

Hossein Tabatabai-Irani

**LVI-LABORATORION PATERIVERKOSTON SUUNNITTELU OPETUSKÄY-  
TÖÖN**

# **LVI-LABORATORION PATERIVERKOSTON SUUNNITTELU OPETUSKÄYTTÖÖN**

Hossein Tabatabai-Irani  
Opinnäytetyö  
Kevät 2018  
Talotekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan koulutusohjelma

---

Tekijä: Hossein Tabatabai-Irani

Opinnäytetyön nimi: LVI-laboratorion patteriverkoston suunnittelu opetuskäyttöön

Työn ohjaaja: Martti Rautiainen, Mikko Niskala

Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: Kevät 2018

Sivumäärä: 31 + 24 liitettä

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja mallintaa vesikiertoinen patteriverkosto Oulun ammattikorkeakoulun uuteen hybridilaboratorioon, joka tulee sijaitsemaan Oulun yliopiston kampuksella. Ennen työn aloittamista tutustuttiin Oulun ammattikorkeakoululla Kotkantiellä olemassa olevaan samankaltaiseen simulaatiopatteriverkostoon. Työn tilaajana toimi Oulun ammattikorkeakoulu.

Tarkoituksena oli suunnitella kaksiputkijärjestelmä Progman Oy:n MagiCAD -ohjelmalla. Patteriverkosto mitoitettiin 200 W:n, 300 W:n, 400 W:n, 500 W:n, 600 W:n, 700 W:n, 800 W:n, 900 W:n ja 1000 W:n tehoisilla pattereilla, jotta nähtäisiin, kuinka verkosto käyttäytyy ja tasapainottuu. Putkikoko lukittiin, jotta samassa putkistossa voitaisiin simuloida erilaisia tilanteita. Patteriverkostoon lisättyjen ylimääräisten linjasäätöventtiilien avulla voidaan putkistossa kasvattaa painehäviötä, joka samalla simuloi putkiston pituutta. Tavoitteena oli valita verkostoon myös kiertovesipumppu, joka toimisi kaikilla eri patteri tehoilla. Paisuntasäiliö mitoitettiin järjestelmälle LVI 11-10472 -kortin mukaan menoveden lämpötilan ollessa 50 astetta ja paluuv veden lämpötila 30 astetta.

---

Asiasanat: patteriverkosto, MagiCAD, kiertovesipumppu, linjasäätöventtiili

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
SISÄLLYS.....	4
1 JOHDANTO.....	5
2 LÄMMÖNLÄHTEET.....	6
3 KAUKOLÄMPÖ.....	7
3.1 Lämmönjakokeskus.....	7
3.2 Kaukolämmityspaikkakunnat.....	8
4 VESIKIERTOINEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ.....	11
4.1 Lämmönjakojärjestelmä.....	11
4.2 Lämmitysjärjestelmän osat ja lämmönlähteet.....	13
4.2.1 Radiaattorit.....	14
4.2.2 Pumppu.....	15
4.2.3 Paisunta- ja varolaitteet.....	16
4.2.4 Linjasäätöventtiili.....	17
4.2.5 Termostaattinen patteriventtiili.....	18
5 KAKSIPUTKIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU.....	21
5.1 Työssä käytetty sovellus.....	21
5.2 Työn kohde.....	22
5.3 Työn kulku.....	22
5.4 Linjasäätöventtiilit.....	23
5.5 Mitoitus.....	24
5.6 Kiertovesipumppu.....	24
5.7 Paisunta-astian mitoitus.....	26
6 YHTEENVETO.....	28
LÄHTEET.....	29
LIITTEET.....	32

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella patteriverkosto demonstraatiota varten Oulun ammattikorkeakoulun laboratorioon, joka tulee sijaitsemaan Oulun yliopiston tiloissa. Demonstraatio on esittävä opetuksen muoto, jolla jokin idea, taito tai toimintamalli esitetään tilanteen ulkopuolella (1). Työn tilaajana toimi Oulun ammattikorkeakoulu ja yhteyshenkilöinä Martti Rautiainen ja Mikko Niskala. Työssä perehdytään tarkemmin kaksiputkijärjestelmällisen vesikiertoisen patteriverkoston suunnitteluun. Opinnäytetyön alussa käydään yleisesti läpi eri lämmönlähteitä, vesikiertoista lämmitysjärjestelmää sekä patteriverkoston suunnitteluun tarvittavia varusteita.

Patteriverkosto voi olla joko yksi- tai kaksiputkijärjestelmä, mutta tässä opinnäytetyössä keskityttiin tarkemmin vesikiertoiseen kaksiputkijärjestelmään. Vesikiertoinen kaksiputkijärjestelmä koostuu runko-, nousu- ja kytkentäputkista, jossa lämmityspatterit on kytketty rinnan. Kaksiputkikytkennässä on omat putket sekä meno- että paluuedelle. Patteriverkostossa vesi siis virtaa menoputkessa lämmityspattereihin ja sieltä paluuputkea pitkin takaisin lämmönsiirtimelle. Tätä kiertoa kutsutaan suljetuksi kiertopiiriksi.

Ennen varsinaisen opinnäytetyön aloittamista tehtiin patteriverkoston mallintaminen paperille, minkä jälkeen aloitettiin suunnitelman tekeminen MagiCAD -ohjelmistolla. Kaikki mitoitus- ja taksapainotukset tehtiin MagiCAD -sovelluksella.

## 2 LÄMMÖNLÄHTEET

Lämmönlähteitä voivat olla sähkö-, öljy-, puu-, kaasu-, hake- tai pellettilämmityksellä toimivat kattilalaitokset. Lämpöpumput sekä aurinkokeräimet voivat olla myös osana vesikiertoisia lämmitysjärjestelmiä. Valittaessa lämmitysjärjestelmää kannattaa ottaa huomioon tulevaisuudessa myös mahdollisesti vaikuttavat kustannus- ja ympäristötekijät, kuten muuttuvat energian hinnat ja kierrätys, jolloin järjestelmän vaihtaminen johonkin toiseen energialähteeseen tulisi olla mahdollisimman helppoa. Sopiva ratkaisu määräytyy mm. rakennuksen koon ja sijainnin mukaan. Maaperän laatu ja tontin koko vaikuttavat esimerkiksi maalämpöpumpun vaatimaan putkiston asennukseen. (2.)

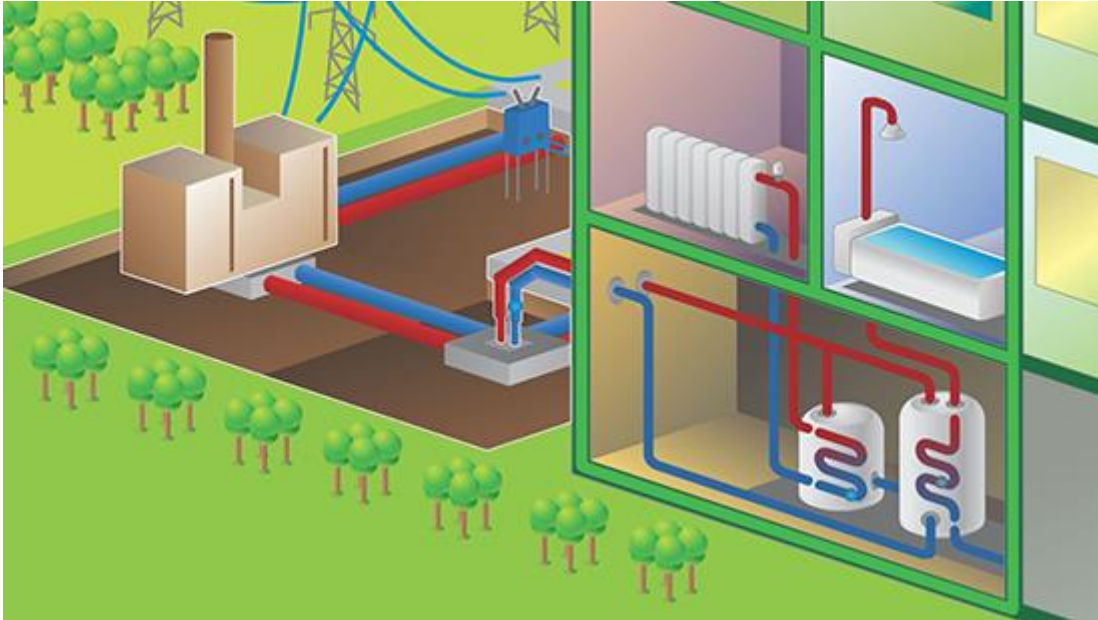
### 3 KAUKOLÄMPÖ

Kaukolämpö on Suomen yleisin lämmitysmuoto, jossa lämpö tuotetaan yhteistuotanto- ja erillisissä lämpölaitoksissa, joista se siirretään kaukolämpöverkkoa pitkin asiakkaan lämmönjakokeskuksiin. Ympäristömyönteisyys, varmuus ja energiatehokkuus ovat kaukolämmityksen etuja, koska ne perustuvat sähkötuotannosta syntyvän hukkalämmön hyödyntämiseen. Yhteistuotantolaitokset, joissa tuotetaan sähköä ja lämpöä, toimivat erittäin hyvällä hyötysuhteella. Jos kaukolämpölaitoksen polttoaineena käytetään uusiutuvaa energiaa (puu, hake, pelletti, biokaasu), ympäristövaikutukset vähenevät edelleen. (3.)

#### 3.1 Lämmönjakokeskus

Asiakkaan lämmönjakokeskus jaetaan yleisemmin kahteen osaan ns. ensiöpuoleen ja toisiopuoleen. Ensiöpuoli sisältää putkiston ja laitteet tai laitteen osat, joissa kaukolämpövesi virtaa tai joihin paine vaikuttaa ennen lämmönsiirintä. Toisiopuoleksi kutsutaan kiinteistön lämmitysverkostoa, käyttövesiverkostoa sekä niiden osia, joissa lämmitettävä neste virtaa tai joihin paine vaikuttaa. Mekaanisten epäpuhtauksien ja hapen poistamiseksi sekä putken sisäpuolisen korroosion estämiseksi kaukolämpövesi on käsiteltyä. Vesi on värjätty vihertäväksi helpottamaan mahdollisten putki- ja lämmönsiirrinlaittevikojen havaitsemista. (4.) Tuloputkessa virtaavan kaukolämpöveden lämpötila vaihtelee sään mukaan 65 °C - 115 °C, paluuputkessa lämpötila taas vaihtelee välillä 40 °C - 60 °C. Lämpötilojen eroa kutsutaan jäähtymäksi (5).

Lämmitystä tarvitaan myös kesäaikana, jolloin on otettava huomioon esim. poikkeuksellisen viileät kesäpäivät, ja kaukolämpöverkoston jäähtymän olisikin hyvä olla yli 15 °C ja talvisin yli 60 °C (6). Kuvassa 1 on kuvattu kaukolämmön toimintaperiaate.

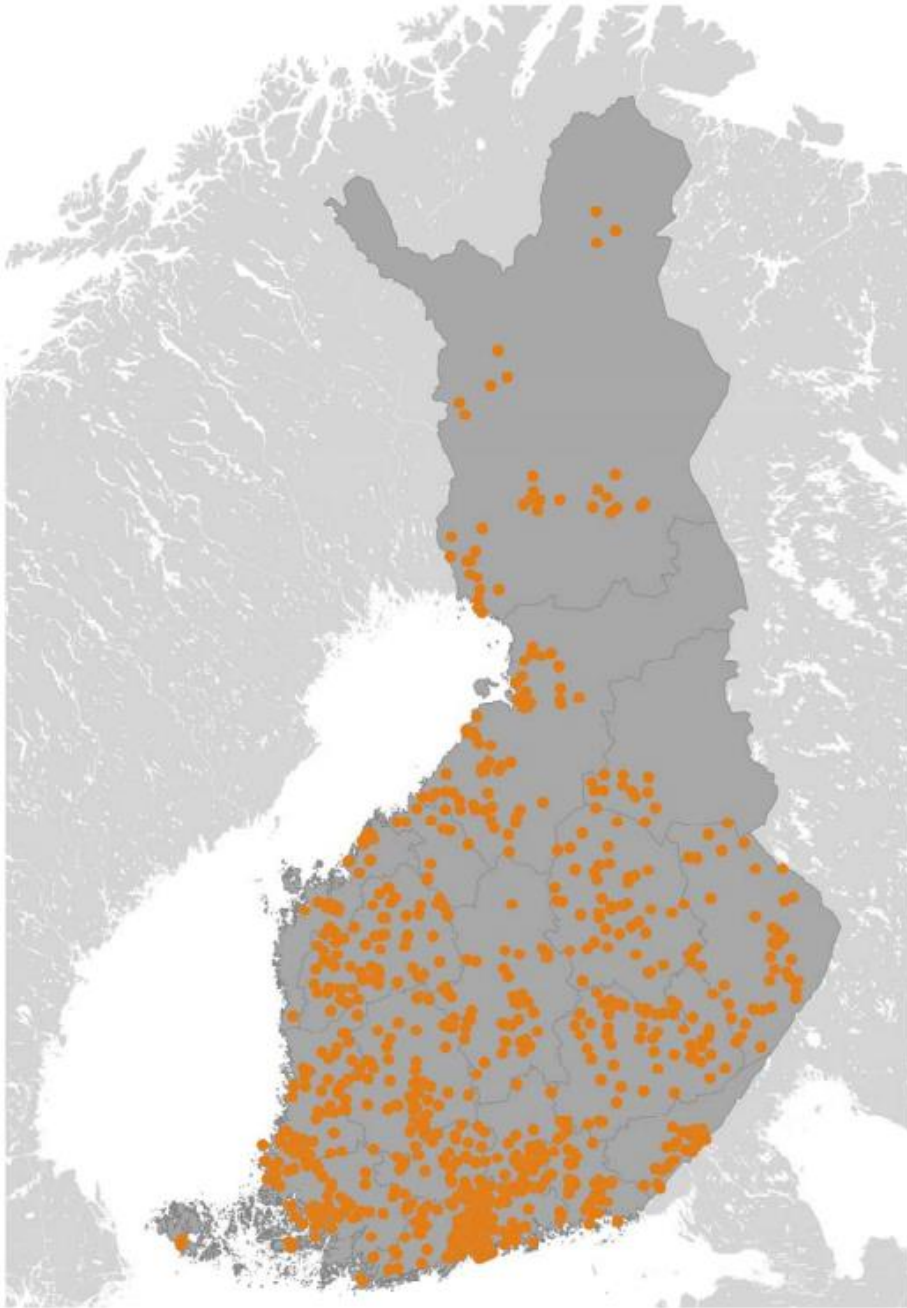


KUVA 1 Kaukolämmön toimintaperiaate (6)

### 3.2 Kaukolämmityspaikkakunnat

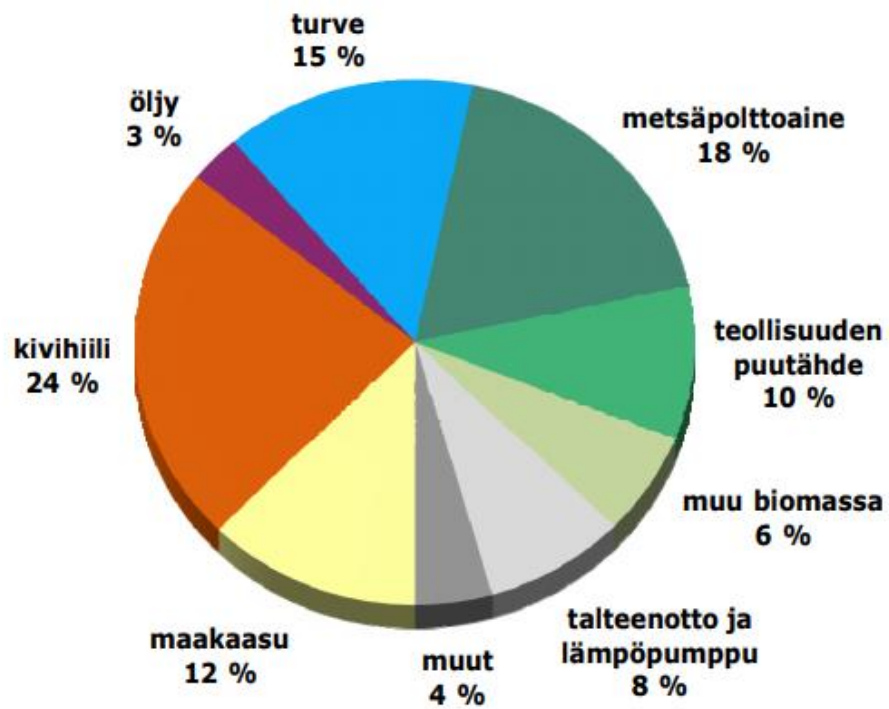
Kaukolämpöyrietykset jakoivat Suomessa lämpöä 166 kunnassa vuonna 2016 kuvan 2 mukaisesti. Kaukolämpö tuotettiin 62 paikkakunnalla voimalaitoksissa ja 104 paikkakunnalla kiinteissä lämpökeskuksissa. Puu- ja biopolttoainetta käytettiin pääpolttoaineena 115:llä, turvetta 36:lla ja maakaasua 6:lla sekä kivihiiltä 9 paikkakunnalla. Öljyä ei käytetty lainkaan pääpolttoaineena. (7.)





*KUVA 2 Kaukolämmön tuotantolaitokset (7)*

Kuvassa 3 on esitetty kaukolämmössä käytettyjen pääpolttoaineiden eri käyttösuhteet, joista voidaan nähdä, että kivihiili, metsäpolttoaine ja turve ovat eniten käytettyjä polttoainemuotoja.



