

Jonne Nahkuri

VESIKIERTOISEN LATTIALÄMMITYKSEN TOTEUTUS
KERROSTALOTYÖMAALLA

Rakennustekniikan koulutusohjelma
2017

VESIKIERTOISEN LATTIALÄMMITYKSEN TOTEUTUS KERROSTALOTYÖMAALLA

Nahkuri, Jonne
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2017
Ohjaaja: Kujala, Mari
Sivumäärä: 33
Liitteitä: 0

Asiasanat: lattialämmitys, patterilämmitys, rakennustyömaa

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin kahden kerrostalokohteen lämmitysratkaisuja. Opinnäytetyöllä haluttiin saada tietoa erityisesti lattialämmitysjärjestelmän asennusprosessin toteutumisesta rakennustyömaan näkökulmasta. YIT Rakennus Oy rakentaa Porin Riihiketoon kaksi kerrostaloa ja toiseen taloista asennettiin lämmitysjärjestelmäksi vesikiertoinen lattialämmitys, jonka asennusta ja aikataulua haluttiin tutkia ja kehittää mahdollisia tulevia kohteita varten.

Opinnäytetyön alussa kerrotaan lämmitysjärjestelmien toimintaperiaatteet, määräyksiä rakennusten lämmitykselle sekä käsitellään yleisimpiä rakennusten lämmitysmuotoja Suomessa. Opinnäytetyössä kerrotaan myös lämmitysmuotojen hintojen muutoksista viime vuosien aikana.

Opinnäytetyössä perehdyttiin lattialämmitysjärjestelmän asennusvaiheisiin sekä niissä ilmenneisiin ongelmiin sekä ratkaisuihin. Opinnäytetyössä todetaan lattialämmitysjärjestelmän aiheuttavan lisätöitä työmaalle sekä aikataulun pidentymistä verrattuna perinteiseen patterilämmitykseen. Vaikka järjestelmä tuottaa lisätöitä on sen asennus siistiä ja nopeaa.

Tässä opinnäytetyössä käytetty aineisto on saatu YIT:n sisäisestä tiedosta, haastattelusta, valmistajien ohjeista sekä määräyksistä.

IMPLEMENTATION OF WATER-CYCLE UNDERFLOOR HEATING IN AN APARTMENT BUILDING SITE

Nahkuri, Jonne

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

May 2017

Supervisor: Kujala, Mari

Number of pages: 33

Appendices: 0

Keywords: underfloor heating, radiator heating, building site

This thesis investigated heating solutions for two apartment buildings. The thesis was intended to provide information on the realization of the floor heating system installation process from the point of view of construction site. YIT Construction Ltd is building two blocks of flats in Pori's Riihiketo. Other of the buildings was installed water-cycle underfloor heating system. The installation and its schedule was wanted to be researched and developed for possible future projects.

At the beginning of the thesis the operating principles of heating systems and the rules for heating the buildings are discussed. The most common forms of heating the buildings in Finland are also discussed. The thesis also explains changes in heating prices during the last few years.

The thesis focused on the installation phases of the underfloor heating system and on the problems that appeared and solutions for them. In the thesis the floor heating system is causing additional work on the site as well as the timetable extension compared to the traditional radiator heating. Even though the system provides extra work its installation is clean and fast.

The material used in this thesis is obtained from YIT's internal information, interviews, manufacturer's instructions and regulations.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	RAKENNUSTEN LÄMMITYS SUOMESSA.....	6
2.1	Lämpöolot.....	6
2.2	Lämmitysmuodot Suomessa.....	7
3	TUTKIMUSKOHTEIDEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT.....	11
3.1	Vesikiertoinen lattialämmitys.....	11
3.2	Vesikiertoinen patterilämmitys.....	12
4	TUTKIMUSKOHTEET.....	15
4.1	Tutkimuksen tilaaja.....	15
4.2	Tutkimuksen tarve.....	16
4.3	Asunto Oy Porin Kapteeni I.....	17
4.4	Lattialämmitysjärjestelmän asennusvaiheet.....	18
4.5	Asunto Oy Porin Kapteeni II.....	24
4.6	Patterilämmitys.....	24
4.6.1	Patterin asennuksen ohjeet.....	25
4.6.2	Patterin varusteet.....	26
4.7	Aikatauluvaikutuksia.....	27
4.8	Havaintoja työmaalta.....	28
5	KUSTANNUKSET.....	31
6	YHTEENVETO.....	32
	LÄHTEET.....	33

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöhön sisältyy Porin Riihikedossa sijaitsevien kahden kerrostalon lämmitysjärjestelmien toteutusten vertaaminen ja tutkiminen rakennustyömaan näkökulmasta. Opinnäytetyössä perehdytään vesikiertoisen lattia- sekä patterilämmityksen asennusprosessiin, sekä perehdytään kohteiden aikataulutukseen ja kustannuksiin. Opinnäytetyön tavoitteena oli saada tietoa lattialämmitysjärjestelmän asennusprosessin ongelmista ja mahdollisuuksista rakennustyömaan näkökulmasta sekä sen vaikutuksista aikatauluun ja kustannusratkaisuihin.

Ensimmäiseksi opinnäytetyössä kuvataan valittujen lämmitysjärjestelmien toiminta-periaatteet sekä järjestelmien rakenteet. Seuraavaksi kerrotaan työn tilaajasta, jonka jälkeen käsitellään lämmitysratkaisut YIT Rakennus Oy:n kahdessa kerrostalokohteessa. Tutkimuskohteiksi valittiin Asunto Oy Porin Kapteeni I sekä Asunto Oy Porin Kapteeni II. Asunto Oy Porin Kapteeni I:ssä lämmitysjärjestelmänä toimii vesikiertoinen lattialämmitys ja Asunto Oy Porin Kapteeni II:ssa vesikiertoinen patterilämmitys.

Tutkimuskohteista kerrotaan yleiset tiedot sekä kuvataan lattialämmitysjärjestelmän asennusprosessin työvaiheet sekä pattereiden asennukseen liittyviä ohjeita. Samalla perehdytään lattialämmitysjärjestelmän vuoksi tehtyihin ratkaisuihin työmaalla sekä tutkitaan kohteiden aikatauluja. Lisäksi kerrotaan lattialämmitysjärjestelmän kustannusvaikutuksista. Järjestelmiä ja ratkaisuja selvitetään toimittajien esitteistä, alan kirjallisuudesta sekä syventymällä tutkimuskohteisiin ja haastatteluilla.

2 RAKENNUSTEN LÄMMITYS SUOMESSA

Tässä kappaleessa kerrotaan määräyksistä ja ohjeista rakennuksen lämmitykseen liittyen sekä kerrotaan mitkä ovat yleisimmät lämmitysmuodot Suomessa.

2.1 Lämpöolot

“Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että oleskeluvyöhykkeen viihtyisä huonelämpötila voidaan ylläpitää käyttöaikana niin, ettei energiaa käytetä tarpeettomasti.

Oleskeluvyöhykkeen huonelämpötilan lämmityskauden suunnitteluarvona käytetään yleensä lämpötilaa 21 °C. Oleskeluvyöhykkeen huonelämpötilan kesäkauden suunnitteluarvona käytetään yleensä lämpötilaa 23 °C.

Perustellusta syystä voidaan huonelämpötila suunnitella ohjearvosta poikkeavasti. Tällaisia lämmityskauden lämpötilojen tilakohtaisia ohjearvoja esitetään taulukossa 1.

Hyväksyttävä poikkeama oleskeluvyöhykkeen huonelämpötilan lämmityskauden suunnitteluarvosta huonetilan keskellä 1,1 m:n korkeudella on ± 1 °C.

