mukaan. Yleisesti lämmin aine kulkee, joko samaan suuntaan kylmän aineen kanssa, tai sitä vastaan. Lämmönvaihtimessa erisuuntiin kulkevalla aineella saavutetaan parempi hyötysuhde. Suuremmat lämmönvaihtimet ovat putkirakenteisia ja pienemmät aaltokuparilevyistä valmistettuja levylämmönvaihtimia. Putkirakenteiset vaihtimet rakennetaan siten, että ne ovat suljetussa säiliössä, jossa virtaa lämmin aine esimerkiksi vesi. Putket ovat järjestetty vierekkäin ja niiden välistä pääsee vesi kulkemaan. Lämpöenergia siirtyy lämmitettävään aineeseen.

Kupariaaltolevylämmönvaihdin on rakenteeltaan nimensä mukaisesti levyistä tehty pakka. Levyjen väliin jää aineelle tila, johon se johdetaan. Joka toiseen levyyn johdetaan lämmintä ainetta ja toiseen kylmää. Levylämmönvaihtimissa on erittäin suuri pinta-ala, joka parantaa vaihtimen hyötysuhdetta. Levylämmönvaihdin pakka voidaan joissakin malleissa purkaa osiin ja puhdistaa, lisäksi siihen voidaan tarvittaessa lisätä levyjä tai poistaa niitä.

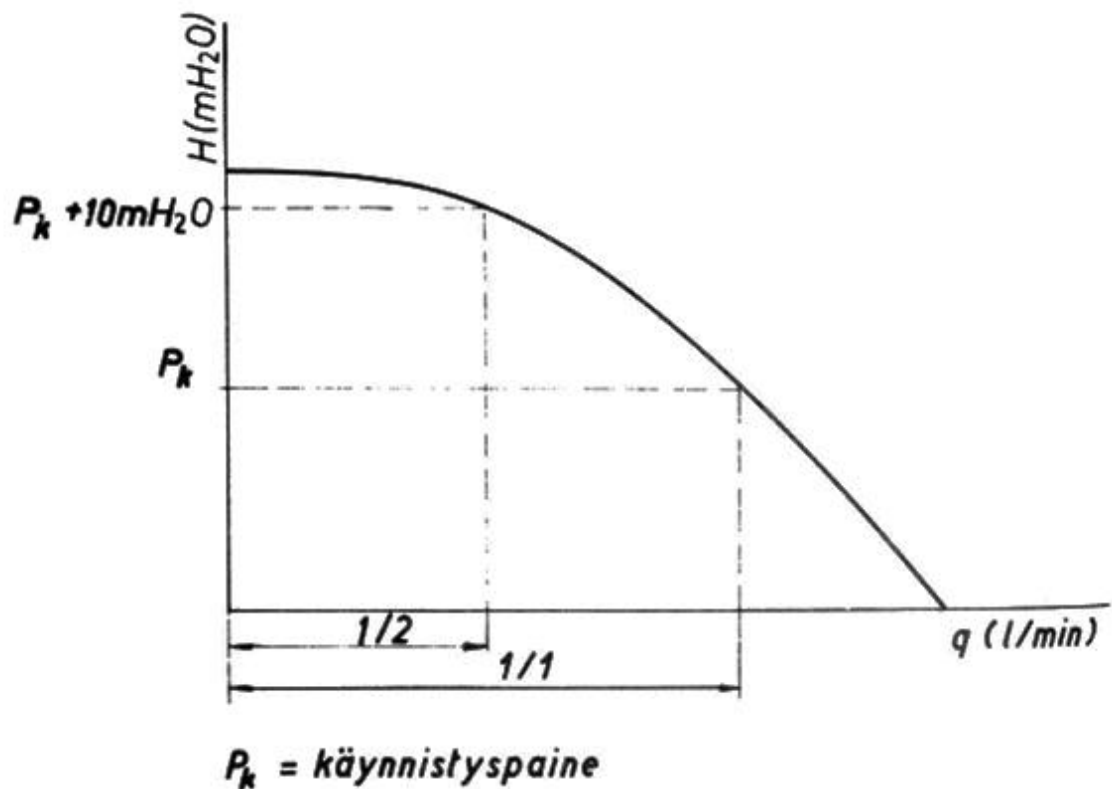
Lämmönvaihtimia valmistetaan useihin erikäyttötarkoituksiin. Vaihtimien koko, materiaali, teho ja tapa siirtää lämpöä vaihtelevat. Suurimmat lämmönvaihtimet ovat voimalaitoksissa. Tehtaan lämpöhuoneissa olevat lämmönvaihtimet olivat lämmittävästä materiaalista huolimatta kupariaaltolevy lämmönvaihtimia.