KUVA 3 Kaukolämmön energianlähteet 2016 (7)

## 4 VESIKIERTOINEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ

Lämpöä tuotetaan nestekiertoisessa järjestelmässä yhdessä paikassa ja jaetaan sitten eri käyttökohteisiin lämmönsiirtonesteen avulla. Hyvän lämmönsiirtokyvyn ansiosta vettä käytetään yleisimmin lämpöä siirtävänä väliaineena (8, s. 119). Lämmitetty vesi kierrätetään lämmönjohtoverkosta pitkin lattialämmityksen, pattereiden tai ilmakonvektoreiden kautta luovuttamaan lämpöä huoneisiin. Lämmitysjärjestelmällä pyritään ylläpitämään terveellisiä ja tasaisia lämpöoloja riippumatta ulkoilman muuttuvista olosuhteista. Rakennuksen lämmityksessä tarvittava teho ja energia tuotetaan keskuslämmityksen avulla.

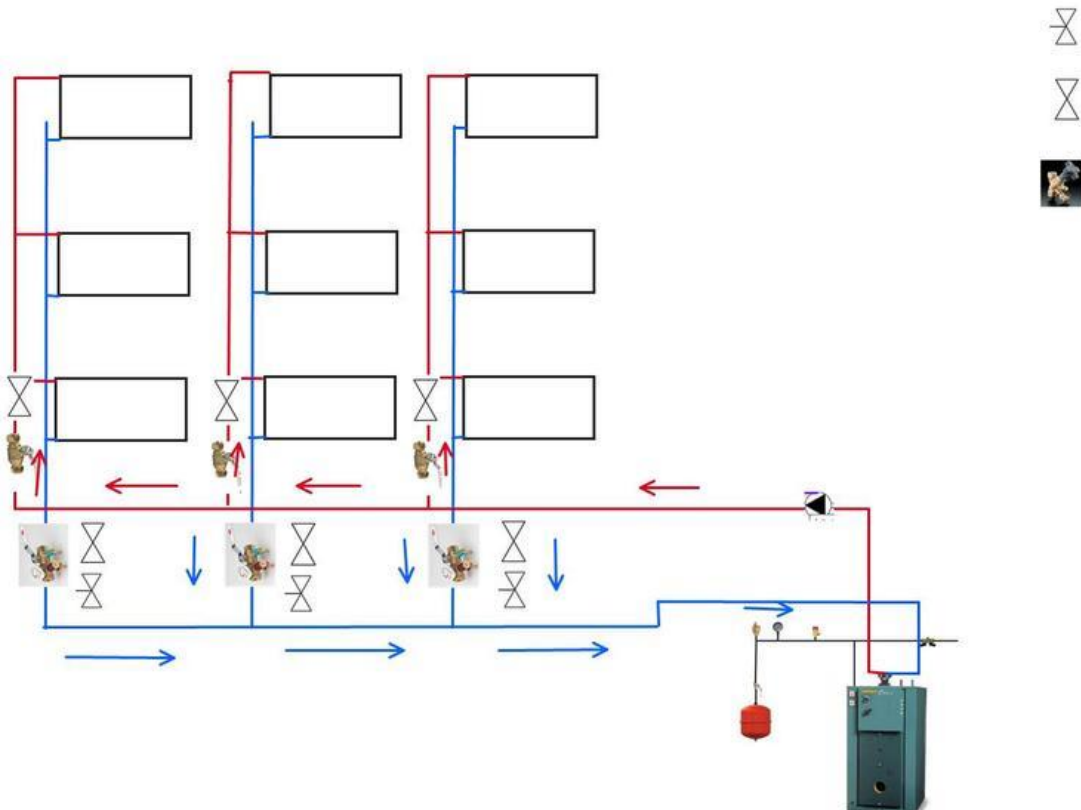
Lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavat merkittävästi rakennuksen koko, lämmitysenergian tarve ja käyttäjien lämmölle asettamat vaatimukset sekä asumistottumukset. Suurissa kiinteistöissä lämmitysenergian tarve on yleensä huomattavasti isompi kuin pienissä kohteissa. Huomioitavaa on, että useat lämmitysjärjestelmät vaativat erillisen tilan ja joissakin tapauksissa jopa erillisen varastointitilan, esim. puu- tai hakelämmitys. (2.)

### 4.1 Lämmönjakojärjestelmä

Vesikiertoisen patterijärjestelmän avulla jokaiseen huoneeseen pyritään viemään sen lämmöntarpeen edellyttämä lämpöteho. Patteriverkostossa vesi virtaa menoputkessa lämmityspattereihin ja sieltä paluuputkea pitkin takaisin lämmönsiirtimelle. Tätä kutsutaan suljetuksi kiertopiiriksi. Vesi lämmönjakojärjestelmässä ei ole happipitoista ja korroosion esiintyminenkin on vähäistä, koska vesi vaihtuu ainoastaan huollon tai korjauksen yhteydessä (8, s. 124).

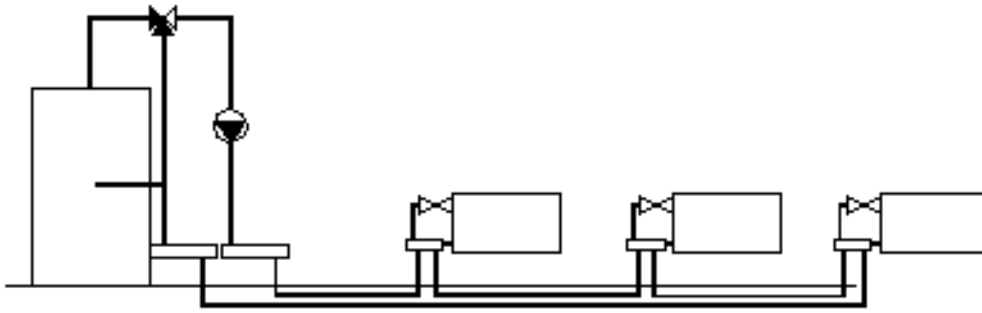
Huollon tarve ja putkiston asennettavuus on tärkeää ottaa huomioon lämmitysverkosta suunniteltaessa. Putkiston asennuksessa on kiinnitettävä huomiota kannakointiin sekä putkien lämpölaajenemiseen, koska putkistossa tapahtuu lämpötilojen ja paineiden muutoksia. Putkimateriaaleista teräs-, kupari-, muovi- ja komposiittiputket ovat yleisimmin käytettyjä, ja niiden tulee olla happidifфуsiosuojattuja, etteivät ne päästä happea lämmönjohtoveteen.

Vesikiertoinen kaksiputkijärjestelmä, jossa lämmityspatterit on kytketty rinnan (kuva 4), koostuu runko-, nousu- ja kytkentäputkista. Kaksiputkikytkennässä on omat putket sekä meno- että paluvedelle. Samanlämpöinen vesi kiertää menovesiputkessa, ja pattereiden lämmitystehoa säädel-  
lään menoveden lämpötilaa ja vesivirtaa muuttamalla. Harvinaisempia kytkentämalleja ovat yksi-  
putkijärjestelmä sekä kaksiputkijärjestelmä käännetyllä paluulla. (9.)



KUVA 4 Lämmitysjärjestelmä, kolme pystylinjaa (10)

Yksiputkijärjestelmän (kuva 5) kiertopiirissä lämmitysveden lämpötila laskee jokaisen lämmityspat-  
terin jälkeen, koska patterit on kytketty sarjaan. Lämmönjakojärjestelmässä kulkevan veden läm-  
pötila laskee verkostossa, koska vesi kulkee patterista patteriin. Patteriventtiili ja ohitusputki jakavat  
osan vedestä pattereille ja osan lämmönjakoverkosta pitkin eteenpäin.



KUVA 5 Yksiputkijärjestelmä (11)

#### 4.2 Lämmitysjärjestelmän osat ja lämmönluovuttimet

Lämmitysjärjestelmän suunnittelussa on huomioitava energiatehokkuus, jotta saavutetaan edellytetyt sisäolosuhteet. Lämmitysjärjestelmän laitteet valitaan lämmitysmuodon ja käyttötarkoituksen mukaan, ja ne ovat pääsääntöisesti tyypiltään samoja. Lämmönjakojärjestelmä voidaan jakaa toiminnallisesti osiin: lämmönluovuttimiin (esim. patterit), lämmön varastointiin (vesivaraaja) sekä säätö- ja ohjauslaitteisiin (12).

Verkostossa kiertävän veden lämpö siirtyy yleisimmin huonekohtaisten lämpöpatterien avulla lämmitettäviin tiloihin. Muu yleinen vesikeskuslämmityksen lämmönluovutustapa on vesikiertoinen lattialämmitys. Patterit sijoitetaan yleensä ikkunoiden alle ikkunoiden aiheuttaman vedon ja lämpöhäviön poistamiseksi, ja ikkunan leveys pääsääntöisesti määrää myös patterin leveyden. Patterityypit jaetaan lämmönluovutustavan mukaan radiaattoreihin, konvektoreihin, putkipattereihin ja erikoispattereihin (13).

#### 4.2.1 Radiaattorit

Radiaattoreiden (kuva 6) sisäpuolinen vesipinta-ala on lämpöä luovuttavan ulkopinnan suuruusluokkaa, mutta ulkopintaa voidaan lisätä konvektiolevyllä. Lämmönlouutus tapahtuu kahdessa fyysisessä muodossa: säteilylämmön ja konvektion avulla. Säteilylämmössä lämpö siirtyy lämpimämmiltä pinnoilta viileämmille pinnoille, kun konvektiossa puolestaan huoneilma kiertää patterin pintojen kautta ja lämpenee.



*KUVA 6 Paneeliradiaattori – Purmo Compact [C] (14)*

Uusissa kiinteistöissä joskus ikkunoiden muodot vaihtelevat suuresti, jolloin patterin leveys voi olla myös eri kuin ikkunan. Pattereiden tulee kuitenkin luovuttaa lämmitettävään tilaan vaadittu teho suunnitelluilla lämpötiloilla, ja niiden pintakäsittelyn tulee kestää normaaleja käyttöolosuhteita ilman haitallista sisä- tai ulkopuolista korroosiota. Patterit ovat nykypäivänä selkeästi myös sisustuselementtejä (kuva 7).



*KUVA 7 Pystysuuntainen sisustusradiaattori - Paros V [PAV] (15)*

#### **4.2.2 Pumppu**

Patteriverkoston vettä kierrätetään pumpun (kuva 8) avulla lämmönlähteeltä lämmitysverkoston eri osiin. Taajuusmuuttajalla varustetut keskipakopumput sekä automaattisesti lämmitysjärjestelmää analysoivat kiertovesipumput erilaisilla säätötoiminnoilla ovat vesikiertoisissa lämmitysjärjestelmissä yleisimpiä. Pumppu mitoitetaan rakennuksen tarvitsemille vesivirroille ja paine-erolle. Pyörimisnopeutta säädetään taajuusmuuttajan avulla esim. energiatehokkuuden parantamiseksi (16).



*KUVA 8 In-Line integroitu SC-taajuusmuuttajapumppu (17)*

### 4.2.3 Paisunta- ja varolaitteet

Lämmitysverkosto on suljettu järjestelmä, joka vaatii toimiakseen oikean vedenpaineen. Verkostoissa paisuntasäiliöt (kuva 9) ylläpitävät riittävän painetasoa ja vastaanottavat nesteen lämpötilavaihteluista johtuvat tilavuuden muutokset. Paisuntasäiliöt ovat yleisimmin kalvopaisuntasäiliöitä, sillä ne vaativat normaalisti vähän huoltoa. Paisuntasäiliöt soveltuvat järjestelmiin, joiden paine on korkeintaan 600 kPa. Säiliön kalvon rikkoutuessa verkoston paine alenee, ja kun verkostoon lisätään nestettä, paisuntasäiliö täyttyy kokonaan.



*KUVA 9 Paisuntasäiliö (19)*

Verkoston varoventtiilien (kuva 10) tarkoitus on estää laiterikot toimintahäiriöissä, kuten liiallisessa paineen nousussa. Ylimääräinen neste purkautuu varoventtiilien kautta pois. Äkillinen lisääntynyt pattereiden ilmaustarve saattaa myös merkitä kalvon rikkoutumista, jolloin säiliön kaasu on päässyt sekoittumaan verkostoon. (18.)

Veden lämpenemisestä johtuva veden tilavuuden muutos nostaa painetta putkistossa, joka ilmenee käyttövesipuolella varoventtiilin ajoittaisena vuotona.





*KUVA 10 Oras 4300 -varoventtiili (20)*

#### **4.2.4 Linjasäätöventtiili**

Lämmitysverkossa kiertävän veden säätö eri linjojen kesken tehdään linjasäätöventtiilien (kuva 11) avulla. Kuvassa 11 on TA STAD -linjasäätöventtiili, jossa on esisäätö, maksimirajoitus (virtauksen maksimirajoitus), mittaus, sulku ja tyhjennys. Linjasäätöventtiilissä on mittausyhteet, joista paine-ero mitataan. Venttiilin läpi virtaavan veden määrä voidaan laskea paine-eron perusteella. Linjasäätöventtiilit asennetaan yleensä kerrosten nousulinjojen alapäähän paluupuolelle. Vaihtoehtoisena asennuksena voidaan linjasäätöventtiilinä käyttää myös yhdistettyä paine-erosäädintä ja virtauksen enimmäisrajoitinta, jolloin virtaama ja paine-ero pysyy vakiona olosuhteiden muutoksista huolimatta (16).



*KUVA 11 TA STAD -Linjasäätöventtiili (21)*

Linjasäätöventtiin on yleensä yhdistetty sulkuventtiili (kuva 12), mutta se voi olla myös erillinen. Esisäädöllä varustetussa Oras 410020 -linjasäätöventtiilissä on myös kääntyvät mittaus- ja tyhjennysyhteet.



*KUVA 12 Oras 410020 -Linjasäätöventtiili (22)*

#### **4.2.5 Termostaattinen patteriventtiili**

Termostaattisella patteriventtiilillä (kuva 13) tarkoitetaan laitetta, joka säätelee vesivirtaa lämmityspatterin läpi huoneen lämpötilan ohjaamana pitäen huoneen lämpötilan säädetyissä arvoissa.

Patteriventtiin esisäätöosa tulee aina olla säädetty LVI-suunnitelmien mukaiseen arvoon, jota ei saa muuttaa muulloin kuin patteriverkoston perussäädön yhteydessä. Termostaattiosa säätelee patterin lämpötilaa huonelämpötilan mukaan.

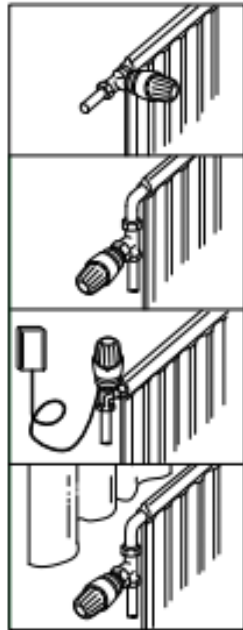


*KUVA 13 Oras Stabila -termostaattinen patteriventtiili (23)*

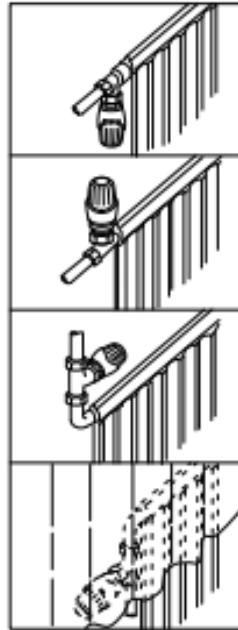
Toimiakseen kunnolla termostaattisen patteriventtiin asennuksessa on otettava huomioon se, että termostaattiosa pystyy esteettä tunnistamaan huonelämpötilan (kuva 14). Mikäli käytännön syistä termostaatti joudutaan asentamaan sellaiseen paikkaan, missä se toimisi rajoitetusti olisi hyvä käyttää irtoanturia, jonka avulla voidaan lämpömittaus suorittaa helposti. (16.)

