

LÄMMÖNTUOTANNON OPPIMISYMPÄRISTÖ

TEKIJÄ: Jyri Sormunen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Energiatekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Jyri Sormunen	
Työn nimi Lämmöntuotannon oppimisympäristö	
Päiväys 20.11.2014	Sivumäärä/Liitteet 31/8
Ohjaaja(t) Ritva Käyhkö, Olli-Pekka Kähkönen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonlinnan ammatti- ja aikuisopisto	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Savonlinnan ammatti- ja aikuisopiston talotekniikan osasto saa uudet tilat ja uusia laitteita opetuskäyttöön. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa lämmöntuotannon oppimisympäristö näihin tiloihin. Toimeksiantoon kuuluivat laitteiston kytkentöjen ja teknisten ratkaisujen suunnittelu, PI-kaavioiden piirtäminen ja asennusvalvonta.</p> <p>Lämmöntuotannon oppimisympäristöön suunniteltiin laitteisto, jonka päälaitteina ovat lämminvesivaraaja, puukattila, öljykattila, aurinkokeräimet, ilmavesilämpöpumppu ja varaajan jäähdytyslaitteet. Laitteista suunniteltiin kokonaisuus, jossa lämpöä tuottavilla laitteilla voidaan lämmitellä varaajan vettä ja varaajan jäähdytyslaitteet tuottavat varaajalle lisäkuormaa. Suunnittelussa käytettiin CADS-ohjelmistoa. Yksittäisistä laitteista yhdistetynä lämminvesivaraajaan piirrettiin erilliset PI-kaaviot. Koko järjestelmästä piirrettiin PI-kaavio. Laitteiden kytkennät ja asennus toteutettiin PI-kaavioiden mukaan.</p> <p>Tämä opinnäytetyö auttoi omalta osaltaan uuden lämmöntuotannon oppimisympäristön valmistamista. Oppimisympäristö antaa uusia mahdollisuuksia opiskella talotekniikan lämmöntuotantoa käytännönläheisesti ja monipuolisesti.</p>	
Avainsanat lämpö, lämmöntuotanto, oppimisympäristö	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Energy Technology			
Author(s) Jyri Sormunen			
Title of Thesis Heat production learning environment			
Date	20.11.2014	Pages/Appendices	31/8
Supervisor(s) Ritva Käyhkö, Olli-Pekka Kähkönen			
Client Organisation /Partners Savonlinnan ammatti- ja aikuisopisto			
<p>Abstract</p> <p>The house engineering department of Savonlinnan ammatti- ja aikuisopisto will get new facilities and new equipment for teaching. The purpose of this thesis was to plan and implement a heat production learning environment in these facilities. The assignment included the design of the device connections and technical solutions. The assignment included also the PI diagram drawing and the installation supervision.</p> <p>The main devices of the heat production learning environment are a warm water charger tank, a wood boiler, an oil boiler, solar collectors, an air water heat pump and a cooling system for the warm water charger tank. Heat production devices heat the water of the warm water charger tank and the cooling devices produce an additional load to it. CADS software was used as design program. The individual device connected to the charger tank were drawn to separate PI diagrams. The whole system was drawn to one united PI diagram. The connections and the installation of the whole equipment were carried out by PI diagrams.</p> <p>This thesis helped heat production learning environment to be completed. The learning environment provides new opportunities to study the heat production of houses in a practical and versatile way.</p>			
Keywords heat, heat production, learning environment			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
	1.1 Työn tausta.....	7
	1.2 Työn rajaus.....	7
2	SAVONLINNAN AMMATTI- JA AIKUISOPISTO	
	2.1 Itä-Savon koulutuskuntayhtymä	8
	2.2 Strategia	8
	2.3 Savonlinnan ammatti- ja aikuisopiston toiminta	8
3	RAKENNUSTEN LÄMMITYS.....	9
	3.1 Lämmitystarve	9
	3.2 Puulämmitys	9
	3.3 Öljylämmitys	10
	3.4 Sähkölämmitys.....	10
	3.5 Kaukolämmitys.....	10
	3.6 Lämpöpumppulämmitys.....	11
	3.7 Aurinkolämmitys.....	11
4	LÄMMÖNTUOTANNON OPPIMISYMPÄRISTÖN LAITTEET	11
	4.1 Lämminvesivaraajat.....	11
	4.2 Oppimisympäristön lämminvesivaraaja.....	12
	4.3 Kattilat.....	13
	4.4 Oppimisympäristön puukattila	13
	4.5 Oppimisympäristön öljykattila.....	14
	4.6 Aurinkokeräimet	15
	4.7 Oppimisympäristön aurinkokeräimet.....	16
	4.8 Lämpöpumput.....	17
	4.9 Oppimisympäristön ilmavesilämpöpumppu	17
	4.10 Oppimisympäristön kulutuskohteet	18

4.11	Oppimisympäristön muita laitteita	19
5	LAITTEISTON SUUNNITTELU	20
5.1	Suunnittelun lähtökohdat ja toteutus	20
5.2	Laitteiden sijoittelu	21
5.3	CADS-ohjelmisto.....	21
5.4	Puukattilajärjestelmä	21
5.5	Öljykattilajärjestelmä	22
5.6	Ilmavesilämpöpumppujärjestelmä	22
5.7	Jäähdytysjärjestelmä	23
5.8	Aurinkolämpöjärjestelmä.....	23
5.9	Kulutuskohteet	24
5.10	Koko järjestelmä.....	24
6	ASENNUS.....	24
7	KOEAJOT	26
8	LAITTEIDEN OPETUSKÄYTTÖ.....	27
9	YHTEENVETO JA POHDINTA.....	28
	LÄHTEET	30
	LIITE 1: PI-KAAVIO PUUKATTILAJÄRJESTELMÄ	
	LIITE 2: PI-KAAVIO ÖLJYKATTILAJÄRJESTELMÄ	
	LIITE 3: PI-KAAVIO ILMAVESILÄMPÖPUMPPUJÄRJESTELMÄ	
	LIITE 4: PI-KAAVIO JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ	
	LIITE 5: PI-KAAVIO AURINKOLÄMPÖJÄRJESTELMÄ	
	LIITE 6: PI-KAAVIO KULUTUSKOHTEET	
	LIITE 7: PI-KAAVIO KOKO JÄRJESTELMÄ	
	LIITE 8: PI-KAAVIOISSA KÄYTETYT PIIRROSMERKIT	

SELVENTEET

PI-kaavio

Prosessi- ja instrumentointikaavio on kaavio, johon on piirrosmerkein piirretty prosessin päälaitteet ja prosessin instrumentit sekä näiden väliset kytkennät.

paluulinja

putkilinja, jossa virtaussuunta on laitteeseen päin

tulolinja

putkilinja, jossa virtaussuunta on laitteesta poispäin

DN32

teräsputkimerkintä, luku ilmoittaa putken halkaisijan nimellismitan

CAD-ohjelmisto

tietokoneavusteinen suunnitteluohjelmisto

2D

kaksiulotteinen

3D

kolmiulotteinen

LYHENTEET

kW kilowatti, W=watti on tehon yksikkö, $k=10^3$

MW megawatti, W=watti on tehon yksikkö, $M=10^6$

°C celsiusaste, lämpötilan yksikkö

mm millimetri, m=metri on pituuden yksikkö, $m=10^{-3}$

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Savonlinnan ammatti- ja aikuisopistolla on käynnistetty hanke, jossa talotekniikan osasto muuttaa uusiin tiloihin. Hanke ja suuremmat tilat mahdollistavat opetukseen käytettävien laitteiden uusimisen.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella ja toteuttaa uusi lämmöntuotannon oppimisympäristö Savonlinnan ammatti- ja aikuisopiston talotekniikan uusiin tiloihin. Oppimisympäristöön tulevat päälaitteet ovat lämminvesivaraaja, öljykattila, puukattila, ilma-vesilämpöpumppu ja kolme kappaletta aurinkokeräimiä. Tarkoituksena on suunnitella järjestelmä, jossa lämpöä tuottavilla laitteilla voidaan ajaa varaajaan lämpöä. Varaajan kuormaksi on tarkoitus kytkeä talotekniikan osaston ilmanvaihtokone ja kaukolämmön alajakokeskus yhdistettynä lämmityspatteriverkkoon. Lisäksi varaajaan tarvitaan kuormaksi jäähdytyslaitteisto.

Työn tuloksena on itse laitteisto, jota tullaan käyttämään talotekniikan käytännön koulutuksessa. Työn raporttia ja suunnittelussa tehtyjä PI-kaavioita voidaan hyödyntää opetusmateriaalina.

1.2 Työn rajaus

Opinnäytetyön tekijän rooli oppimisympäristön laitteiden suunnittelussa on toimeksiannon toteuttaja. Toimeksiantoon kuuluvat tehtävät ovat PI-kaavioiden piirtäminen, jossa päätyöväline on toimeksiantajan käytössä oleva CADS-planner -suunnitteluohjelmisto. Laitteiston kytkentöjen ja teknisten ratkaisujen suunnittelu sisältyy myös tehtäviin. Lisäksi toimeksiantoon kuuluu oppimisympäristön laitteiden asennusvalvojan tehtävät. Laitteiden asennus toteutetaan talotekniikan opiskelijoiden oppilastöinä.

2 SAVONLINNAN AMMATTI- JA AIKUISOPISTO

2.1 Itä-Savon koulutuskuntayhtymä

Itä-Savon koulutuskuntayhtymä perustettiin vuonna 1957. Sen tehtävänä oli Savonlinnan ammattikoulun ylläpito. Nykyään koulutuskuntayhtymän tehtävä on pitää yllä Savonlinnan ammatti- ja aikuisopistoa. Jäseniä kuntayhtymässä ovat Savonlinnan kaupunki, Kiteen kaupunki, Enonkosken kunta, Parikkalan kunta, Rantasalmen kunta ja Sulkavan kunta. (Savonlinnan ammatti- ja aikuisopiston [www-sivut](#).)

2.2 Strategia

Itä-Savon koulutuskuntayhtymän ja Savonlinnan ammatti- ja aikuisopiston toimintaa ja kehitystä ohjaamaan on luotu ammattiopistostrategia, jonka kuntayhtymän valtuusto hyväksyi vuonna 2012. Strategian mukaan ammatillisen koulutuksen menestymisen kolme perusperiaatetta ovat 1. opettajan hyvä asiantuntemus, oppimisen ohjaus ja nykyaikaiset oppimisympäristöt, 2. koulutuksen järjestäjän alueellisesti itsenäinen ja toimiva organisaatio ja 3. rahoitus, joka on kansallisesti yhtenäinen ja joka mahdollistaa toiminnan, koulutuksen ja tukipalvelut. (Savonlinnan ammatti- ja aikuisopiston [www-sivut](#).)

2.3 Savonlinnan ammatti- ja aikuisopiston toiminta

Savonlinnan ammatti- ja aikuisopisto on koulutuspalvelujen tuottaja. Koulutuksen tarkoitus on kehittää opiskelijan ammatillista osaamista, sivistää yleisesti ja edistää opiskelijan persoonallisuuden kasvua. Koulutuspalveluilla pyritään tuomaan elinkeinoelämään osaamista ja pyritään parantamaan yrittämisen mahdollisuuksia, kansainvälistymistä ja kestäväää kehitystä. (Savonlinnan ammatti- ja aikuisopiston [www-sivut](#).)

