

Johannes Koski

SAMK UUDEN KAMPUKSEN LÄMPÖLABORATORIO

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2018



SAMK UUDEN KAMPUKSEN LÄMPÖLABORATORIO

Koski, Johannes
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2018
Sivumäärä: 26
Liitteitä: 0

Asiasanat: pellettikattila, aurinkokeräin, adsorptiojäähdytin, lauhdutinyksikkö, suunnittelu

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella SAMK:in uuden kampuksen lämpölaboratorio ja antaa ehdotus siihen sisältyvistä laitteista. Lämpölaboratorioon oli tarkoitus suunnitella keskitetty varaaja, johon liitettäisiin pellettikattila, aurinkokeräimiä, adsorptiojäähdytin, lauhdutinyksikkö sekä lämmitys- ja käyttöveden simulointi. Suunnittelun osaongelmia olivat selvittää 1) mihin pellettikattilan savupiippu sijoitettaisiin ja mitä mahdollisia ristiriitoja sillä on ilmanvaihtolaitteiden kanssa, 2) katon kestävyys koskien aurinkokeräimiä ja lauhdutinyksikköä ja 3) laitteiden viemärointi ja varoventtiilien putkitus.

Suunnittelun tuloksena syntyi kompakti ja helppokäyttöinen ehdotus lämpölaboratorioon pyydetyistä laitteista ja järjestelmistä.

HEATING LABORATORY OF SAMK`S NEW CAMPUS

Koski, Johannes

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

April 2018

Number of pages: 26

Appendices: 0

Keywords: pellet boiler, solar collector, adsorption cooler, condenser unit, designing

The subject of the thesis was to design the heating laboratory of SAMK`'s new campus and propose which units and systems should be included in it. The aim was to design a centralized heating tank with a pellet boiler, solar collectors, an adsorption cooler, a condenser unit and a heating- and potable water simulation. The main research questions of the work were 1) the location of pellet boiler`'s flue gas pipe and what possible problems there may be regarding to ventilation devices 2) the robustness of the roof considering solar collectors and condenser unit and 3) the sewing arrangement of the devices and the piping of the safety valves.

The proposed design was a compact and user-friendly system that included everything that was initially required.

SISÄLLYS

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 5 |
| 2 | KÄSITTEITÄ..... | 6 |
| 2.1 | Pellettilämmitys..... | 6 |
| 2.2 | Aurinkolämmitys..... | 6 |
| 2.3 | Adsorptiojäähdytin..... | 7 |
| 2.4 | Lämmitys..... | 7 |
| 3 | LÄHTÖTIEDOT..... | 8 |
| 3.1 | Kylmäkone..... | 9 |
| 3.2 | Aurinkolämpö..... | 10 |
| 3.3 | Pellettikattila..... | 11 |
| 3.4 | Käyttövesi- ja lämmityssimulointi..... | 12 |
| 3.5 | Lauhdutinyksikkö..... | 13 |
| 3.6 | Yleistä..... | 13 |
| 4 | SUUNNITELMA JA LAITTEISTON TOIMINTA..... | 15 |
| 4.1 | Pellettikattila..... | 15 |
| 4.2 | Aurinkolämpö..... | 17 |
| 4.3 | Käyttövesi..... | 18 |
| 4.4 | Lämmitys..... | 19 |
| 4.5 | Kylmäkone..... | 20 |
| 4.6 | Lauhdutinyksikkö..... | 21 |
| 4.7 | Yleistä..... | 22 |
| 5 | LAITTEIDEN SIJOITTELU..... | 23 |
| 6 | JOHTOPÄÄTÖKSET..... | 25 |
| | LÄHTEET..... | 26 |

LIITTEET

1 JOHDANTO

SAMK:in tekniikan opiskelijat tarvitsevat niin teoreettisia kuin käytännöllisiä kokemuksia oman alansa keskeisimmistä aiheista ja järjestelmistä. Teoreettista ja teknillistä osaamista opitaan kattavasti teoriatunneilla. Suuri osa käytännön ja tekniikan taidoista hankitaan kuitenkin laboratoriossa työskentelemällä ja tutustumalla ”fyysisesti” oman alan aiheisiin ja järjestelmiin. Laboratorioissa opiskelija pääsee tutustumaan ja paneutumaan alansa teknillisiin ratkaisuihin käytännönläheisesti ja näkemään, kuinka omat ratkaisut vaikuttavat järjestelmien toimintaan.

Mitä käyttäjäystävällisempi ja selkeämpi laboratorion järjestelmäsimulaatio on, sitä paremmin oppilas pystyy sisäistämään oman alansa systeemejä ja mittaustoimenpiteitä. Tähän pyritään suunnittelemalla järjestelmällinen ja selkeä laboratorion laitekokonaisuus.

Tässä opinnäytetyössä on pyritty suunnittelemaan mahdollisimman helppokäyttöinen ja vaatimuksia vastaava kokonaisuus, josta opiskelijat saisivat mahdollisimman opettavia kokemuksia laboratoriotunneillaan. Työn yhteydessä on tutustuttu laitteiden toimintatapoihin ja mahdollisuuksiin ja valittu toimivimmat ratkaisut liittyen laitteiden ja järjestelmien käyttöön, mittaukseen ja selkeyteen. Idea aiheeseen tuli SAMK:in tarpeesta uuden kampuksen lämpölaboratorioon.

2 KÄSITTEITÄ

2.1 Pellettilämmitys

Pellettilämmityksessä pellettejä syötetään ruuvikuljettimen avulla lämmityskattilan polttimeen. Syöttöä ohjataan termostaatilla, eli syöttö ja poltin käynnistyvät veden lämpötilan laskiessa; järjestelmä on periaatteessa automaattinen. Polttimessa pelletit palavat ja kattilan pesän muotoilun avulla saadaan aikaan toisiopalo, jossa palokaasut syttyvät. Toisiopalo, jossa lämpötila nousee tavanomaista puun polttoa korkeammaksi, aikaansaa huomattavasti pienemmät päästöt ja paremman hyötysuhteen. Pellettilämmityksessä lämmönjakojärjestelmä on yleensä vesikeskuslämmitys. (Lämmitysjärjestelmä [www-sivut](#))

2.2 Aurinkolämmitys

Auringosta peräisin olevan energian hyödyntäminen on kasvanut viime vuosina myös meillä Suomessa, jossa aurinkoenergian hyödyntäminen on mahdollista helmikuun alusta aina marraskuuhun saakka. Aurinkokeräimet soveltuvatkin parhaiten täydentäväksi energiamuodoksi lämmittämään käyttövedtä tai lataamaan energiavaraajia. (Jäspin [www-sivut](#))

Aurinkolämpöä saadaan, kun auringon säteily muutetaan lämmöksi aurinkokeräimissä, joissa pumpun avulla kierrätetään jäätymätöntä lämmönsiirtoliuosta. Keräimissä lämmentyneen nesteen lämpö siirretään lämmönsiirtimen välityksellä lämmönvaraajaan. Aurinkolämpöjärjestelmä kokonaisuudessaan koostuu aurinkokeräimistä, varaajasta, pumppu- ja ohjausyksiköstä sekä putkistosta. Aurinkokeräimet ovat yleensä Suomen ilmaston hyvin kestäviä tasokeräijiä. Suurin hyöty saadaan liittämällä aurinkokeräimet lämmitysjärjestelmään. (Jäspin [www-sivut](#))

Tärkeimmät käyttökohteet aurinkolämmölle ovat käyttöveden, huoneiltojen ja uima-altaiden lämmitys. Vielä suurempi hyöty siitä saadaan, kun aurinkokeräimet liitetään myös vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. (Jäspin [www-sivut](#))

2.3 Adsorptiojäähdytin

Adsorptiolla tarkoitetaan prosessia, jossa kaasu sitoutuu kiinteän aineen pintaan. Esimerkki kyseisestä prosessista on vesihöyryn adsorboituminen silikageelin pinnalle. Adsorptioprosessia voidaan käyttää myös kuivaamiseen, jolloin ilmasta tai muista materiaaleista poistetaan vettä kuivausaineen avulla. Esimerkki kiinteästä kuivausaineesta on silikageeli. Adsorptio- ja kuivausjärjestelmät toimivat samalla fysikaalisella periaatteella, mutta niiden erona voidaan pitää sitä, että adsorptiojärjestelmää käytetään jäähdytykseen ja kuivausjärjestelmiä kosteuden poistoon. (Jere Salmi diplomityö 2013)