**Asennusesimerkkejä:**

**Suosittelava**



**Ei suositeltava**



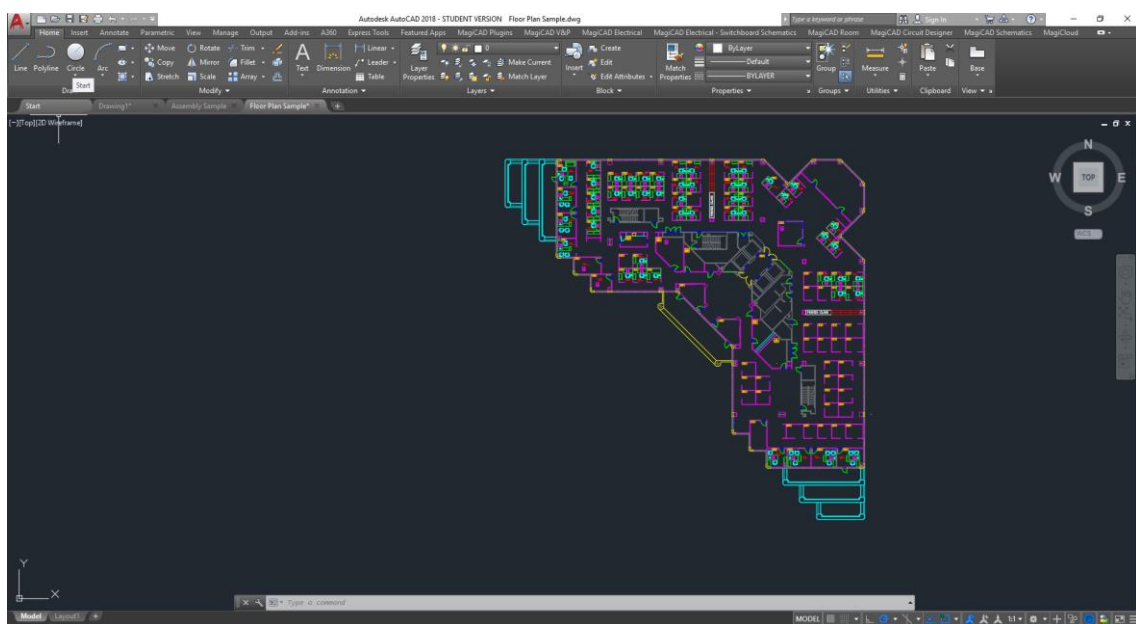
*KUVA 14 Patteriventtiilin asennusesimerkkejä (24)*

## 5 KAKSIPUTKIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Työssä mallinnettiin kaksiputkijärjestelmä johon lisättiin linjasäätöventtiilejä, joiden avulla oli tarkoitus simuloida pitempiä putkipituuksia ja siten todellisia etäisyyksiä järjestelmässä. Järjestelmään valittiin kiertovesipumppu, radiaattorit, paisunta-astia ja varoventtiili. Putkiston materiaalina käytettiin kupariputkea.

### 5.1 Työssä käytetty sovellus

Patteriverkoston suunnittelussa käytettiin Progman Oy:n kehittämää MagiCAD -ohjelmistoa (kuva 15), joka on Pohjoismaiden, Venäjän ja Kiinan johtava tietomallinnusratkaisu LVI- ja sähkösuunnitteluun. MagiCADin tehokkaat piirto- ja laskentaominaisuudet helpottavat rakennusten talotekniikkajärjestelmien suunnittelua, tietomallintamista sekä projektidokumenttien laatimista. MagiCAD sisältää yli miljoonan talotekniikkatuotteen tietomallin johtavilta laitevalmistajilta. Tuotteet sisältävät laitevalmistajien tarkat mitat sekä tekniset tiedot laskentoja varten. Nämä helpottavat projektisuunnittelua. MagiCAD vaatii toimiakseen AutoCAD- tai Revit-ohjelmiston. (25.) Tässä työssä käytettiin opiskelijalisenssiversiota vuodelta 2016, joka oli tuttu aikaisemmilta opintojaksoilta. Suunnittelu, mitoitus ja tasapainotus tehtiin samalla ohjelmalla. MagiCAD -ohjelman pohjana toimii AutoCAD -sovellus.



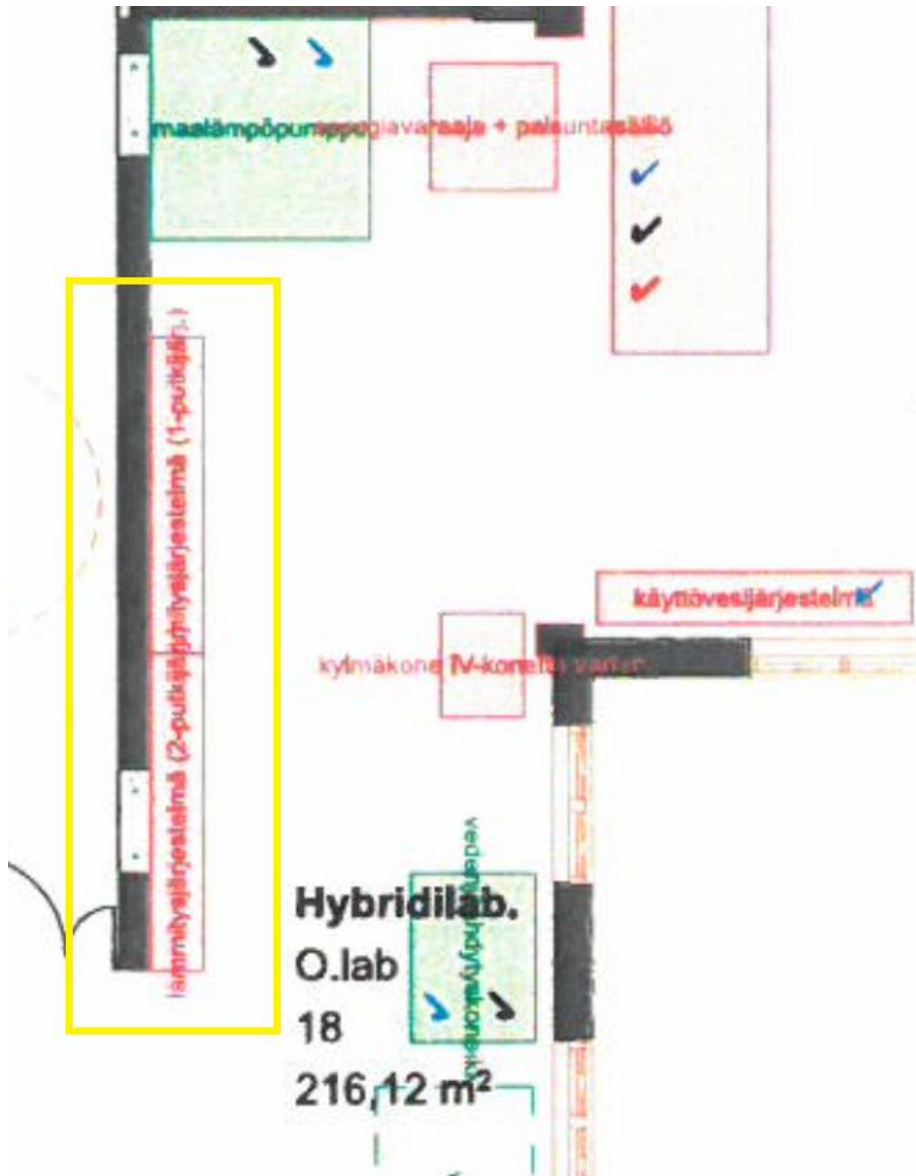
KUVA 15 MagiCAD -ohjelmisto

## 5.2 Työn kohde

Opinnäytetyön kohteena oli Oulun ammattikorkeakoulun laboratorio, joka sijaitsee Oulun yliopiston tiloissa. Kohde on osa yliopistolla sijaitsevaa hybridi laboratoriota, jossa patterijärjestelmälle varattu tila on kokonaisuudessaan 216,16 m<sup>2</sup> suuruinen ja mitoiltaan 6,00 m x 3,75 m. Työni mitat näkyvät tarkemmin liitteessä 2.

## 5.3 Työn kulku

Tavoitteena oli suunnitella mahdollisimman edullisesti toteutettava patteriverkosto laboratorioon, joten työ aloitettiin valitsemalla suunnitelmaan sopivimmat patterit. Työssä käytettiin myös saman valmistajan linjasäätöventtiilejä edullisimman hinnan varmistamiseksi. Ennen varsinaista mallinnuksen aloittamista MagiCADilla hahmoteltiin patteriverkosto pelkistettynä paperille, jonka pohjalta lopullinen suunnitelma toteutettiin. Vesikiertoisesta kaksiputkijärjestelmästä löytyi tietoa pääsääntöisesti netistä ja linjasäätöventtiileistä sekä oheislaitteista löytyi parhaiten tietoa eri valmistajien tuotesivuilta. Tiedonkeruun jälkeen siirryttiin varsinaisen laboratorion patteriverkostosuunnitelman tekemiseen MagiCADilla.



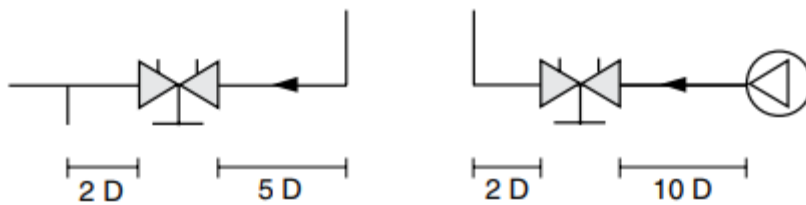
KUVA 16 Pohjapiirustuksen osa

#### 5.4 Linjasäätöventtiilit

Laboratorion seinälle asennettavan patterijärjestelmän putkiosuuksien jäädessä pakostakin lyhyiksi järjestelmän asennustilasta johtuen putkistoon suunniteltiin asennettavaksi linjasäätöventtiileitä simuloimaan pidempiä putkiosuusia. Lyhyet pystysuorat etäisyydet ovat todellisuudessa yhden metrin luokkaa. Aluksi linjasäätöventtiilien säätöasento asetettiin siten, että niiden painehäviö vastasi kolmea metriä, mutta kolmen metrin etäisyyden ei kuitenkaan katsottu olevan riittävä. Siksi

määritettiin kuparisten lämpöjohtojen mitoitusdiagrammin avulla kymmentä metriä vastaava painehäviö (liite 1), joka asetettiin ja lukittiin linjasäätöventtiileille. Sitten verkosto laskettiin uudestaan. Myös putkikoot lukittiin.

Normaalissa patteriverkostossa linjasäätöventtiilejä sijoitetaan yksi jokaista haaraa kohden, mutta tässä suunnitelmassa verkostoon sijoitettiin 22 ylimääräistä linjasäätöventtiiliä. Kitkapainehäviöt on suoraan otettu taulukosta (liite 1) aina virtaaman mukaan, jotka ovat 20-35 Pa/m. Ylimääräisten linjasäätöventtiilien viitetekstit ja numeroinnit merkittiin punaisella ääriiviivalla (liite 4 ja liite 5). Linjasäätöventtiilien suojaetäisyydet ovat molemmissa työssä käytetyissä Oras 4100- ja IMI Hydronic Engineering TA STAD-malleissa kuvan 17 mukaiset.



KUVA 17 Linjasäätöventtiilien suojaetäisyydet

## 5.5 Mitoitus

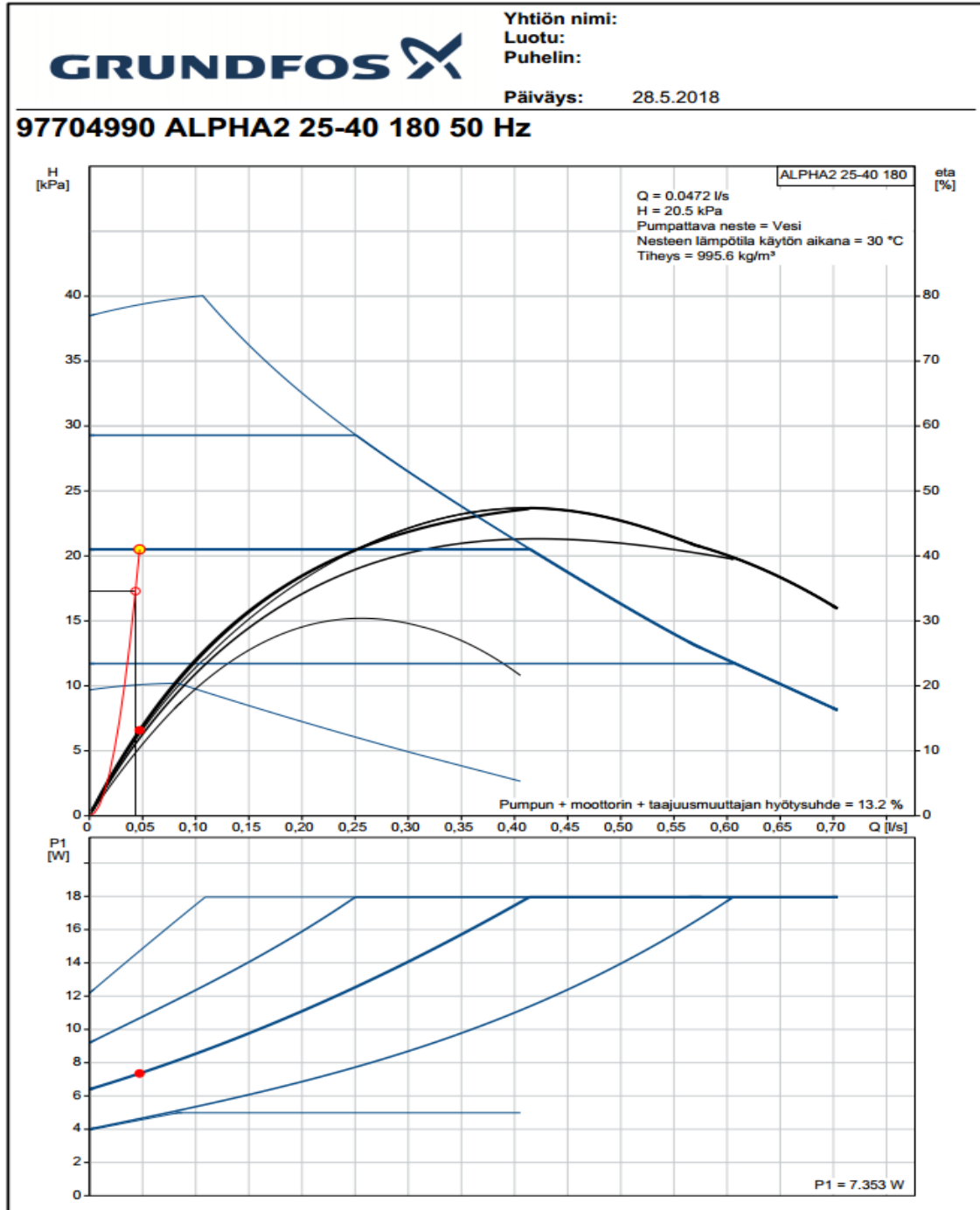
Tavoitteena oli luoda patteriverkosto, jossa voitaisiin simuloida erilaisia tilanteita. Putkikoko lukittiin DN-15-kupariputkelle ja tasapainotus mitoitettiin MagiCAD -sovelluksen Balancing-mitoituskriteerillä pattereiden tehojen ollessa 200 W, 300 W, 400 W, 500 W, 600 W, 700 W, 800 W, 900 W ja 1000 W ja maksimi painehäviön ollessa 50 Pa/m (kuva 18).

## 5.6 Kiertovesipumppu

Kiertovesipumpuksi valittiin MagiCAD-sovelluksesta saatujen arvojen perusteella Grundfos ALPHA2 25-40 180 (kuva 20) virtaamalla 0,0434 l/s ja nostokorkeudella 17.07 kPa  $\approx$  1,7 m. Pumppuun ominaisuuksiin kuuluu AUTOADAPT-toiminto, joka etsii automaattisesti parhaan asetuspiirteen ja vähentää energiankulutusta. Pumpun voi säätää helposti kolmen suhteellisen painekäyrän



tai kolmen kiinteän nopeuden välillä vain yhdellä painikkeella. Valvonnan helpottamiseksi kiertovesipumpun näyttö kertoo myös hetkellisen virtaaman ja tehonkulutuksen. Liitteessä 2 esitetään pienimmille ja suurimmille patteritehoisille putkijärjestelmille kiertovesipumput minimi- ja maksimivirtaamalla sekä paine-erolla.



Grundfos CAPS -tuloste [2018.03.032]

1/1

KUVA 18 Grundfos ALPHA2 25-40 180 -ominaiskäyrät

## 5.7 Paisunta-astian mitoitus

Paisunta-astia mitoitettiin LVI 11-10472 Paisuntajärjestelmän valinta ja mitoitus kortin mukaan. Laitoksen vesitilavuus saatiin MagiCAD -ohjelmasta. Laskennassa käytettiin seuraavia lähtötietoja:

- laitoksen vesitilavuus 24,7 dm<sup>3</sup>
- patteriverkoston mitoitustilalämpötilat +50 °C / +30 °C
- paisunta-astian alimman kohdan ja ylimmän laitteen korkeusero 4,0 m (≈40 kPa) ( $p_{stat}$ )
- laitoksen suurin sallittu käyttöpaine  $p_{rak}$  300 kPa (paisunta-astia on lämmityslaitoksen painetta vähiten kestävä komponentti).

Kalvopaisunta-astian tilavuus laskettiin kaavoilla 1, 2, 3, 4 ja 5 (26, s. 2). Absoluuttinen paine merkitään isolla kirjaimella (P) ja suhteellinen paine pienellä kirjaimella (p) eli ( $P = p + 100$  kPa).

$$H_{brutto} = 1 - P_e/P_{max} = 1 - (p_e + 100)/(p_{max} + 100) \quad (1)$$

$$H_{vara} = 1 - P_e/P_{min} = 1 - (p_e + 100)/(p_{min} + 100) \quad (2)$$

$$H_{netto} = H_{brutto} - H_{vara} \quad (3)$$

$$K_{mit} = 1/H_{netto} \quad (4)$$

$$V = a * K_{mit} * V_o \quad (5),$$

missä

$H_{brutto}$  = kalvopaisunta-astian bruttonestetilavuus (suhdeluku)

$H_{vara}$  = kalvopaisunta-astian häiriö/vuotovara nestetilavuus (suhdeluku)

$H_{netto}$  = kalvopaisunta-astian nettonestetilavuus (suhdeluku)

$V$  = kalvopaisunta-astian tilavuus (dm<sup>3</sup>)

$V_o$  = laitoksen vesitilavuus (dm<sup>3</sup>)

$a$  = nesteen lämpölaajenemiskerroin taulukosta 1 (%)

$K_{mit}$  = paisunta-astian mitoituskertoimen laskettuna

$P_{sv}$  = varoventtiilin absoluuttinen avautumispaine (kPa)

$P_{max}$  = absoluuttinen enimmäiskäyttöpaine ( $P_{sv} - 50$  kPa)

$P_e$  = paisunta-astian absoluuttinen esipaine (kPa) ja

$P_{min}$  = absoluuttinen vähimmäiskäyttöpaine ( $P_e + 50$  kPa).