Savonlinnan ammatti- ja aikuisopistolla on toimipisteitä kolmessa eri osoitteessa. Savonlinnan Pohjolankadulla annetaan koulutusta tekniikan ja liikenteen alalla, luonnonvara- ja ympäristöalalla, kulttuurialalla, yhteiskuntatieteiden alalla, liiketalouden ja hallinnon alalla. Pohjolankadun toimipisteiden palveluita ovat oppisopimustoimisto, aikuiskoulutus ja työelämäpalvelu, auton huolto ja korjaus, kone- ja metsätyöt, LVI-työt, puutyöt, veneenrakentaminen ja SamiShop. Savonlinnan Keskussairaalan alueella annetaan koulutusta sosiaali-, terveys- ja liikunta-alalla. Palveluihin kuuluu hieronta, jalkahoito, kauneudenhoito ja parturikampaa-

mo. Savonlinnan Rajalahdenkadulla koulutusta annetaan matkailu-, ravitsemis- ja talousalalla sekä luonnonvara- ja ympäristöalalla. Palveluihin kuuluu opetusravintola Paviljonki ja KalaSAMI. (Savonlinnan ammatti- ja aikuisopiston www-sivut.)

3 RAKENNUSTEN LÄMMITYS

3.1 Lämmitystarve

Rakennuksen lämmityksen tarkoituksena on tuottaa rakennuksen sisätiloihin viihtyvyyden ja terveyden kannalta edulliset lämpöolosuhteet. Oikeilla lämpöoloilla on merkittäviä vaikutuksia jopa kansanterveyden ja työn tuottavuuden näkökulmasta. Rakennusten lämmitykseen tarvitaan Suomessa paljon energiaa. Vallitsevien sääolojen vaikutuksesta lämmitysenergian osuus maamme primäärienergian kulutuksesta on noin kolmannes. Lämmitystekniikan merkitys rakennusten energian kulutuksessa on tärkeä. Erilaiset lämmityslaitteet tuottavat suurimman osan rakennusten lämmitysenergiasta. Lämmityslaitteilla tuotetaan usein myös lämmin käyttövesi ja lämmin ilmanvaihtoilma. Lämpö jaetaan rakennuksiin lämmönjako järjestelmän avulla. Yleisimmät lämmönjakojärjestelmät ovat vesikiertoisia järjestelmiä, ilmalämmitysjärjestelmiä tai sähkölämmitysjärjestelmiä. (Seppänen 2001, 1.)

Rakennusten lämmitystapoja on mahdollista jaotella usealla tavalla. Seuraavassa on yleisimpiä käytössä olevia lämmitystapoja jaoteltu energialähteen ja käytettävän polttoaineen perusteella.

3.2 Puulämmitys

Perinteinen lämmitystapa Suomessa on puulämmitys. Nykyiset energian hinnat ovat lisänneet puu-uunilämmityksen suosiota varsinkin pienkiinteistöissä. Uunilämmitystä käytetään usein lisälämmönlähteenä päälämmitysjärjestelmän ohessa. Polttoaineena voidaan pilkkeiden lisäksi käyttää myös puupellettejä. Toinen puulämmitystapa on kattilalämmitys. Kattilassa poltettavasta puusta vapautuva lämpö siirtyy väliaineeseen. Väliaineen avulla lämpö siirretään edelleen lämminvesivaraajaan tai suoraan kattilasta käyttökohteeseen. Lämminvesivaraajasta lämpö hyödynnetään lämpimänä käyttövetenä tai lämmitysvetenä. Lämmönjakoon käytetään yleisimmin vesikiertoista lämpöpatteriverkkoa. Pienen kokoluokan kattilalämmityksessä puu voi olla pilkkeen, pellettien tai hakkeen muodossa. (Harju 2004.)

3.3 Öljylämmitys

Toinen varsin yleinen polttoaine rakennusten lämmityksessä on öljy. Kiinteistöjen ja omakotitalojen öljykattiloissa polttoaineena on kevyt polttoöljy. Puukattilajärjestelmien tapaan öljystä vapautuva lämpö siirtyy väliaineeseen. Väliaineen avulla lämpö siirretään edelleen lämminvesivaraajaan tai suoraan kattilasta käyttökohteeseen. Lämminvesivaraajasta lämpö hyödynnetään lämpimänä käyttövetenä tai lämmitysvetenä. Lämmönjakoon käytetään yleisimmin vesikiertoista lämpöpatteriverkkoa. Öljylämmityksen suosiota on aikaisempina vuosikymmeninä lisännyt öljyn suhteellisen edullinen hinta ja hyvä saatavuus sekä öljylämmityksen vaivattomuus. (Harju 2004.)

Öljylämmityksen suosio on pienentynyt merkittävästi parin viime vuosikymmenen aikana. Syynä tähän on ollut öljyn hinnan nousu, öljyn loppumisen uhka ja se, että öljy on uusiutumaton fossiilinen polttoaine. (Perälä 2009.)

3.4 Sähkölämmitys

Sähkölämmitys on yleinen lämmitysmuoto pien- ja rivitaloissa. Sähkölämmityksen suosioon on vaikuttanut sen vaivattomuus, luotettavuus ja kohtuulliset lämmitysjärjestelmän hankintakustannukset. Sähkölämmitys voidaan toteuttaa suorana tai varaavana lämmitysmuotona. Suorassa sähkölämmityksessä lämmönjakoon käytetään erilaisia sähköpattereita. Varaavassa järjestelmässä energiaa varataan sähkövastuksella lämminvesivaraajaan tai lattialämmitysjärjestelmällä betonilattiaan. Varaava järjestelmä hyödyntää sähkön hinnan vaihtelua. Lämpöpumpulla lämmittäminen voidaan myös lukea sähkölämmityksen piiriin. (Perälä 2009.)

3.5 Kaukolämmitys

Kaukolämmitys on käytetyin lämmitysmuoto maassamme. Kaukolämmöllä lämmitetään kiinteistöjä taajamissa ja kaupungeissa. Yli kahden miljoonan suomalaisen koti lämmitetään kaukolämmöllä. Kaukolämpö on erityisesti suurten kiinteistöjen, kerrostalojen, julkisten rakennusten ja liikerakennusten lämmitysmuoto. Kaukolämpöä tuotetaan keskitetysti suurissa lämpöä ja sähköä tuottavissa yhteistuotantolaitoksissa tai pienemmissä lämpökeskuksissa. Lämpö siirretään näistä laitoksista kiinteistöjen käyttöön kuumana vetenä kaukolämpöverkkoa pitkin. (Harju 2004, 102.)

3.6 Lämpöpumppulämmitys

Lämpöpumppulämmitys on energiatehokas sähkölämmityksen muoto. Lämpöpumppu voi tuottaa rakennukseen kolminkertaisen määrän lämpöenergiaa kuluttamaansa sähköenergiaan nähden. Lämpöpumppuja on neljä päätyyppiä, jotka ovat ilmalämpöpumput, maalämpöpumput, poistoilmalämpöpumput ja ilmavesilämpöpumput. Lämpöpumpun avulla lämpöenergiaa siirretään kylmemmästä paikasta lämpimämpään. Lämpöpumpuilla voidaan vähentää rakennukseen ostettavan lämmitysenergian kulutusta merkittävästi. Uusiutuvia ja energiatehokkaita lämmitysmuotoja halutaan käyttöön yhä enemmän. Tämä ja lämpöpumpputekniikan kehitys on lisännyt lämpöpumppujen käyttöä rakennusten lämmityksessä voimakkaasti viime vuosina. (Perälä 2009.)

3.7 Aurinkolämmitys

Rakennusten aurinkolämmitys voi olla passiivinen tai aktiivinen. Passiivisessa aurinkolämmityksessä auringon lämpöä hyödynnetään keräämällä lämpöä rakennuksen rakenteisiin ilman erillisiä laitteistoja. Aktiivisessa aurinkolämmityksessä auringon lämpöenergiaa otetaan talteen erilaisilla keräimillä. Keräimissä kiertävä neste tai ilma siirtää lämmön lämpövaraajaan, josta lämpöä otetaan tarvittaessa hyötykäyttöön. Suomessa aurinkolämmityksen ongelmana on saatavan lämpöenergian suuri vaihtelu vuodenaikojen mukaan. Aurinkolämpöä käytetäänkin pääasiassa lisälämmönlähteenä. (Erat ym. 2008.)

4 LÄMMÖNTUOTANNON OPPIMISYMPÄRISTÖN LAITTEET

4.1 Lämminvesivaraajat

Lämminvesivaraaja on teräksestä valmistettu säiliö, johon lämmintä vettä varastoidaan. Se on tärkeä osa vesikiertoista lämmitysjärjestelmää. Lämminvesivaraajaan varastoitua lämpöenergiaa voidaan käyttää tasaisesti ja energia saadaan säilymään suhteellisen pitkään. Jos varaaja on energiatehokas ja oikein mitoitettu, sillä on mahdollista tasata lämmityksen kulu- tushuippuja. Lämminvesivaraajassa vesi kerrostuu niin, että lämpimin vesi on ylhäällä ja alhaalla veden lämpötila on matalampi. Veden kerrostumista voidaan hyödyntää, kun tarvitaan eri tarkoituksiin eri lämpötilan omaavaa vettä. Lämminvesivaraajat on yleensä eristetty huolellisesti esimerkiksi polyuretaanilla. Kunnollinen eristys estää energiahäviöitä ja paran-

taa koko järjestelmän toimivuutta. Lämminvesivaraajan veden kerrostumista voidaan parantaa varaajan sisään rakennettavilla ohjausputkilla ja lämmöntasauslevyillä. Lämpöenergiaa voidaan tuoda lämminvesivaraajaan sähkövastuksen, lämmönsiirrinkierukan ja putkiyhteiden välityksellä. Lämmönsiirrinkierukan sisällä kiertää lämmityslaitteelta tuleva kuuma neste, joka luovuttaa lämpöenergiaa kierukan välityksellä varaajan veteen. Kierukan välityksellä voidaan myös ottaa varaajasta lämpöenergiaa esimerkiksi lämpöpuhallin lämmitykseen. Lämmönsiirrin kierukat valmistetaan kuparista, kuparinikkelistä tai teräksestä. Nykyaikaiset varaajat voidaan varustaa useammalla lämmönsiirrinkierukalla. Kierukoiden lukumäärän lisääminen mahdollistaa usean eri lämmönlähteen käyttämisen varaajan veden lämmityksessä. Lämminvesivaraajassa on yleensä useita putkiyhteitä, joiden kautta varaajan vettä pumpataan sisään tai ulos. Yhteisiin voidaan asentaa myös erilaisia laitteita esimerkiksi mittalaitteita. (Akvaterm Oy:n www-sivut.)