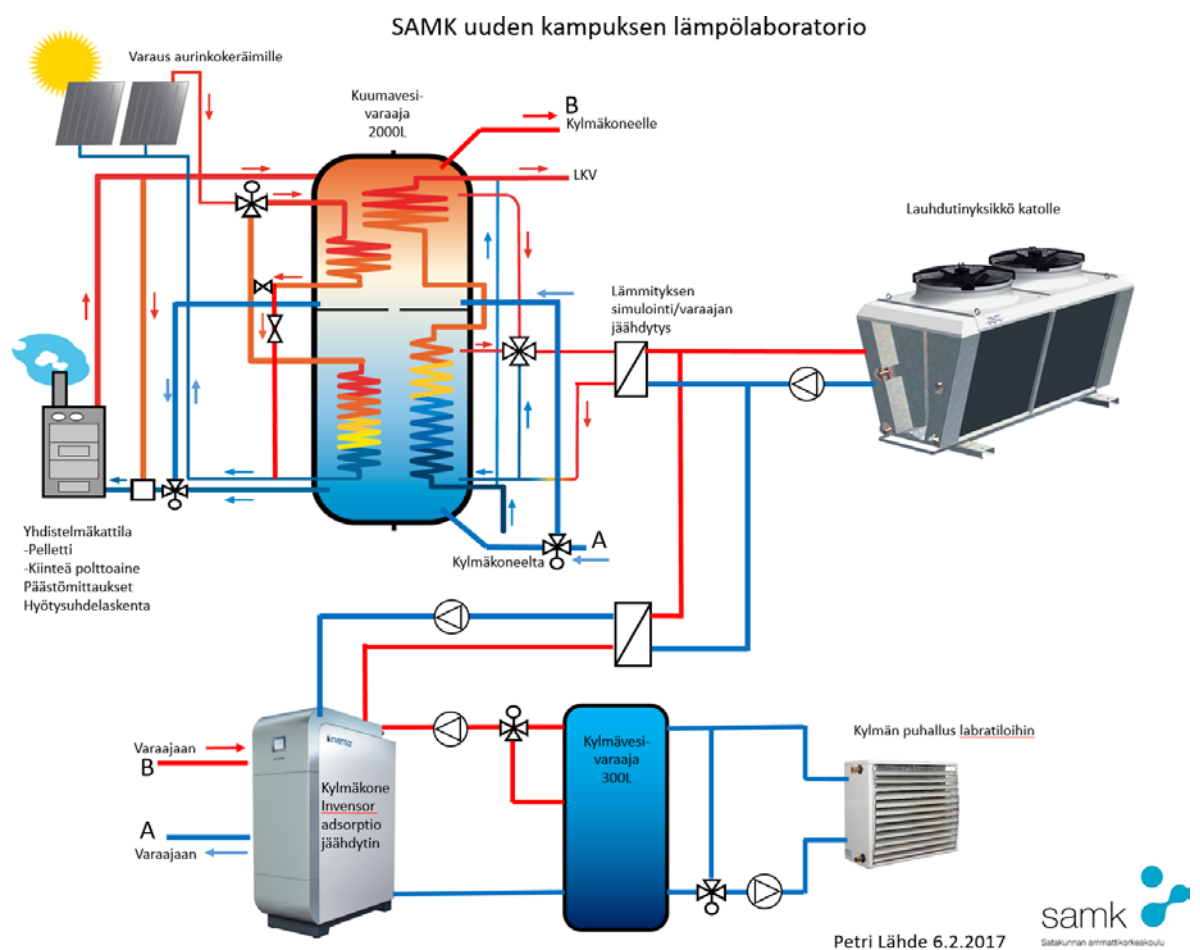
Adsorptioprosessilla saatava jäähdytysvaikutus perustuu käytettävän adsorbaatin eli imeytyvän aineen höyrystymiseen ja lauhtumiseen. Adsorptioprosessi toimii jopa 50 °C lämpötilalla. (Jere Salmi diplomityö 2013)

2.4 Lämmitys

Lämmöntuotannolla on perinteisesti tarkoitettu polttoaineeseen sitoutuneen energian muuntamista lämmöksi. Polttoaineena voidaan käyttää esim. maakaasua, kivihiiltä, turvetta, puuta, öljyä tai biopolttoaineita. Lämmönkehityslaitteet muuttavat ulkopuolisesta lähteestä tulevan energian kiinteistöissä hyödynnettäväksi lämmöksi. Lämmönkehityslaitteita ovat esimerkiksi lämmityskattilat, kaukolämmön lämmönsiirtimet, lämpöpumput ja sähkölämmityslaitteet. (Talotekniikka www-sivut)

3 LÄHTÖTIEDOT

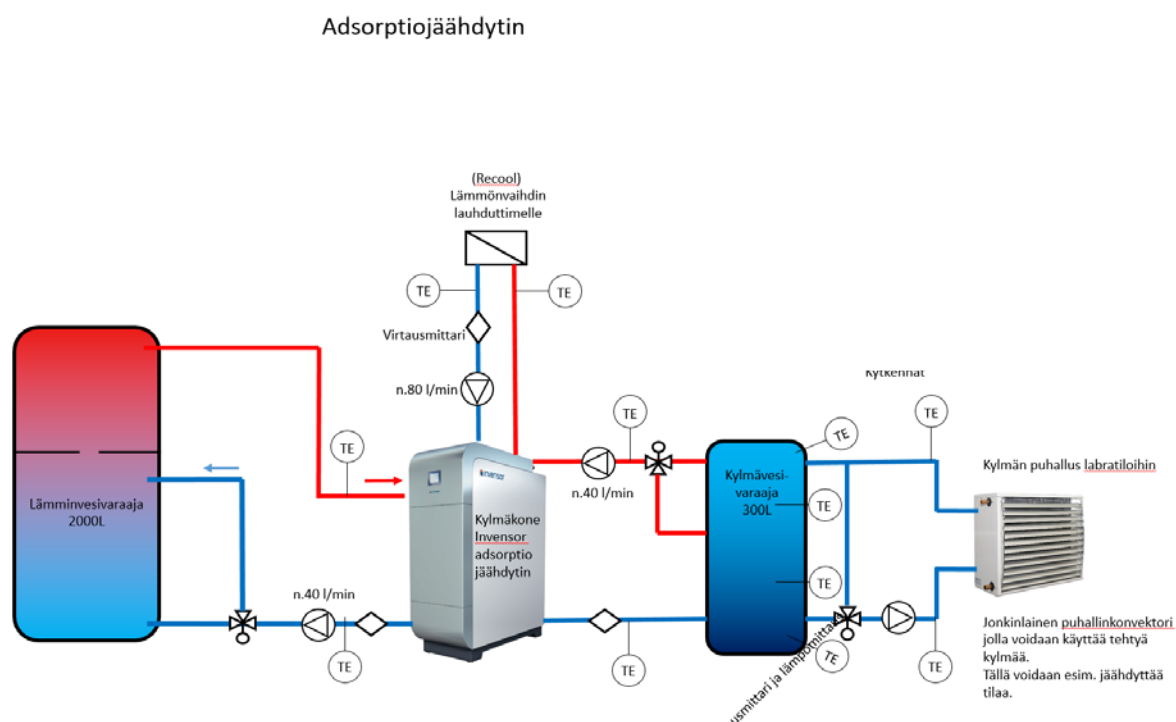
Ensimmäinen hahmotelma lämpölaboratoriosta, jonka perusteelta lähdettiin toteuttamaan suunnitelmaa, oli Petri Lähden tekemä PowerPoint-esitys. Esityksen toisella sivulla (kuva 1) on kuvattu koko järjestelmän kokoonpano hahmotelma. Tavoitteena oli liittää kuumavesivaraajaan yhdistelmäpellettikattila, aurinkokeräinpiiri, adsorptiokylmäkone, lämmitys- sekä käyttövesisimulointi ja lauhdutinyksikkö.