TAULUKKO 1. Lämpölaajenemiskerroin

Laitoksen mitoitus- lämpötila °C	Lämpölaajenemiskerroin a			
	Vesi %	Vesi-glykoliseos 30 % %	40 % %	50 % %
10	0,04	0,96	1,40	1,69
20	0,18	1,40	1,88	2,18
30	0,44	1,88	2,38	2,72
40	0,79	2,39	2,92	3,28
50	1,21	2,94	3,50	3,89
60	1,71	3,52	4,12	4,54
70	2,28	4,15	4,77	5,22
80	2,96	4,81	5,47	5,94
85	3,21	5,15	5,84	6,31
90	3,59	5,52	6,21	6,70
95	3,94	5,88	6,60	7,10
100	4,35	6,26	6,99	7,51
105	4,74	6,65	7,39	7,92
107	4,99	6,90	7,65	8,19
110	5,15	7,06	7,82	8,36
120	6,06	7,89	8,69	9,25
130	6,94	8,78	9,61	10,20

Laskelmien mukaan paisunta-astian koko on noin 1 litra. Paisunta-astiaksi valitaan seuraava va-  
kiokoko, joka on 8 litraa. Tilattaessa paisunta-astiaa on huomioitava 50 kPa:n esipaine ja 300 kPa:n  
varoventtiili. (26.)

## 6 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tehdä patteriverkostosuunnitelma Oulun ammattikorkeakoulun uuteen hybridi-laboratorioon, joka tulee sijaitsemaan Oulun yliopiston kampuksella. Patteriverkosto suunniteltiin pienemmässä mittakaavassa demonstroimaan kiinteistön kaksiputkijärjestelmää, johon lisättiin 22 ylimääräistä linjasäätöventtiiliä. Koska putkiosuudet jäävät lyhyiksi järjestelmän asennustilasta johtuen verkostoon sijoitettujen ylimääräisten linjasäätöventtiilien arvoja muuttamalla voidaan simuloida haluttuja putkipituuksia. Muutosten jälkeen verkoston painehäviöt mitataan uudestaan, koska ne vaikuttavat kiertovesipumpun toimintapisteeseen sekä verkoston pakollisten linjasäätöventtiilien kv- ja esisäätöarvoihin.

Laboratoriotöiden valmistelussa ja suunnittelussa ylimääräisten linjasäätöventtiilien arvoja muuttamalla saadaan valmiista tasapainotetusta MagiCAD -mallinnuksesta näkyviin pakollisille linjasäätöventtiileille uudet kv- ja esisäätöarvot. Näitä arvoja voidaan käyttää hyväksi laboratoriotöitä tarkistettaessa.

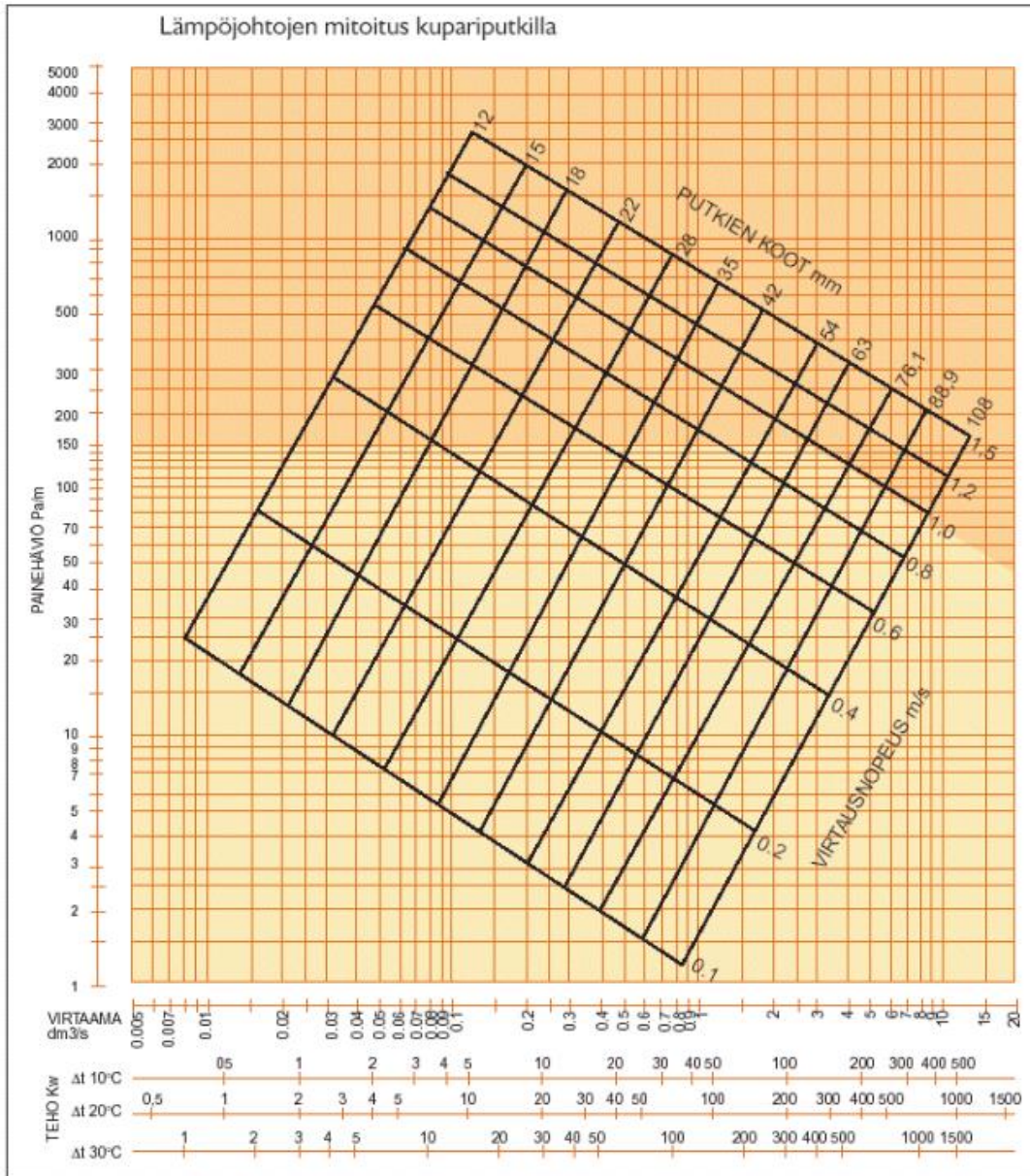
Demonstraatiopatteriverkoston suunnittelu MagiCAD-ohjelmalla onnistui erinomaisesti sen piirto- ja laskentaominaisuuksien vuoksi. MagiCAD sisältää yli miljoonan talotekniikkatuotteen tietomallin johtavilta valmistajilta, mikä helpottaa suunnitelmassa käytettävien tuotteiden valintaa. Tuotteet sisältävät laitevalmistajien tarkat mitat sekä tekniset tiedot, joiden pohjalta MagiCAD suorittaa kaikki suunnitelmassa tarvittavat laskennat ja mitoitukset.

## LÄHTEET

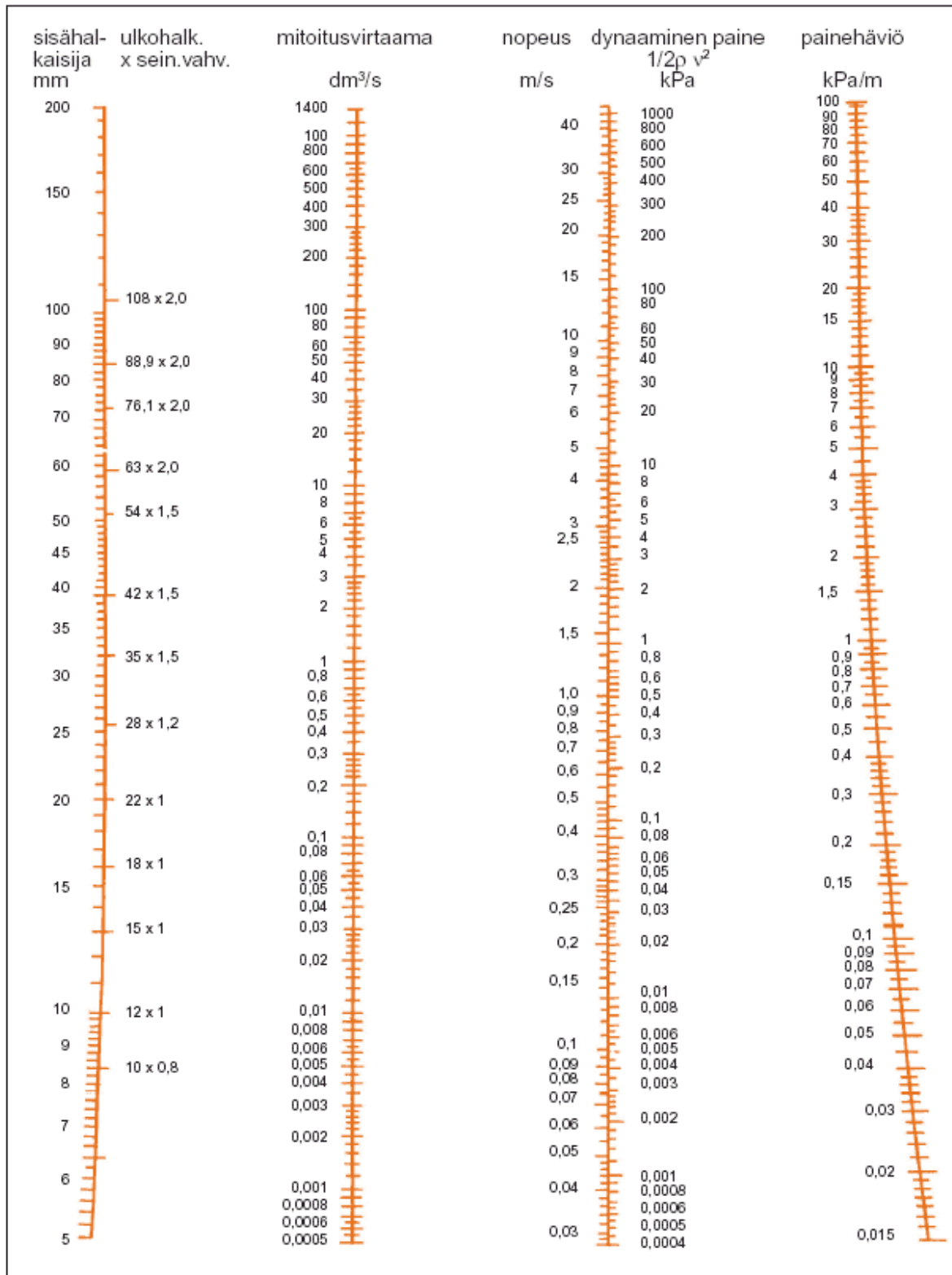
1. Heikkilä, Pertti – Rönkkö, Marju 2006. Opetusmenetelmät opetuksen monipuolistajana. Oulun ammattikorkeakoulu. Saatavissa: <http://www.oamk.fi/amok/oppimat/LO/Opetusmenetelmat06a/html/demonstraatio.html>. Hakupäivä 3.3.2018.
2. Pientalon lämmitysjärjestelmä. 2009. Motiva Oy. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/files/2701/Pientalon\\_lammitysjarjestelmat.pdf](https://www.motiva.fi/files/2701/Pientalon_lammitysjarjestelmat.pdf). Hakupäivä 13.01.2018.
3. K1/2013. 2014. Rakennusten kaukolämmitys Määräykset ja Ohjeet Julkaisu. Energiateollisuus ry. Saatavissa: [https://energia.fi/files/502/JulkaistuK1\\_2013\\_20140509.pdf](https://energia.fi/files/502/JulkaistuK1_2013_20140509.pdf). Hakupäivä 22.01.2018.
4. Kaukolämpö. 2017. Motiva Oy. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/koti\\_ ja\\_ asuminen/ rakentaminen/ lammitysjarjestelman\\_ valinta/ lammitysmuodot/ kaukolampo](https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/ rakentaminen/ lammitysjarjestelman_ valinta/ lammitysmuodot/ kaukolampo). Hakupäivä 13.01.2018.
5. Kaukolämpölaitteiden seuranta- ja käyttöohjeita. Jyväskylän energia Oy. Saatavissa: <http://www.jyvaskylanenergia.fi/filebank/210-kaukolampolaitteidenopas.pdf>. Hakupäivä 22.01.2018.
6. Kaukolämmön mittaus ja käyttö. Oulu Energia Oy. Saatavissa: <https://www.oulunenergia.fi/tuotteet- ja- palvelut/ lampopalvelut/ kaukolampo/ kaukolammon- mittaus- ja- kaytto>. Hakupäivä 13.01.2018.
7. Kaukolämpötilasto 2016. 2017. Energiateollisuus ry. Saatavissa: [https://energia.fi/files/2085/Kaukolampotilasto\\_2016.pdf](https://energia.fi/files/2085/Kaukolampotilasto_2016.pdf). Hakupäivä 19.01.2018.
8. Seppänen, Olli 2001. Rakennusten lämmitys. Jyväskylä: Suomen LVI-liitto ry.

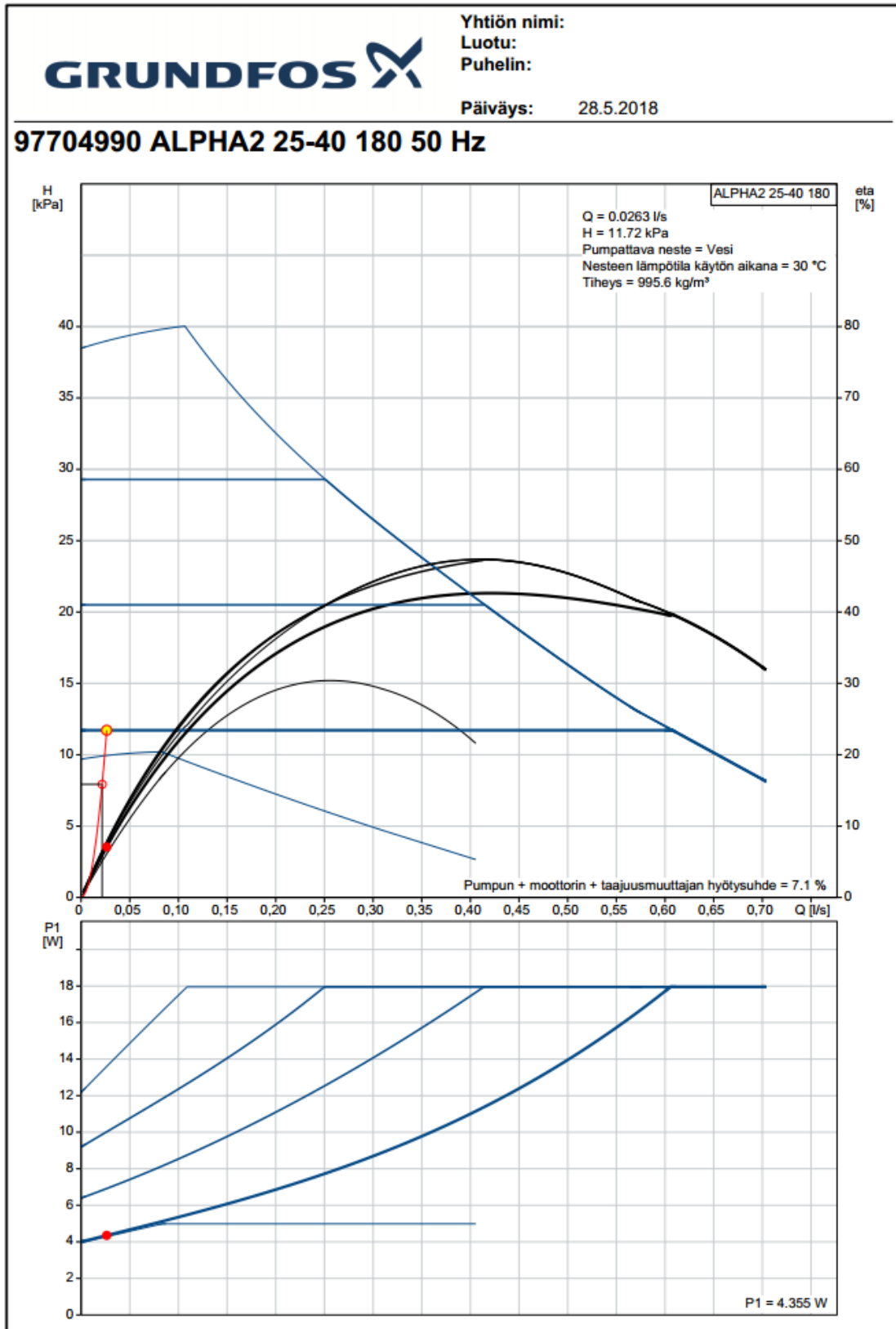
9. Patteriverkoston säätäminen TA. 2011. Vantaan LVI-yhdistys ry. Saatavissa: <http://vantarvi.fi/wp-content/uploads/2014/05/TA-KÄSIKIRJA-Patteriverkoston-Säätäminen-2011.pdf>. Hakupäivä 21.01.2018.
10. Harjoitus\_Santapakka. 2011. Tangient LLC. Saatavissa: [http://lvi11.wikispaces.com/Harjoitus\\_Santapakka?showComments=1](http://lvi11.wikispaces.com/Harjoitus_Santapakka?showComments=1). Hakupäivä 22.01.2018.
11. Alajakoinen järjestelmä. 2008. Oulun seudun ammattiopisto. Saatavissa: [http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/pientalon\\_lammitys/alajakoinen\\_jarjestelma.htm](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/pientalon_lammitys/alajakoinen_jarjestelma.htm). Hakupäivä 22.01.2018.
12. Lämmitys. 2017. Energiatehokas koti. Saatavissa: [http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan\\_suunnittelu/lammitys](http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys). Hakupäivä 27.01.2018.
13. LVI 12-10343. 2002. Vesikiertoinen patterilämmitys. Rakennustieto. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/lvi/kortit/10343.html.stx> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 01.02.2018.
14. Paneeliradiaattorit - Purmo Compact [C]. Purmo. Saatavissa: <http://www.purmo.com/fi/tuotteet/vesikiertoiset-radiaattorit/paneeliradiaattorit/purmo-compact.htm>. Hakupäivä 02.02.2018.
15. Pystysuuntainen sisustusradiaattori - Paros V [PAV]. Purmo. Saatavissa: <http://www.purmo.com/fi/tuotteet/vesikiertoiset-radiaattorit/pystysuuntaiset-sisustusradiaattorit/paros-v.htm>. Hakupäivä 02.02.2018.
16. Patteriverkoston osat. 2016. Motiva Oy. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/taloyhtiot/patteriverkoston\\_perussaato/patteriverkoston\\_osat](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/patteriverkoston_perussaato/patteriverkoston_osat). Hakupäivä 02.02.2018.
17. Lämpimän käyttöveden pumput. Kolmeks Oy. Saatavissa: <http://www.kolmeks.fi/tuotteet/pumput-ja-paineenkorotusasemat/lammin-kayttovesi>. Hakupäivä 02.02.2018.