6.2 Venttiilit ja pumput

Venttiilit ovat yleisin vesijohtovaruste. Tyypillisimpiä venttiileitä ovat kuulasulku-, luisti-, väli- ja vapaavirtausventtiili. Erimallien käyttö valitaan vesilinjastossa liikkuvan veden määrän, putkikoon ja –materiaalin mukaan, näin vaikutetaan esimerkiksi painehäviöihin. Myös hinta ja koko voivat olla ratkaisevia tekijöitä.

Venttiilien tehtävä on eristää osa putkilinjastosta toisistaan, tällöin linjastossa voidaan suorittaa huoltotoimenpiteitä. Venttiilit eivät saa aiheuttaa linjastoon suuria paineiskuja, siksi ne suunnitellaan siten, etteivät ne sulkeudu nopeasti. Hitaasti sulkeutuvia venttiileitä tulee käyttää putkikoosta DN 50 mm lähtien.

Välillä vesijohtoverkon paine voi laskea esimerkiksi suuren kulutuksen johdosta. Alentunutta vesijohtoverkon painetta nostetaan pumpuilla. Paineen nostoon käytetyt pumput ovat usein keskipakopumppuja, niiden ohjaussiivekkeiden materiaalina on pronssi, tai jotain muuta syöpymätöntä materiaalia, akselit ovat usein ruostumatonta terästä. Pumppujen tulisi toimia mahdollisimman sysäyksemättömästi, sekä äänettömästi. Pumpun ominaiskäyrän tulee olla loiva. Alla kuviossa neljä on esitetty paineenkorotuspumpun ominaiskäyrä. Kuten kuviosta kolme selviää, pumpun antama vesivirta q tulee olla vähintään puolet paineen ollessa 100 kPa käynnistyshetken vesivirrasta.



Kuvio 4. Paineen korotuspumpun ominaiskäyrä (Suomen kunnallistekninen yhdistys 1987)

Paineenkorotuslaitteisto on varustettu usein kahdella pumpulla. Pumput kytketään siten, että varapumppu käynnistyy, jos paine laskee alle kytkentä paineen. Myös vuorotteluautomatiikan käyttö on suositeltavaa. Pumppujen ei tulisi aiheuttaa ääntä verkostoon, on siis huomioitava pumpun kiinnitys rakenteisiin ja putkeen. /4/

7. Yleistä vesijohtojen mitoituksesta

Vesijohtojen mitoituksella pyritään vesilaitteisto mitoittamaan niin, että vesikalusteista saadaan tarvittava virtaama. Mitoituksessa tulee kuitenkin huomioida paikalliset paineolosuhteet sekä putkiston halkaisijan pieneneminen sisäpintojen kerrostuessa. Mitoitus aloitetaan selvittämällä veden tarve ja siihen vaikuttavat tekijät. Asuinrakennuksissa tulee huomioida paljon vettä kuluttavat tilat kuten suihkutilat ja

niiden varustus, sekä saunatilat ja pesutuvat. Vastaavasti Liha- Saarioisilla vesijohdon mitoituksen perustana tulisi käyttää paljon vettä kuluttavia laitteita. /4/