Kuva 1. SAMK uuden kampuksen suunniteltu lämpölaboratorio (Petri Lähde 2017)

3.1 Kylmäkone

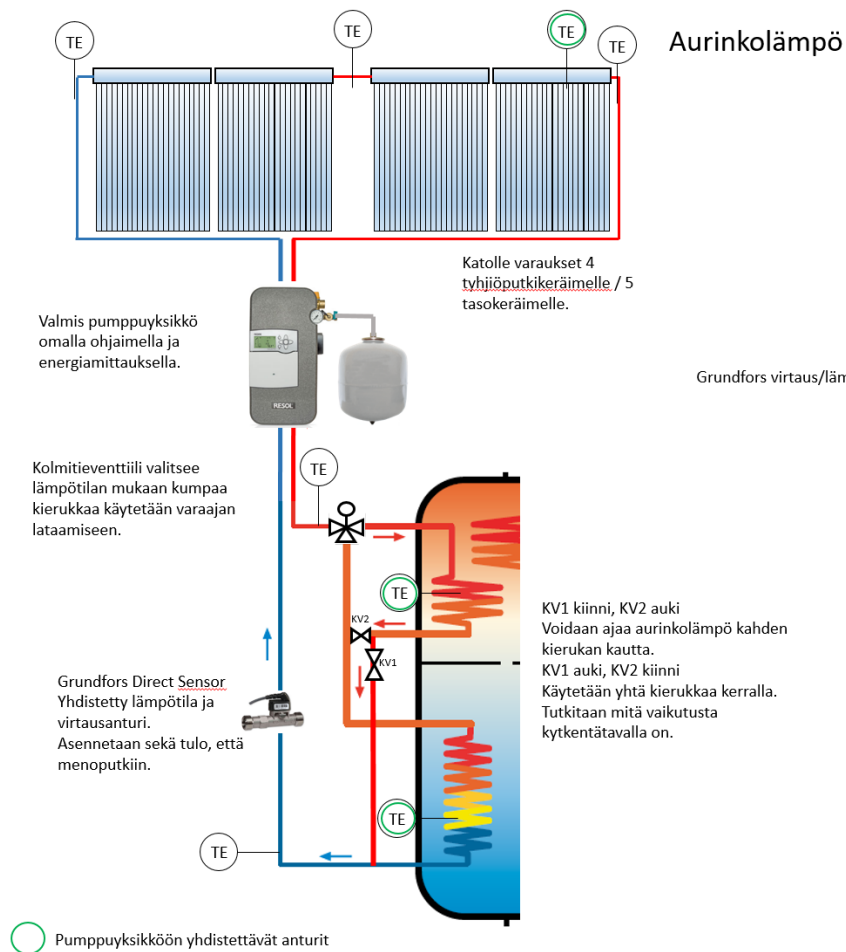
Lähteen adsorptiojäähdyttimen toimintakaaviosta (kuva 2) tulee ilmi, miten kylmäkoneen oli tarkoitus kuluttaa varaajan lämpöenergiaa ja palauttaa jäähdytettyä vettä varaajaan, pitääkseen varaajan lämpötilan sopivana. Kylmäkone varaisi kylmän omaan kylmävesivaraajaan, jota hyödynnettäisiin laboratoriotilojen jäähdytyksessä puhallinkonvektorilla.



Kuva 2. SAMK uuden kampuksen suunniteltu lämpölaboratorio, adsorptiojäähdytin (Petri Lähde 2017)

3.2 Aurinkolämpö

Järjestelmän aurinkokeräinpiiri toimisi kuvan 3 mukaisesti, joko molempia tai vain yhtä aurinkopiirin kierukkaa käyttäen. Auringon säteilyenergia otettaisiin talteen katolla sijaitsevilla keräimillä ja johdettaisiin lämpölaboratoriossa sijaitsevaan varaajaan. Vielä tässä vaiheessa oli epäselvää, käytettäisiinkö tyhjöputki- vai tasokeräimiä.

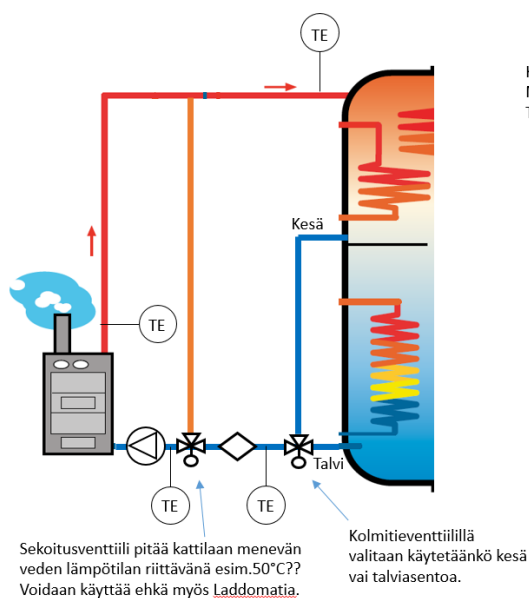


Kahdennetaan energiamittaus kuten SolarLeap pilottikohteissa.
Asennetaan virtaus/lämpötila-anturit meno ja paluuputkiin sekä taskut lämpötila-antureille molempiin putkiin.

Kuva 3. SAMK uuden kampuksen suunniteltu lämpölaboratorio, aurinkolämpö (Petri Lähde 2017)

3.3 Pellettikattila

Määrävä tekijä pellettikattilan valinnassa oli mahdollisuus polttaa muitakin kiinteitä polttoaineita kuin pellettiä. Varaajasta lähtevän veden säädön (joko keskeltä (kesä) tai pohjalta (talvi)) alkuperäinen suunnitelma oli 3-tiemoottoriventtiilillä (kuva 4).



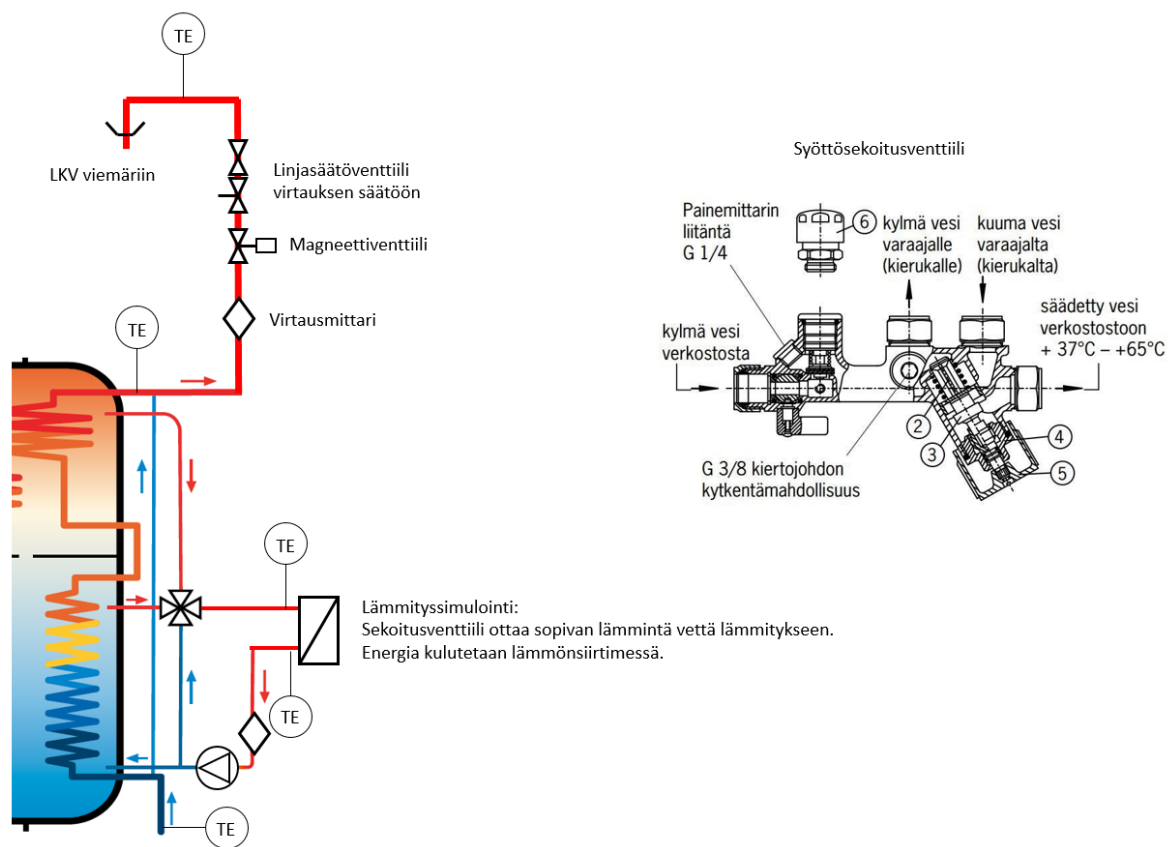
Kuva 4. SAMK uuden kampuksen suunniteltu lämpölaboratorio, pellettikattila (Petri Lähde 2017)

3.4 Käyttövesi- ja lämmityssimulointi

Käyttöveden sekoitus tehtäisiin syöttösekoitusventtiilillä (kuva 5) ja lämmin vesi putkitettaisiin laboratoriossa olevaan käsienvesualtaiden viemäriin. Varusteiksi haluttiin paikallinen virtausmittari ja linjasäätöventtiili virtauksen säätöön ja mittaukseen.

Lämmityssimulointia ohjaisi 4-tieventtiili, joka sekoittaa viileää paluuvettä ja varaajan keski- tai yläosan vettä tuottaakseen sopivan lämmintä vettä lämmityssimulointiin (kuva 5). Energian kulutusta simuloitaisiin lämmönsiirtimellä.