4.2 Oppimisympäristön lämminvesivaraaja

Oppimisympäristön lämminvesivaraaja on Akvaterm Oy:n vuonna 2005 valmistama varaaja (kuva 1). Sen tilavuus on kaksi kuutiometriä ja se on varustettu kolmella lämmönsiirrinkierukalla. Varaaja on varustettu myös kymmenellä putkiyhteellä ja se on eristetty polyuretaanilla.



Kuva 1. Akvaterm lämminvesivaraaja

4.3 Kattilat

Kattila on laite, jossa polttoaine palaa tulipesässä. Palaminen vapauttaa lämpöenergiaa, joka siirtyy kattilan nestetilan väliaineeseen. Väliaine on tavallisimmin vettä. (Harju 2014, 34.)

Kattilat voidaan jaotella tehon mukaan. Pientalokattilat ovat teholtaan alle 25 kW. Kiinteistökatiloiden tehoalue on 40 - 1000 kW. Alue- ja kaukolämpökattiloiden teho on 1-50 MW. Suurten voimalaitoskattiloiden teho voi olla satoja megawatteja. Kattiloita jaotellaan myös rakenteen mukaan valurautakattiloihin ja teräslevykattiloihin. Valurautakattilat kootaan valurautaosista käyttäen mekaanisia liitoksia. Teräslevykattilat kootaan levyosista hitsaamalla. Käytettävä polttoaine jakaa kattilat kiinteään polttoaineen kattiloihin sekä öljy- ja kaasukattiloihin. Kiinteään polttoaineen kattiloiden polttoaineena voi olla esimerkiksi puu, turve, pelletit, hake ja olki. Kattilan tulipesän paineen perusteella kattilat jaotellaan yli- ja alipainekattiloihin. Alipaine poistaa savukaasut kattilasta. Alipaine tehdään kattilaan savukaasuimurilla tai savupiipun luonnollisella imulla. Ylipainekattilat ovat öljy- ja kaasukattiloita. Ylipaine muodostuu kattilaan, kun öljy- tai kaasupoltin puhaltaa ilman ja polttoaineen seoksen tulipesään ja seos palaa. Kiinteään polttoaineen kattilat voidaan jakaa palamista- van mukaan ala- ja yläpalokattiloihin. Polttoainetäytös palaa yläpalokattilassa yläosastaan ja polttoaineen lisäys vaikuttaa palamistapahtumaan. Alapalokattilassa palaminen tapahtuu täytöksen alaosassa, eikä polttoaineen lisäys häiritse palamista. (Harju 2014, 34.)

Kattilan rakenne vaihtelee suuresti kattilan tehon ja polttoaineen mukaan. Useimmissa kattiloissa on kuitenkin sama perusrakenne. Kattilan alaosassa on yleensä tuhkatila. Tuhkattilan yläpuolella on tulipesä, jossa tapahtuu polttoaineen palaminen. Tulipesään syötetään polttoainetta ja palamisilmaa. Tulipesästä savukaasut johdetaan kattilan konvektio-osaan. Kattilassa on myös vesitila. Lämpö siirtyy kattilan vesitilan veteen tulipesästä säteilemällä ja konvektio-osasta konvektion avulla. (Harju 2004.)

4.4 Oppimisympäristön puukattila

Lämmöntuotannon oppimisympäristön puukattila on Kaukora Oy:n valmistama Jäspi YPV 40 puukattila (kuva 2). Sen teho on 20 - 40 kW. Se on teräslevy- ja yläpalokattila, joka on varustettu ylikuumenemisen estävällä jäähdytyskierukalla. Jäähdytyskierukka on sijoitettu

kattilan vesitilan yläosaan. Vesitila ympäröi kattilan tulipesää ja savukaasukanavaa. Vesitilasta lähtee termostaattiyhde, tyhjennesyhteet, lähtöyhde, tuloyhde ja kiehuntayhde. Kattilan luukuista ylimpänä on puhdistusluukku, keskimäinen on polttoaineen täyttöluukku ja alimpana huolto- ja ilmaluukut. Kattilan sisärakenteissa on ohjaimet tulelle, ilmalle ja savukaasulle. Varusteisiin kuuluu paine- ja lämpömittari, vedonsäädin sekä arinat, joiden päällä polttoaine palaa. Arinan molemmin puolin ovat poskilevyt ja arinan alla on tuhka-astia. Kattilan eristeenä on 50 mm eristevillakerros. (Kaukora Oy:n www-sivut.)



Kuva 2. Jäspi YPV 40 puukattila

4.5 Oppimisympäristön öjykattila

Lämmöntuotannon oppimisympäristön öjykattila on Kaukora Oy:n valmistama Jäspi Eco 17 Lux öjykattila (kuva 3). Sen öljyteho on 17 kW ja sähköteho 6 kW. Se on teräslevykattila, joka on varustettu käyttövesikierukalla. Kierukka on kattilan vesitilan yläosassa. Vesitila ympäröi kattilan tulipesää ja savukaasukanavaa. Vesitilasta kattilan yläosasta lähtee kiehuntayhde ja sekoitusventtili sekä kierukan käyttövesiyhteet sisään ja ulos. Vesitilasta kattilan alaosasta lähtee tyhjennesyhde ja paisuntayhde. Kattilassa on puhdistusluukku ylimpänä ja alempana on poltinluukku, jossa on näkölasia. Poltinluukkuun on kiinnitetty öljypoltin. Kattila on varustettu lämpö- ja painemittarilla sekä savukaasun lämpömittarilla. Varusteisiin kuuluu myös polttimen ja sähkövastuksen termostaatit sekä pistorasia. Kattila on eristetty 75 mm vuorivillalla. (Kaukora Oy:n www-sivut.)



Kuva 3. Jäspi Eco 17 Lux öykattila

4.6 Aurinkokeräimet

Aurinkolämmitysjärjestelmät keräävät auringon säteilyenergiaa lämpövarastoon, josta lämpöä otetaan tarvittaessa käyttöön. Aurinkokeräimet ottavat vastaan ja keräävät auringon säteilyenergiaa. Keräimet muuttavat energian lämmöksi. Lämpö siirretään ilman tai nesteen avulla suoraan käyttökohteisiin tai lämpövarastoon. (Erat ym. 2008.)

Aurinkokeräimiä on nestekiertoisia ja ilmakiertoisia. Nestekiertoisissa keräimissä lämpöä siirtää neste ja ilmakiertoisissa ilma. Nestekiertoiset keräimet ovat joko tyhjiöputki- tai tasokeräimiä. Tyhjiöputkikeräin on nimensä mukaisesti yksinkertainen tai kaksinkertainen lasiputki, jossa on tyhjiö. Tyhjiön tehtävä on toimia eristeenä ja estää putkeen absorboitunutta lämpöä pääsemästä ulkoilmaan. Tyhjiöputkikeräimessä on u-muotoinen tyhjiöputki, jossa lämmönsiirtoneste kiertää. Tyhjiöputkikeräimen rakenteena voi olla myös suljettu lämpöputki, jossa oleva neste höyrystyy ja kuljettaa lämpöä lämmönsiirtimeen. Tasokeräimessä on tumma tasomainen pinta, joka kuumenee auringon säteilyn vaikutuksesta. Pinnan alla on keräinelementti, joka on metallia tai muovia. Keräinelementistä lämpö siirtyy lämmönsiirtonesteeseen, joka kiertää elementin alla olevassa putkistossa. Ilmakiertoiset aurinkokeräimet vaativat suuren lämmönsiirtopinnan ja suuret lämmönsiirtokanavat. Ilmaceräimiä voidaan kuitenkin suhteellisen helposti integroida rakennuksen rakenteisiin. Nestekeräimien etuina ovat hyvät lämmönsiirto-ominaisuudet, helppo säädettävyys ja moni-

puoliset käyttömahdollisuudet. Ilmakeräimien hyviä puolia ovat ilman turvallisuus, jäätyttömyys ja vähäinen korroosio. Ilmakeräimien lämpövarastoina voidaan käyttää rakennusten omia rakenteita. (Erat ym. 2008.)

Aurinkokeräimien sijoittaminen vaikuttaa merkittävästi niiden toimintaan. Keräimien täytyy olla varjottomassa paikassa, jonne auringon säteily pääsee esteettä koko päivän ajan. Usein keräimet asennetaan rakennusten katolle tai avoimella tontilla rakennusten seinustoille. Aurinkokeräimet voidaan asentaa pysty- tai vaaka-asennuksena. Pystyyn asennetut keräimet suunnataan etelään ja kallistuskulmaan vaikuttaa sovellus, ympäristön ominaisuudet ja se mitä aurinkokeräimien hyödyntämisessä halutaan painottaa. Sijoituspaikkaan vaikuttaa myös lämpövaraston esimerkiksi lämminvesivaraajan paikka. Keräimet tulisi sijoittaa mahdollisimman lähelle lämminvesivaraajaa. (Erat ym. 2008.)

4.7 Oppimisympäristön aurinkokeräimet

Oppimisympäristön aurinkokeräimiä on kolme kappaletta (kuva 4). Ne ovat NIBE Energy Systems Oy:n valmistamia tasokeräimiä. Keräinten tyyppi on NIBE SOLAR NO COIL F215P. Aurinkokeräinpakettiin kuuluu keräinten pumppuryhmä ja kattokiinnikkeet konesaumattuun peltikattoon. Lisäksi pakettiin kuuluu 25 metriä NIBE aurinkoputkea ja 25 litraa glykolia. Glykolin ja veden seos toimii järjestelmässä pakkasen kestäväenä lämmönsiirtonesteenä ja kuljettaa lämminvesivaraajaan lämpöenergiaa Akvatermin valmistaman kuparikierukan välityksellä. (NIBE Energy Systems Oy:n www-sivut.)



Kuva 4. NIBE SOLAR NO COIL F215P aurinkokeräimet

4.8 Lämpöpumput

Lämpöpumpun avulla siirretään lämpöenergiaa kylmemmästä tilasta lämpimämpään. Ilmalämpöpumput siirtävät lämpöenergiaa ulkoilmasta rakennuksen sisäilmaan. Maalämpöpumput siirtävät lämpöenergiaa maaperästä, kallioperästä tai vesistöistä rakennuksen lämpimään käyttöveteen ja lämmitysveteen. Poistoilmalämpöpumput siirtävät lämpöenergiaa rakennuksen poistoilmasta rakennuksen tuloilmaan tai lämpimään käyttöveteen ja lämmitysveteen. Ilmavesilämpöpumput siirtävät lämpöenergiaa ulkoilmasta nesteen tai veden välityksellä rakennuksen lämpimään käyttöveteen ja lämmitysveteen. (Perälä 2009.)