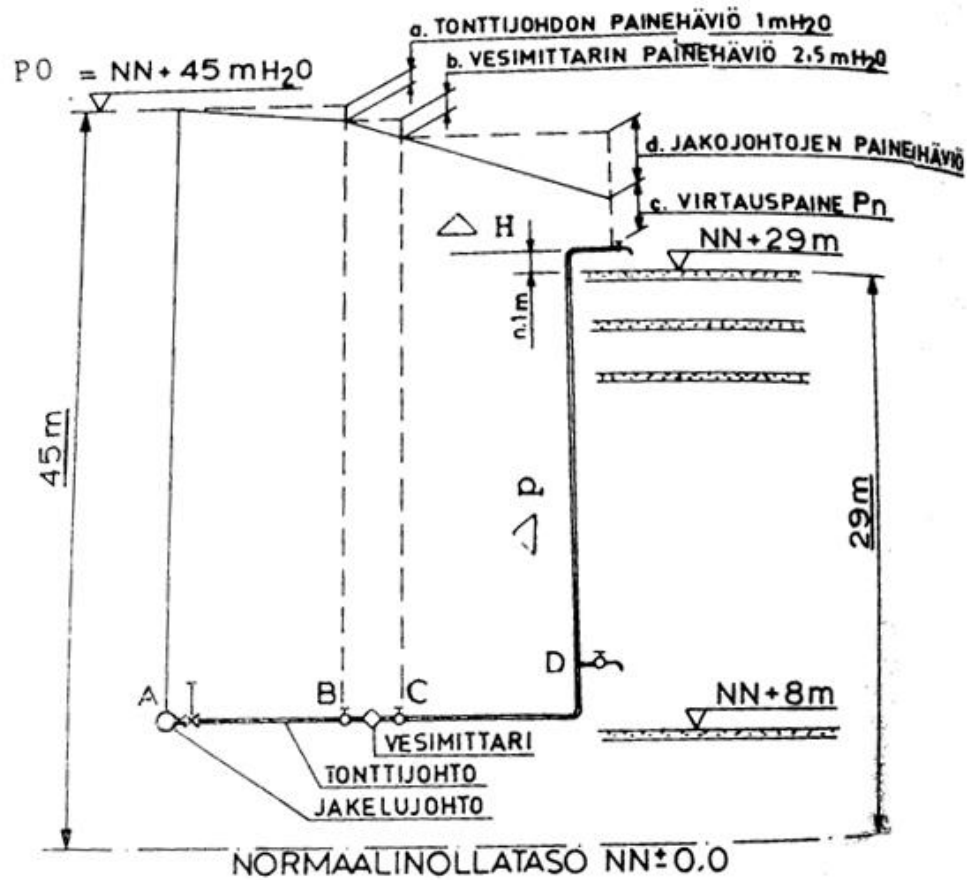
7.1 Mitoitusmenetelmät

Vesijohtoja voidaan mitoittaa suorittamalla painelaskelmamitoitus, käyttämällä taulukkomitoitusta tai suorittamalla laskennallinen mitoitus. Alla on esitetty tarkemmin painelaskelmamitoitus, koska se kiinnostaa pesupumpun toiminnan kannalta suuresti. Pumppu tarvitsee toimiakseen tietyn paineen imupuolelle, muutoin on mahdollista, että pumppu kavitoi. /4/

7.2 Painelaskelmamitoitus

Tutkitaan vesijohtoverkkoa, jossa on jakelu-, tontti- ja jakojohdo. Jakelujohdo on rakennuksen, vaikka Liha- Saarioisten vesiliittymä. Tonttijohdo on vesiliittymästä rakennukseen tuleva vesijohdo. Jakojohdolla vesi siirretään tonttijohdosta rakennuksen sisällä vesipisteelle, vaikka pesupumpulle. Kaikilla näillä putkilla on painehäviö, lisäksi verkkoon kuuluu vesimittari, joka puolestaan aiheuttaa myös painehäviötä.

Jakelujohdossa on tietty vedenpaine, joka on riippuvainen valittuun nollatasoon. Jakelujohdon vedenpaine voidaan ilmoittaa metreinä nollatasosta, kuten kuviossa viisi jakelujohdon vedenpaine on 45 mH₂O. Yllä esitetyt putket, sekä vesimittari aiheuttavat jakelujohdon vedenpaineeseen painehäviöitä, jotka voidaan esittää edelleen metreinä. Jotta saadaan esimerkkinä käytetyn pesupumpun virtauspaine, täytyy pumpun korkeus tietään valittuun nollatasoon nähden, koska sekin aiheuttaa myös painehäviön. /4/



Kuvio 5. Painelaskelma (Suomen kunnallistekninen yhdistys 1987)

Kuviosta viisi voidaan kehittää alla olevat kaavat.