Rakennuksen käyttöaikana ei oleskeluvyöhykkeen lämpötila yleensä saa olla korkeampi kuin 25 °C. " (Suomen RakMK D2 2012, 6)

Oleskeluvyöhykkeellä tarkoitetaan huoneen osaa, jonka alapinta rajoittuu lattiaan, yläpinta on 1,8 metrin korkeudella lattiasta ja sivupinnat ovat 0,6 metrin etäisyydellä seinistä tai vastaavista kiinteistä rakennusosista. (Suomen RakMK D2 2012, 4)

Taulukko 1. Huonelämpötilan tilakohtaisia ohjearvoja (Suomen RakMK D2 2012, 6)

Tila	Huonelämpötila °C
Porrashuone	17
Kylpyhuone, pesuhuone	22
Kuivaushuone	24
Myymälä	18
– myymälän kiinteä työpiste	21
Liikuntahalli	18
Kirkkosali	18
Tehdashalli, keskiraskas työ	17
Autokorjaamo, katsastustilat	17
Hissikuilu	17

2.2 Lämmitysmuodot Suomessa

Alla olevasta taulukosta 2 voidaan havaita, että kevyen polttoöljyn kuluttajahinta on noussut todella rajusti edellisestä vuodesta, kun taas muut hinnat ovat pysyneet lähes samoina. Taulukosta nähdään, että sähkön käyttö on lämmitysenergiana kalleinta ja puupelletti halvinta.

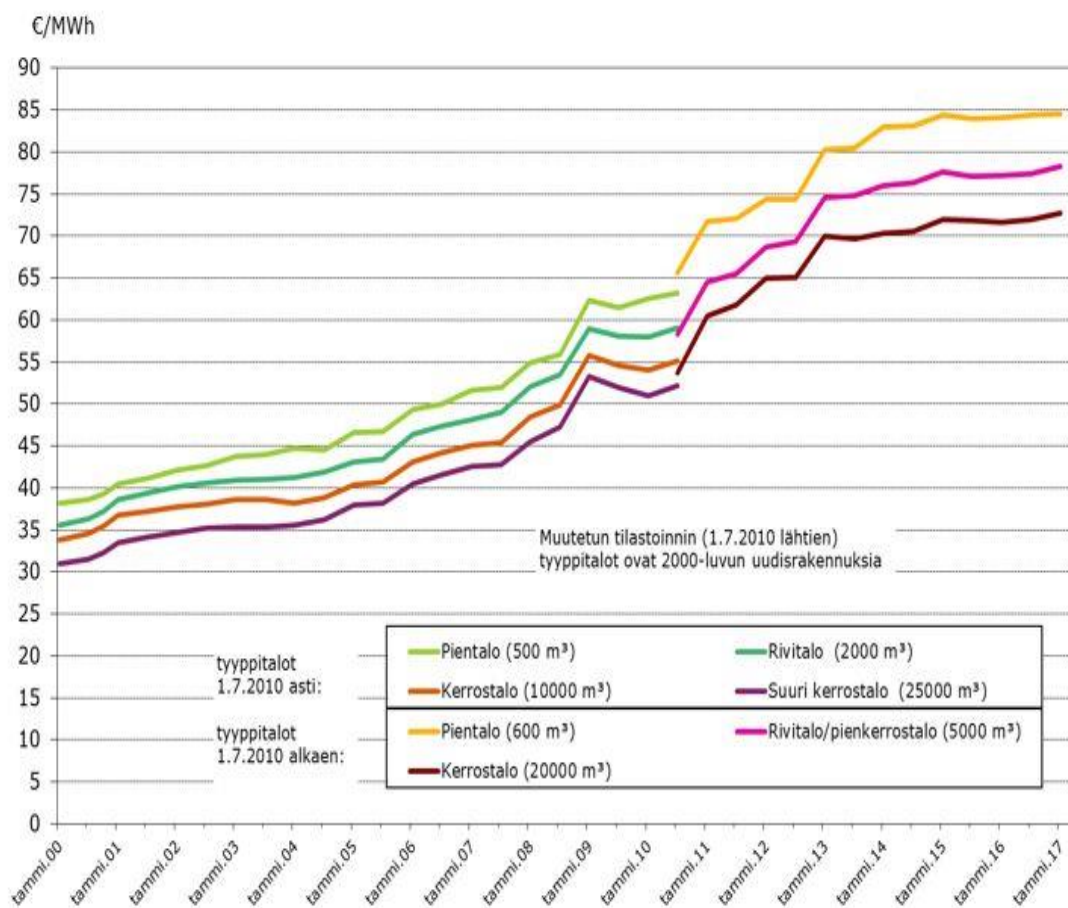
Taulukko 2. Lämmitysenergian kuluttajahintoja joulukuussa 2016 (Tilastokeskus, 2017)

Energia	¹⁾ Hinta €/MWh	Vuosimuutos -%
Kevyt polttoöljy (alv 24 %)	88,1	33,0
Kotitaloussähkö, L2 (alv 24 %)	119,5	1,6
Puupelletti (alv 24 %)	57	-1,0
Kaukolämpö, rivitalo / pienkerrostalo (alv 24 %)	78,28	1,5

Taulukosta 3 nähdään kaukolämmön hinnan nousseen suhteellisen tasaisesti vuodesta 2000 vuoteen 2010 saakka, vuoden 2009 pientä piikkiä lukuun ottamatta. Tyyppitalo-

jen tilastointia muutettiin vuonna 2010, jonka jälkeen kaukolämmön hinta nousi kolmen vuoden ajan kohtalaisen rajusti, mutta viimeisen kahden vuoden aikana hinta on pysynyt lähes samana.

Taulukko 3. Kaukolämmön hinta, teho+energiamaksu €/MWh (sis. verot) 1.1.2017 (Energiateollisuus, 2017)



Määrällisesti yleisin lämmitystapa Suomen rakennuskannassa on sähkölämmitys (taulukko 4). Markkinaosuuksia katsoessa kaukolämpö on kuitenkin suosituin lämmitysmuoto. (Tilastokeskus www-sivut, 2017)

Taulukko 4. Rakennukset lämmitysaineen mukaan (Tilastokeskus, 2017)

Lämmitysaine	Vuosi					
	1970	1980	1990	2000	2010	2015
Kaikki rakennukset	837 948	934 845	1 162 410	1 299 490	1 446 096	1 505 138
Kauko- /aluelämpö	..	48 538	105 608	130 946	164 721	180 749
Öljy, kaasu	320 171	347 498	306 750	320 934	322 279	316 688
Kivihiili, koksi	24 328	11 794	8 753	7 986	6 983	6 789
Sähkö	41 872	178 707	357 743	455 752	554 368	578 568
Puu, turve	429 467	327 230	321 342	292 763	277 553	278 661
Maalämpö	..	..	..	3 397	21 667	46 014
Muu, tuntematon 1)	22 111	20 578	62 214	87 486	98 525	97 669
%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Kauko- /aluelämpö	..	5,2	9,1	10,1	11,4	12
Öljy, kaasu	38,2	37,2	26,4	24,7	22,3	21
Kivihiili, koksi	2,9	1,3	0,8	0,6	0,5	0,5
Sähkö	5,0	19,1	30,8	35,1	38,3	38,4
Puu, turve	51,3	35,0	27,6	22,5	19,2	18,5
Maalämpö	..	..	..	0,3	1,5	3,1
Muu, tuntematon 1)	2,6	2,2	5,4	6,7	6,8	6,5 ¹⁾

Alla olevasta taulukosta 5 voidaan nähdä, että suurin osa Suomen rakennuskannasta on erillisiä pientaloja ja suurin osa Suomen väestöstä asuu pientaloissa. Pientaloihin lasketaan mukaan myös loma-asunnot. Vaikka pientaloja on rakennuksina eniten, on kerrostaloissa kuitenkin eniten asuntoja.