Lämpöpumpun pääosat ovat höyrystin, lauhdutin, paisuntaventtiili ja kompressori. Nämä osat on yhdistetty toisiinsa putkilla siten, että ne muodostavat piirin, jossa lämpöpumpun kylmäaine kiertää. Kylmäaine toimii väliaineena lauhduttimen ja höyrystimen välisessä lämmönsiirrossa. Paisuntaventtiilistä vapautuu kylmäainetta höyrystimeen. Jäähtynyt kylmäaine sitoo itseensä lämpöä ja höyrystyy lämmitessään. Kompressori nostaa höyrystimestä tulevan kylmäaineen paineen korkeaksi ja samalla kylmäaineen lämpötila nousee voimakkaasti. Kuuma ja paineistettu kylmäaine ohjataan kompressorilta lauhduttimeen. Siellä kylmäaine jäähtyy ja tiivistyy nesteeksi. Jäähtyessään kylmäaine luovuttaa lämpöä, joka otetaan lauhduttimesta hyötykäyttöön. Lauhduttimesta kylmäaine ohjataan paisuntaventtiiliin, jossa sen paine laskee ja se jäähtyy lisää. Paisuntaventtiilistä kylmäaine ohjataan jälleen höyrystimeen ja kierto jatkuu. (Perälä 2009.)

Lämpöpumpuista ilmoitetaan usein pumpun lämpökerroin eli COP-luku. COP-arvolla ilmaistaan lämpöpumpun toiminnan tehokkuutta. Se ilmoittaa kuinka suuren määrän lämpöenergiaa lämpöpumppu tuottaa verrattuna kuluttamaansa sähköenergiaan. Jos COP-luku on neljä, tuottaa lämpöpumppu neljä kilowattituntia lämpöenergiaa kuluttamaansa yhtä kilowattituntia sähköenergiaa kohden. (Perälä 2009, 31.)

4.9 Oppimisympäristön ilmavesilämpöpumppu

Oppimisympäristön ilmavesilämpöpumppu on NIBE F2030-9 ilmavesilämpöpumppu (kuva 5). Sen kompressorin tyyppi on Scroll EVI kompressori. COP-luku vaihtelee 2,63 ja 4,87 välillä riippuen käyttölämpötiloista. F2030-9 tuottaa maksimissaan 65 °C lämpöistä lämmitysvettä ja sen paluueden korkein lämpötila voi olla 55 °C. Ulkoilmakäytössä laitteen alin

käyttölämpötila on -25 °C. NIBE F2030-9 ilmavesilämpöpumppua voidaan käyttää pelkkänä lämpöpumppuna. Laitteen voi liittää ilman ohjausyksikköä olemassa olevan lämmönlähteen tueksi. Tällöin ohjaukseen riittää termostaattiohjaus eikä sisäyksikköä välttämättä tarvita. (NIBE Energy Systems Oy:n [www-sivut](http://www.nibe.fi).)



Kuva 5. NIBE F2030-9 ilmavesilämpöpumppu

4.10 Oppimisympäristön kulutuskohteet ja varaajan jäähdytys

Oppimisympäristön lämminvesivaraaja tarvitsee lämpöenergian kulutusta eli kuormaa, jotta lämpöä tuottavia laitteita voidaan käyttää koulutuksessa useammin ja pidemmän aikaa. Kulutuskohteita ovat talotekniikan uusien tilojen ilmanvaihtokone sekä oppimisympäristön lämmityspatteriverkko. Ilmanvaihtokone tarvitsee lämmintä vettä toimiakseen. Lämmityspatteriverkko yhdistetään varaajaan kaukolämmön alajakokeskuksen välityksellä. Alajakokeskusta käytetään talotekniikan harjoitustöissä.

Kaukolämmön alajakokeskus on laitekokonaisuus, jonka avulla kaukolämpöverkon lämpöenergiaa siirretään kiinteistön lämmitysjärjestelmään. Alajakokeskuksella estetään kaukolämpöveden sekoittuminen kiinteistön lämmitysveteen. Kaukolämmön alajakokeskukset ovat tehdasvalmisteisia ja niiden tärkeimpiä osia ovat varolaitteet, pumput, lämmönsiirtimet ja säätölaitteet. (Harju 2004, 111.)

Lämminvesivaraajaan tarvitaan lisäkuormaksi jäähditys, koska kulutuskohteiden kuorma ei riitä jäähdyttämään varaajan vettä riittävästi. Varaajan vettä jäähdyttävinä laitteina toimii kaksi lämpöpuhallinta. Sisätilojen lämmitykseen käytettävässä lämpöpuhaltimessa on lämmönsiirrinosa ja sähkömoottorilla toimiva puhallin (kuva 6). Varaajan lämmönsiirrin- kierukka ja puhaltimen lämmönsiirtimen kennoston putket yhdistetään putkistolla. Putkiston pumpulla putkistossa kierrätetään lämmönsiirtonestettä. Lämpöä siirtyy varaajan vedestä kierukan välityksellä lämmönsiirtonesteeseen. Lämpöä siirtyy varaajan vedestä kierukan välityksellä lämmönsiirtonesteeseen. Lämpöpuhaltimen kennostosta lämpöä siirtyy puhaltimen avustuksella sisäilmaan. Toinen jäähdytyslaite on myös lämpöpuhallin, joka sijoitetaan ulos. Sillä jäähdytetään varaajaa silloin, kun sisätiloissa ei tarvita puhaltimen antamaa lisälämmitystä. Se yhdistetään lämminvesivaraajan kulutuspuolen jakotukkeihin. Ulos sijoitettavan lämpöpuhaltimen läpi pumpataan lämminvesivaraajan vettä, joka jäähtyy puhaltimen lämmönsiirtimessä.



Kuva 6. Lämpöpuhallin

4.11 Oppimisympäristön muita laitteita

Veden tilavuus vaihtelee lämpötilan mukaan. Siksi lämmitysjärjestelmään tarvitaan paisunta-astia. Veden lämpötilan noustessa vesi virtaa paisuntasäiliöön ja veden jäähtyessä säiliöstä pois. Paisuntajärjestelmä estää liiallisen paineen nousun lämmitysjärjestelmässä. Paisuntajärjestelmän osia ovat paisunta-astia, painemittari, varoventtiili ja putket. Järjestelmä voi olla avoin, suljettu, pumpputoiminen tai kompressoritoiminen. (Harju 2004, 76.)

Oppimisympäristön kaikki lämpöä tuottavat laitteet ja lämminvesivaraaja varustetaan paisuntajärjestelmällä.

Lämminvesivaraajan ja puukattilan yhdistämiseen voidaan käyttää latausyksikköä, joka toimii automaattisesti. Latauspaketilla avataan varaajan ohittava veden kierto ja estetään näin liian kylmän veden paluun kattilaan. Ohituskiertoa säädetään polton aikana. Palaminen on näin ollen tehokkaampaa. Latauspaketin avulla saadaan kattilan jälkilämpö talteen varaajaan, kun palamisen loppuvaiheessa ohituskierto sulkeutuu. Termovar-latausyksikön osat ovat termostaattinen latausventtiili, automaattinen säätöventtiili, takaiskuventtiili, pumppu, kolme lämpötilan mittausta, kolme sulkuventtiiliä ja eristeet. (Termovar-latauspaketin asennus ja käyttöohjeet.)

Oppimisympäristön puukattilan ja varaajan yhdistämiseen käytetään Termovar-latauspakettia.

Oppimisympäristön sulkuventtiilit ovat käsikäyttöisiä palloventtiileitä. Linjasulkuventtiilit ovat venttiilipaketteja, joissa on samassa käsikäyttöinen sulkuventtiili ja käsisäätöinen säätöventtiili. Pumput ovat pienen kokoluokan kiertovesipumppuja. Ne ovat tyypiltään keskikopumppuja.

5 LAITTEISTON SUUNNITTELU

5.1 Suunnittelun lähtökohdat ja toteutus

Tämän opinnäytetyön osalta laitteiston suunnittelussa keskityttiin PI-kaavioiden laatimiseen. Laitteiden sijoittelu ja kytkentöjen tekniset ratkaisut kuuluivat myös suunnittelutehtäviin. Samaan lämminvesivaraajan haluttiin kytkeä lämpöä tuottaviksi laitteiksi puukattila, öljykattila, aurinkokeräimet ja ilma-vesilämpöpumppu. Varaajan kuormaksi oli tarkoitus kytkeä ilmanvaihtokone ja lämpöpatteriverkko kaukolämmön alajakokeskuksella yhdistettynä. Varaajan lisäkuormaksi tulisi varaajan lämpimän veden jäähdytys. Jokaisen lämpöä tuottavan laitteen järjestelmästä piirrettiin erillinen PI-kaavio. Kulutuskohteista piirrettiin erillinen PI-kaavio. Jäähdytysjärjestelmästä piirrettiin erillinen PI-kaavio. Kaikista lämmöntuotannon oppimisympäristön laitteista piirrettiin koko järjestelmää kuvaava PI-kaavio. PI-kaaviot piirrettiin CADs-ohjelmistolla. Lämminvesivaraajaan suunniteltiin jakotukit. Niiden avulla varaajaan voidaan yhdistää useita lämpöä tuottavia laitteita sekä useita lämpöä kuluttavia laitteita. Jakotukkeihin suunniteltiin laajennusmahdollisuus myöhemmin lisättävien laitteiden varalle.

5.2 CADS-ohjelmisto

CADS on suomalainen suunnitteluohjelmisto. Se on täysin suomenkielinen, mutta englanninkielinenkin versio on saatavissa. CADS on perus CAD-ohjelmisto, joka sisältää 2D- ja 3D-ominaisuudet. Siihen on saatavana eri toimialojen sovelluksia. Ohjelmiston voi hankkia sekä yksittäisen työaseman lisenssillä että verkkolisenssillä. (CADS-planner [www-sivut.](#))

5.3 Laitteiden sijoittelu

Lämmöntuotannon oppimisympäristön laitteille oli varattu noin 30 neliometriä hallitilaa talotekniikan uusista tiloista. Rakennustekniikan osasto sijaitsee samassa rakennuksessa talotekniikan osaston kanssa. Aurinkokeräimet sijoitettiin rakennustekniikan osaston katolle. Rakennustekniikan osasto on etelän puolella ja näin ollen keräimet sijoitettiin harjakaton etelän puoleiselle lappeelle. Lämminvesivaraajan paikka määriteltiin mahdollisimman lähelle aurinkokeräimiä. Näin aurinkokeräinten lämmönsiirtonesteellä on lyhin mahdollinen matka varaajaan. Sisätilojen lämpöä tuottavista laitteista puukattila sijoitettiin lähimmäksi varaajaa. Puukattilan viereen tuli öljykattila. Kattiloiden paikka määräytyi vierekkäin lähelle seinää, koska kattiloiden savukaasut voidaan näin ohjata ulos savupiippuun samasta läpiviennistä. Ilmavesilämpöpumppu sijoitettiin ulos samalle seinustalle kattiloiden savupiipun kanssa. Jäähdytysjärjestelmän lämpöpuhallin oli valmiiksi kattoon asennettuna hallin toisessa päädyssä, johon valmistuu talotekniikan osaston uusi hitsaamo. Puhaltimella saadaan lisälämmitystä hitsaamoon. Hitsaamo tarvitsee lisälämmitystä varsinkin talvella tehokkaan ilmanvaihtonsa vuoksi. Toinen varaajaa jäähdyttävä lämpöpuhallin sijoitettiin samalle ulkoseinustalle savupiipun ja ilmavesilämpöpumpun kanssa. Toista puhallinta käytetään varaajan jäähdytykseen, kun hitsaamoon ei tarvita lisälämmitystä. Kulutuskohteista kaukolämmön alajakokeskus ja lämpöpatterit sijoitettiin oppimisympäristön seinälle. Kaikkien laitteiden sijoittelussa otettiin huomioon niiden käyttö opetuksessa ja harjoitustöissä.