Käyttövesi ja lämmityssimulointi

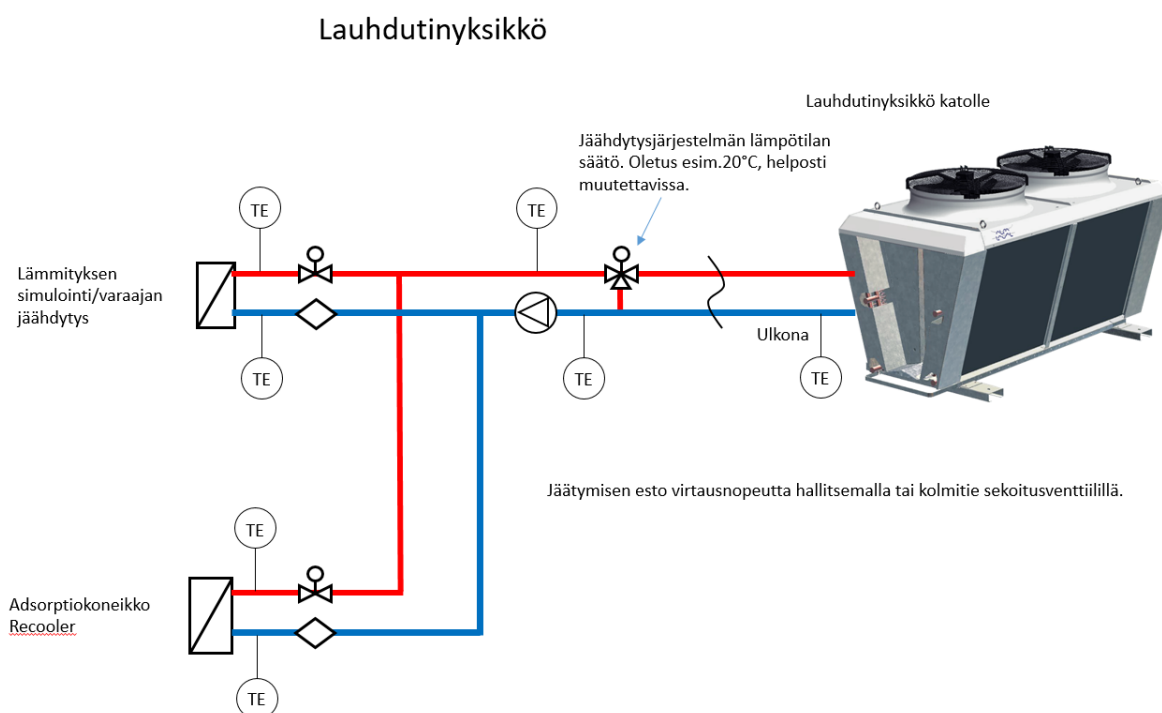


LKV:
Käytetään esim. syöttösekoitusventtiiliä.
Vesi viemäriin magneettiventtiilin ja linjasäätöventtiilin (virtauksen säätöön) kautta.

Kuva 5. SAMK uuden kampuksen suunniteltu lämpölaboratorio, käyttövesi ja lämmityssimulointi (Petri Lähde 2017)

3.5 Lauhdutinyksikkö

Lauhdutinyksikön tarkoituksena oli jäähdyttää varaajaa lämmityssimulointiin tarkoitetun lämmönsiirtimen kautta sekä kuluttaa adsorptiokylmäkoneen ”hukkalämpöä” (kuva 6). Jäähdytysjärjestelmän lämpötilan säätö oli suunniteltu toimimaan 3-tiemoottoriventtiilillä, jolla voitaisiin estää myös paluupiirin jäätyminen.

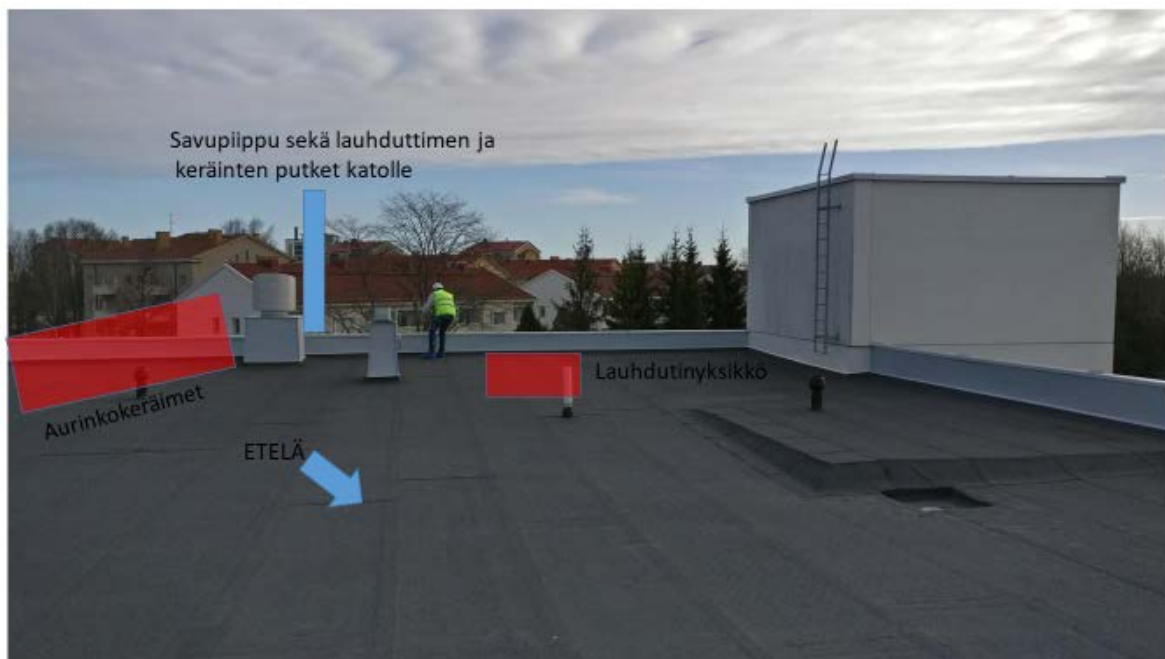


Kuva 6. SAMK uuden kampuksen suunniteltu lämpölaboratorio, lauhdutinyksikkö (Petri Lähde 2017)

3.6 Yleistä

Katolle sijoitettavien laitteiden sijoittelu oli jo päätetty kuvan 7 mukaisesti. Selvittävää asioita olivat savupiipun mahdollinen sijoittelu (kuvat 7 ja 8) sekä lämpölaboratorioon tulevien laitteiden viemärintarve ja -mahdollisuus sekä varoventtiilien putkitus.

C-osan katto
Lauhduttimen ja keräinten sijoituspaikat
Lähettyvillä vain ilman poistoja



Kuva 7. SAMK uuden kampuksen suunniteltu lämpölaboratorio, katon laitteiden sijoittelu (Petri Lähde 2017)



Kuva 8. SAMK uuden kampuksen suunniteltu lämpölaboratorio, savupiipun sijoittelu (Petri Lähde 2017)

4 SUUNNITELMA JA LAITTEISTON TOIMINTA

Seuraavissa kappaleissa esitellään lopullista suunnitelmaa ja laitteistojen toimintaa, joihin suunnitelman tekijä on päätenyt lämpölaboratorio-projektissa mukana olleiden SAMK:in työntekijöiden Pekka Sirénin ja Petri Lähteen kanssa.

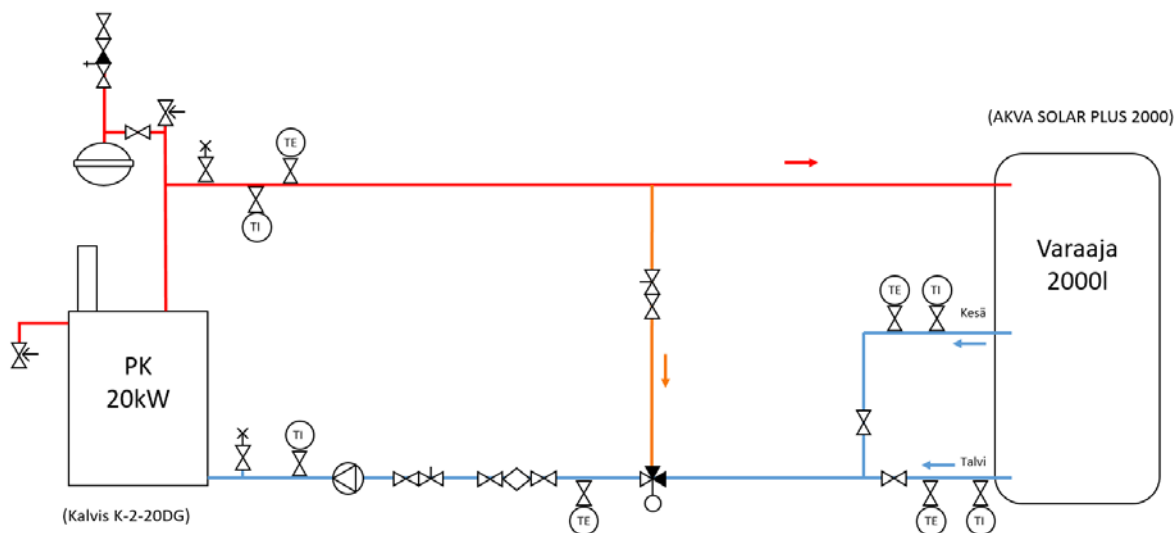
4.1 Pellettikattila

Ehdotettu pellettipiiri toimisi kuvan 9 mukaisesti. Varaajasta syötetään kattilalle viileää vettä joko varaajan keskeltä tai pohjalta. Valinta tehdään kahdella sulkuventtiilillä. Sekoitusventtiili pitää kattilaan menevän veden lämpötilan riittävän korkeana (50 °C) hyödyntäen kattilan lämmittämää, kattilasta varaajaan palaavaa kuumaa vettä. Kattila lämmittää viileän varaajalta tulevan veden ja syöttää sen takaisin kuumana varaajan yläosaan. Piiri täytetään paisuntahaaran yhteydessä olevalla täyttöventtiilillä.