$$P_n(Kv) = P_0 - \Delta H_{Kn} - (\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 \dots n) \quad (1)$$

$$P_n(Lv) = P_0 - \Delta H_{Kn} - (\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta VL + \Delta p_3 \dots n) \quad (2)$$

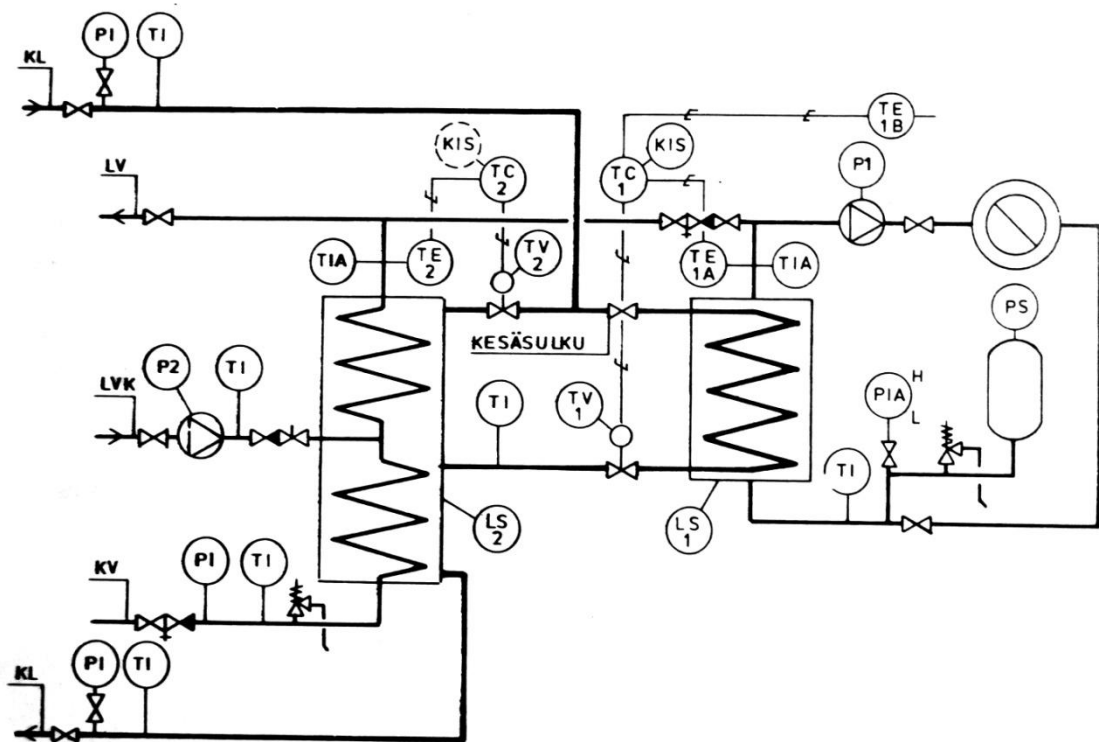
Kaavoilla voidaan laskea virtauspaine kylmälle ja lämpimälle vedelle vesikalusteen kohdalla. Huomattavaa on, jos paine laskee alle vesikalusteen pisteen, kaluste ei toimi oikein. Tällöin verkoston painetta on lisättävä tai putkiston kitkavastuksia pyrittävä vähentämään. /4/

Kaavojen merkinnät:

P_0	alin normaalipaine (NN + 18 H ₂ O)
ΔH	korkeusero (m)
Δp_1	tonttivesijohdon painehäviö (mH ₂ O)
Δp_2	vesimittarin painehäviö (mH ₂ O)
$\Delta p_{3...n}$	jakojohto-osien painehäviöt painehäviö (mH ₂ O)
ΔVL	vedenlämmittimen painehäviö (mH ₂ O)
(Kv)	kylmävesi
(Lv)	lämminvesi