5.4 Puukattilajärjestelmä

Tämän työn Liite 1 on puukattilajärjestelmän PI-kaavio. Kaavioon nimettyjä suurempia laitteita ovat lämminvesivaraaja, puukattila ja sen latauspaketti. Puukattilan latauspaketissa on kiertovesipumppu, kolme kappaletta sulkuventtiilejä, kolme kappaletta lämpötilan mittauksia ja kolmitieventtiili. Latauspakettiin tuleva putkilinja ja puukattilan tulolinja on yhdistetty kolmitieventtiilillä, jossa on toimilaite. Varaajan tulo- ja paluuputkilinjaan suun-

niteltiin jakotukit. Jakotukkeihin voidaan yhdistää useampi lämpöä tuottava laite. Puukattilan putkilähdöt ja niiden sulkuventtiilit ovat jakotukeissa lähimpänä varaajaa. Kulutuskohteet on merkitty yhdellä kulutuskohteen merkillä. Varaajasta lähtevien putkiyhteiden sulkuventtiilit on numeroitu ajatellen kaavion opetuskäyttöä. Näin on tehty kaikissa tämän työn PI-kaavioissa. Varaajasta lähtevästä putkilinjasta ennen jakotukkia lähtee varaajan paisuntalinja. Se sisältää paisuntasäiliön, paineen mittauksen, kolme kappaletta sulkuventtiilejä ja ylivuotoputken. Myös puukattilassa on oma paisuntajärjestelmä, jossa on paisuntasäiliö, paineen mittaus, kaksi kappaletta sulkuventtiilejä ja varoventtiili. Puukattilan paluulinjaan on yhdistetty puukattilan täyttölinja. Täyttölinjassa on takaiskuventtiili, jonka molemmin puolin on sulkuventtiilit. Ennen venttiilejä täyttölinjasta lähtee putkilinja puukattilan jäähdytyskierukalle. Jäähdytyslinjassa on toimilaitteella varustettu venttiili, joka on kattilan kiehumnestoventtiili. Siihen tulee ohjaus kattilalta. Puukattilasta lähtee jäähdytyskierukan poistoputki.

5.5 Öljykattilajärjestelmä

Tämän työn Liite 2 on öljykattilajärjestelmän PI-kaavio. Kaavioon nimettyjä suurempia laitteita ovat lämminvesivaraaja ja öljykattila. Jakotukit, kulutuskohteet, varaajan paisuntajärjestelmä ovat samat kuin edellä puukattilajärjestelmässä. Öljykattilassa on oma paisunjärjestelmä, jossa on paisuntasäiliö, paineen mittaus, kaksi kappaletta sulkuventtiilejä ja varoventtiili. Öljykattilan paluulinjaan on yhdistetty kattilan täyttölinja. Öljykattilan täyttölinjassa on takaiskuventtiili, jonka molemmin puolin on sulkuventtiilit. Öljykattilan putkilähdöt ja niiden sulkuventtiilit ovat jakotukeissa toiseksi lähimpänä varaajaa. Kattilan paluulinjassa on lämpötilan mittaus. Kattilan tulolinjassa on lämpötilan mittaus ja kiertovesipumppu, jonka molemmilla puolilla on sulkuventtiilit. Paluulinja ja tulolinja on yhdistetty kattilaan kolmitieventtiilillä, joka on öljykattilan sekoitusventtiili.

5.6 Ilmavesilämpöpumppujärjestelmä

Tämän työn Liite 3 on ilmavesilämpöpumppujärjestelmän PI-kaavio. Kaavioon nimettyjä suurempia laitteita ovat lämminvesivaraaja ja ilmavesilämpöpumppu. Kulutuskohteet on merkitty yhdellä kulutuskohteen merkillä. Lämpöpumppu on kytketty varaajan keskimmäiseen kierukkaan. Kierukasta lähtevien putkiyhteiden sulkuventtiilit on numeroitu. Lämpöpumpun paluulinjassa on sulkuventtiili, tyhjennyslinja, suodatin ja kiertovesipumppu, jonka molemmin puolin on sulkuventtiilit. Tulolinjaan on yhdistetty myös lämpöpumpun paisun-

tajärjestelmä. Paisuntajärjestelmässä on paisuntasäiliö, paineen mittausta, sulkuventtiili, varoventtiili ja ylivuotoputki. Ilmavesilämpöpumpun tulolinjassa on kaksi sulkuventtiiliä.

5.7 Jäähdytysjärjestelmä

Tämän työn Liite 4 on jäähdytysjärjestelmän PI-kaavio. Kaavion päälaitteet ovat lämminvesivaraaja ja lämmönsiirrin. Kulutuskohteet on merkitty yhdellä kulutuskohteen merkillä. Lämmönsiirrin on kytketty varaajan ylimpään kierukkaan. Kierukasta lähtevien putkiyhteiden sulkuventtiilit on numeroitu. Lämmönsiirtimen tulolinjassa on sulkuventtiili ja käsikäyttöinen säätöventtiili, jotka muodostavat linjasäätöventtiilipaketin. Paluulinjassa on kiertovesipumppu, jonka molemmilla puolilla on sulkuventtiilit. Paluulinjassa on ennen siirrintä sulkuventtiili.

5.8 Aurinkolämpöjärjestelmä

Tämän työn Liite 5 on aurinkolämpöjärjestelmän PI-kaavio. Kaavioon nimettyjä laitteita ovat lämminvesivaraaja ja kolme kappaletta aurinkokeräimiä. Kulutuskohteet on merkitty yhdellä kulutuskohteen merkillä. Aurinkokeräimet on kytketty varaajan alimpaan kierukkaan. Kierukasta lähtevien putkiyhteiden sulkuventtiilit on numeroitu. Keräimien paluulinjassa on aurinkokeräinten pumppuryhmä. Pumppuryhmässä on kaksi virtausmittausta ja lämpötilanmittaus sekä kaksi sulkuventtiiliä ryhmän molemmin puolin. Pumppuryhmässä on myös aurinkokeräinten lämmönsiirtonesteen täyttöyhteet, jotka on varustettu sulkuventtiileillä. Paluulinjaan on yhdistetty myös keräimien paisuntajärjestelmä. Paisuntajärjestelmässä on paisuntasäiliö, paineenmittaus, sulkuventtiili, varoventtiili ja ylivuotoputki. Keräimet on kytketty sarjaan. Keräimien molemmin puolin on sulkuventtiilit ja ennen keräimiä paluulinjassa varoventtiili. Aurinkokeräimien tulolinjassa on pumppuryhmään kuuluva ilmanpoistin, jossa on varoventtiili. Ilmanpoistimen molemmilla puolilla on sulkuventtiilit. Pumppuryhmän ja lämminvesivaraajan välissä tulo- ja paluulinjassa on putkiyhteet ja niissä sulkuventtiilit.

5.9 Kulutuskohteet

Tämän työn Liite 6 on kulutuskohteiden PI-kaavio. Kaavioon nimettyjä suurempia laitteita ovat lämminvesivaraaja ja kulutuskohteina kaukolämmön alajakokeskus ja ilmanvaihtokone. Varaajasta lähtevien putkiyhteiden sulkuventtiilit on numeroitu. Varaajan tulo- ja pa-

luuputkilinjaan suunniteltiin jakotukit. Jakotukkeihin voidaan yhdistää useampi lämmintä vettä tarvitseva kohde. Jakotukkien putkilähdöissä on sulkuventtiilit. Varaajasta toiseksi kauimmaisista putkilähdöistä lähtee putkilinjat alajakokeskukselle. Alajakokeskuksen paluulinjassa on kiertovesipumppu, jonka molemmin puolin on sulkuventtiilit. Varaajasta kauimmaisista putkilähdöistä lähtee putkilinjat ilmanvaihtokoneelle. Ilmanvaihtokoneen paluulinjassa on kiertovesipumppu, jonka molemmin puolin on sulkuventtiilit. Kolmas kulkukohde on lämmönsiirrin. Siirtimen paluulinjassa on kiertovesipumppu, jonka molemmin puolin on sulkuventtiilit. Ennen lämmönsiirrintä on paluulinjassa sulkuventtiili. Siirtimen tulolinjassa on linjasäätöventtiilipaketti, jossa on samassa käsikäyttöinen säätöventtiili ja sulkuventtiili.

5.10 Koko järjestelmä

Tämän työn Liite 7 on koko järjestelmän PI-kaavio. Kaaviossa on puukattilajärjestelmä, öljykattilajärjestelmä, ilmavesilämpöpumppujärjestelmä, aurinkolämpöjärjestelmä, jäähdytysjärjestelmä ja kulutuskohteet samassa PI-kaaviossa. Tämän työn Liitteessä 8 on työn PI-kaavioissa käytettyjen piirrosmerkkien selitykset.

6 ASENNUS

Tämän työn toimeksiantoon kuului oppimisympäristön laitteiden asennusvalvontatehtäviä. Laitteiden asennus toteutettiin talotekniikan opiskelijoiden oppilastöinä.

Aurinkokeräimet asennettiin rakennuksen katolle keräinpaketin mukana tulleilla kattokiinnikkeillä. Keräimet suunnattiin etelään ja asetuskulma oli noin 75 astetta. Keräimien lämmönsiirtoputkille tehtiin läpiviennit katolta sisään talotekniikan uusiin tiloihin. Aurinkokeräimien pumppuryhmä asennettiin seinällä lähelle lämminvesivaraajaa (kuvat 7 ja 8). Varaajan lämmönsiirrinkierukan ja pumppuryhmän väliset putkilinjat sekä pumppuryhmän ja aurinkoputkien väliset putkilinjat koottiin juottamalla ja puristusliitoksilla 22 mm kupariputkesta. Kupariputket eristettiin kivivillaeristeellä. Putket kannakoitiin seinään ja lattiaan putkikannakkeilla. Aurinkoputket eristettiin solumuovieristeellä.



Kuva 7. Aurinkolämpöjärjestelmän pumppuryhmä



Kuva 8. Aurinkolämpöjärjestelmä kytkettynä varaajaan

Lämminvesivaraajan jakotukit tehtiin DN50-teräsputkesta (kuva 9). Jakotukkien toiset päät tulpattiin hitsaamalla. Jakotukkeihin porattiin reiät neljälle putkilähdölle, jotka liitettiin hitsaamalla. Putkilähdöt ovat DN32-teräsputkea ja niihin liitettiin kierrelitoksilla sulkuventtiilit. Kulutuskohteiden jakotukit asennettiin seinälle lähelle varaajaa. Lämpöä tuottavien laitteiden jakotukit asennettiin seinälle kulutuskohteiden jakotukkien viereen. Varaajan ja jakotukkien väliset putkilinjat kasattiin hitsaamalla ja kierrelitoksin DN32-putkesta. Lämminvesivaraajan paisuntajärjestelmän DN20-putket kasattiin hitsaamalla. Venttiilit, paisunta-astia ja painemittaus liitettiin järjestelmään kierrelitoksin.