Taulukko 5. Rakennukset, asunnot ja henkilöt talotyyppin mukaan 31.12.2015 (Tilastokeskus, 2017)

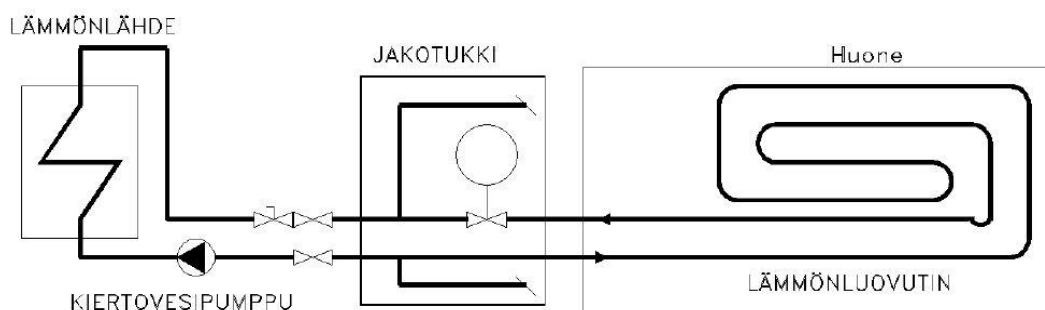
Talotyyppi	Rakennuksia	Asuntoja	Henkilöitä (ns. asuntoväestö)
Kaikki rakennukset	1 505 138	2 934 440	5 363 637
1-2 kerrosta	1 432 488	1 726 661	3 628 221
3-9 kerrosta	55 492	1 187 380	1 706 873
10+ kerrosta	310	14 925	20 748
tuntematon kerrosluku	16 848	5 474	7 795
Erilliset pientalot	1 143 896	1 151 306	2 682 165
Rivi- ja ketjutalot	79 896	400 848	709 363
Asuinkerrostalot	59 499	1 325 820	1 892 748
1-2 kerrosta	17 438	148 465	202 401
3-9 kerrosta	41 504	1 159 280	1 665 786
10+ kerrosta	212	14 662	20 357
tuntematon kerrosluku	345	3 413	4 204
Muut kuin asuinrakennukset	221 847	56 466	79 361
1-2 kerrosta	195 875	33 413	50 207
3-9 kerrosta	9 505	20 759	25 172
10+ kerrosta	98	263	391
tuntematon kerrosluku	16 369	2 031	3 591

3 TUTKIMUSKOHTEIDEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

Asunto Oy Porin Kapteeni I kerrostalokohteeseen on valittu Warmian vesikiertoinen lattialämmitysjärjestelmä. Asunto Oy Porin Kapteeni II lämmitysjärjestelmänä toimii vesikiertoinen radiaattorilämmitys. Tässä luvussa kerrotaan lämmitysjärjestelmien toimintaperiaatteet sekä järjestelmien rakenteet.

3.1 Vesikiertoinen lattialämmitys

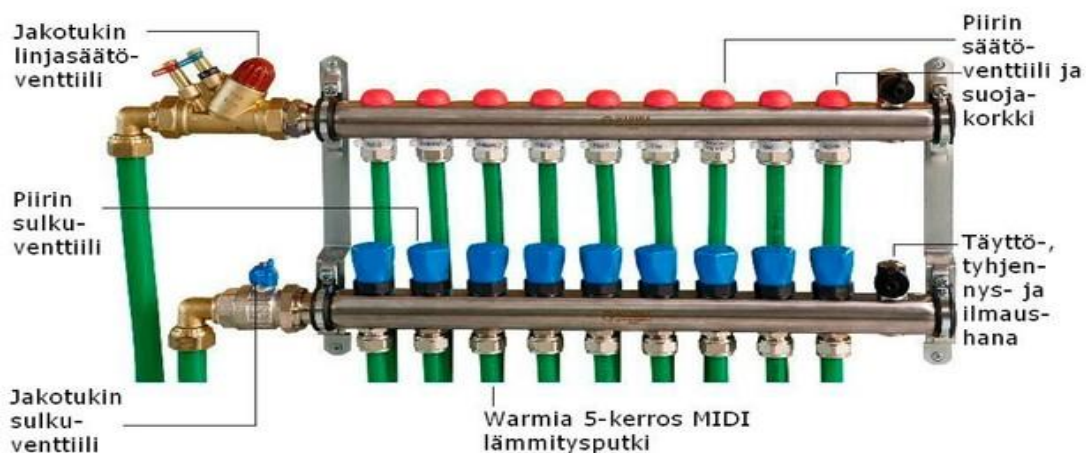
Lämmitysverkostossa kiertävä vesi kuljetetaan lämmönlähteestä huoneeseen, jossa lämpö siirtyy huoneilmaan lämmönluoventtimen kautta (kuva 1). Veden kierto toteutetaan kiertovesipumpun avulla. Asuinkerrostalon lattialämmitysverkosto toteutetaan jakotukijärjestelmällä (kuva 2). Huoneiston lattiassa kiertävät putket liitetään keskitetysti pääverkostoon jakotukin kautta. Jakotukin yhteyteen asennetaan sulku- ja säätöventtiili. (Seppänen 1995, 123.)



Kuva 1. Vesikiertoisen lattialämmityksen toimintaperiaate (Leppiniemi 2012, 3)

Lämmönluoventtimista lämpö siirtyy huonetilaan konvektion tai lämpösäteilyn avulla. Lattialämmityksessä säteilylämmityksen osuus on 50...60% kokonaislämmönsiirrosta. Lattialämmitys saa aikaan tasaisen lämpötilajakauman pystysuunnassa ja poistaa kylmän lattia aiheuttamat ongelmat. (Seppänen 1995, 182.)

Patentoitu RST-jakotukki



Kuva 2. Warmia RST-jakotukki (Warmia, 2017)

Lattialämmityksessä lämmönsiirtopinta-ala on suuri, koska lämmitysputket kiertävät huoneiston kauttaaltaan. Suuren lämmönluovutus-pinta-alan ansioista lämpö jakautuu tasaisesti ja pinnan lämpötila ei tarvitse olla suuri, joten lattialämmityksessä voidaan hyödyntää matalalämpöisiä lämmönlähteitä. (Seppänen 1995, 182.)

Tutkimuskohteen lämmitysjärjestelmäksi on valittu Warmian lattialämmitys. Lämmitysputkena toimii halkaisijaltaan 16mm muoviputki. Asennus suoritetaan kerroksittain alhaalta ylöspäin. Asennus tehdään asennussuunnitelman mukaan ja työn suorittaa Warmian valtuuttamat asentajat.