Varaajasta lähtevän veden säätö keskeltä (kesä) ja pohjalta (talvi) oli erikseen suunniteltu toimimaan 3-tieventtiilillä. Tässä suunnitelmassa on kuitenkin päädytty kahteen käsikäyttöiseen sulkuventtiiliin: siten toiminta on paljon selkeämpi ja käyttäjäystävällisempi. Käyttäjä näkee välittömästi tilaan tullessaan, kumpi asento on valittuna ja samalla prosessi pysyy yksinkertaisena, kun vältetään 3-tieventtiilin automaation säätö.

Piirissä on joka putkelle omat lämpömittarit ja -anturit, jolloin voidaan mitata ja seurata varaajan eri osien ja piirin eri vaiheiden lämpötiloja.

Pellettikattilaksi ehdotetaan 20 kW Kalvis K-2-20DG-yhdistelmäkattilaa (kuva 10)



Kuva 9. Pellettikattilan ja varaajan kytkentäkaavio (Johannes Koski 2017)

KALVIS pellettikattilat 



KALVIS-yhdistelmäkattiloissa käytettävät polttoaineet:

- automaattinen lataaminen: puupelletit Ø6-8 mm
- käsin lataaminen: klapit, halot, kivihiili, turve- ja puubriketti yms.

Yhdistelmäkattila Kalvis K-2-20DG (5-20 kW): hinta 2750 eur + ALV

Yhdistelmäkattila Kalvis K-2-30DG (8-30 kW): hinta 3080 eur + ALV

Yhdistelmäkattila Kalvis K-2-40DG (10-40 kW): hinta 3500 eur + ALV

Yhdistelmäkattila Kalvis K-2-70DG (30-70 kW): hinta 6000 eur + ALV

Sarja sisältää: kattilan, pellettipolttimen, 2 m syöttöruuvin, 300 l pellettisäiliön sekä lisäluukun klapeilla lämmittämiseksi.

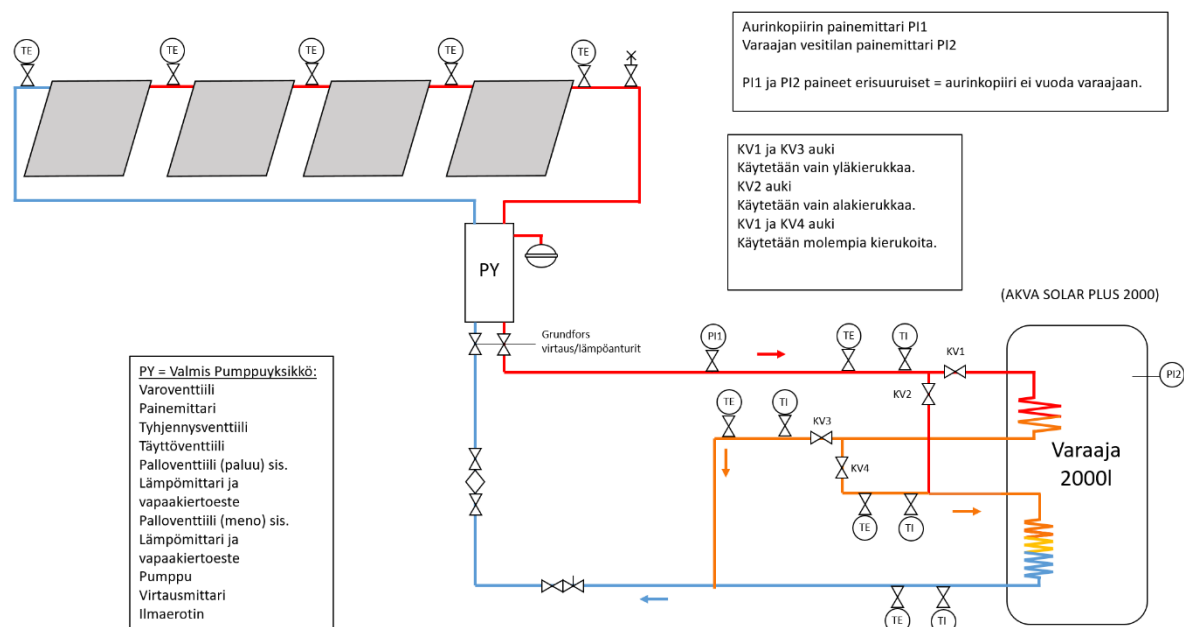
Kuva 10. Pellettikattila (Hemeltron www-sivut)

4.2 Aurinkolämpö

Ehdotettu aurinkopiiri toimisi kuvan 11 mukaisesti. Varaajassa on kaksi kierukkaa aurinkopiirille. Niistä käytetään joko kumpaakin tai vain toista kerrallaan. Varaajan kierukoilta tuleva lämmönsiirtoneste syötetään pumppuyksikön avulla sarjaan kytketyille aurinkokeräimille, jotka lämmittävät nesteen, joka ohjataan uudelleen takaisin varaajan kierukoihin lämmittämään varaajan vesitilaa.

Kierukoiden käyttö valitaan alkuperäisen suunnitelman 3-tie- ja sulkuventtiilien sijaan neljällä sulkuventtiilillä kuvan 11 mukaisesti. Sulkuventtiilit luovat selkeyttä, sillä käyttäjä näkee välittömästi kierukoiden valinnan ja valintaa voidaan manuaalisesti vaihtaa. Samalla myös prosessi pysyy yksinkertaisena ja välttyään 3-tieventtiilin automaation säädöltä. 3-tieventtiili aiheuttaa painehäviöitä. Sen tilalla olevat sulkuventtiilit ovat käytössä kerrallaan, joten välttyään turhalta painehäviöltä.

Jotta aurinkopiirin mahdollinen vuoto varaajaan voitaisiin havaita, asennetaan aurinkopiiriin ja varaajan vesitilaan painemittarit (PI1 ja PI2) kuvan 11 mukaisesti. Kun painemittareiden osoittamat paineet ovat erisuuret, voidaan päätellä, että aurinkopiiri ei vuoda varaajaan. Pumppuyksikössä on täyttö- ja tyhjennysventtiilit, joten näyte lämmönsiirtonesteestä voidaan ottaa määrääjain.