Kuva 9. Jakotukit

Öljykattila ja puukattila yhdistettiin lämminvesivaraajan jakotukkeihin DN32-putkilla. Putket kasattiin hitsaamalla ja ne kannakoitiin lattiaan ja seinään putkikannakkeilla. Kattiloiden järjestelmiin kuuluvat venttiilit, pumput ja mittalaitteen liitettiin järjestelmään kierreliitoksin. Kattiloiden paisuntajärjestelmien DN20-putket kasattiin hitsaamalla. Venttiilit, paisunta-astiat ja painemittaukset liitettiin järjestelmään kierreliitoksin.

Jäähdytysjärjestelmien, kulutuskohteiden ja ilmavesilämpöpumpun asennukset ja liittäminen lämminvesivaraajaan tehdään talvella 2015. Näin ollen niitä ei käsitellä tässä työssä.

7 KOEAJOT

Laitteiden koeajoihin opinnäytetyöntekijä ehti tutustua vain aurinkolämpöjärjestelmän osalta. Järjestelmä saatiin toimimaan. Lämminvesivaraajan kahden kuutiometrin vesimäärä saatiin lämmitettyä noin +45 °C lämpötilaan. Aurinkolämmitysjärjestelmän testiajossa keskityttiin pelkästään järjestelmän toiminnan varmistamiseen. Tarkemmat säädöt ja tehokkuustarkastelut tehdään valoisampana vuodenaikana, kun auringon säteilyenergiaa on enemmän saatavilla.

8 LAITTEIDEN OPETUSKÄYTTÖ

Lämmöntuotannon oppimisympäristön laitteet on tarkoitettu pääasiallisesti opetuskäyttöön. Niitä tullaan käyttämään talotekniikan opiskelussa harjoitustöissä. Laitteiden kytkennät ja sijoittelu pyrittiin suunnittelemaan siten, että jokaista lämpöä tuottavaa laitetta yhdistettynä lämminvesivaraajaan voitaisiin käyttää ja tarkastella omana kokonaisuutenaan. Myös useamman lämpöä tuottavan laitteen yhteiskäytön haluttiin olevan mahdollista.

Kaikkia oppimisympäristön laitteita käytetään opetuksessa järjestelmiin tutustumiseen. Laitteista nähdään havainnollisesti kuinka kytkennät ja asennus on toteutettu. Myös yksittäisiin laitteisiin tutustuminen voidaan toteuttaa monipuolisesti samassa tilassa. Käytännön harjoittelussa oppimisympäristön laitteita voidaan käyttää useaan eri tarkoitukseen. Harjoitustöissä voidaan opetella järjestelmien käyttöönottoa ja ilmausta. Laitteiden tavanomaista käyttöä lämmityksessä voidaan harjoitella. Järjestelmien ja laitteiden huoltamista ja säätämistä voidaan myös harjoitella. Useampien laitteiden yhteiskäyttöä ja säätöä yhdistettynä samaan varaajaan on mahdollista toteuttaa harjoitustöissä. Laitteilla voidaan harjoitella tiettyjä asennustöitä, vaikka laitteita ei ole tarkoitettu varsinaisia asennusharjoituksia varten.

Puukattilajärjestelmän harjoitustöissä on erityiskohteena latauspaketin säätö ja toiminta. Öljykattilajärjestelmässä öljypolttimen vian etsintä on erityiskohteena, vaikka varsinaista öljypolttimen huoltoa ei harjoitellakaan. Aurinkolämpöjärjestelmän keräinten suuntaus ja asetuskulmat voidaan ottaa eritystarkasteluun. Harjoituksissa aurinkolämpöjärjestelmän yhteiskäyttö ja -säätö esimerkiksi puukattilan kanssa on hyvä harjoituskohde, koska aurinkolämpöä hyödynnetään usein lisälämmitysjärjestelmänä. Ilmavesilämpöpumppu antaa hyvät mahdollisuudet tutustua lämpöpumpputekniikkaan yleisesti ja perehtyä tarkemmin ilmavesilämpöpumpun toimintaan ja säätöön. Kulutuskohteista harjoitustöissä voidaan käyttää kaukolämmön alajakokeskusta. Sen avulla perehdytään keskuksen säätöön, kytkentään ja toimintaan.

Laitteistoista piirretyt PI-kaaviot toimivat hyvänä apuna, kun opetellaan järjestelmien toimintaa. Kaavioiden avulla laitteiden kytkennän hahmottamista voidaan helpottaa, kun nähtävissä on samaan aikaan kaavio ja käytännön toteutus siitä. Laitteista piirretyt PI-kaaviot ovat samankaltaisia talotekniikan asennuksessa käytettävien kytkentäkaavioiden kanssa. PI-kaavioiden ja käytännön toteutuksen avulla voidaan harjoitella ja parantaa talotekniikan kytkentäkaavioiden ymmärtämistä.

9 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa uusi lämmöntuotannon oppimisympäristö Savonlinnan ammatti- ja aikuisopiston talotekniikan uusiin tiloihin. Opinnäytetyön tehtäviin rajattiin kuuluviksi laitteiden sijoittelun, teknisten ratkaisujen ja kytkentöjen suunnittelu. PI-kaavioiden piirtäminen ja laitteiden asennusvalvonta kuuluivat myös tehtäviin. Oppimisympäristön päälaitteet ovat lämminvesivaraaja, öljykattila, puukattila, ilma-vesilämpöpumppu ja kolme kappaletta aurinkokeräimiä. Lisäksi varaajaan tarvittiin lisäkuormaksi jäähdytys.

Käytännön työ aloitettiin laitteiden sijoittelun suunnittelulla. Laitteiden paikat määräytyivät sen perusteella, mikä olisi laitteiden toiminnan kannalta edullisin sijoituspaikka. Neljä lämpöä tuottavaa laitetta piti yhdistää samaan lämminvesivaraajaan niin, että ne voisivat toimia mahdollisimman hyvin. Laitteiden sijoittelussa otettiin myös huomioon niiden käyttö talotekniikan käytännön opetuksessa.

Laitteiston kytkentöjen ja teknisten ratkaisujen suunnittelu oli seuraava työvaihe. Tämä vaihe toteutettiin käytännössä PI-kaavioita piirtämällä. Kaaviot piirrettiin CAD-suunnitteluohjelmistolla. PI-kaavioita jouduttiin muokkaamaan ja piirtämään uudestaan useaan kertaan suunnitelmien muuttuessa. Jokaisesta lämpöä tuottavasta laitteesta yhdistettynä lämminvesivaraajaan piirrettiin oma PI-kaavio. Varaajan jäähdytyksestä piirrettiin PI-kaavio. Varaajan lämpöä kuluttavista kohteista piirrettiin PI-kaavio. Lisäksi piirrettiin koko järjestelmästä PI-kaavio. Teknisistä ratkaisuista merkittävin oli jakotukkien suunnittelu. Niiden avulla varaajaan saatiin yhdistettyä useita laitteita kohtuullisen yksinkertaisella ratkaisulla. Jakotukit antavat myös mahdollisuuden lisätä tarvittaessa oppimisympäristöön sekä lämpöä tuottavia laitteita että kulutuskohteita.

Viimeinen opinnäytetyön työvaihe oli laitteiden asennuksen asennusvalvonta. Asennukset toteutettiin talotekniikan opiskelijoiden oppilastöinä. Laitteet kytkettiin aiemmin piirrettyjen PI-kaavioiden mukaan. Tässä työvaiheessa opinnäytetyön tekijän rooli oli enimmäkseen vain tarkkailijan rooli. Valvonta kohdistui lähes pelkästään siihen, että kytkennät tehdään kaavioiden mukaan. Varsinaisen putkiasennuksen opastamiseen ja neuvontaan opinnäytetyöntekijällä ei ole ammattitaitoa.

Tämä opinnäytetyö on ollut omalta osaltaan auttamassa lämmöntuotannon oppimisympäristön valmistumista Savonlinnan ammatti- ja aikuisopiston talotekniikan uusiin tiloihin. Oppimisympäristö antaa uusia mahdollisuuksia opiskella talotekniikan lämmöntuotantoa käytännön läheisesti. Lämmöntuotannon oppimisympäristö sisältää sekä vanhaa lämmitystekniikkaa että uutta uusiutuvien energialähteiden tekniikkaa. Uusi tekniikka lisääntyy rakennusten lämmityksessä koko ajan, mutta myös vanhempaa tekniikkaa on vielä paljon käytössä. Talotekniikan ammattilaiselle on varmasti etu hallita lämmöntuotannon tekniikkaa mahdollisimman monipuolisesti. Tämän monipuolisuuden kehittämiseen uusi lämmöntuotannon oppimisympäristö antaa hyvät lähtökohdat.

LÄHTEET

Akvaterm Oy:n www-sivut. [viitattu 2014-10-17] Saatavissa:

http://www.akvaterm.fi/files/lammonvarauksen_ytimessa_rakentaja.pdf

CADS-planner www-sivut. [viitattu 2014-10-14] Saatavissa:

<http://www.cads.fi/fi/Tuotteet/Muut%20toimialat%20ja%20ohjelmistot/CADS/>

Erat, Bruno. Erkkilä, Vesa. Nyman, Crister. Peippo, Kimmo. Peltola, Seppo. Suokivi, Hannu. Aurinko-opas. Aurinkoenergiaa rakennuksiin. Aurinkoteknillinen Yhdistys ry. Porvoo 2008.

Harju, Pentti. Lämmitystekniikan oppikirja. Penan Tieto-Opus Ky 2004.

Harju, Pentti. Talotekniikan perusteet 2. Penan Tieto-Opus Ky. Packagemedia Oy 2014.