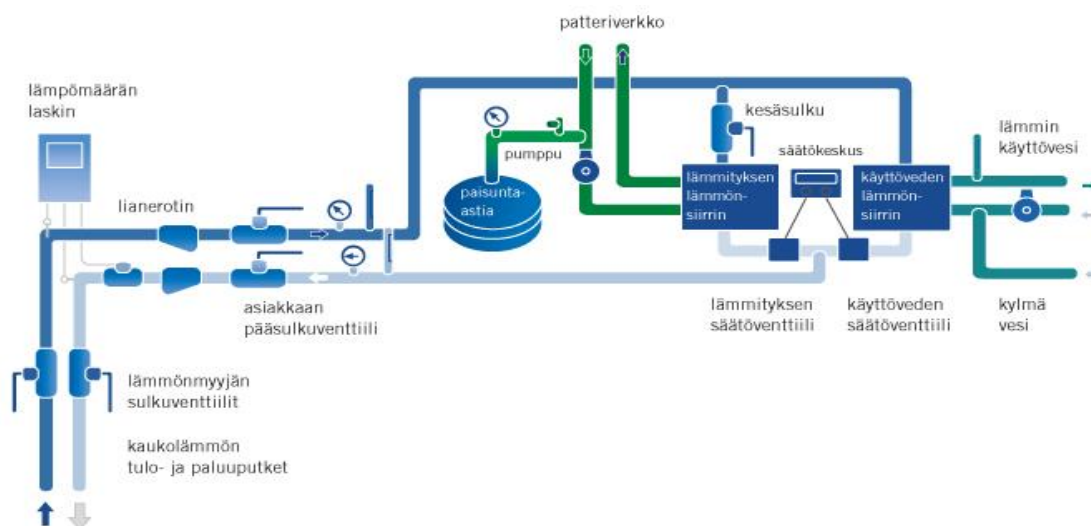
3.2 Vesikiertoinen patterilämmitys

Yleisimmin lämmityksessä lämmönluovuttimena toimii teräslevyistä valmistettu levy-radiaattori. Patterit luokitellaan radiaattori- ja konvektori tyyppeihin (kuva 3). Radiaattoreissa lämmön siirto perustuu lämmön säteilyyn, kun taas konvektorin toiminta perustuu kiertävän ilman lämmittämiseen. Vesikiertoiset patterit ovat yleensä näiden yhdistelmiä, jolloin radiaattori muotoillaan ilmakiertoa tehostavaksi radiaattoripatteriksi. Tutkimuskohteeseen on valittu radiaattoripatterit. (Seppänen 2001, 160.)



Kuva 3. Radiaattori ja konvektori (Purmo, 2017)

Lämpöpatterit kytketään kiertovesilämmitysjärjestelmään ja ne lämmitetään sisältäpäin kuuman kiertävän veden avulla. Vesi kiertää lämpöpatteriputkistossa kiertovesipumpun avulla. Lämmönlähteenä kerrostaloissa käytetään pääasiassa kaukolämpöä ja kaukolämpöverkostosta lämpö siirretään lämmönvaihtimilla kerrostalon vesikiertoon (kuva 4). Lämpövoimayhtiön laskutus perustuu lämmön luovutukseen, sekä lämmönvaihtimien tehokkuuden avulla laskettuihin perus- ja energiamaksuihin. Kesäisin lämmitys suljetaan kesäsululla jolloin lämmin vesi kiertää ainoastaan käyttöveden lämmönvaihtimessa. (Seppänen 2001, 160.)



Kuva 4. Kaukolämpölaitteisto (Jyväskylän Energia, 2017)

Yleisin tapa kytkeä lämmönluovuttimet lämmönsiirtoverkoston on rinnan kaksiputkikytkentänä. Pääallekkäin sijaitsevien huoneiden patterit kytketään yhteisiin nousulinjoihin, jotka taas yhdistetään kellaritiloissa kulkeviin runkojohtoihin ja runkojohdot yhdistetään lämmönvaihtimeen. Järjestelmässä pattereihin johdetaan kerroksittain saman lämpöistä vettä, ja myös paluuvesi on saman lämpöistä. Eri linjojen veden reitin pituus vaihtelee, joten tällöin veden virtauksen vastus muuttuu ja virtauksia tasataan säätöventtiileillä. Pattereihin asennetaan säätöventtiilit ja kunkin linjan alkuun linjasäätöventtiilit. Säätöventtiilien avulla saadaan eri linjojen paine-erot tasattua ja vesi saadaan kiertämään jokaisessa linjassa halutulla paineella. (Seppänen 2001, 120.)

4 TUTKIMUSKOHTEET

Tässä luvussa kerrotaan tutkimuksen tilaajasta, tutkimuskohteiden yleiset tiedot sekä kuvataan työvaiheet, mahdolliset ongelmat ja niiden ratkaisut sekä tutkitaan kohteiden aikatauluja. Ensimmäisessä ja toisessa kappaleessa kerrotaan tutkimuksen tilaajasta sekä työn tarpeesta. Seuraavissa kappaleissa käsitellään tutkimuskohteet; ensiksi Asunto Oy Porin Kapteeni I ja sen jälkeen Asunto Oy Porin Kapteeni II.

4.1 Tutkimuksen tilaaja

Opinnäytetyön tilaajana toimii YIT Rakennus Oy, Talonrakennus Lounais-Suomi/Johanna Lehtinen.

YIT Oyj on suomalainen rakennusalan yritys, joka sai alkunsa vuonna 1912. Vuonna 1912 Ab Allmänna Ingeniörsbyrå (AIB) perusti konttorin Helsinkiin, josta suomalaiset liikemiehet jatkoivat toimintaa perustamalla Yleinen Insinööritoimisto Oy:n vuonna 1920. YIT laajensi Venäjälle vuonna 1960. 1970 -luvulla YIT kasvoi Suomen suurimmaksi rakennusliikkeeksi sekä rakennusviejäksi. 1987 YIT ja Perusyhtymä liittyivät ja syntyi YIT-Yhtymä Oy.

YIT-yhtymä listautui pörssiin vuonna 1995. YIT laajensi rakentamisesta kiinteistötekniikkaan 1997 ja laajensi toimintaansa Venäjällä ja vuonna 2008 YIT kasvoikin Venäjän suurimmaksi ulkomaalaiseksi rakentajaksi. 2010 YIT osti kiinteistötekniistä toimintaa harjoittavan Caverion GmbH-konsernin ja kiinteistötekniikan palveluista tuli YIT:n suurin toimiala. YIT Oyj on julkinen osakeyhtiö, ja se jakautui kesäkuussa 2013 kahdeksi erilliseksi pörssiyhtiöksi; rakennustoimintaan keskittyvään YIT:hen sekä kiinteistöpalveluja tarjoavaan yhtiöön Caverion Oyj:hin. (YIT www-sivut, 2017.)

YIT vuonna 2016:

- liikevaihto lähes 1,8 miljardia euroa
- toimialat; asunto-, toimitila- ja infrarakentaminen
- henkilöstömäärä keskimäärin 5361
- harjoittelijoita ja lopputyöntekijöitä yli 700
- toimintaa kahdeksassa maassa; Suomi, Venäjä, Viro, Liettua, Latvia, Tšekki, Slovakia, Puola
- toimitusjohtajana toiminut vuodesta 2013 lähtien Kari Kauniskangas

4.2 Tutkimuksen tarve

Kerrostaloissa on yleisesti käytetty suhteellisen vähän vesikiertoisia lattialämmitysratkaisuja, mutta niiden käyttö on kasvamaan päin. Lattialämmitysjärjestelmien käyttö tuo työmaalle uusia haasteita asennusteknisiin asioihin, aikataulun suunnitteluun sekä kustannuksien laskentaan verrattuna perinteisempiin lämmitysjärjestelmiin.

Vesikiertoisen lattialämmityksen toteutus kerrostalotyömaalla valikoitui opinnäytetyön aiheeksi, koska YIT Rakennus Oy rakentaa Porin Riihiketoon kaksi kerrostaloa, toiseen asennetaan vesikiertoinen lattialämmitysjärjestelmä ja toiseen perinteisempi radiaattorilämmitys. YIT ei ole vielä rakentanut Porin suunnalle kohteita, joihin olisi asennettu vesikiertoinen lattialämmitys ja valittuihin kohteisiin tutustumalla ja lattialämmitysjärjestelmän asennusprosessia tutkimalla saadaan tietoa lattialämmitysjärjestelmän toteutuksen mahdollisuuksista ja parannuskeinoista työmaan näkökulmasta. Tutkimuksen avulla niihin voidaan paremmin reagoida tulevaisuudessa, kun valitaan lämmitysjärjestelmiä tuleviin kohteisiin.

Lattialämmityksen toteutuksessa suurimpia ongelmia kerrostaloissa on runkoäänet sekä askeläänieristyksen saaminen vaadittuun tasoon niin asuinhuoneiston sisällä kuin rappukäytävän ja huoneiston välillä. Lisäksi ongelmina on lattioiden pintamateriaalien vaihtuvuus ja niiden valinta sekä sisätyövaiheen aikataulun pidentyminen.