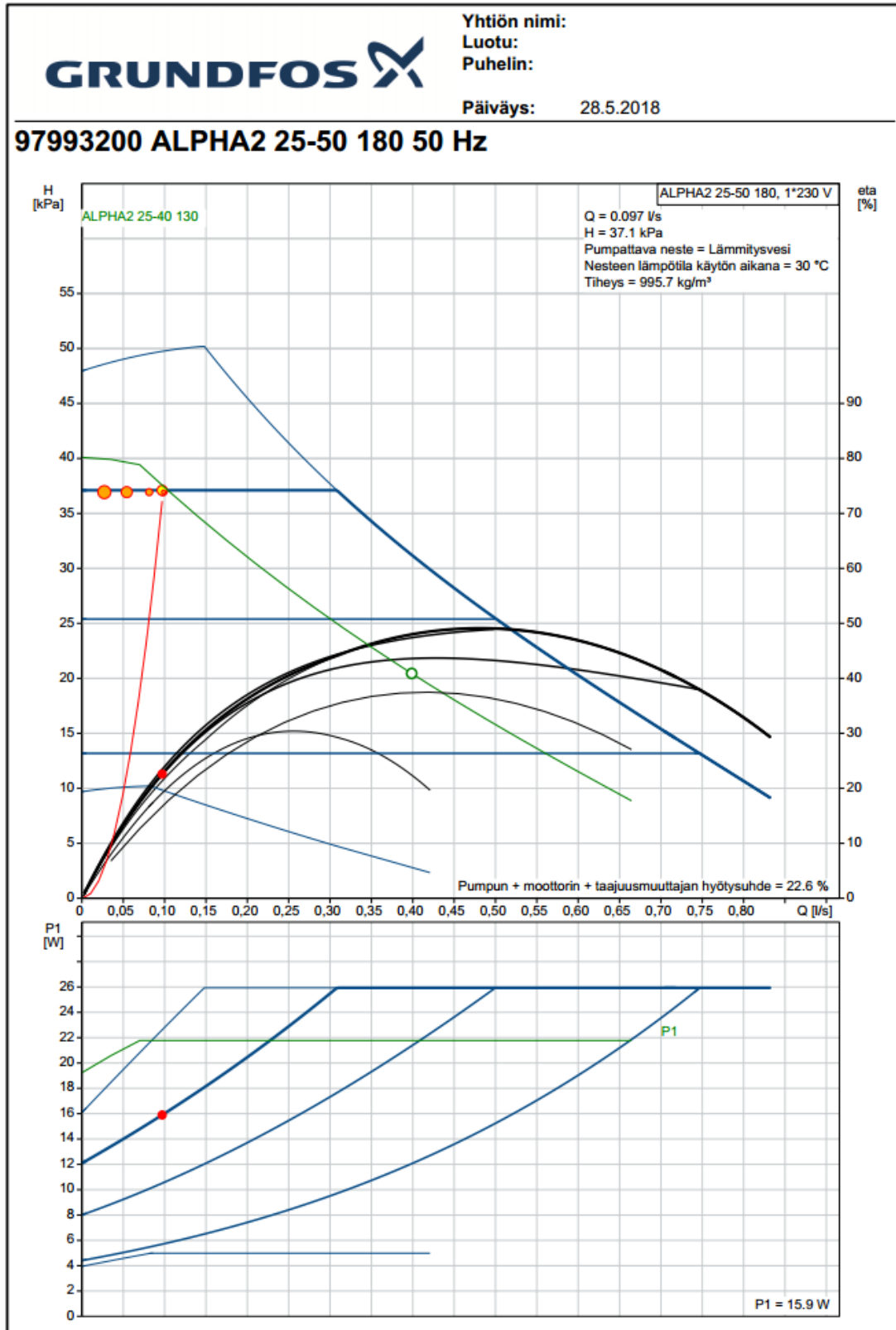
18. KH 23-00372. 2016. Lämmitä oikein. Vesikeskuslämmitysjärjestelmän käyttäjän ohje. Rakennustieto. Saatavissa: [https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/kortistot/tuotteet/KH\\_9236.html.stx](https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/kortistot/tuotteet/KH_9236.html.stx) (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 03.02.2018.
19. Paisuntasäiliöt. Tulituote Oy. Saatavissa: <http://www.tulituote.com/tuotteet/lisatarvikkeet/paisuntasailiot/>. Hakupäivä 03.02.2018.
20. Oras 4300. Oras Oy. Saatavissa: <https://www.oras.com/fi/tuotteet/oras/product/4300/>. Hakupäivä 03.02.2018.
21. STAD. IMI Hydronic Engineering. Saatavissa: <http://www2.imi-hydronic.com/products-solutions/balancing-control/Vane-de-echilibrare/Vane-de-echilibrare/STAD/>. Hakupäivä 03.02.2018.
22. Oras 410020. Oras Oy. Saatavissa: <https://www.oras.com/fi/tuotteet/oras/pf/ProductFamily/singleProduct/410020/>. Hakupäivä 03.02.2018.
23. Oras Stabila. Oras Oy. Saatavissa: <https://www.oras.com/fi/tuotteet/oras/product/ORAS%20STABILA/>. Hakupäivä 03.02.2018.
24. Termostaattiset patteriventtiilit. Oras Oy. Saatavissa: [https://www.oras.com/fileadmin/resources/15827\\_Stabila\\_Termostaattiset\\_patteriventtiilit.pdf](https://www.oras.com/fileadmin/resources/15827_Stabila_Termostaattiset_patteriventtiilit.pdf). Hakupäivä 05.02.2018.
25. Progman Oy. Progman Oy. Saatavissa: <https://www.magicad.com/fi/progman-oy/>. Hakupäivä 12.02.2018.
26. LVI 11-10472. 2011. Paisutajärjestelmän valinta ja mitoitus. Rakenustieto. Saatavissa: <https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/bin/get/id/5guoZSL5w%3A%2447%24L10472%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-104528/L10472.pdf> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 28.04.2018.