8. LVI- piirustukset

Rakennusten lämpö-, vesi-, viemäri- ja ilmastointilaitteiden piirustuksia kutsutaan yhteisnimityksellä LVI-piirustukset. Näitä piirustuksia käyttävät suunnittelijat suunnitteluvaiheessa, viranomaiset lupia myöntäessään ja rakentajat uudisrakentamisessa tai saneerauskohteissa. Piirustuksen tehtävä on varastoida tietoa piirrettävästä kohteesta. Siksi piirustuksia onkin suunniteltu erilaisia, esimerkiksi asemapiirustuksessa on olennaisempaa rakennuksen tontilla olevat vesijohdot, kuin rakennuksen sisällä oleva vesijohtoverkko. Ja vastaavasti linjapiirustuksesta käy ilmi rakennuksessa olevat vesijohtokalusteet ja niihin menevät putket ja viemäri. Alla esitetyssä kuviossa kuusi on kuvattuna kaukolämmitysjärjestelmän alakeskuksen toimintakaavio. /2/








Kuvio 6. Kaukolämmitysjärjestelmän alakeskuksen toimintakaavio (Pere 2004)

8.1 Piirrosmerkkien käyttö

Kaaviossa käytetään ennalta sovittuja piirrosmerkkejä kuvaamaan todellisia laitteita. Piirrosmerkkien tulisi antaa kuvan lukijalle havainnollinen käsitys laitteiden todellisesta koosta. Huomioitavaa on myös, että laitteet, jotka ovat tärkeitä toiminnan kannalta, piirretään niiden toimintaa vastaavaan asentoon. Jos on tarve kehittää paremmin kuvaava piirrosmerkki, niin standardoituja merkkejä yhdistelemällä voidaan luoda paremmin piirustukseen soveltuva merkki. Lopputyössäni piirsin itse piirrosmerkit standardin SFS 4286 mukaisiksi ja käytin niitä putkikaaviossa. Alla taulukossa seitsemän on esitetty yleisimmät piirrosmerkit, joita käytin työssäni. Standardista poikkeavat merkit lisättiin kuvaan selventävillä teksteillä.

Taulukko 7. Kaaviokuvassa käytettyjä yleisimpiä piirrosmerkkejä

	normaalisti avoin venttiili
	normaalisti kiinni oleva venttiili
	pumppu
	laippaliitos
	putkien risteymä

8.2 Kaaviossa esiintyvät muut tiedot

Jotta putkikaaviosta saadaan mahdollisimman hyödyllinen, voidaan siihen lisätä taulukoita, joissa kerrotaan lisätietoja piirretyistä laitteista. Lisäksi kuvaan voidaan lisätä tekstiä tai viivoja selventämään piirustusta. Piirroskohteessani oli lämmönvaihtimia, joihin oli tarpeellista lisätä taulukkoja lisätiedoille. Alla kuviossa seitsemän on esitetty taulukossa esiintyviä tietoja. Kaavioon piirsin myös katkoviivalla tehtaan tekniset tilat parantaakseni kaavion luettavuutta.

Valmistaja	
Artikkeli	
Tyyppi	
Teho kW	
ENSIO	TOISIO
Lämpötila °C	Lämpötila °C
Virtaus dm ³ /s	Virtaus dm ³ /s
Painehäviö kPa	Painehäviö kPa
Tilavuus dm ³	Tilavuus dm ³
Suur.sall.kayttöp. bar	
Suur.sall.sisäll.lämpöt. °C	
Alin sall.sisäl.lämpöt. °C	

Kuvio 7. Lisätietotaulukko lämmönvaihtimista

Koska kaavio piirrettiin käyttövesiputkista, piirsin lämpimän-, kylmän- ja lämpimänkiertovesi putkiston eri väreillä verkon hahmottamisen helpottamiseksi. Kaaviossa punainen vastaa lämminvesiputkea, sininen kylmävesiputkea ja vihreä lämmintä kiertovesiputkistoa. Teknisessä tilassa oli myös vedensekoittimia, joista lähti lämpötilasäädelyä vettä, näitä kuvasin kaaviossa keltaisella värillä.

Kaavioon lisäsin kunnossapidon tarpeisiin putkien halkaisijat ja materiaalit. Putkien materiaaleina oli kupari ja teräs, kupariputket ovat merkitty pelkällä halkaisija mitalla, kun taas teräsputkien halkaisija mitan eteen on lisätty DN. Valmis putkikaavio on esitetty liitteessä yksi.