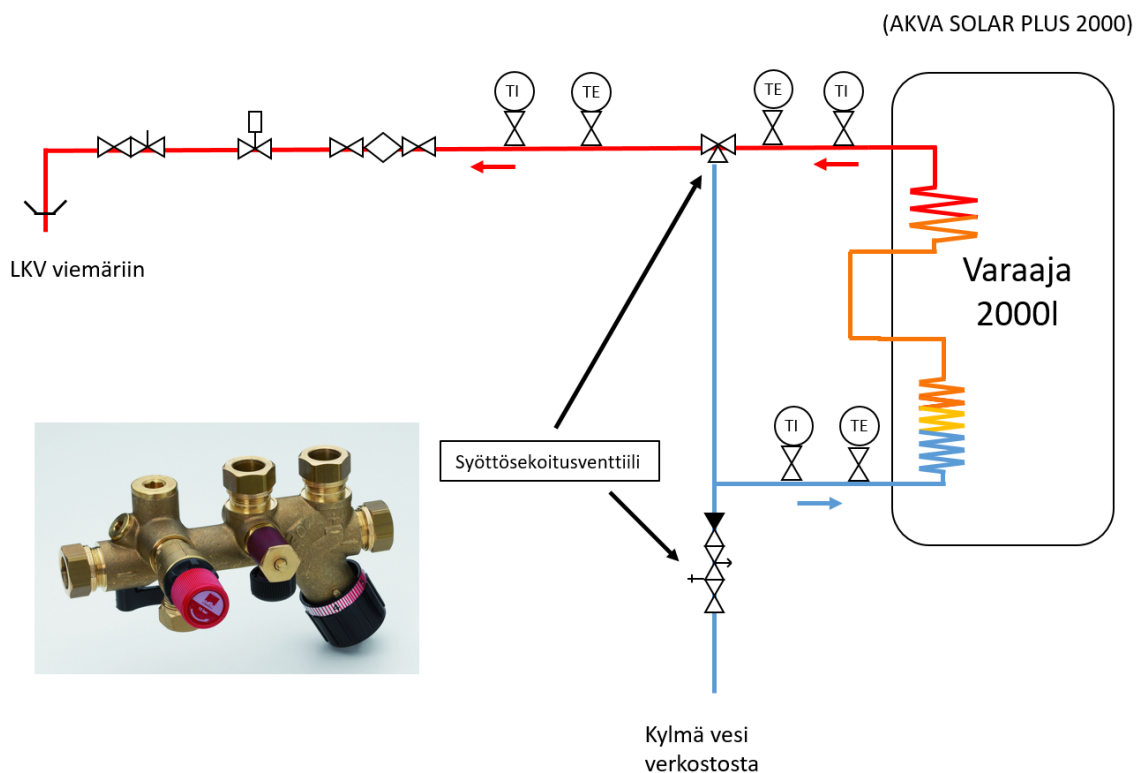


Kuva 11. Aurinkokeräimien ja varaajasäiliön kytkentäkaavio (Johannes Koski 2017)

4.3 Käyttövesi

Ehdotettu käyttövesipiiri toimisi kuvan 12 mukaisesti. Käyttövesisuunnitelma pysyi lähes muuttumattomana. Verkostosta otetaan kylmä vesi syöttösekoitusventtiilille, joka ohjaa osan kylmästä vedestä varaajan kierukkaan lämpiämään. Lämmennyt vesi syötetään takaisin venttiiliin, joka sekoittaa lämmenneen ja kylmän veden sopivaksi (60 °C). Sekoitettu vesi ohjataan laboratoriotilassa olevien altaiden viemäriin.

Piirissä on joka putkelle omat lämpömittarit ja -anturit, jolloin voidaan mitata ja seurata prosessin eri osien ja piirin eri vaiheiden lämpötiloja.

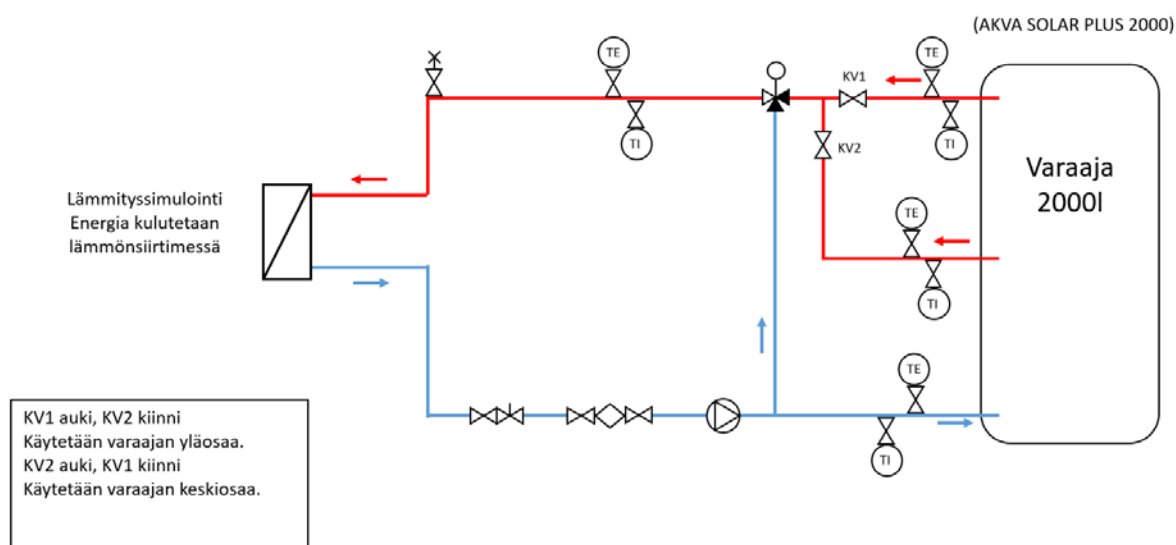


Kuva 12. Käyttövesijärjestelmän kytkentäkaavio (Johannes Koski 2017)

4.4 Lämmitys

Ehdotettu lämmityspiiri toimisi tämän suunnitelman mukaan kuvan 13 mukaisesti. Alkuperäisen suunnitelman 4-tieventtiin sijaan varaajasta lähtevän veden lämpötilan säätö tehdään 3-tieventtiilillä ja kahdella sulkuventtiilillä kuvan 13 mukaisesti. Varaajasta otetaan lämmintä vettä joko keski- tai yläosasta ja sekoitetaan palaavaan viilenneeseen veteen, jotta saavutetaan haluttu menoveden lämpötila. Sekoitettu menovesi ajetaan siirtimeen, joka simuloi lämmitysjärjestelmää ja jossa menovesi jäähtyy ja sen jälkeen ajetaan takaisin varaajaan viilenneenä paluuvetenä.

Piirissä on joka putkelle omat lämpömittarit ja -anturit, jolloin voidaan mitata ja seurata prosessin eri osien ja piirin eri vaiheiden lämpötiloja.



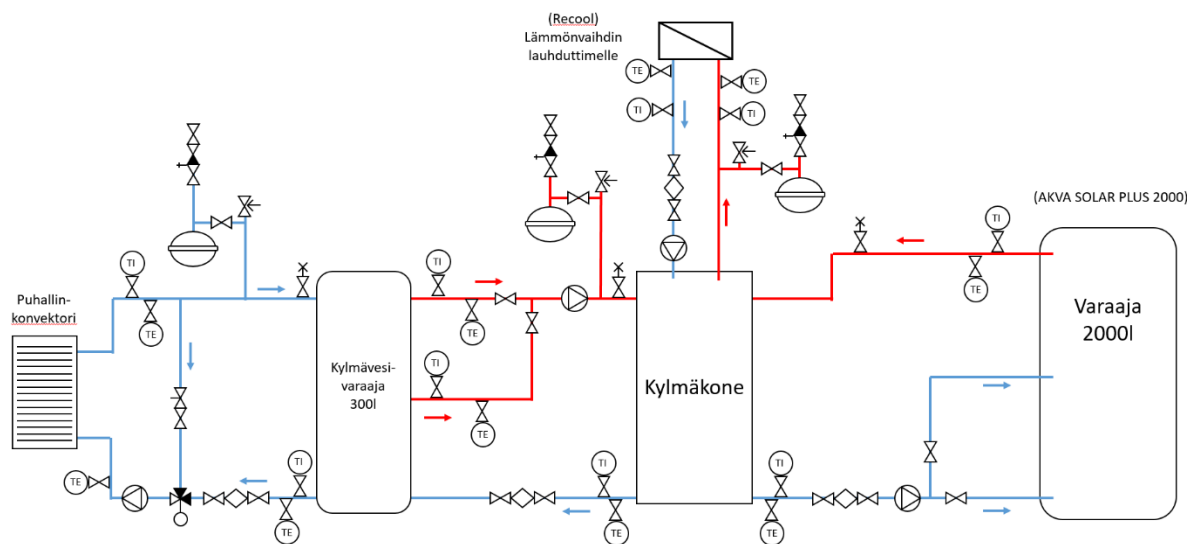
Kuva 13. Lämmitysjärjestelmän kytkentäkaavio (Johannes Koski 2017)

4.5 Kylmäkone

Ehdotettu kylmäkonepiiri toimisi kuvan 14 mukaisesti. Varaajan yläosasta ohjataan kuumaa vettä kylmäkoneelle, joka ottaa siitä lämpöenergiaa ja palauttaa joko varaajan keski- tai alaosaan (ohjaus sulkuventtiileillä, kuva 14). Kylmäkone varaa kylmää omaan pienempään varaajaansa, josta kylmää kulutetaan laboratoriotilaa jäähdyttävällä puhallinkonvektorilla. Puhallinkonvektorille menevän veden lämpötilaa säädetään 3-tieventtiilillä, joka sekoittaa meno- ja paluuvettä konvektoripiirissä.

Alkuperäisessä suunnitelmassa jäähtyneen veden ohjaus varaajan keski- tai alaosaan oli suunniteltu 3-tieventtiilillä, tässä suunnitelmassa ehdotetaan kuitenkin sen toteuttamista kahdella sulkuventtiilillä. Tällöin käyttäjä näkee välittömästi tilaan tullessaan, kumpi asento on valittuna ja samalla prosessi pysyy yksinkertaisena, kun vältetään 3-tieventtiilin automaation säätö.