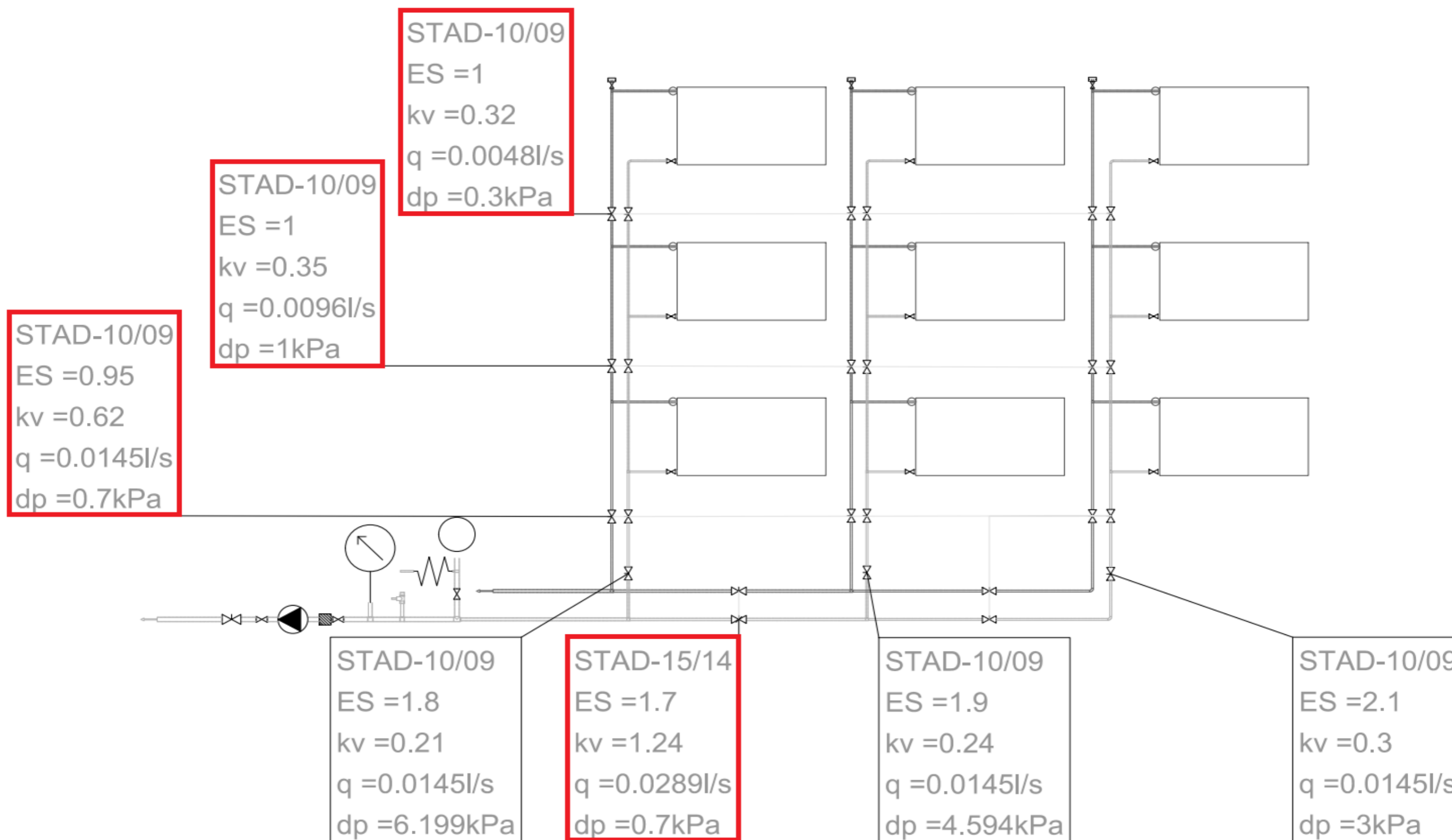


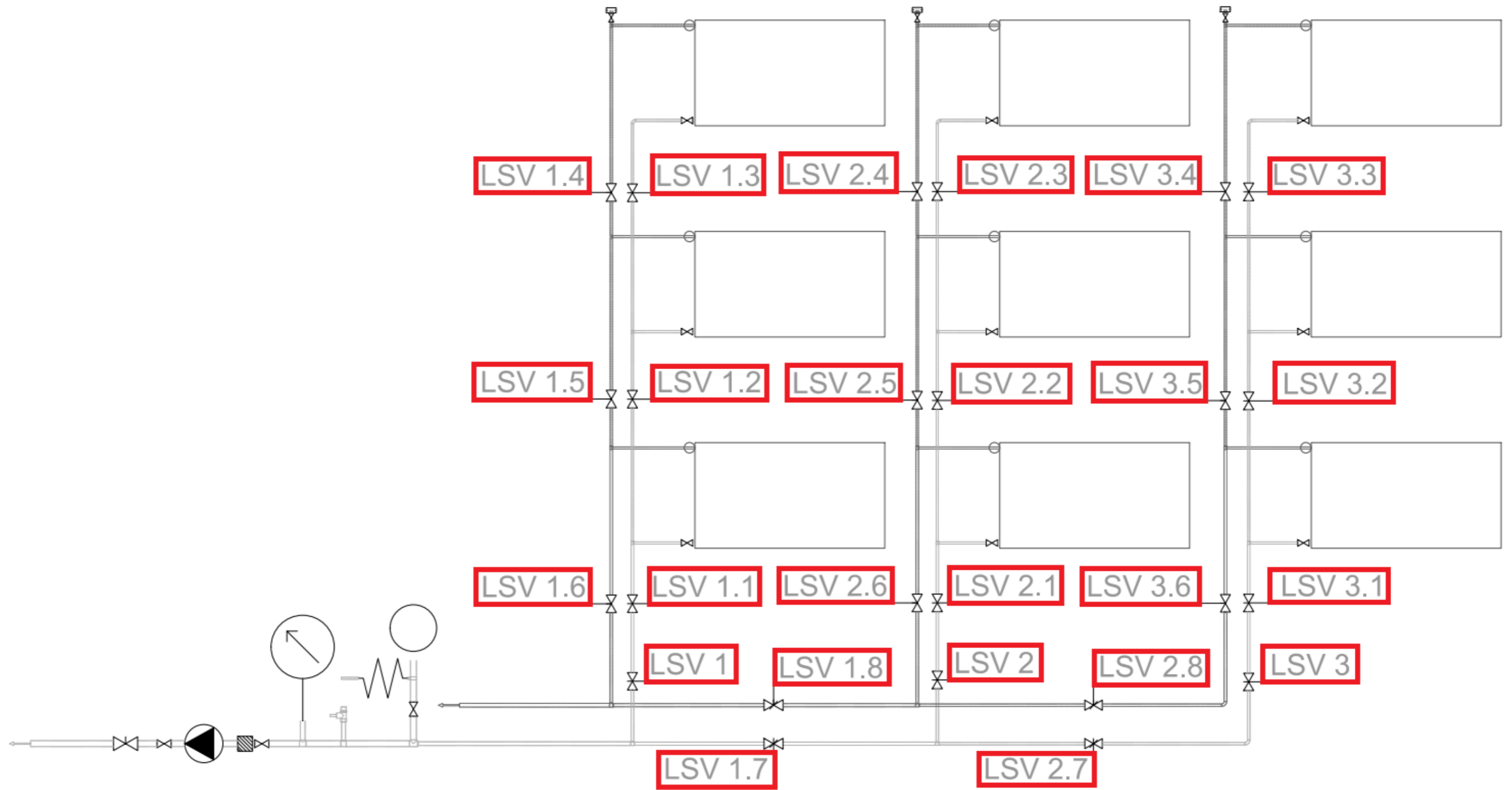


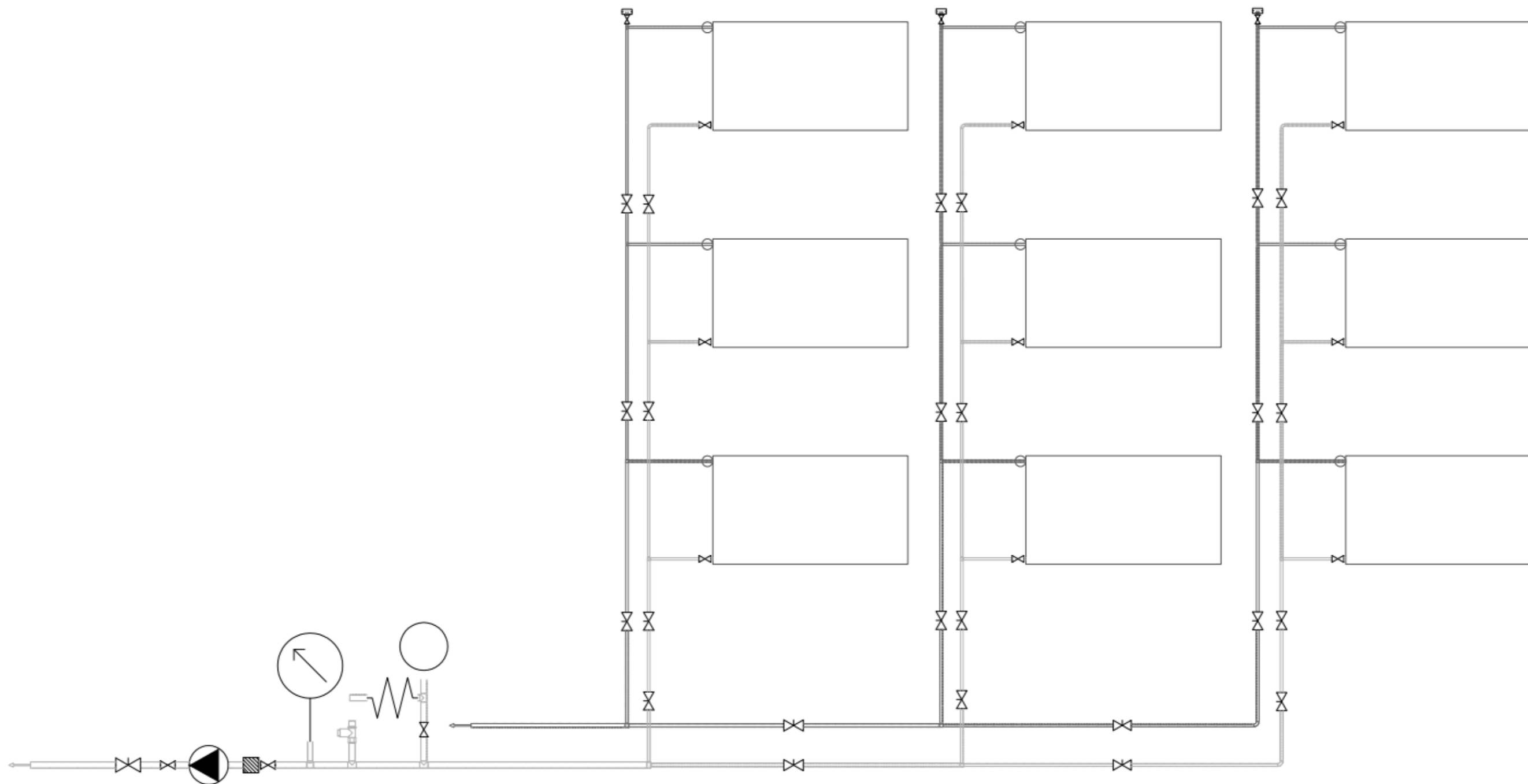


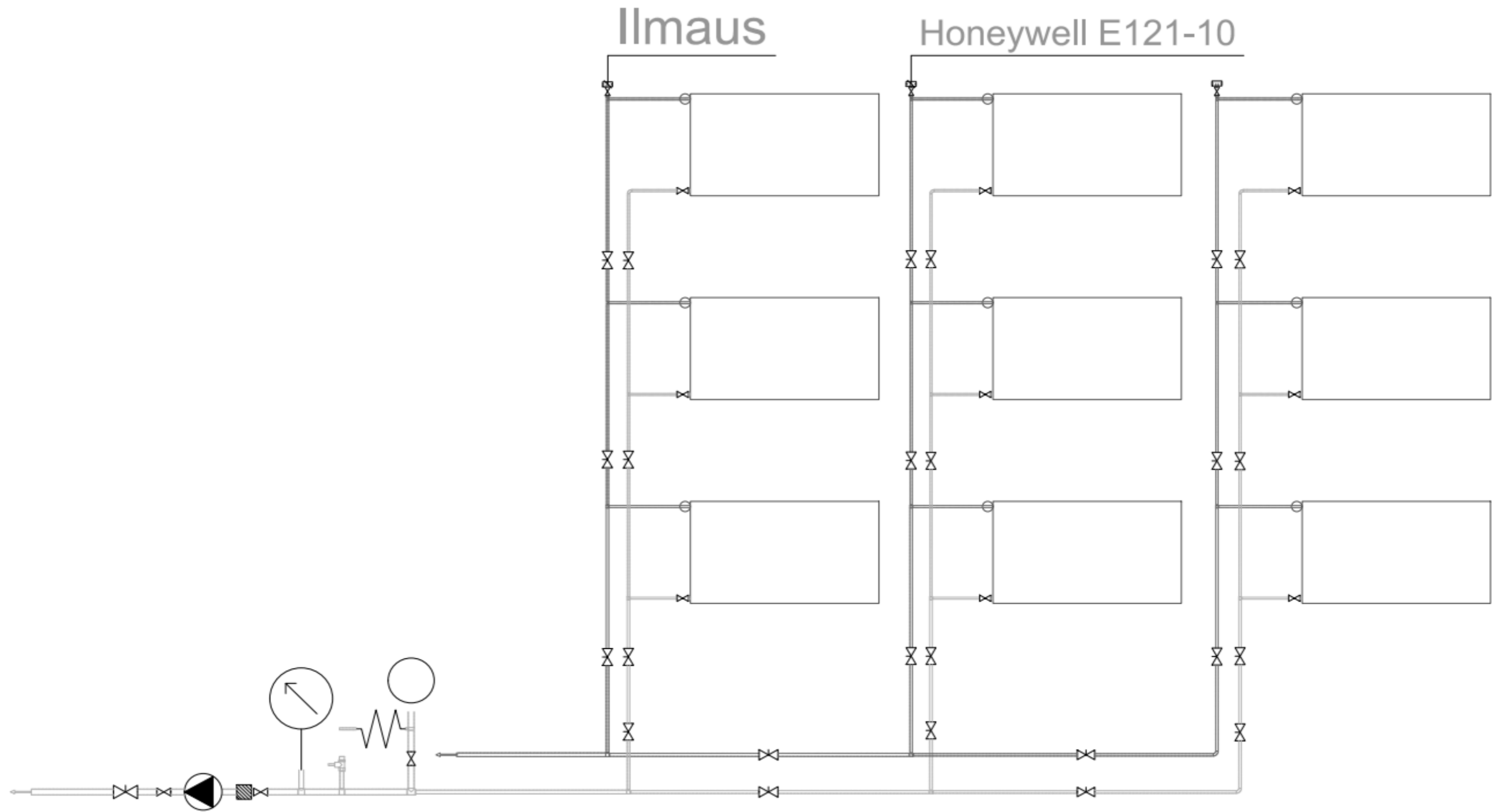




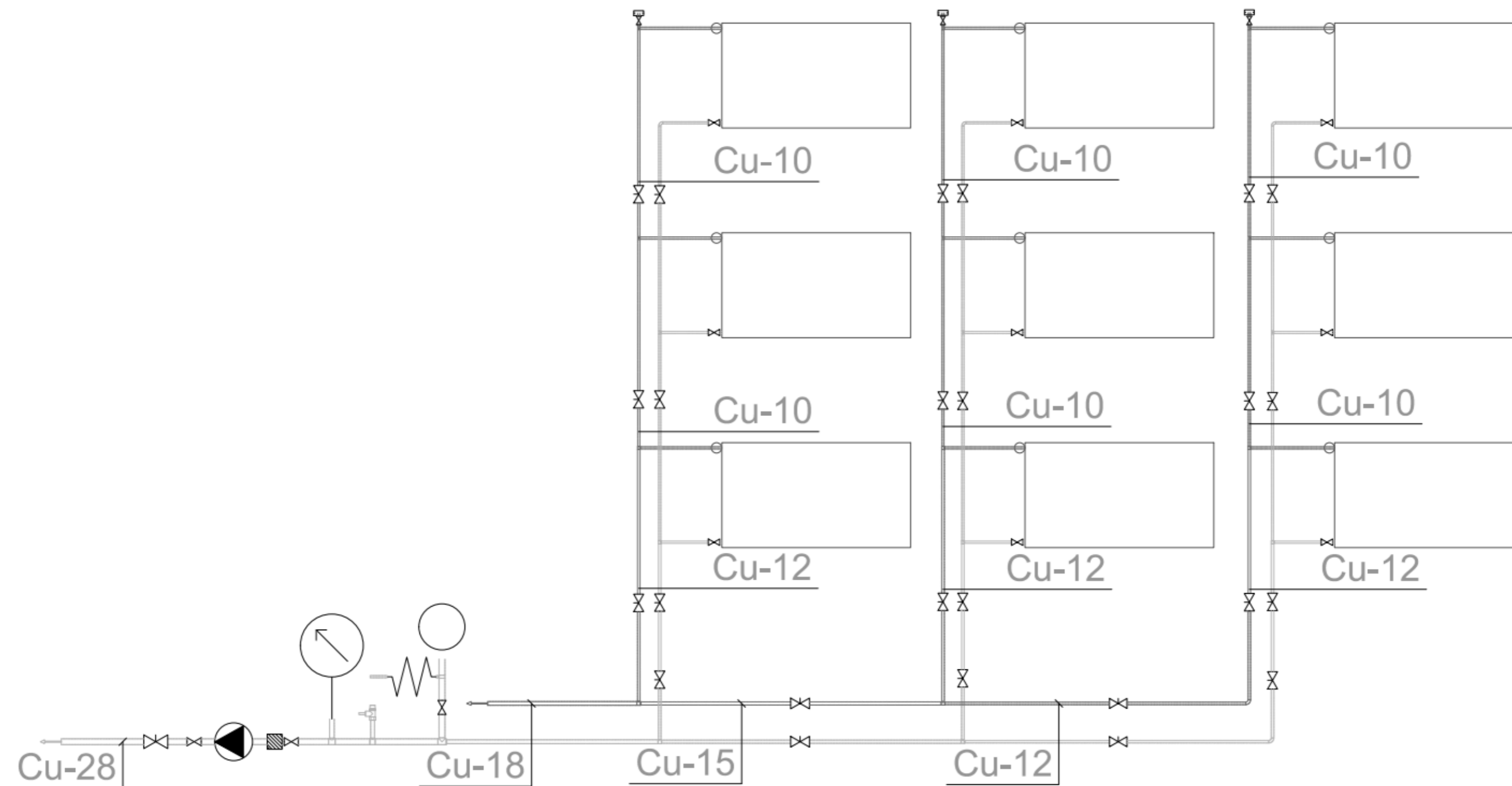












Tyyppi	Järjestelmä	Tuotekoodi	Kytkentäkkoko	Pituus (m)	Määrä
Pipe	Lämmitys 1		10	16,5	
Pipe	Lämmitys 1		12	8,4	
Pipe	Lämmitys 1		15	2,7	
Pipe	Lämmitys 1		18	0,7	
Pipe	Lämmitys 1		22	0,1	
Pipe	Lämmitys 1		28	2,7	
Bend-90	Lämmitys 1		10		3
Bend-90	Lämmitys 1		12		2
T-branch-90	Lämmitys 1		10/10/10		9
T-branch-90	Lämmitys 1		12/10/12		6
T-branch-90	Lämmitys 1		15/12/15		2
T-branch-90	Lämmitys 1		18/12/18		1
T-branch-90	Lämmitys 1		28/12/28		1
T-branch-90	Lämmitys 1		28/22/28		1
T-branch-90	Lämmitys 1		28/28/28		3
Reduction	Lämmitys 1		12/10		6
Reduction	Lämmitys 1		15/12		2
Reduction	Lämmitys 1		18/15		1
Reduction	Lämmitys 1		28/15		1
Reduction	Lämmitys 1		28/25		2
Plug	Lämmitys 1		28		2
Heating	Lämmitys 1	C11-500-900	10		9
Zone valve	Lämmitys 1	STAD-10/09	10		23
Zone valve	Lämmitys 1	STAD-15/14	15		2
Zone valve	Lämmitys 1	Oras 410025	25		1
Radiator	Lämmitys 1	STABILA-10	10		9
Radiator	Lämmitys 1	RLV DN10-003L0142	10		9
Stop valve	Lämmitys 1	450 74 30	25		3
Stop valve	Lämmitys 1	BA 1600-10	10		1
Stop valve	Lämmitys 1	BA 1600-10X8	10		2
Other valve	Lämmitys 1	Prescor DN 25-32 (1,5bar)	25		1
Other pipe	Lämmitys 1	IPX 2-25-8	25		1
Other pipe	Lämmitys 1	NIBE KB R25	25		1
Other pipe	Lämmitys 1	Manometer-vert-DN20	20		1
Other pipe	Lämmitys 1	E121-10	10		3
Other pipe	Lämmitys 1	ALPHA2 25-40	25		1
Other pipe	Lämmitys 1	43250-000325 DN25	25		1

**Project Information**

Project name:	Patteriverkko	Project number:	1
Address:	Perti Kaiteran katu 1	Notes:	:
City:	Oulu		:
Author:		Calculation date:	1.5.2018 21:35
Software version:	2016.11		

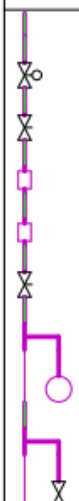
**Project Calculation Data**

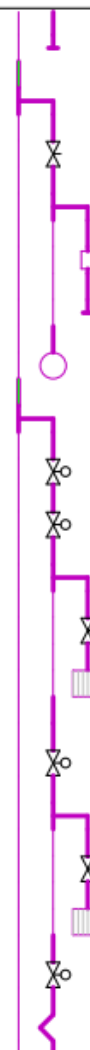
Systems:	L1 Lämmitys 1	Fluid type:	Vesi 70/20°C
Total flow:	0.0290 l/s	Total pressure:	10.962 kPa
Fluid temperature:	70 / 40 C	Fluid density:	990 / 990.0 kg/m³
Fluid dyn. viscosity:	0.00059697 / 0.00059697 Pas	Fluid spec. heat capacity:	4185 / 4185 J/kgK

**Calculation Input Values**

Min. dp zone valves:	3.000 kPa	Min. dp radiator valves:	2.000 kPa
Balancing target pressure:	Minimum		

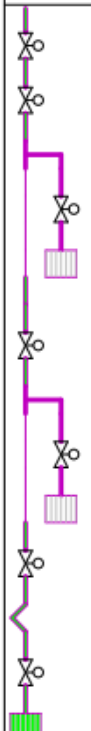
**Calculation Results / Return**

Location	Level	Node	System	Type	Series	Product	Size	L [m]	Insulation	P [W]	qv [l/s]	v [m/s]	dpt [kPa]	dp/L [kPa/m]	pt [kPa]	adj.	Warnings
	Kerros 1	539	L1	ROOT NODE							0,0290				0,000		
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		28 (L)	0,4			0,0290	0,06	0,001	0,003	0,000		
	Kerros 1	556	L1	ZONE VALVE		Oras 410025	25 (L)				0,0290				3,000	0,001	1,6
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		28 (L)	0,1			0,0290	0,06	0,000	0,003	3,001		
	Kerros 1	540	L1	STOPVALVE		450 74 30	25 (L)				0,0290				3,001		
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		28 (L)	0,1			0,0290	0,06	0,000	0,003	3,001		
	Kerros 1	558	L1	OTHER PIPE		ALPHA2 25-4	25 (L)				0,0290				3,002		Has not dp data
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		28 (L)	0,1			0,0290	0,06	0,000	0,003	3,002		
	Kerros 1	543	L1	OTHER PIPE		43250-000325	25 (L)				0,0290			0,024	3,002		
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		28 (L)	0,0			0,0290	0,06	0,000	0,003	3,026		
	Kerros 1	544	L1	STOPVALVE		450 74 30	25 (L)				0,0290				3,026		
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		28 (L)	0,1			0,0290	0,06	0,000	0,003	3,026		
	Kerros 1	557	L1	BRANCH	Cu		28/22 (L)				0,0290	0,06			3,026		
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		22 (L)	0,1									
	Kerros 1	559	L1	EXPANSION		Manometer-ve	20 (L)										
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		28 (L)	0,2			0,0290	0,06	0,000	0,003	3,026		
	Kerros 1	545	L1	BRANCH	Cu		28/28 (L)				0,0290	0,06			3,027		
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		28 (L)	0,1									
Kerros 1	546	L1	OTHER VALV		Prescor DN 2525 (L)												



Location	Level	Node	System	Type	Series	Product	Size	L [m]	Insulation	P [W]	qv [l/s]	v [m/s]	dpt [kPa]	dp/L [kPa/m]	pt [kPa]	adj.	Warnings
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		28 (L)	0,0									
Kerros 1	547		L1	PLUG	Cu		28 (L)										
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		28 (L)	0,3			0,0290	0,06	0,001	0,003	3,027		
Kerros 1	548		L1	BRANCH	Cu		28/28 (L)				0,0290	0,06			3,028		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		28 (L)	0,1									
Kerros 1	549		L1	STOPVALVE		450 74 30	25 (L)										
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		28 (L)	0,1									
Kerros 1	550		L1	BRANCH	Cu		28/28 (L)										
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		28 (L)	0,0									
Kerros 1	551		L1	OTHER PIPE		NIBE KB R25	25 (L)										
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		28 (L)	0,1									
Kerros 1	552		L1	PLUG	Cu		28 (L)										
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		28 (L)	0,1									
Kerros 1	553		L1	EXPANSION		IPX 2-25-8	25 (L)										
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		28 (L)	1,0			0,0290	0,06	0,003	0,003	3,028		
Kerros 1	476		L1	BRANCH	Cu		28/12 (L)				0,0290	0,06	0,000		3,030		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		12 (L)	0,2			0,0097	0,12	0,006	0,023	3,031		
Kerros 1	477		L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)				0,0097		3,963		3,036	1,7	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		12 (L)	0,3			0,0097	0,12	0,007	0,023	6,999		
Kerros 1	478		L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)				0,0097		0,200		7,006	(L)	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		12 (L)	0,2			0,0097	0,12	0,006	0,023	7,206		
Kerros 1	479		L1	BRANCH	Cu		12/10 (L)				0,0097	0,12	0,000		7,211		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,2			0,0032	0,06	0,004	0,016	7,212		
Kerros 1	480		L1	RADIATOR V		RLV DN10-00	10 (L)				0,0032		0,597		7,215	0,30	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,0			0,0032	0,06	0,000	0,016	7,812		
Kerros 1	229		L1	HEATING: RA		C11-500-900	10 (L)			400	0,0032				7,812		
Kerros 1			L1	REDUCER	Cu		12/10				0,0064	0,08	0,001		7,211		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,6			0,0064	0,12	0,020	0,031	7,212		
Kerros 1	481		L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)				0,0064		0,200		7,232	(L)	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,3			0,0064	0,12	0,009	0,031	7,432		
Kerros 1	482		L1	BRANCH	Cu		10/10 (L)				0,0064	0,12	0,002		7,440		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,2			0,0032	0,06	0,004	0,016	7,442		
Kerros 1	483		L1	RADIATOR V		RLV DN10-00	10 (L)				0,0032		0,597		7,446	0,30	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,0			0,0032	0,06	0,000	0,016	8,042		
Kerros 1	232		L1	HEATING: RA		C11-500-900	10 (L)			400	0,0032				8,043		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,6			0,0032	0,06	0,010	0,016	7,440		
Kerros 1	484		L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)				0,0032		0,200		7,450	(L)	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,3			0,0032	0,06	0,004	0,016	7,650		
Kerros 1			L1	BEND-90	Cu		10 (L)				0,0032	0,06	0,001		7,654		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,2			0,0032	0,06	0,003	0,016	7,655		