9. Päätelmät

9.1 Kaaviokuva

Lopputuloksena syntynyt sähköinen putkikaaviomalli täytti sille asetetut vaatimukset. Piirtäminen onnistui kohtalaisen helposti pienen alkuhaparoinnin jälkeen. Vaikka 2-D piirto-ohjelma oli minulle uusi, opin käyttämään sitä melko nopeasti. Ohjelman eritoiminnot tulivat blokkeja myöten tutuiksi.

Kiinnostavaa oli tehdä piirustuksesta katsojalle mahdollisimman helposti luettava ja kuitenkin tarpeeksi tietoa antava. Piirrosmerkkien opiskelu ja niiden hallinta ohjelmassa oli sekä haasteellista, että palkitsevaa.

9.2 Pesupumpun toiminnan ongelmat

Pumpun toimimattomuuteen vaikutti hyvin suurella todennäköisyydellä painehäviöt vesiputkistossa. Vaikkakin varsinaista tutkimusta en päässyt tekemään pumpulle menevän putken vedenpaineesta, koska putki kiersi tähän opinnäytetyöhön kuulumattomien tilojen kautta, voin todeta pumpun käyttäytymisen perusteella painehäviöiden olevan suurin syy.

Putkiston painehäviöitä voidaan poistaa käyttämällä yllä mainittua putkiston paineen korottamiseen erillistä pumppua, kasvattamalla putkien halkaisijaa, pienentämällä putkiston mitoitusvirtaamaa tai hidastamalla veden virtausnopeutta. Lisäksi voidaan pyrkiä pienentämään putkenosien, käyristyksien ja venttiilien aiheuttamia vastuksia. Huomattavaa on, että tehtaalla ei käytetä paineenkorotuspumppua vaan vedenpaine on vesiliittymän hallitsijan tuottamaa.