Kaukora Oy:n www-sivut. [viitattu 2014-10-15] Saatavissa:

http://www.kaukora.fi/sites/default/files/kaukorafiles/esitteet/Jaspi_Oljykattilat_0311_web.pdf

Kaukora Oy:n www-sivut. [viitattu 2014-10-15] Saatavissa:

http://www.kaukora.fi/sites/default/files/kaukorafiles/esitteet/Jaspi_Puukattilat_0913_web.pdf

NIBE Energy Systems Oy:n www-sivut. [viitattu 2014-10-16] Saatavissa:

<http://www.nibe.fi/Tuotteet/Aurinkolampojarjestelmat/Aurinkokerainpaketit-kayttoveden-lammitykseen/NIBE-SOLAR-NO-COIL-F215-P/>

NIBE Energy Systems Oy:n www-sivut. [viitattu 2014-10-16] Saatavissa:

<http://www.nibe.fi/Tuotteet/Ilmavesilampopumput/Tuotevalikoima/NIBE-F2030-paketit/NIBE-F2030-/>

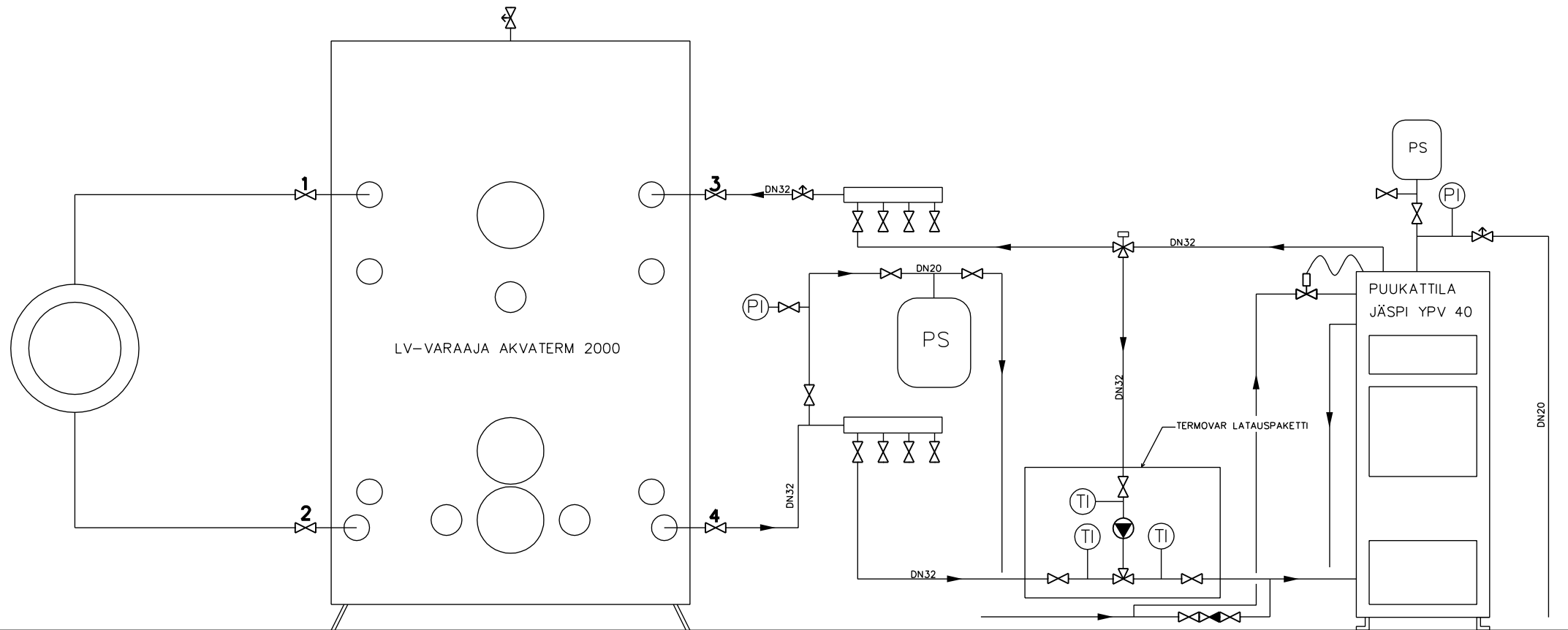
Perälä, Rae. Lämpöpumput. Suomalainen käsikirja aikamme lämmitysjärjestelmästä. Alfa-mer Oy. Tallinna 2009.

Savonlinnan ammatti- ja aikuisopiston www-sivut. [viitattu 2014-10-14] Saatavissa:
<http://www.samiedu.fi/>

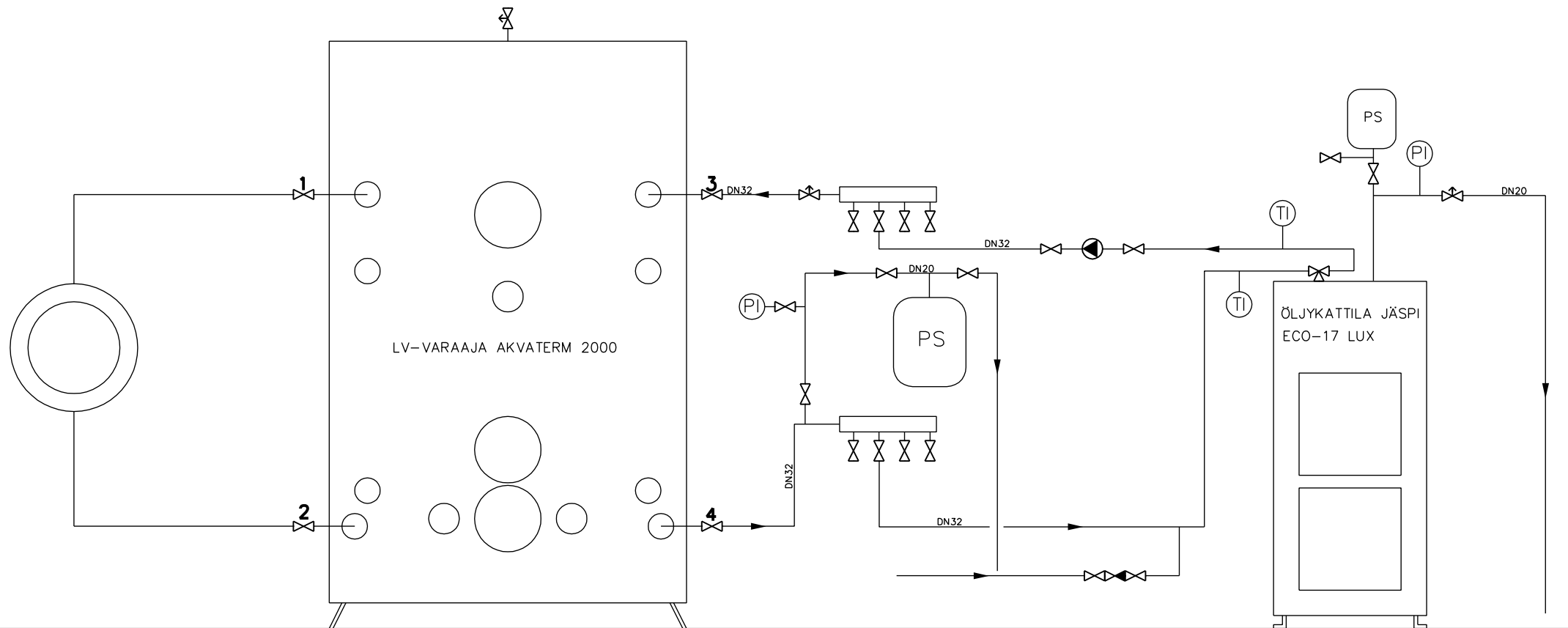
Seppänen, Olli. Rakennusten lämmitys. Suomen LVI-liitto ry. Jyväskylä 2001.

Termovar latauspaketin asennus ja käyttöohjeet. [viitattu 2014-10-17] Saatavissa:
http://kauppa.satalampo.fi/esitteet/termovar_kayttoohje.pdf