4.3 Asunto Oy Porin Kapteeni I



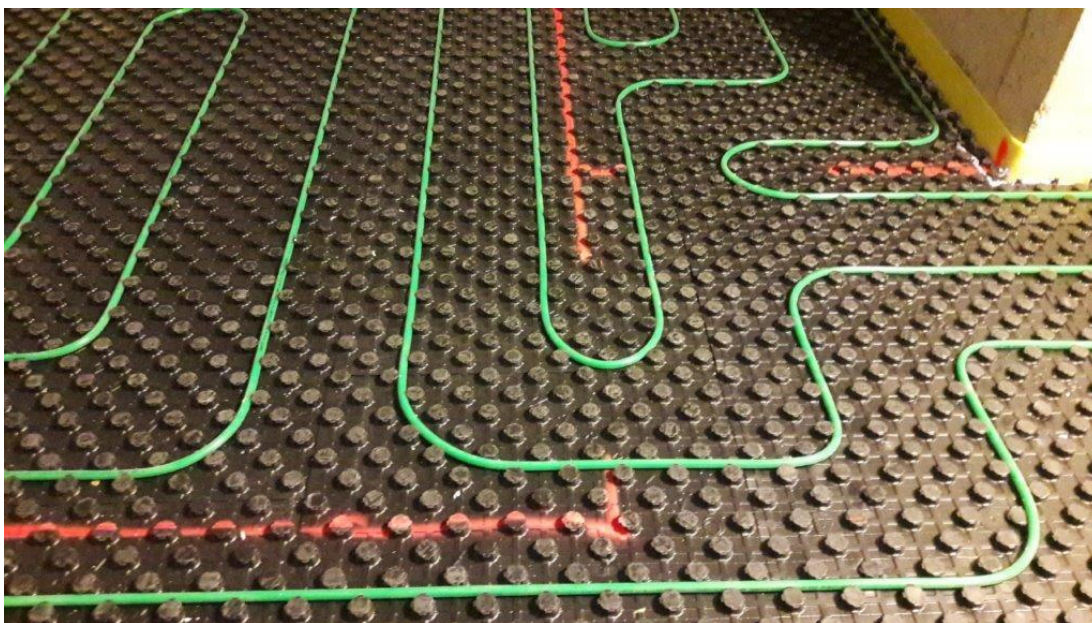
Kuva 5. Asunto Oy Porin Kapteeni I & II (YIT, 2017)

- Kohde sijaitsee Porin Riihikedossa
- YIT Rakennus Oy:n oma tuotanto
- Asuinhuoneistoja 43, autohallipaikkoja 13 ja autotallipaikkoja 3
- Rakennustilavuus 7700m³, kerrosala 2427m² ja huoneistoala 2049m²
- Kerroksia 6
- Asuinhuoneistot suuruusluokaltaan 24-103m², keskipinta-ala 38,3 m²
- Rakentaminen aloitettu toukokuussa 2016
- Kohde valmistuu aikataulun mukaisesti kesäkuussa 2017
- Lämmitysmuotona vesikiertoinen lattialämmitys

4.4 Lattialämmitysjärjestelmän asennusvaiheet

Asennusvaiheiden kuvaus alkaa siitä kohtaa, kun jakotukit ja vesilinjat on asennettu ja siirrytään asuinkerrosten lattialämmitysjärjestelmän tekniikan asennukseen.

Lattialämmitysjärjestelmän asennustyöt alkoivat tammikuussa 2017. Lattialämmityksen asentamisen alkaessa kantavat seinät, lämpö- ja vesilinjat olivat asennettuina. Ennen järjestelmän asentamisen aloitusta tarkistetaan lattian suoruus sekä siivotaan lattia puhtaaksi, jotta lämpöeristeet ja lämmitysputkien asennuslevy saadaan tasaisesti asennettua kantavan betonilattian päälle. Ennen putkistojen asennusta asennetaan reunanauhat, asennuslevyt sekä kylpyhuoneeseen rauditusverkko. Lisäksi asennetaan ovi- aukkojen topparit ja erotetaan kylpyhuone muusta asuintilasta puulankkujen avulla. Lisäksi väliseinien paikat merkataan tarkkaan ennen putkien asennusta (kuva 6), jotta putket eivät kulje seinien kohdalla, kun seinät kiinnitetään pintalattiavalun päälle.



Kuva 6. Väliseinien paikkojen merkkkaus (kuvannut Juha Oksa, 2017)

Betoni kutistuu kuivuessaan, ja koska tarkoituksena on saada ehjä, kaikista reunoista irti oleva kelluva pintalaatta, käytetään reunanuhana umpisolumuovia. Reunanauha asennetaan eristelevyllä seinää vasten painaen. Reunanauhan ja eristelevyn väliin pursotetaan eristevaahtoa, joka estää betonimassassa olevan kosteuden ja hienoaineksen

valumisen eristeen ja seinän väliin (kuva 7). Lisäksi reunanauha hidastaa betonin kuivumista ja vahvistaa näin betonia. (Warmia www-sivut, 2017.)



Kuva 7. Reunanauha sekä eristevaahto asennettuna (kuvannut Juha Oksa, 2017)

Reunanauha toimii erinomaisena lämpö- ja äänikatkona seinän ja lattialaatan välillä (kuva 8). Kerrostaloissa runkoäänet ovat ongelma ja reunanauhan käyttö eliminoi sitä huomattavasti. Reunanauhalla saadaan tehtyä tarvittavat liikuntasaumot oviaukkoihin rappukäytävän ja asuintilan väliin. Asentamalla reunanauha käytävän ja huoneiston välisen oven liikuntasaumaan saadaan vähennettyä käytävältä kuuluvan askeläänen kulkua asuinhuoneistoon. (Warmia www-sivut, 2017.)



Kuva 8. Umpisolumuovinen reunanauha

Reunanauhan asennuksen jälkeen asennetaan asennuslevy, johon lämmitysputket kiinnitetään. Tässä kohteessa käytetään Warmia Silent -asennuslevyä. Warmia Silent -asennuslevy on elastisesta eristelevystä ja EPS-muovista valmistettu kävelyn kestävä asennuslevy. Järjestelmässä on valmiiksi kiinni toisissaan eristelevy sekä asennuslevy, jonka pinnalla on lämpöputkille valmiit 21 mm korkeat asennusnystyt joiden väliin putket asennetaan (kuva 9). Asennuslevy on kokonaisuudessaan 53 mm korkea ja se täyttää Suomen Rakentamismääräyskokoelman C1/1998 ”Äänieristys ja Meluntorjunta rakennuksessa” asettaman vaatimustason askeläänitasoluvulle asuinhuoneistojen välillä, joka on 53 dB. (Warmia www-sivut, 2017.)