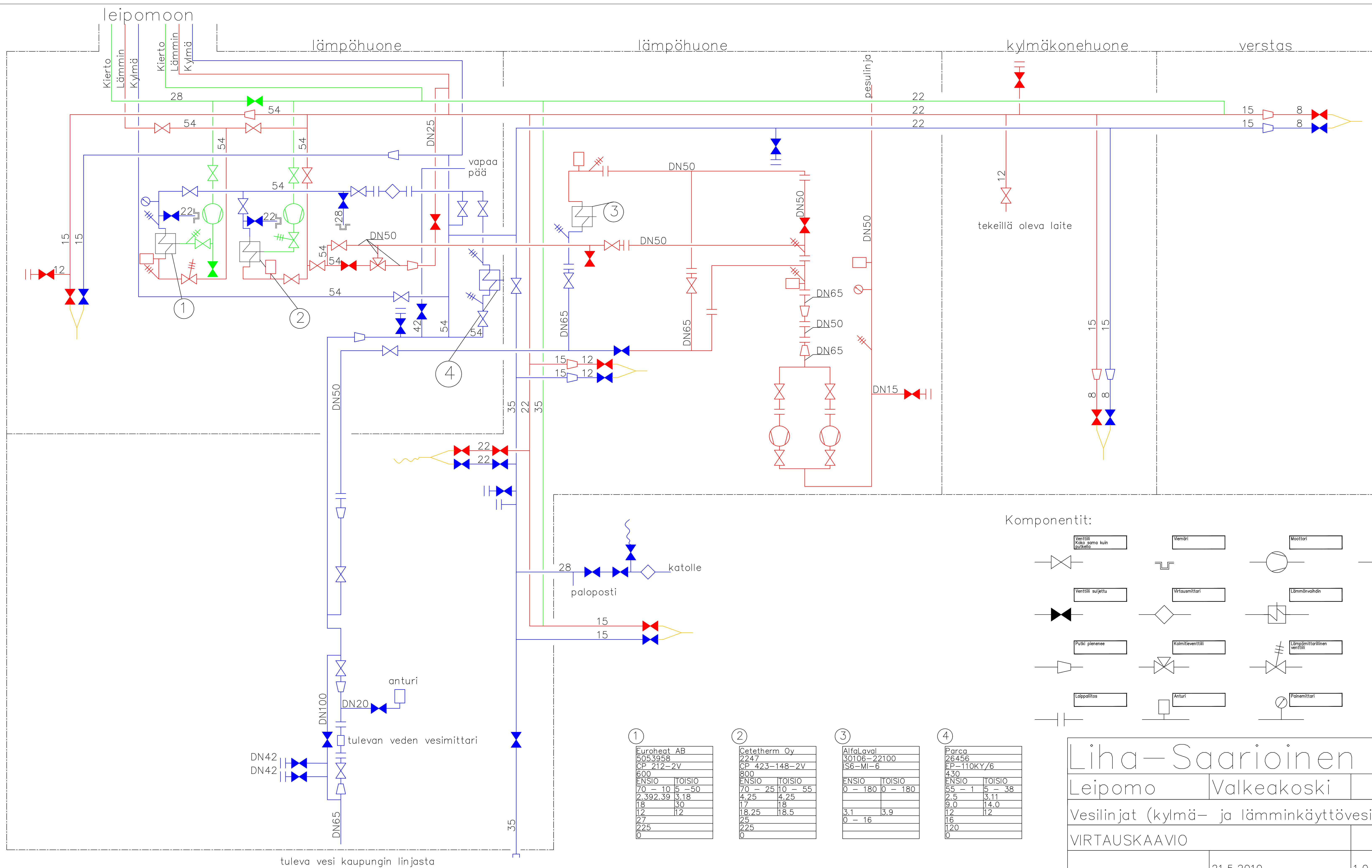
Lähdeluettelo

Painetut lähteet:

- 1 Koivisto Kaarlo, Laitinen Esko, Niinimäki Matti, Tiainen Tuomo, Tiilikka Pentti, Tuomikoski Juho, 2001, Konetekniikan materiaalioppi, 9. painos, Helsinki, Oy Edita Ab
- 2 Pere Aimo, 2004, Koneenpiirustus korkeakouluja varten, Espoo, Kirpe Oy
- 3 Seppänen Matti, Seppänen Olli, 1996, Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka, Jyväskylä, Gummerus kirjapaino Oy
- 4 Suomen kunnallistekninen yhdistys, 1987, Rakennusten vesijohdot ja viemärit, Julkaisu N:o 7/1987, Helsinki, Uusimaa Oy
- 5 Suomen standardisoimisliitto, 2000, Valurautaiset putket, yhteet ja tarvikkeet veden poistamiseen rakennuksista. Vaatimukset testausmenetelmät ja laatuvakuutus, SFS-EN 877, Helsinki, Kyriiri Oy
- 6 Suomen standardisoimisliitto, 1980, Teräsputket. Kuumasinkkipinnoitteet, SFS 3314, Helsinki, Kyriiri Oy
- 7 Suomen standardisoimisliitto, 2010, Kupari ja kupariseokset. Saumattomat pyöreät kupariputket LVI- käyttöön, SFS-EN 1057 +A1, 3. painos, Helsinki, Kyriiri Oy
- 8 Tilastokeskus, 2004, Suomen tilastollinen vuosikirja 2004, Hämeenlinna, Karisto Oy
- 9 Valtanen Esko, 2005, Tekniikan taulukkokirja, 13. painos, Jyväskylä, Genesis Kirjat Oy