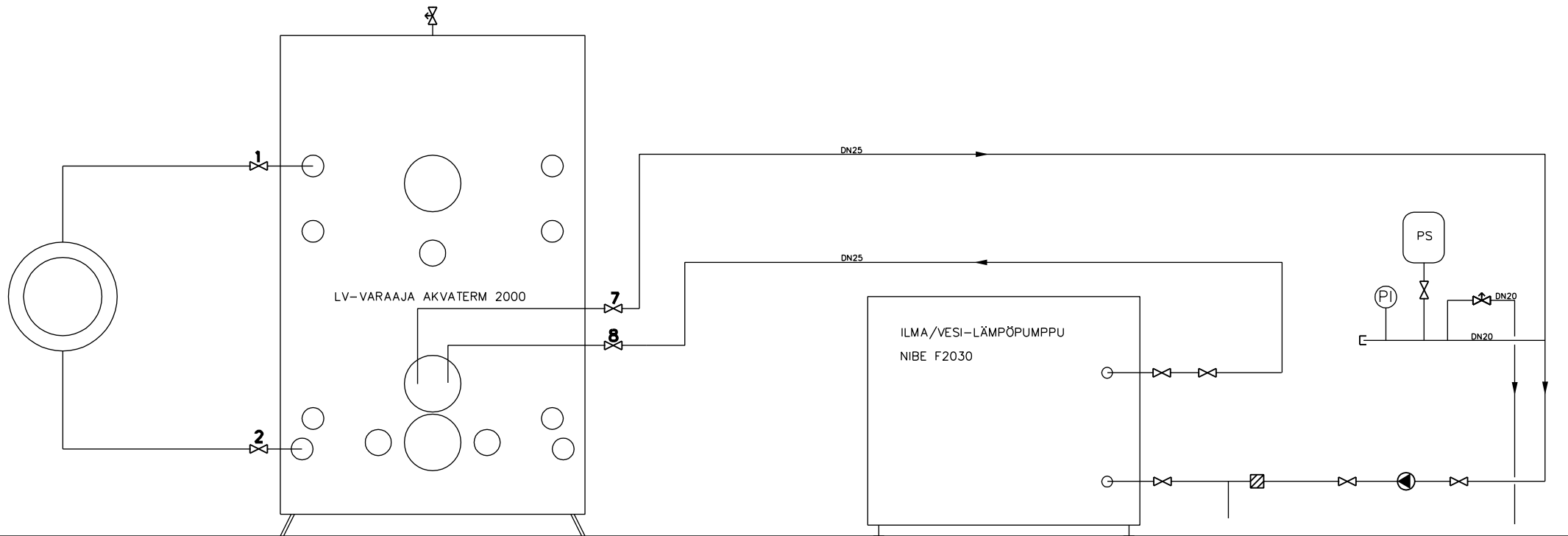
LIITE 1 PUUKATTILAJÄRJESTELMÄ



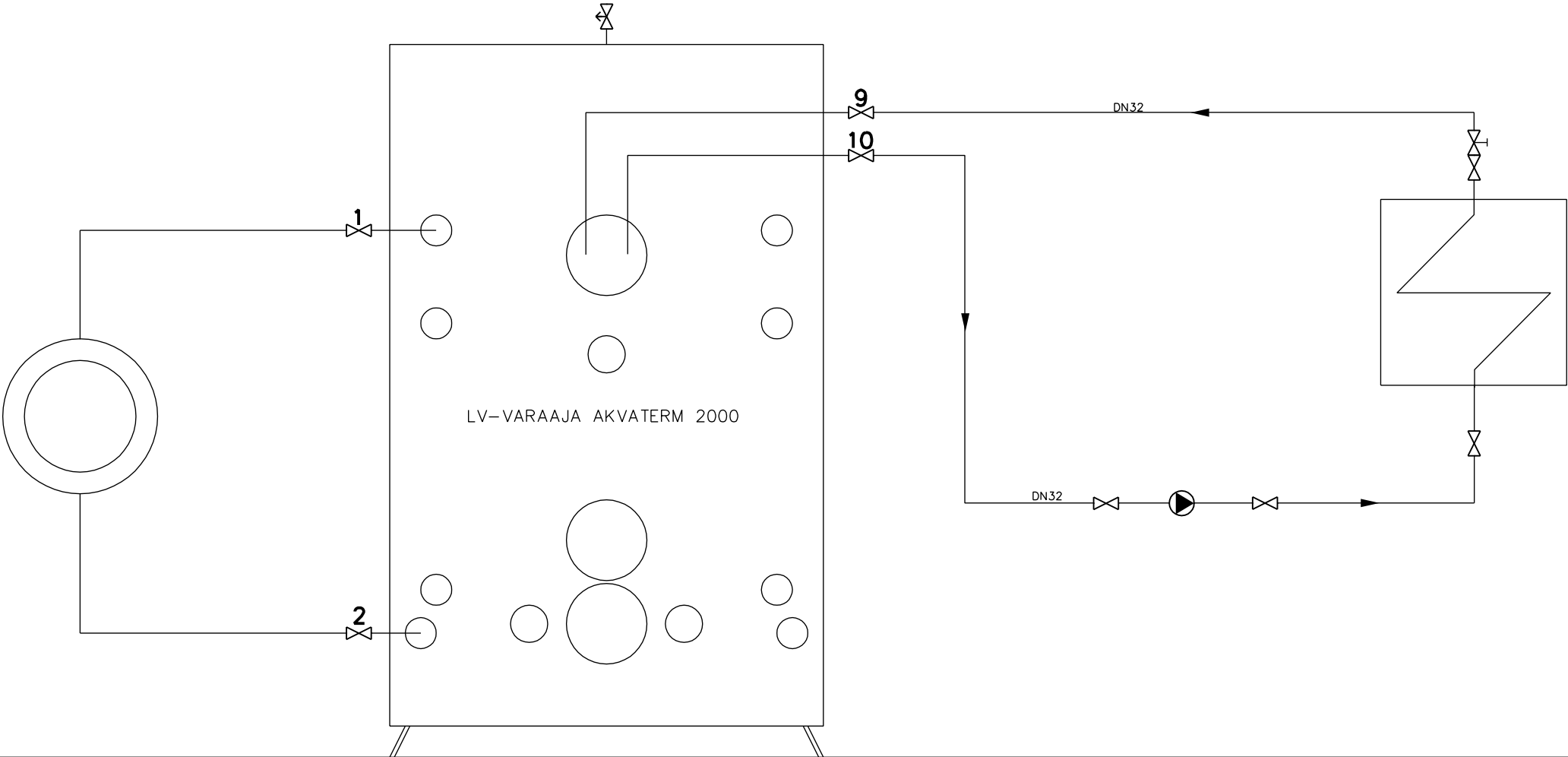
LIITE 2 ÖLJYKATTILAJÄRJESTELMÄ



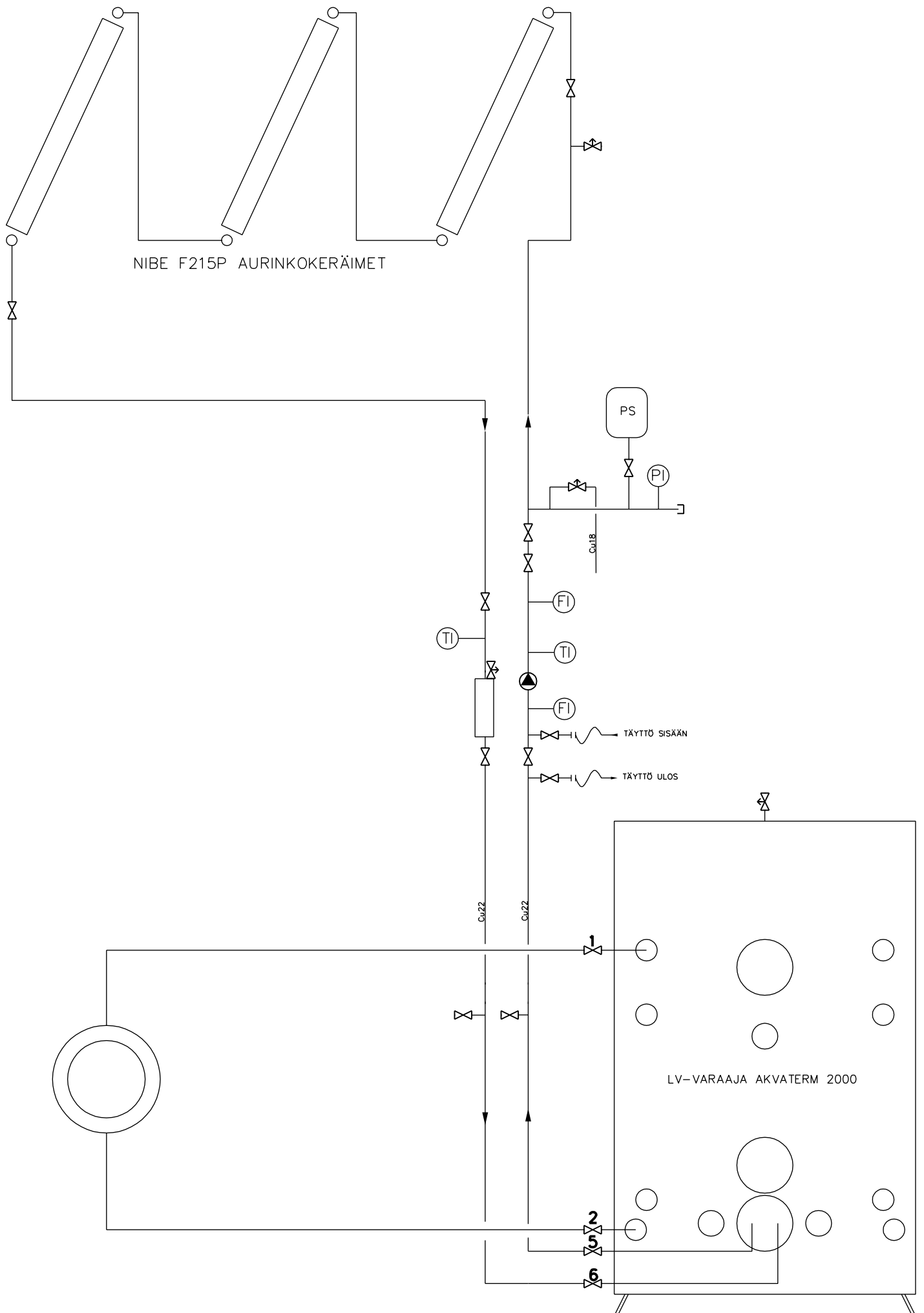
LIITE 3 ILMAVESILÄMPÖPUMPPUJÄRJESTELMÄ



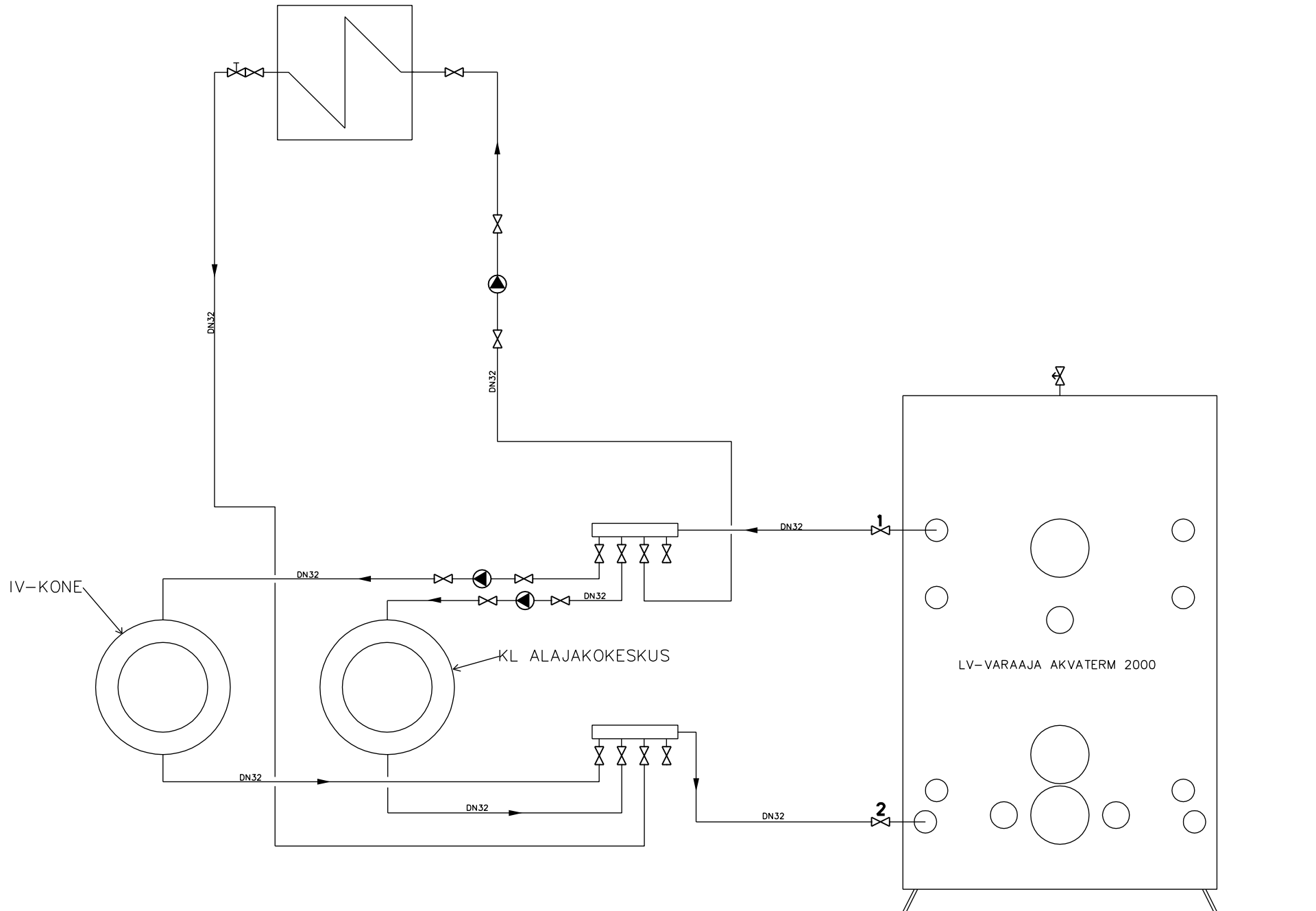
LIITE 4 JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ



LIITE 5 AURINKOLÄMPÖJÄRJESTELMÄ



LIITE 6 KULUTUSKOHTEET



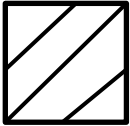
LIITE 8 PI-kaavioiden piirrosmerkit

	putkilinja
	jakotukki
	sulkuventtiili
	kolmitieventtiili
	takaiskuventtiili
	varoventtiili
	venttiilin toimilaite
	säätöventtiili käsikäyttöinen
	putkitulppa
	kiertovesipumppu
	lämpimän veden kulutuskohte
	lämmönsiirrin
	paisuntasäiliö

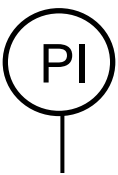
LIITE 8 PI-kaavioiden piirrosmerkit



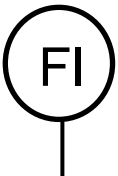
ilmanpoistin



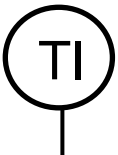
suodatin



paineen mittaus



virtauksen mittaus



lämpötilan mittaus

Cu22 kupariputki, halkaisijan nimellismitta 22 mm

DN32 teräsputki, halkaisijan nimellismitta 32 mm