Käytetään SAMK:in vanhoissa tiloissa olevaa InvenSor adsorptiojäähdytintä.

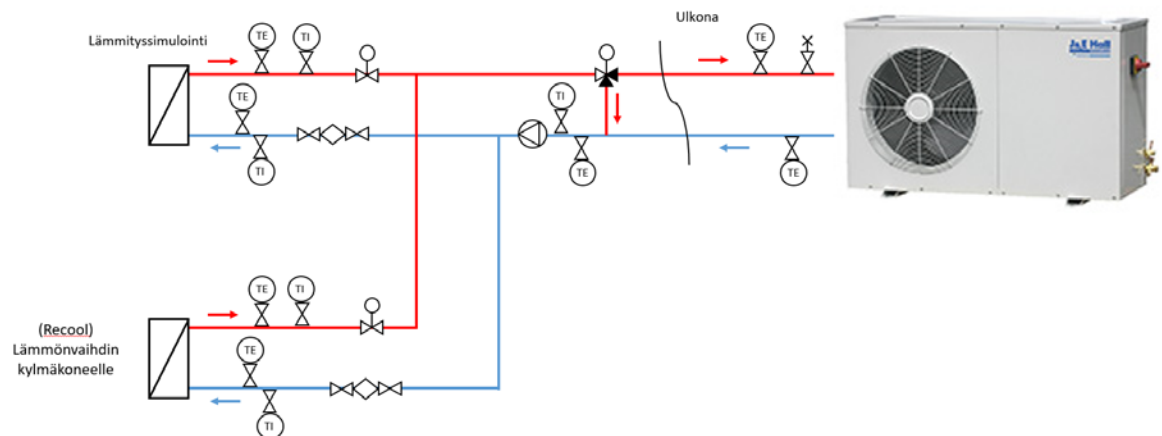


Kuva 14. Jäähdytysjärjestelmän kytkentäkaavio (Johannes Koski 2017)

4.6 Lauhdutinyksikkö

Ehdotettu lauhdutinpiiri toimisi kuvan 15 mukaisesti. Lauhduttimelle tuodaan menovettä lämmityssimuloinnin ja kylmäkoneen lämmönsiirtimiltä. Tämän jälkeen menovesi jäädytetään lauhduttimessa ja ohjataan takaisin siirtimille paluuvetenä. Jäähtyneen paluuveden lämpötilaa säädetään 3-tieventtiilillä, joka sekoittaa lämmintä menovettä jäähtyneeseen paluuveteen, pitäen paluuveden lämpötilan haluttuna ja estäen paluuveden jäätyksen.

Piirissä on joka putkelle omat lämpömittarit ja -anturit, jolloin voidaan mitata ja seurata prosessin eri osien ja piirin eri vaiheiden lämpötiloja.



Kuva 15. Lauhdutinjärjestelmän kytkentäkaavio (Johannes Koski 2017)

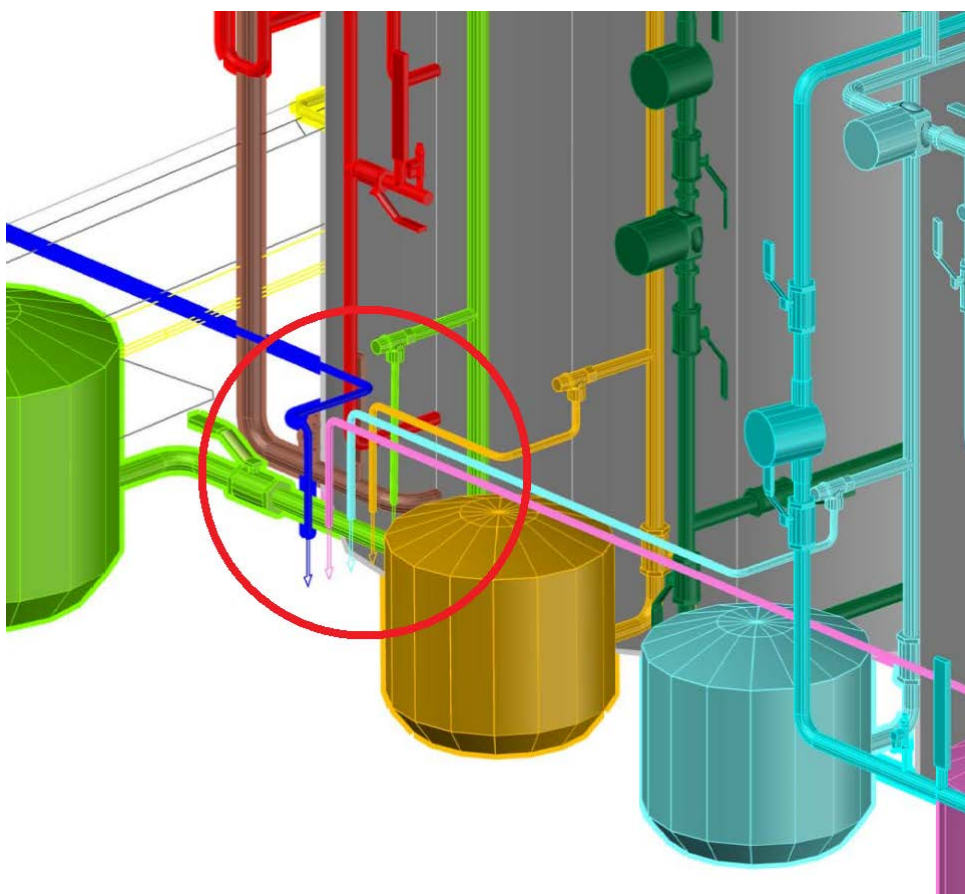
4.7 Yleistä

Varaajan vesitilaan kytketyille järjestelmille asennetaan keskitetty paisunta-astia.

Laboratoriotilan alla olevan pommisuojaan takia viemäröintejä ei voi sijoittaa lattiaan tai sen alle. Varoventtiilien vuotoputket kerätään sen vuoksi yhteen astiaan ja pumpataan sieltä edelleen pesuallaiden viemäriin (kuva 16). Laitteiden alle sijoitetaan vuodonilmaisimia.

Savupiipun savukaasut eivät aiheuta ristiriitaa ilmastonin kanssa, sillä katolla savupiipun suunnitellulla alueella ei ole kuin jäteilmalaitteita. Koska myöskään rakenteellisia esteitä ei ole, savupiippu voidaan sijoittaa alkuperäisesti suunnitellulle paikalle kuvan 8 mukaisesti.

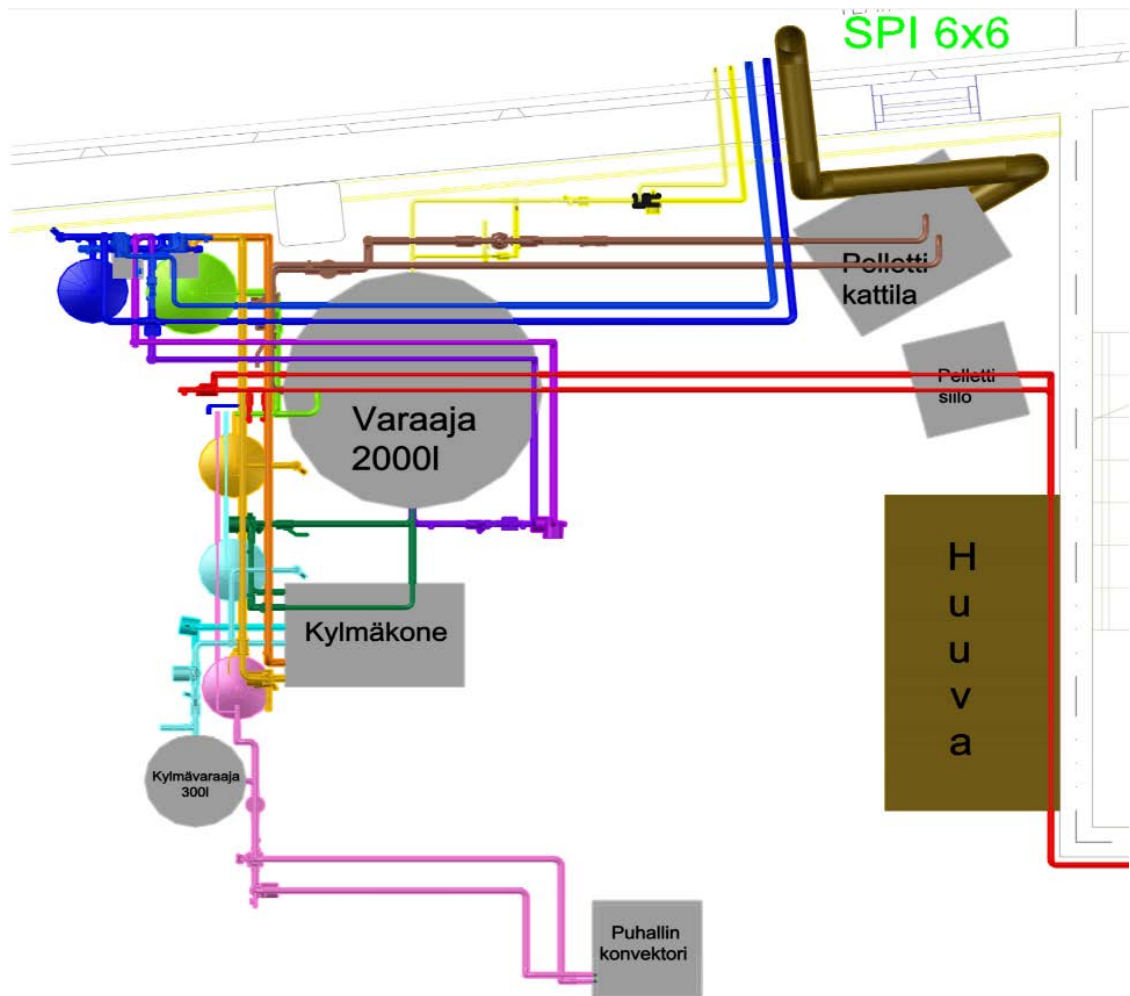
Katon rakenne sallii aurinkokeräimien ja lauhdutinyksikön asentamisen katolle.