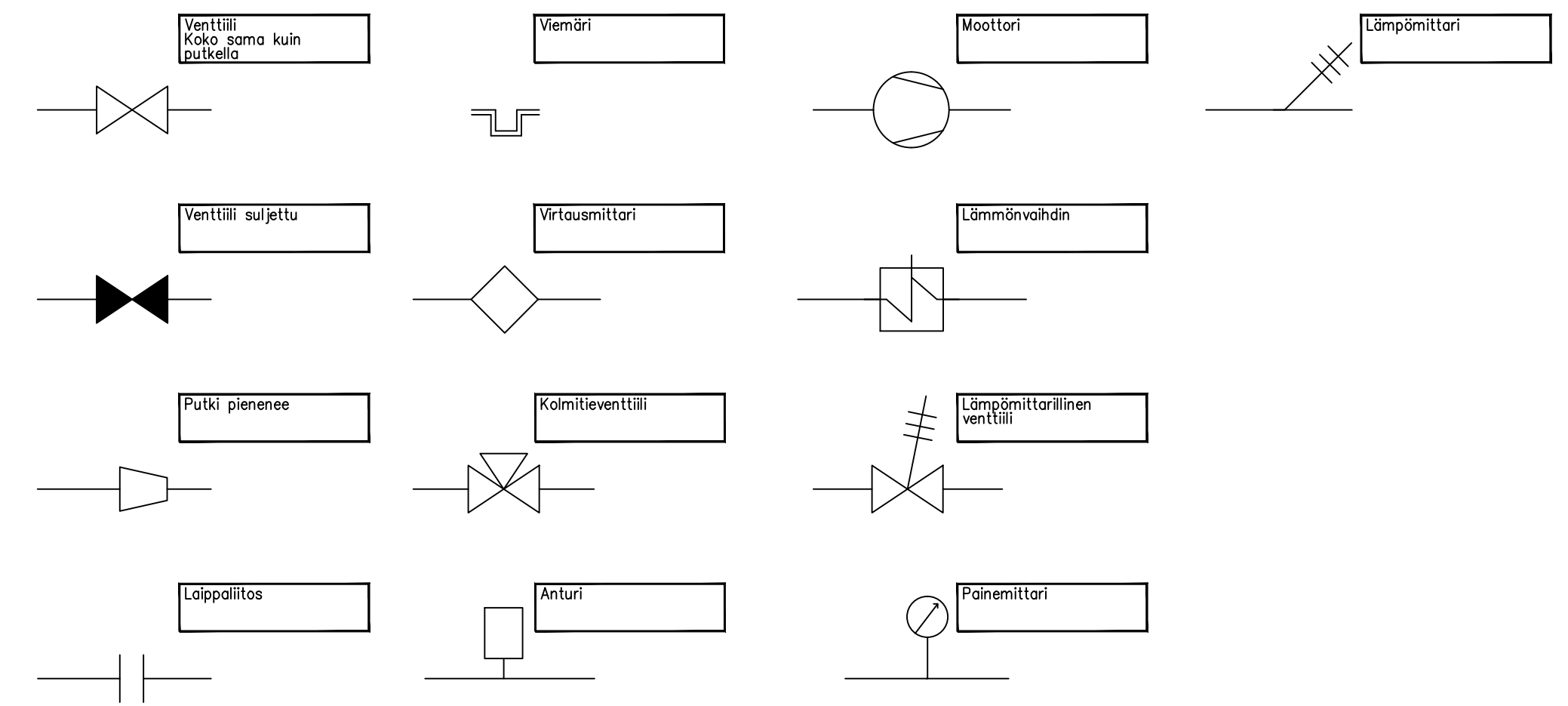
Sähköiset lähteet:

- 10 Saarioinen Oy, Vuosikertomus 1.1.2009-31.12.2009, [pdf]



Valmistaja	
Artikkeli	
Tyyppi	
Teho kW	
ENSIO	TOISIO
Lämpötila °C	Lämpötila °C
Virtaus dm ³ /s	Virtaus dm ³ /s
Painehäviö kPa	Painehäviö kPa
Tilavuus dm ³	Tilavuus dm ³
Suur.sall.käyttöp. bar	
Suur.sall.sisäl.lämpöt. °C	
Alin sall.sisäl.lämpöt. °C	

Komponentit:



①	Euroheat AB 505395B CP 212-2V 600 ENSIO TOISIO 70 - 10 5 - 50 2,392,39 3,18 18 30 12 12 27 225 0
②	Cetetherm Oy 2247 CP 423-148-2V 800 ENSIO TOISIO 70 - 25 10 - 55 4,25 4,25 17 18 18,25 18,5 25 225 0
③	AlfaLaval 30106-22100 IS6-MI-6 ENSIO TOISIO 0 - 180 0 - 180 3,1 3,9 0 - 16
④	Parca 26456 EP-110KY/6 430 ENSIO TOISIO 55 - 1 5 - 38 2,5 3,11 9,0 14,0 12 12 16 120 0

Liha-Saarioinen Oy
 Leipomo Valkeakoski
 Vesilinjat (kylmä- ja lämminkäyttövesi)
 VIRTAAUSKAAVIO
 21.5.2010 1.0