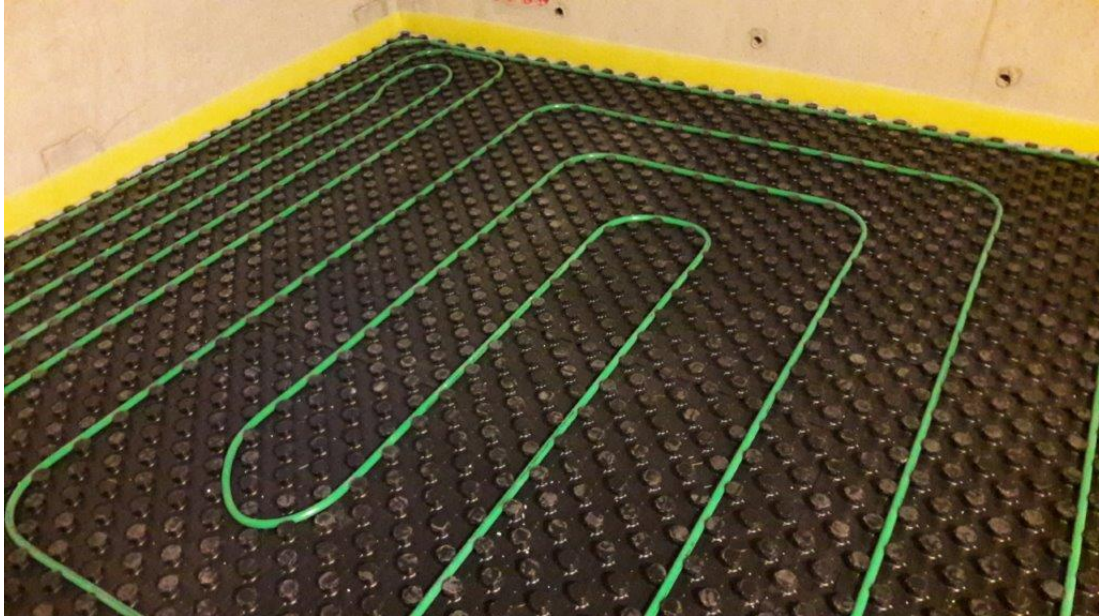
Warmia Silent-levy koostuu kahdesta kerroksesta: ylempi kerros (1) = PE-muovi, alempi kerros (2) = elastinen, askelääntä eristävä solukko.

Kuva 9. Warmia Silent -asennuslevyn rakenne (Warmia, 2017)

Asennuslevyn kiinnitysratkaisu eliminoi vaaran, että putkisto pääsisi liikkumaan tai nousemaan valuvaiheessa. Askeläänet ovat yleinen ongelma lattialämmitysjärjestelmissä, mutta Silent- asennuslevy vaimentaa niitä erinomaisesti elastisten materiaaliensa vuoksi. Asuinhuoneistoihin ei tarvitse asentaa rauditusverkkoa, koska käytetään kuitubetonia. Rauditusverkko asennetaan ainoastaan kylpyhuoneisiin, koska siellä ei suositeta käytettävän kelluvaa lattiarakennetta vedeneristyksen vuoksi. (Warmia www-sivut, 2017.)

Asennuslevyyn kiinnitetään lämmitysputket (kuva 10). Putkien asentamisen jälkeen putkisto koeponnistetaan ilmalla, jonka jälkeen lattia on valmis valettavaksi. Kylpyhuoneiden kaatolattiavalut sekä käytävän pintavalut suoritetaan erillisenä valuna ja

niiden valussa käytetään erilaista massaa kuin asuintiloissa. Putkien asennus on helppo suorittaa käytettävän asennuslevyn ansiosta, koska levyssä on putkille omat kolot, joihin putki tarvitsee ainoastaan kevyesti painaa.



Kuva 10. Lattialämmitysputket asennettuna huoneistoon (kuvannut Juha Oksa, 2017)

Kohteen asuintiloissa betonina käytetään kuitubetonia, ja kuituina toimii muovikuidut. Muovikuidut jaetaan mikro- ja makrokuituihin ja kohteeseen valittiin makrokuitu. Makrokuitujen määrä betonissa on 4kg/m^3 , mikä on toimittajalta saatu suositus.

Mikrokuidut ovat hyvin ohuita kuituja, kun taas makrokuidut ovat paksumpia sekä kierteisesti nidottuja (kuva 11). Makrokuitubetoni sopii hyvin pintalattiaan, koska se vähentää betonin plastista kuivumaa sekä halkeilua. Lisäksi kuiduilla saadaan parannettua betonin kestävyyttä ja vetolujuutta. Kuitubetoni on myös huomattavasti edullisempi vaihtoehto kuin lattialämmitysjärjestelmän toimittajan ehdottama kipsimassa. (Rudus www-sivut, 2017)



Kuva 11. Makrokuituja (Rudus, 2017)

Ennen pintalattian valua on tarkistettava, että pohja on puhdas. Betonin valun ja tasoituksen (kuva 12) jälkeen se jälkihoidetaan normaalisti eli pinta on pidettävä kosteana ja suojattuna. Betonin liian nopea kuivuminen kasvattaa halkeilun riskiä ja betonin kovettuminen vaatii kosteutta. Kun lattia on kuivunut, se hiotaan lattiahiomakoneella, jotta saadaan varmasti tasainen pinta minkä päälle on hyvä asentaa pintamateriaali, joka on tässä tapauksessa parketti. Mahdolliset lattiassa olevat tasaisuuserot korjataan lattiatasoitteella ennen parketin asennusta. (Rudus www-sivut, 2017.)



Kuva 12. Valettu ja tasoitettu pintalattia

Rappukäytävän sekä kylpyhuoneiden lattialämpöputkien asennus suoritetaan yhdessä asuinhuoneistojen asennuksen kanssa, mutta käytävän pintalattiavalu sekä kylpyhuoneiden kaatolattiavalut suoritetaan eriaikaisesti kuin asuinhuoneistoiden valu.

Kylpyhuoneisiin ei asenneta asennuslevyä vaan rauditusverkko, mihin lämpöputket kiinnitetään (kuva 13). Asennuslevyä ei käytetä, koska kylpyhuoneisiin ei suositella kelluvaa lattiarakennetta johtuen vedeneristyksestä. Kylpyhuone erotetaan muista huoneiston tiloista valuvaiheessa puulankulla, joka otetaan huoneiston valun jälkeen pois. Umpisolumuovinen erotuskaista asennetaan kylpyhuoneen ja muun huoneiston väliin ennen kylpyhuoneen lattian valamista. (Rudus www-sivut, 2017.)



Kuva 13. Kylpyhuoneen lämmitysputket sekä reunanauha (kuvannut Juha Oksa, 2017)

4.5 Asunto Oy Porin Kapteeni II



Kuva 14. Asunto Oy Porin Kapteeni I & II (YIT, 2017)

- Kohde sijaitsee Porin Riihikedossa
- KVR-urakkakohde
- Asuinhuoneistoja 45, autohallipaikkoja 16 ja autotallipaikkoja 3
- Rakennustilavuus 7700m³, kerrosala 2427m² ja huoneistoala 2048m²
- Kerroksia 6
- Asuinhuoneistot suuruusluokaltaan 24-72,5m²
- Rakentaminen aloitettu elokuussa 2016
- Kohde valmistuu aikataulun mukaisesti syyskuussa 2017
- Lämmitysmuotona vesikiertoinen patterilämmitys

4.6 Patterilämmitys

Tässä luvussa kerrotaan patterin asennukseen liittyviä ohjeita sekä patterin tavanomaiset varusteet.