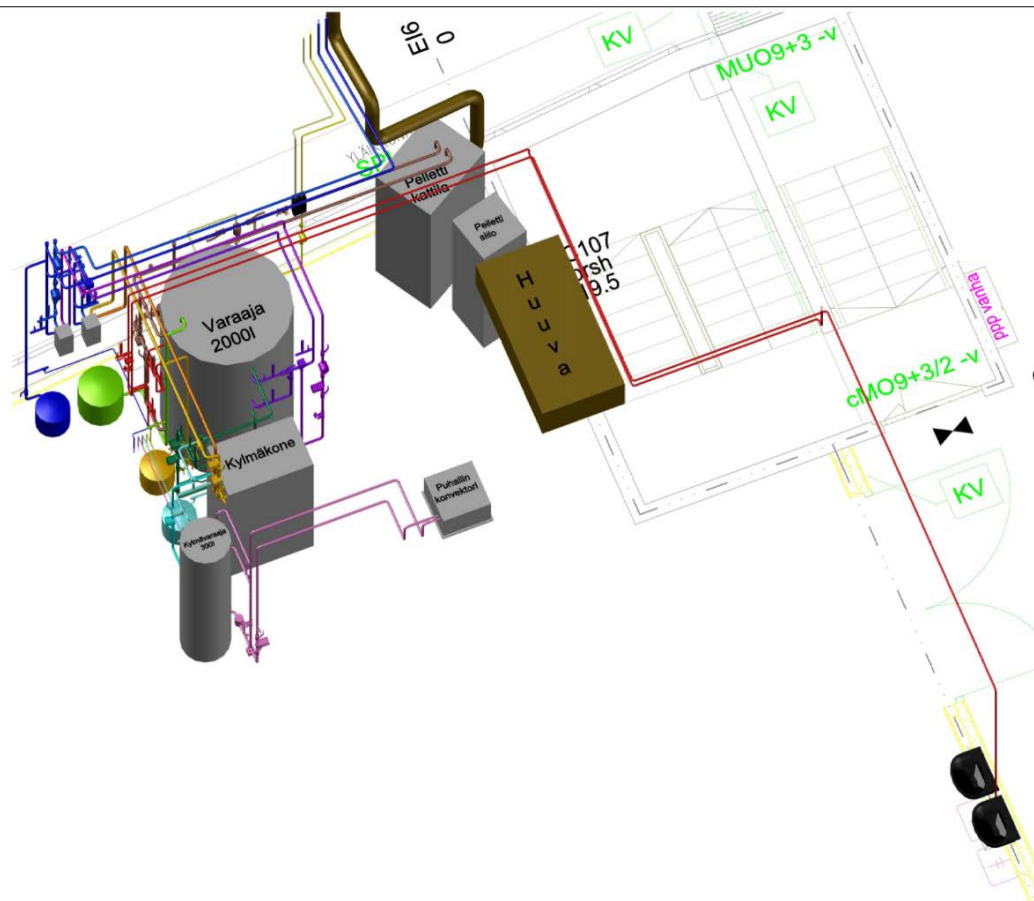
Kuva 16. Varoventtiilien putket (Johannes Koski 2017)

5 LAITTEIDEN SIOITTELU

Suunnitelman tekijä suoritti AutoCAD- ja MagiCAD-ohjelmilla mallinnuksen laitteista ja putkituksista. Mallista ilmenee, miten laitteiden on suunniteltu sijoittuvan laboratoriotilaan. Laitteiden sijoittelu kuvien 17 ja 18 mukaisesti.



Kuva 17. Laitteiden sijoittelu laboratoriotilassa, katsomissuunta ylhäältä (Johannes Koski 2017)



Kuva 18. Laitteiden sijoittelu laboratoriotilassa, katsomissuunta yläviistosta (Johannes Koski 2017)

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella SAMK:in uuden kampuksen lämpölaboratorioon keskitetty varaaja, johon liitettäisiin pellettikattila, aurinkokeräimiä, adsorptiojäähdytin, lauhdutinyksikkö sekä lämmitys- ja käyttöveden simulointi. Tällainen suunnitelma toteutui ja sen käyttö on yksinkertaistettu mahdollisimman selkeäksi.

Suunnittelun alkuvaiheessa keskeisimmät osaongelmat olivat pellettikattilan savupiipun sijoittelu, katon kestävyys ja laitteiden viemärointi. Savupiipun sijoittelu selkeni jo heti suunnittelun alussa, kun katolla käydessä havaittiin, että sijoitusalueella on vain jäteilmalaitteita, jotka eivät häiriinny savukaasuista. Myös katon kestävyys selkeni suunnittelun alkuvaiheessa, joten aurinkokeräimet ja lauhdutinyksikkö voitaisiin sijoittaa katolle. Viemäroinnin sijasta päätettiin ehdottaa varoventtiiliputkien keräystä yhteen astiaan ja pumppaamista sieltä edelleen laboratoriotilan pesualtaiden viemäriin. Laitteiden alle sijoitettaisiin myös vuodonilmaisimia.

Alkuperäinen suunnitelma muuttui eniten 3-tieventtiilien osalta, joista suurin osa korvattiin sulkuventtiileillä yksinkertaistamaan järjestelmien toimintaa. Myös laitteiden viemärointi jouduttiin miettimään uudelleen laboratoriotilan alla olevan pommisuojaan estäessä viemärointien sijoittamisen lattiaan tai sen alle. Alkuperäisessä suunnitelmassa pitäydettiin kuitenkin suurimmalta osin.

Suunnitelman toteuttamisessa kannattaa kiinnittää erityisesti huomiota putkistojen ja niiden varusteiden (esim. linjasäätöventtiilit ja sulkuventtiilit) sijoitteluun. Tämä on tärkeää, jotta erilaisten kokeiden ja mittausten tekeminen on mahdollisimman helppoa ja selkeää, mahdollisia käyttäjiä ajatellen.

Toimeksiannossa onnistuttiin hyvin, suunnittelun tuloksena syntyi toimiva ja helppokäyttöinen ehdotus lämpölaboratorioon pyydetyistä laitteista ja järjestelmistä.

LÄHTEET

Lämmitysjärjestelmä www-sivut. 24.11.2017

<http://lammitysjarjestelmat.com/pellettilammitys/>

Jäspín www-sivut. Viitattu 24.11.2017

<https://jaspi.fi/aurinkolammitys/>

Talotekniikka www-sivut. Viitattu 1.12.2017

[http://talotekniikka.teknologiateollisuus.fi/sites/lvi-](http://talotekniikka.teknologiateollisuus.fi/sites/lvi-talotekniikka/files/file_attachments/Talotekniikkaopas%202015_p%C3%A4ivitetty.pdf)

talotekniikka/files/file_attachments/Talotekniikkaopas%202015_p%C3%A4ivitetty.pdf

Petri Lähde, SAMK uuden kampuksen lämpölaboratorio 6.2.2017

Hemeltron www-sivut. Viitattu 8.12.2017

<https://www.hemeltron.fi/kalvis-pellettikattilat>

Jere Salmi. diplomityö 2013. Viitattu 23.2.2018

<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/94333/Adsorptioj%E4%E4hdyttimen%20k%E4yt%E4n%20kannattavuus%20kaukol%E4mp%E4j%E4rjestelm%E4ss%E4.pdf?sequence=2>