Location	Level	Node	System	Type	Series	Product	Size	L [m]	Insulation	P [W]	qv [l/s]	v [m/s]	dpt [kPa]	dp/L [kPa/m]	pt [kPa]	adj.	Warnings
Kerros 1		485	L1	RADIATOR V		RLV DN10-00	10 (L)				0,0032		0,597		7,659	0,30	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,0			0,0032	0,06	0,000	0,016	8,255		
Kerros 1		234	L1	HEATING: RA		C11-500-900	10 (L)			400	0,0032				8,255		
Kerros 1			L1	REDUCER	Cu		28/15				0,0193	0,04	0,006		3,030		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		15 (L)	0,6			0,0193	0,15	0,021	0,035	3,036		
Kerros 1		560	L1	ZONE VALVE		STAD-15/14	15 (L)				0,0193		0,200		3,058	(L)	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		15 (L)	0,7			0,0193	0,15	0,025	0,035	3,258		
Kerros 1		487	L1	BRANCH	Cu		15/12 (L)				0,0193	0,15	0,003		3,283		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		12 (L)	0,3			0,0097	0,12	0,006	0,023	3,286		
Kerros 1		488	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)				0,0097		3,459		3,292	1,7	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		12 (L)	0,3			0,0097	0,12	0,007	0,023	6,751		
Kerros 1		489	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)				0,0097		0,200		6,757	(L)	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		12 (L)	0,2			0,0097	0,12	0,006	0,023	6,957		
Kerros 1		490	L1	BRANCH	Cu		12/10 (L)				0,0097	0,12	0,000		6,963		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,2			0,0032	0,06	0,004	0,016	6,963		
Kerros 1		491	L1	RADIATOR V		RLV DN10-00	10 (L)				0,0032		0,597		6,967	0,30	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,0			0,0032	0,06	0,000	0,016	7,563		
Kerros 1		239	L1	HEATING: RA		C11-500-900	10 (L)			400	0,0032				7,563		
Kerros 1			L1	REDUCER	Cu		12/10				0,0064	0,08	0,001		6,963		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,6			0,0064	0,12	0,020	0,031	6,963		
Kerros 1		492	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)				0,0064		0,200		6,983	(L)	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,3			0,0064	0,12	0,009	0,031	7,183		
Kerros 1		493	L1	BRANCH	Cu		10/10 (L)				0,0064	0,12	0,002		7,192		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,2			0,0032	0,06	0,004	0,016	7,194		
Kerros 1		494	L1	RADIATOR V		RLV DN10-00	10 (L)				0,0032		0,597		7,197	0,30	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,0			0,0032	0,06	0,000	0,016	7,794		
Kerros 1		242	L1	HEATING: RA		C11-500-900	10 (L)			400	0,0032				7,794		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,6			0,0032	0,06	0,010	0,016	7,192		
Kerros 1		495	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)				0,0032		0,200		7,202	(L)	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,3			0,0032	0,06	0,004	0,016	7,402		
Kerros 1			L1	BEND-90	Cu		10 (L)				0,0032	0,06	0,001		7,406		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,2			0,0032	0,06	0,003	0,016	7,407		
Kerros 1		496	L1	RADIATOR V		RLV DN10-00	10 (L)				0,0032		0,597		7,410	0,30	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,0			0,0032	0,06	0,000	0,016	8,007		
Kerros 1		244	L1	HEATING: RA		C11-500-900	10 (L)			400	0,0032				8,007		
Kerros 1			L1	REDUCER	Cu		15/12				0,0097	0,07	0,001		3,283		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		12 (L)	0,7			0,0097	0,12	0,016	0,023	3,284		
Kerros 1		497	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)				0,0097		0,200		3,300	(L)	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		12 (L)	0,7			0,0097	0,12	0,016	0,023	3,500		
Kerros 1			L1	BEND-90	Cu		12 (L)				0,0097	0,12	0,003		3,516		



Location	Level	Node	System	Type	Series	Product	Size	L [m]	Insulation	P [W]	qv [l/s]	v [m/s]	dpt [kPa]	dp/L [kPa/m]	pt [kPa]	adj.	Warnings
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		12 (L)	0,2			0,0097	0,12	0,005	0,023	3,519		
Kerros 1		498	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)				0,0097		3,000		3,525	1,8	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		12 (L)	0,3			0,0097	0,12	0,007	0,023	6,525		
Kerros 1		499	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)				0,0097		0,200		6,532	(L)	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		12 (L)	0,2			0,0097	0,12	0,006	0,023	6,732		
Kerros 1		500	L1	BRANCH	Cu		12/10 (L)				0,0097	0,12	0,000		6,737		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,2			0,0032	0,06	0,004	0,016	6,738		
Kerros 1		501	L1	RADIATOR V		RLV DN10-00	10 (L)				0,0032		0,597		6,741	0,30	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,0			0,0032	0,06	0,000	0,016	7,338		
Kerros 1		248	L1	HEATING: RA		C11-500-900	10 (L)			400	0,0032				7,338		
Kerros 1			L1	REDUCER	Cu		12/10				0,0064	0,08	0,001		6,737		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,6			0,0064	0,12	0,020	0,031	6,738		
Kerros 1		502	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)				0,0064		0,200		6,757	(L)	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,3			0,0064	0,12	0,009	0,031	6,957		
Kerros 1		503	L1	BRANCH	Cu		10/10 (L)				0,0064	0,12	0,002		6,966		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,2			0,0032	0,06	0,004	0,016	6,968		
Kerros 1		504	L1	RADIATOR V		RLV DN10-00	10 (L)				0,0032		0,597		6,972	0,30	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,0			0,0032	0,06	0,000	0,016	7,568		
Kerros 1		251	L1	HEATING: RA		C11-500-900	10 (L)			400	0,0032				7,568		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,6			0,0032	0,06	0,010	0,016	6,966		
Kerros 1		505	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)				0,0032		0,200		6,976	(L)	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,3			0,0032	0,06	0,004	0,016	7,176		
Kerros 1			L1	BEND-90	Cu		10 (L)				0,0032	0,06	0,001		7,180		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,2			0,0032	0,06	0,003	0,016	7,181		
Kerros 1		506	L1	RADIATOR V		RLV DN10-00	10 (L)				0,0032		0,597		7,184	0,30	
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,0			0,0032	0,06	0,000	0,016	7,781		
Kerros 1		253	L1	HEATING: RA		C11-500-900	10 (L)			400	0,0032				7,781		

**Project Information**

Project name:	Patteriverkko	Project number:	1
Address:	Pertti Kaiteran katu 1	Notes:	:
City:	Oulu		:
Author:			:
Software version:	2016.11	Calculation date:	1.5.2018 21:37

**Project Calculation Data**

Systems:	L1 Lämmitys 1	Fluid type:	Vesi 70/20°C
Total flow:	0.0290 l/s	Total pressure:	10.962 kPa
Fluid temperature:	70 / 40 C	Fluid density:	990 / 990.0 kg/m³
Fluid dyn. viscosity:	0.00059697 / 0.00059697 Pas	Fluid spec. heat capacity:	4185 / 4185 J/kgK

**Calculation Input Values**

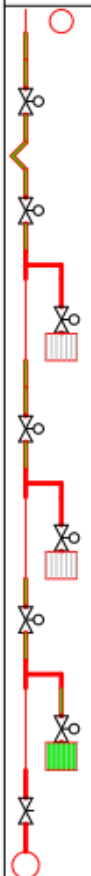
Min. dp zone valves:	3.000 kPa	Min. dp radiator valves:	2.000 kPa
Balancing target pressure:	Minimum		

**Calculation Results / Supply**

Location	Level	Node	System	Type	Series	Product	Size	L [m]	Insulation	P [W]	qv [l/s]	v [m/s]	dpt [kPa]	dp/L [kPa/m]	pt [kPa]	adj.	Warnings
	Kerros 1	293	L1	ROOT NODE							0,0290				10,962		
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		18 (L)	0,7			0,0290	0,14	0,019	0,026	10,962		
	Kerros 1	226	L1	BRANCH	Cu		18/12 (L)				0,0290	0,14	0,010		10,943		
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		12 (L)	0,4			0,0097	0,12	0,010	0,023	10,933		
	Kerros 1	227	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)				0,0097		0,200		10,923	(L)	
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		12 (L)	0,7			0,0097	0,12	0,016	0,023	10,723		
	Kerros 1	228	L1	BRANCH	Cu		12/10 (L)				0,0097	0,12	0,007		10,706		
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,4			0,0032	0,06	0,006	0,016	10,699		
	Kerros 1	229	L1	RADIATOR V		STABILA-10	10 (L)				0,0032		2,881		10,693	1,7	
	Kerros 1	229	L1	HEATING: RA		C11-500-900	10 (L)			400	0,0032				7,812		
	Kerros 1		L1	REDUCER	Cu		12/10				0,0064	0,08	0,001		10,706		
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,2			0,0064	0,12	0,006	0,031	10,706		
	Kerros 1	230	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)				0,0064		0,200		10,700	(L)	
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,7			0,0064	0,12	0,023	0,031	10,500		
	Kerros 1	231	L1	BRANCH	Cu		10/10 (L)				0,0064	0,12	0,007		10,477		
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,4			0,0032	0,06	0,006	0,016	10,471		
	Kerros 1	232	L1	RADIATOR V		STABILA-10	10 (L)				0,0032		2,422		10,464	1,9	
	Kerros 1	232	L1	HEATING: RA		C11-500-900	10 (L)			400	0,0032				8,043		
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,2			0,0032	0,06	0,003	0,016	10,477		

Location	Level	Node	System	Type	Series	Product	Size	L [m]	Insulation	P [W]	qv [l/s]	v [m/s]	dpt [kPa]	dp/L [kPa/m]	pt [kPa]	adj.	Warnings	
	Kerros 1	233	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)				0,0032		0,200		10,475	(L)		
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,7			0,0032	0,06	0,012	0,016	10,275			
	Kerros 1	284	L1	BRANCH	Cu		10/10 (L)				0,0032	0,06	0,002		10,263			
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,4			0,0032	0,06	0,006	0,016	10,261			
	Kerros 1	234	L1	RADIATOR V		STABILA-10	10 (L)				0,0032			2,000	10,255	2,1		
	Kerros 1	234	L1	HEATING: RA		C11-500-900	10 (L)			400	0,0032				8,255			
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,0										
	Kerros 1	285	L1	STOPVALVE		BA 1600-10	10 (L)											
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,0										
	Kerros 1	286	L1	EXPANSION		E121-10	10 (L)											
	Kerros 1		L1	REDUCER	Cu		18/15					0,0193	0,10	0,001		10,943		
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		15 (L)	0,7				0,0193	0,15	0,025	0,035	10,941		
	Kerros 1	235	L1	ZONE VALVE		STAD-15/14	15 (L)					0,0193		0,200		10,917	(L)	
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		15 (L)	0,6				0,0193	0,15	0,022	0,035	10,717		
	Kerros 1	236	L1	BRANCH	Cu		15/12 (L)					0,0193	0,15	0,010		10,695		
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		12 (L)	0,4				0,0097	0,12	0,010	0,023	10,684		
	Kerros 1	237	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)					0,0097		0,200		10,674	(L)	
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		12 (L)	0,7				0,0097	0,12	0,016	0,023	10,474		
	Kerros 1	238	L1	BRANCH	Cu		12/10 (L)					0,0097	0,12	0,007		10,458		
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,4				0,0032	0,06	0,006	0,016	10,450		
	Kerros 1	239	L1	RADIATOR V		STABILA-10	10 (L)					0,0032		2,881		10,444	1,7	
	Kerros 1	239	L1	HEATING: RA		C11-500-900	10 (L)			400	0,0032				7,563			
	Kerros 1		L1	REDUCER	Cu		12/10					0,0064	0,08	0,001		10,458		
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,2				0,0064	0,12	0,006	0,031	10,457		
	Kerros 1	240	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)					0,0064		0,200		10,451	(L)	
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,7				0,0064	0,12	0,023	0,031	10,251		
	Kerros 1	241	L1	BRANCH	Cu		10/10 (L)					0,0064	0,12	0,007		10,229		
	Kerros 1		L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,4				0,0032	0,06	0,006	0,016	10,222		
	Kerros 1	242	L1	RADIATOR V		STABILA-10	10 (L)					0,0032		2,422		10,216	1,9	
	Kerros 1	242	L1	HEATING: RA		C11-500-900	10 (L)			400	0,0032				7,794			
Kerros 1		L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,2				0,0032	0,06	0,003	0,016	10,229			
Kerros 1	243	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)					0,0032		0,200		10,226	(L)		
Kerros 1		L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,7				0,0032	0,06	0,012	0,016	10,026			
Kerros 1	287	L1	BRANCH	Cu		10/10 (L)					0,0032	0,06	0,002		10,014			
Kerros 1		L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,4				0,0032	0,06	0,006	0,016	10,013			
Kerros 1	244	L1	RADIATOR V		STABILA-10	10 (L)					0,0032		2,000		10,007	2,1		
Kerros 1	244	L1	HEATING: RA		C11-500-900	10 (L)			400	0,0032				8,007				
Kerros 1		L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,0											
Kerros 1	288	L1	STOPVALVE		BA 1600-10X6	10 (L)												
Kerros 1		L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,0											





Location	Level	Node	System	Type	Series	Product	Size	L [m]	Insulation	P [W]	qv [l/s]	v [m/s]	dpt [kPa]	dp/L [kPa/m]	pt [kPa]	adj.	Warnings
Kerros 1		289	L1	EXPANSION		E121-10	10 (L)										
Kerros 1			L1	REDUCER	Cu		15/12				0,0097	0,07	0,001		10,695		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		12 (L)	0,8			0,0097	0,12	0,018	0,023	10,693		
Kerros 1		245	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)				0,0097		0,200		10,675 (L)		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		12 (L)	0,6			0,0097	0,12	0,013	0,023	10,475		
Kerros 1			L1	BEND-90	Cu		12 (L)				0,0097	0,12	0,003		10,462		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		12 (L)	0,4			0,0097	0,12	0,010	0,023	10,458		
Kerros 1		246	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)				0,0097		0,200		10,449 (L)		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		12 (L)	0,7			0,0097	0,12	0,016	0,023	10,249		
Kerros 1		247	L1	BRANCH	Cu		12/10 (L)				0,0097	0,12	0,007		10,232		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,4			0,0032	0,06	0,006	0,016	10,225		
Kerros 1		248	L1	RADIATOR V		STABILA-10	10 (L)				0,0032		2,881		10,219 1,7		
Kerros 1		248	L1	HEATING: RA		C11-500-900	10 (L)			400	0,0032				7,338		
Kerros 1			L1	REDUCER	Cu		12/10				0,0064	0,08	0,001		10,232		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,2			0,0064	0,12	0,005	0,031	10,232		
Kerros 1		249	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)				0,0064		0,200		10,226 (L)		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,7			0,0064	0,12	0,023	0,031	10,026		
Kerros 1		250	L1	BRANCH	Cu		10/10 (L)				0,0064	0,12	0,007		10,003		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,4			0,0032	0,06	0,006	0,016	9,996		
Kerros 1		251	L1	RADIATOR V		STABILA-10	10 (L)				0,0032		2,422		9,990 1,9		
Kerros 1		251	L1	HEATING: RA		C11-500-900	10 (L)			400	0,0032				7,568		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,2			0,0032	0,06	0,003	0,016	10,003		
Kerros 1		252	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10 (L)				0,0032		0,200		10,001 (L)		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,7			0,0032	0,06	0,012	0,016	9,801		
Kerros 1		290	L1	BRANCH	Cu		10/10 (L)				0,0032	0,06	0,002		9,789		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,4			0,0032	0,06	0,006	0,016	9,787		
Kerros 1		253	L1	RADIATOR V		STABILA-10	10 (L)				0,0032		2,000		9,781 2,1		
Kerros 1		253	L1	HEATING: RA		C11-500-900	10 (L)			400	0,0032				7,781		
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,0									
Kerros 1		291	L1	STOPVALVE		BA 1600-10XE	10 (L)										
Kerros 1			L1	PIPE	Cu		10 (L)	0,0									
Kerros 1		292	L1	EXPANSION		E121-10	10 (L)										



Hydronic Network Balancing Report

Project Information

Project name:	Patteriverkko	Project number:	1
Address:	Pertti Kaiteran katu 1	Notes:	:
City:	Oulu	:	:
Author:		:	:
Software version:	2016.11	Calculation date:	3.3.2018 14:37