4.6.1 Patterin asennuksen ohjeet

Vesikiertoinen patterilämmitys voidaan toteuttaa joko näkyviin jäävällä tai piiloon asennettavalla putkistolla. Kiertovesiputkille on kolme erilaista asennustapaa. Perinteisessä asennustavassa putket sijoitetaan rakenteiden sisälle, lähinnä lattiaan. Rakenteista putket tuodaan ulos patterien kohdalta ja kytketään paikoilleen. Hieman uudempiä tapoja ovat pinta-asennus sekä erityisesti patteriputkien sijoittamiseen suunniteltujen jalkalistojen kautta tapahtuva piiloasennus. Tutkimuskohteessa käytettiin pinta-asennusta. (Rakentaja, 2017)

Ennen patterin asentamista selvitetään sen tarkka sijainti lattiaan, ikkunaan, pilariin, muihin rakenteisiin sekä putkiin nähden. Patterit asennetaan vaakasuoraan siten, että se on keskeisesti pilareihin, ikkunoihin ja muihin rakenteisiin nähden. Patterin tulee olla niin, ettei termostaattinen patteriventtiili ole aukeavien ikkunoiden alapuolella ja siten etteivät avautuvat ovet tms. riko patteria tai sen varusteita. Patterin tulee olla sijoitettuna niin, että ilma voidaan poistaa ja että siihen liittyviä varusteita kuten patteriventtiiliä, sulkuliitintä ja ilmaruuvia on mahdollista käyttää käsin tai tavallisilla työkaluilla. Patterin tulee olla asennettuna laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti ja siten, että se täyttää esteettiset vaatimukset, jotka tilalle on asetettu. Patterin lämpölaajenemisen tulee myös olla mahdollista ja sen tulee toimia varusteineen vaaditulla tavalla. (LVI 12-10343 2002, 7)

Radiaattoripatterit kiinnitetään seinään käyttäen pika-, piilo- tai riippukannakkeita. Patteri tulee asentaa vähintään 100 mm korkeudelle lattiasta, jotta patterin alta pystytään siivoamaan seinään asti. Yli 2 metriä pitkät patterit täytyy kytkeä molemmista päistä ja jos patteri asennetaan pystyasentoon, varmistetaan, että siihen kertynyt ilma pystytään poistamaan patterin yläosasta. Jos patteri on asennettu pystyyn, käytetään ensisijaisesti putkiliitintöjä, joissa menoputki liitetään patterin yläosaan ja paluuputki alaosaan. Koteloituihin tai seinä- tai lattiasyvennykseen asennettuihin pattereihin jätetään patterin sivulle sekä ylä- ja alapuolelle riittävästi tilaa, jotta ilma pääsee kiertämään. (LVI 12-10343 2002, 7)

Patterit joudutaan asentamaan kahteen kertaan kerrostalossa. Ensimmäisellä kerralla ne asennetaan, kun ollaan saatu lämmitysputket asennettua. Sen jälkeen niiden toiminta testataan ja, kun kaikki on kunnossa, saadaan taloon lämmitys toimimaan. Kun aloitetaan seinien tasoitukset ja maalaukset, joudutaan irrottamaan patterit seinistä, jotta saadaan suoritettua tasoite- ja maalaustyöt myös pattereiden takaa. Kun tasoite- ja maalaustyöt on patterin kohdalta tehty ja pinta kuivunut voidaan patteri kiinnittää uudelleen seinään ja se on taas valmis käytettäväksi.

4.6.2 Patterin varusteet

Patteri varustetaan ilmaruuvilla sekä menoputkeen asennetaan esisäädettävä venttiili ja paluuputkeen sulkuliitin. Venttiilit ovat itsenäisiä sähköisellä säätimellä toimivia venttiilejä tai termostaattisia patteriventtiilejä. Teräs-, kupari- tai monikerrosmuovi-putkella tehdyssä putkituksessa termostaattinen venttiili asennetaan kiinni patteriin. Muovi- tai kupariputkella tehdyn alajakaisen putkituksen yhteydessä käytetään järjestelmää varten valmistettua patteria, jossa on sisäänrakennettu patteriventtiili tai perinteistä patteria ja siihen erillistä patteriventtiiliyhdistelmää. Putket yhdistetään alakautta patteriin tai patteriventtiiliyhdistelmään, jolloin näkyviin jää ainoastaan lyhyet kytkentäputket. Molemmat patteriventtiilikytkenät sopivat sekä yksi- että kaksiputkijärjestelmään. Patterin sisään rakennetun ja erillisen patteriventtiiliyhdistelmän liittämässä putkistoon käytetään vesitiiviitä kytkentärasioita eli kylmätaivutuskulmia. Putkeen asennetaan kiintopiste lattian ja patteriventtiiliyhdistelmän välille. (LVI 12-10343 2002, 7)

Patteriventtiilien termostaattiosat valitaan sopiviksi järjestelmään ja tilojen käyttötarkoitukseen nähden. Vaihtoehtoina siihen ovat irtoanturi, kiintoanturi ja etäissääteinen anturi sekä todella lujarakenteinen malli, joka sopii julkisiin tiloihin kuten porraskäytäviin, joissa sillä on vaara rikkoutua. Tietyissä tapauksissa termostaattiosa voidaan muuttaa käsipyöräksi tai esisäätöarvoja suojaavaksi suojahatuksi. (LVI 12-10343 2002, 7)

4.7 Aikatauluvaikutuksia

Lattialämmitysjärjestelmän asennus aloitettiin tammikuussa 2017. Asennuksen oli tarkoitus alkaa jo joulukuussa 2016, mutta kantavan lattialaatan kosteuden vuoksi asennusta täytyi siirtää. Järjestelmän asennusta ei voida aloittaa ennen kuin saadaan kosteusmittauksin varmistettua, että lattiassa ei ole haittaavaa kosteutta, koska jos eriste ja asennuslevyt asennetaan kostean betonin päälle, estää levyt betonin kuivumista.

Tutkimuskohteessa betonin suhteellisen kosteuden eli RH-% täytyi olla 90 ennen kuin sen päälle voitiin aloittaa päällystemateriaalien asentaminen. Eri päällystemateriaalit vaativat betonilta erilaista suhteellista kosteutta ennen kuin betoni voidaan niillä päällystää ja tutkimuskohteessa käytetyillä materiaaleilla sen tuli olla 90 arviointisyvyydeltä. (Oksa henkilökohtainen tiedonanto 4.5.2017)

Suhteellisella kosteudella tarkoitetaan ilmassa olevan vesihöyrynpaineen suhdetta kylästyspaineeseen kyseisessä lämpötilassa. Suhteellinen kosteus ilmaistaan prosentteina. (RT 14-10984 2010, 2)

Järjestelmän asennus oli valmis maaliskuussa 2017, joten sen asentaminen kesti kokonaisuudessaan 9 viikkoa. Yhden kerroksen työt kestivät kuusi päivää. Yhden kerroksen teknisten osien eli asennuslevyn, reunanauhan sekä lämmitysputkien asennus kesti kolme päivää. Ovitoppareiden sekä kylpyhuoneiden ympärille asennettavien toppareiden asentamiseen sekä muiden lisätöiden tekoon varattiin neljäs päivä. Viidentenä päivänä valettiin puolet kerroksen asuinhuoneistojen kuivista tiloista sekä puolet kylpyhuoneista. Kuudentena päivänä valettiin loput kuivat tilat, kylpyhuoneet sekä rappukäytävä. (Oksa henkilökohtainen tiedonanto 4.5.2017)

Vaikka lattialämmitysjärjestelmän tekniikan asennustyöt saadaan nopeasti tehtyä, on sen suorittaminen kokonaisuudessaan hieman hitaampi kuin patterilämmitysjärjestelmän asennus. Aikaero selittyy betonin kuivumisajalla. Kun lattialämmitysjärjestelmän pintalattia on valettu, joudutaan odottamaan sen kuivumista ja tämä hidastaa merkittävästi väliseinien asennusten aloittamista, joka taas hidastaa tasoitettöiden aloittamista ja menetetty aika kertaantuu seuraavilla työvaiheilla, jolloin aikataulu pidentyy. Väli-

seinät olisi ollut myös mahdollista tehdä ennen järjestelmän asennusta, mutta kohteessa näin ei toimittu vaan väliseinät asennettiin lattialämmitysjärjestelmän asennuksen jälkeen. Patterilämmitysjärjestelmässä ei tarvitse odottaa kuin kantavan lattian kuivumista, jonka jälkeen väliseinätyöt voidaan aloittaa. (Oksa henkilökohtainen tiedonanto 4.5.2017)

Lattialämmitystä asennettaessa paljon lisätyötä teettää ovitoppareiden teko sekä asentaminen jokaiseen oviaukkoon sekä rappujen eteen. Niiden asentamiseen ja tekemiseen tarvittiin kaksi miestä ja se hidasti ikkunoiden asennusta. Tämä täytyy ottaa seuraavassa kohteessa paremmin huomioon. (Oksa henkilökohtainen tiedonanto 4.5.2017)

Lisäksi lattialämmitysjärjestelmän asennus kerrostaloon oli uusi asia työnjohtajille, joten siihen valmistautumiseen tarvittiin normaalia enemmän aikaa. Järjestelmän takia jouduttiin perehtymään järjestelmälle määrättyihin raja-arvoihin esimerkiksi betonin kuivumisen sekä askeläänieristykseen ja ne täytyi saada toteutumaan rakennuskohteessa. (Oksa henkilökohtainen tiedonanto 4.5.2017)

4.8 Havaintoja työmaalta

Aina kun ryhdytään tekemään uutta asiaa, vaatii se erityistä valmistautumista ja uusien asioiden oppimista.