Project Calculation Data

Systems:	L1 Lämmitys 1	Fluid type:	Vesi 70/40°C
Total flow:	0.0291 l/s	Total pressure:	7.399 kPa
Fluid temperature:	70 / 40 C	Fluid density:	984 / 984.0 kg/m³
Fluid dyn. viscosity:	0.00051168 / 0.00051168 Pas	Fluid spec. heat capacity:	4185 / 4185 J/kgK

Calculation Input Values

Min. dp zone valves:	3.000 kPa	Min. dp radiator valves:	2.000 kPa
Balancing target pressure:	Minimum		

Calculation Results / Return

Location	Level	Node	System	Type	Series	Product	Size	L [m]	Insulation	P [W]	qv [l/s]	v [m/s]	dpt [kPa]	dp/L [kPa/m]	pt [kPa]	adj.	Warnings
	Kerros 1	7	L1	ROOT NODE							0,0291				0,000		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		15	0,9			0,0291	0,12	0,016	0,018	0,000		
	Kerros 1	69	L1	BRANCH	Fe35		15/10				0,0291	0,12	0,000		0,016		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,1			0,0097	0,07	0,001	0,006	0,016		
	Kerros 1	70	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0097		4,325		0,017	1,7	
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,3			0,0097	0,07	0,002	0,006	4,342		
	Kerros 1	88	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0097		0,130		4,344	(L)	
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,2			0,0097	0,07	0,001	0,006	4,474		
	Kerros 1	8	L1	BRANCH	Fe35		10/10				0,0097	0,07	0,000		4,475		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,2			0,0032	0,02	0,000	0,002	4,475		
	Kerros 1	71	L1	RADIATOR V		RLV DN10-00	10				0,0032		0,604		4,476	0,30	
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,0			0,0032	0,02	0,000	0,002	5,080		
	Kerros 1	3	L1	HEATING: RA		C11-400-400	10 (L)			400	0,0032				5,080		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,6			0,0065	0,04	0,002	0,004	4,475		
	Kerros 1	80	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0065		0,060		4,478	(L)	
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,3			0,0065	0,04	0,001	0,004	4,538		
	Kerros 1	9	L1	BRANCH	Fe35		10/10				0,0065	0,04	0,000		4,539		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,2			0,0032	0,02	0,000	0,002	4,539		
	Kerros 1	72	L1	RADIATOR V		RLV DN10-00	10				0,0032		0,604		4,539	0,30	



Hydronic Network Balancing Report

Location	Level	Node	System	Type	Series	Product	Size	L [m]	Insulation	P [W]	qv [l/s]	v [m/s]	dpt [kPa]	dp/L [kPa/m]	pt [kPa]	adj.	Warnings
Kerros 1			L1	PIPE	Fe35		10	0,0			0,0032	0,02	0,000	0,002	5,143		
Kerros 1	5		L1	HEATING: RA		C11-400-400	10 (L)			400	0,0032				5,143		
Kerros 1		81	L1	PIPE	Fe35		10	0,6			0,0032	0,02	0,001	0,002	4,539		
Kerros 1			L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0032		0,015		4,540	(L)	
Kerros 1			L1	PIPE	Fe35		10	0,3			0,0032	0,02	0,001	0,002	4,555		
Kerros 1			L1	BEND-90	Fe35		10				0,0032	0,02	0,000		4,555		
Kerros 1			L1	PIPE	Fe35		10	0,2			0,0032	0,02	0,000	0,002	4,556		
Kerros 1		73	L1	RADIATOR V		RLV DN10-00	10				0,0032		0,604		4,556	0,30	
Kerros 1			L1	PIPE	Fe35		10	0,0			0,0032	0,02	0,000	0,002	5,160		
Kerros 1	6		L1	HEATING: RA		C11-400-400	10 (L)			400	0,0032				5,160		
Kerros 1			L1	REDUCER	Fe35		15/10				0,0194	0,08	0,001		0,016		
Kerros 1			L1	PIPE	Fe35		10	0,3			0,0194	0,13	0,010	0,029	0,017		
Kerros 1		82	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0194		0,500		0,027	(L)	
Kerros 1			L1	PIPE	Fe35		10	0,7			0,0194	0,13	0,019	0,029	0,527		
Kerros 1		50	L1	BRANCH	Fe35		10/10				0,0194	0,13	0,003		0,546		
Kerros 1			L1	PIPE	Fe35		10	0,1			0,0097	0,07	0,001	0,006	0,549		
Kerros 1			L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0097		3,261		0,549	1,8	
Kerros 1			L1	PIPE	Fe35		10	0,3			0,0097	0,07	0,002	0,006	3,810		
Kerros 1			L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0097		0,130		3,812	(L)	
Kerros 1			L1	PIPE	Fe35		10	0,2			0,0097	0,07	0,001	0,006	3,942		
Kerros 1		51	L1	BRANCH	Fe35		10/10				0,0097	0,07	0,000		3,943		
Kerros 1			L1	PIPE	Fe35		10	0,2			0,0032	0,02	0,000	0,002	3,943		
Kerros 1			L1	RADIATOR V		RLV DN10-00	10				0,0032		0,604		3,944	0,30	
Kerros 1			L1	PIPE	Fe35		10	0,0			0,0032	0,02	0,000	0,002	4,548		
Kerros 1		34	L1	HEATING: RA		C11-400-400	10 (L)			400	0,0032				4,548		
Kerros 1			L1	PIPE	Fe35		10	0,6			0,0065	0,04	0,002	0,004	3,943		
Kerros 1		83	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0065		0,060		3,946	(L)	
Kerros 1			L1	PIPE	Fe35		10	0,3			0,0065	0,04	0,001	0,004	4,006		
Kerros 1			L1	BRANCH	Fe35		10/10				0,0065	0,04	0,000		4,007		
Kerros 1			L1	PIPE	Fe35		10	0,2			0,0032	0,02	0,000	0,002	4,007		
Kerros 1			L1	RADIATOR V		RLV DN10-00	10				0,0032		0,604		4,008	0,30	
Kerros 1			L1	PIPE	Fe35		10	0,0			0,0032	0,02	0,000	0,002	4,611		
Kerros 1		36	L1	HEATING: RA		C11-400-400	10 (L)			400	0,0032				4,611		
Kerros 1			L1	PIPE	Fe35		10	0,6			0,0032	0,02	0,001	0,002	4,007		
Kerros 1			L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0032		0,015		4,008	(L)	
Kerros 1			L1	PIPE	Fe35		10	0,3			0,0032	0,02	0,001	0,002	4,023		
Kerros 1			L1	BEND-90	Fe35		10				0,0032	0,02	0,000		4,024		
Kerros 1			L1	PIPE	Fe35		10	0,2			0,0032	0,02	0,000	0,002	4,024		
Kerros 1		76	L1	RADIATOR V		RLV DN10-00	10				0,0032		0,604		4,024	0,30	
Kerros 1			L1	PIPE	Fe35		10	0,0			0,0032	0,02	0,000	0,002	4,628		



Hydronic Network Balancing Report

Location	Level	Node	System	Type	Series	Product	Size	L [m]	Insulation	P [W]	qv [l/s]	v [m/s]	dpt [kPa]	dp/L [kPa/m]	pt [kPa]	adj.	Warnings
	Kerros 1	37	L1	HEATING: RA		C11-400-400	10 (L)			400	0,0032				4,628		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,4			0,0097	0,07	0,002	0,006	0,546		
	Kerros 1	85	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0097		0,130		0,548 (L)		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,5			0,0097	0,07	0,003	0,006	0,678		
	Kerros 1	47	L1	BEND-90			10				0,0097	0,07	0,001		0,681		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,1			0,0097	0,07	0,001	0,006	0,682		
	Kerros 1	53	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0097		3,000		0,683 1,8		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,3			0,0097	0,07	0,002	0,006	3,683		
	Kerros 1	90	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0097		0,130		3,685 (L)		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,2			0,0097	0,07	0,001	0,006	3,815		
	Kerros 1	48	L1	BRANCH			10/10				0,0097	0,07	0,000		3,816		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,2			0,0032	0,02	0,000	0,002	3,816		
	Kerros 1	77	L1	RADIATOR V			RLV DN10-00	10			0,0032		0,604		3,817 0,30		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,0			0,0032	0,02	0,000	0,002	4,420		
	Kerros 1	28	L1	HEATING: RA			C11-400-400	10 (L)			400	0,0032			4,421		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,6			0,0065	0,04	0,002	0,004	3,816		
	Kerros 1	86	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0065		0,060		3,818 (L)		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,3			0,0065	0,04	0,001	0,004	3,878		
	Kerros 1	49	L1	BRANCH			10/10				0,0065	0,04	0,000		3,880		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,2			0,0032	0,02	0,000	0,002	3,880		
	Kerros 1	78	L1	RADIATOR V			RLV DN10-00	10			0,0032		0,604		3,880 0,30		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,0			0,0032	0,02	0,000	0,002	4,484		
	Kerros 1	30	L1	HEATING: RA			C11-400-400	10 (L)			400	0,0032			4,484		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10 (L)	0,6			0,0032	0,02	0,001	0,002	3,880		
	Kerros 1	87	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0032		0,015		3,881 (L)		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10 (L)	0,3			0,0032	0,02	0,001	0,002	3,896		
	Kerros 1		L1	BEND-90			10				0,0032	0,02	0,000		3,896		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,2			0,0032	0,02	0,000	0,002	3,896		
	Kerros 1	79	L1	RADIATOR V			RLV DN10-00	10			0,0032		0,604		3,897 0,30		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,0			0,0032	0,02	0,000	0,002	4,501		
Kerros 1	31	L1	HEATING: RA			C11-400-400	10 (L)			400	0,0032			4,501			



Hydronic Network Balancing Report

Project Information

Project name:	Patteriverkko	Project number:	1
Address:	Pertti Kaieran katu 1	Notes:	:
City:	Oulu	:	:
Author:		Calculation date:	3.3.2018 14:39
Software version:	2016.11		

Project Calculation Data

Systems:	L1 Lämmitys 1	Fluid type:	Vesi 70/40°C
Total flow:	0.0291 l/s	Total pressure:	7.399 kPa
Fluid temperature:	70 / 40 C	Fluid density:	984 / 984.0 kg/m³
Fluid dyn. viscosity:	0.00051168 / 0.00051168 Pas	Fluid spec. heat capacity:	4185 / 4185 J/kgK

Calculation Input Values

Min. dp zone valves:	3.000 kPa	Min. dp radiator valves:	2.000 kPa
Balancing target pressure:	Minimum		

Calculation Results / Supply

Location	Level	Node	System	Type	Series	Product	Size	L [m]	Insulation	P [W]	qv [l/s]	v [m/s]	dpt [kPa]	dp/L [kPa/m]	pt [kPa]	adj.	Warnings
	Kerros 1	1	L1	ROOT NODE							0,0291				7,399		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		15	0,8			0,0291	0,12	0,014	0,018	7,399		
	Kerros 1	39	L1	BRANCH	Fe35		15/10				0,0291	0,12	0,008		7,385		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,5			0,0097	0,07	0,003	0,006	7,378		
	Kerros 1	48	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0097		0,130		7,374	(L)	
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,6			0,0097	0,07	0,003	0,006	7,244		
	Kerros 1	2	L1	BRANCH	Fe35		10/10				0,0097	0,07	0,002		7,241		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,4			0,0032	0,02	0,001	0,002	7,239		
	Kerros 1	3	L1	RADIATOR V		TRV-2S-10	10 (L)				0,0032			2,158	7,238	3,6	
	Kerros 1	3	L1	HEATING: RA		C11-400-400	10 (L)			400	0,0032				5,080		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,2			0,0065	0,04	0,001	0,004	7,241		
	Kerros 1	40	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0065			0,060	7,240	(L)	
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,7			0,0065	0,04	0,003	0,004	7,180		
	Kerros 1	4	L1	BRANCH	Fe35		10/10				0,0065	0,04	0,001		7,177		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,4			0,0032	0,02	0,001	0,002	7,176		
	Kerros 1	5	L1	RADIATOR V		TRV-2S-10	10 (L)				0,0032			2,032	7,176	3,6	
	Kerros 1	5	L1	HEATING: RA		C11-400-400	10 (L)			400	0,0032				5,143		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,2			0,0032	0,02	0,000	0,002	7,177		
	Kerros 1	41	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0032			0,015	7,177	(L)	





Hydronic Network Balancing Report

Location	Level	Node	System	Type	Series	Product	Size	L [m]	Insulation	P [W]	qv [l/s]	v [m/s]	dpt [kPa]	dp/L [kPa/m]	pt [kPa]	adj.	Warnings
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,6			0,0032	0,02	0,001	0,002	7,162		
	Kerros 1		L1	BEND-90	Fe35		10				0,0032	0,02	0,000		7,161		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,4			0,0032	0,02	0,001	0,002	7,161		
	Kerros 1	6	L1	RADIATOR V		TRV-2S-10	10 (L)				0,0032		2,000		7,160	3,6	
	Kerros 1	6	L1	HEATING: RA		C11-400-400	10 (L)			400	0,0032				5,160		
	Kerros 1		L1	REDUCER	Fe35		15/10				0,0194	0,08	0,001		7,385		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,4			0,0194	0,13	0,013	0,029	7,384		
	Kerros 1	42	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0194		0,500		7,371	(L)	
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,6			0,0194	0,13	0,016	0,029	6,871		
	Kerros 1	32	L1	BRANCH	Fe35		10/10				0,0194	0,13	0,009		6,855		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,5			0,0097	0,07	0,003	0,006	6,846		
	Kerros 1	49	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0097		0,130		6,843	(L)	
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,6			0,0097	0,07	0,003	0,006	6,713		
	Kerros 1	33	L1	BRANCH	Fe35		10/10				0,0097	0,07	0,002		6,709		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,4			0,0032	0,02	0,001	0,002	6,707		
	Kerros 1	34	L1	RADIATOR V		TRV-2S-10	10 (L)				0,0032		2,158		6,706	3,6	
	Kerros 1	34	L1	HEATING: RA		C11-400-400	10 (L)			400	0,0032				4,548		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,2			0,0065	0,04	0,001	0,004	6,709		
	Kerros 1	43	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0065		0,060		6,708	(L)	
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,7			0,0065	0,04	0,003	0,004	6,648		
	Kerros 1	35	L1	BRANCH	Fe35		10/10				0,0065	0,04	0,001		6,646		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,4			0,0032	0,02	0,001	0,002	6,645		
	Kerros 1	36	L1	RADIATOR V		TRV-2S-10	10 (L)				0,0032		2,032		6,644	3,6	
	Kerros 1	36	L1	HEATING: RA		C11-400-400	10 (L)			400	0,0032				4,611		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,2			0,0032	0,02	0,000	0,002	6,646		
	Kerros 1	44	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0032		0,015		6,645	(L)	
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,6			0,0032	0,02	0,001	0,002	6,630		
	Kerros 1		L1	BEND-90	Fe35		10				0,0032	0,02	0,000		6,629		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,4			0,0032	0,02	0,001	0,002	6,629		
	Kerros 1	37	L1	RADIATOR V		TRV-2S-10	10 (L)				0,0032		2,000		6,628	3,6	
	Kerros 1	37	L1	HEATING: RA		C11-400-400	10 (L)			400	0,0032				4,628		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,5			0,0097	0,07	0,003	0,006	6,855		
	Kerros 1	45	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0097		0,130		6,852	(L)	
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,4			0,0097	0,07	0,002	0,006	6,722		
	Kerros 1	26	L1	BEND-90	Fe35		10				0,0097	0,07	0,001		6,719		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,5			0,0097	0,07	0,003	0,006	6,718		
	Kerros 1	50	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0097		0,130		6,715	(L)	
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,6			0,0097	0,07	0,003	0,006	6,585		
	Kerros 1	27	L1	BRANCH	Fe35		10/10				0,0097	0,07	0,002		6,582		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,4			0,0032	0,02	0,001	0,002	6,580		



Hydronic Network Balancing Report

Location	Level	Node	System	Type	Series	Product	Size	L [m]	Insulation	P [W]	qv [l/s]	v [m/s]	dpt [kPa]	dp/L [kPa/m]	pt [kPa]	adj.	Warnings
	Kerros 1	28	L1	RADIATOR V		TRV-2S-10	10 (L)				0,0032				6,579	3,6	
	Kerros 1	28	L1	HEATING: RA		C11-400-400	10 (L)			400	0,0032				4,421		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,2			0,0065	0,04	0,001	0,004	6,582		
	Kerros 1	46	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0065		0,060		6,581	(L)	
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,7			0,0065	0,04	0,003	0,004	6,521		
	Kerros 1	29	L1	BRANCH	Fe35		10/10				0,0065	0,04	0,001		6,518		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,4			0,0032	0,02	0,001	0,002	6,517		
	Kerros 1	30	L1	RADIATOR V		TRV-2S-10	10 (L)				0,0032			2,032	6,517	3,6	
	Kerros 1	30	L1	HEATING: RA		C11-400-400	10 (L)			400	0,0032				4,484		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,3			0,0032	0,02	0,001	0,002	6,518		
	Kerros 1	47	L1	ZONE VALVE		STAD-10/09	10				0,0032		0,015		6,518	(L)	
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,6			0,0032	0,02	0,001	0,002	6,503		
	Kerros 1		L1	BEND-90	Fe35		10				0,0032	0,02	0,000		6,502		
	Kerros 1		L1	PIPE	Fe35		10	0,4			0,0032	0,02	0,001	0,002	6,501		
	Kerros 1	31	L1	RADIATOR V		TRV-2S-10	10 (L)				0,0032			2,000	6,501	3,6	
	Kerros 1	31	L1	HEATING: RA		C11-400-400	10 (L)			400	0,0032				4,501		