Ongelmia lattialämmitysjärjestelmissä asuinkerrostaloissa yleensä tuottaa askeläännet. Esimerkkinä tästä saadaan Asunto Oy Porin Kapteeni I ensimmäisestä kerroksesta, johon tulee kolme huoneistoa ja asunnot ovat sisäänkäyntikäytävän varrella. Käytävän lattian pintamateriaalia ei oltu suunnitelmissa määrätty, mutta pohdintojen jälkeen pintamateriaaliksi päätettiin asentaa liimattava vinyylilattia, koska käytävällä on paljon liikennettä ja laatta, joka usein asennetaan sisäänkäyntikäytävälle, kopisee kenkien alla aiheuttaen askeläännten kulkeutumista asuinhuoneistoihin.

Vinyylilattia vähentää kenkien aiheuttamaa kopinaa, pehmeän ja joustavan pintansa ansiosta, joka vähentää käytävästä tulevien äänien kulkeutumista asuinhuoneistoihin

sekä estää käytävän kaikumista. Ylempien kerrosten rappukäytävissä on lattiämateriaalina muovimatto, joten niissä ei aiheudu kyseisiä ongelmia.

Lisäksi vinyylilattian puhtaanapito on helppoa, koska päivittäiseen puhdistukseen riittää nihkeä- tai kosteapyyhintä lattian likaisuuden mukaan. (RTV www-sivut, 2017.)

Lisätyönä työmaalle lattialämmityksestä johtuen tulee useat lattiavalukerrat. Ensimmäisenä valuna suoritetaan runkovaiheessa kantavien välipohjien holvivalu (kuva 13). Kantavat välipohjat ovat 240mm paksuisia teräsbetonisia laattoja. Kantavan lattian päälle asennetaan lämpöeristeet sekä lattialämmitysjärjestelmä, jonka päälle valetaan kuitubetonista kelluva pintalattia. Kolmantena valuna suoritetaan vielä erikseen kylpyhuoneen kaatolattioiden valu sekä käytävien pintalattiavalu. Kylpyhuonetta ei voida tehdä kelluvana rakenteena, joten se tarvitsee erottaa huoneiston muista osista liikuntasaumoilla ja valaa erillisenä kertana muun huoneiston lattian kuivuttua. Lattialämmitys vaatii kolme valukertaa, kun taas radiaattorilämmityksessä selvittää pelkällä holvivalulla.



Kuva 15. Holvin raudoitusta sekä putkistoa

Lattialämmityksen asennuksessa täytyy olla tarkkana lattiakorkojen kanssa. Pintalattialaatan tulisi olla vähintään 25 mm paksu ja lattiapinnan korkeus vaikuttaa huoneiston muihinkin korkeuksiin erityisesti kynnyksiin. Liikkumisen tulee olla esteetöntä ja

määräysten mukaan kynnykset saavat olla enintään 2mm korkeita. (Suomen RakMK F1 2005, 5)

Ehkä suurimmat edut lattialämmityksessä on sisustuksessa sekä estetiikassa. Lattialämmitysjärjestelmään ei tule näkyviin putkia eikä seinille tule pattereita, mitkä eivät aina ole silmää miellyttäviä. Kun patterit ja putket eivät ole seinillä on asuntojen sisustaminen huomattavasti helpompaa.

Lattialämmitysjärjestelmän ansiosta säästyy huomattava määrä varastointitilaa työmaalla, kun työmaalle ei toimiteta kymmeniä lavoja pattereita odottamaan asennusta. Varsinkin työmailla, joissa varastointitila on vähissä ja joudutaan pitämään tarkkaa järjestystä varastoitavista tavaroista, on hyötyä, ettei pattereita ole.

Lattialämmitysputkia asennettaessa huoneistojen keittiöihin jätettiin putket 20 cm irti seinästä, koska keittiön vesi- ja viemäriputket nousevat lattiasta ja ne eivät aina ole kuvien näyttämässä paikassa, jolloin niitä täytyy mahdollisesti siirtää. Kun putkia tarvitsee siirtää, täytyy lattiaa piikata auki. Kun lämmitysputket eivät kulje aivan seinän ja vesiputkien vieressä voidaan lattiaa piikata reilusti auki ilman pelkoa, että lämmitysputket rikkoutuisivat sekä putkien siirtäminen on helpompaa, kun lattiaa saadaan piikattua auki suuremmalta alueelta. Vesi- ja viemäriputkien sijaintien heitto saattaa johtua niiden asentajan mittavirheestä tai sitten putkien kannakkeet on saatettu kiinnittää huonosti holvimuottiin ja ne ovat päässeet liikkumaan holvivalun yhteydessä.

5 KUSTANNUKSET

Lattialämmitysjärjestelmän kustannuksiin pystytään vaikuttamaan materiaalivalinnoilla. Lattialämmityksen pintalattialaatan materiaalivaihtoehtoina on betoni sekä kipsimassa. Kohteen pintalattia haluttiin tehdä betonista, joten materiaaliksi valittiin kuitubetoni, joka on myös huomattavasti edullisempaa kuin kipsimassa. Lattialämmitysjärjestelmä tuli maksamaan noin 16,50 €/m² ja hintaan sisältyy sekä tehdyt työt että materiaalit. Myös käytäviin sekä kylpyhuoneisiin käytetty perinteinen lattiamassa on huomattavasti kipsimassaa edullisempaa. Kuitubetonia sekä lattiamassaa käyttämällä pintalattia saatiin valettua noin 40% edullisemmin kipsimassaan verrattuna.

6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön aiheena oli perehtyä vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän asennusprosessiin kerrostalotyömaalla. Tavoitteena oli saada selkeä kuvaus asennustyön etenemisestä ja löytää parannuskeinoja asennusprosessin läpiviemiseen rakennustyömaalla sekä verrata sitä vesikiertoisen patterilämmitysjärjestelmän asennukseen. Lisäksi tutkittiin asennusprosessin vaikutuksia aikatauluun. Opinnäytetyö aloitettiin, kun kerrostalokohteiden lämmitysjärjestelmät olivat asennettuina.

Lattialämmitysjärjestelmän asennusprosessin kuvaaminen onnistui kaikkien tarpeiden mukaisesti. Opinnäytetyön avulla voidaan tutustua vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän asennusprosessiin ennen asennustyön aloittamista ja pystytään ennakoimaan mahdollisiin tuleviin epäselvyyksiin ja muutoksiin. Opinnäytetyön avulla työnjohtaja, joka on mahdollisesti ensimmäistä kertaa rakennustyömaalla, johon asennetaan lämmitysjärjestelmäksi vesikiertoinen lattialämmitys, saa apukeinoja järjestelmän asennusprosessin johtamiseen ja osaa ennakoida sen vaikutuksista aikatauluun.

Alun teoriaosassa kerrotaan lämmitysjärjestelmien perustoiminta sekä lämmitykseen liittyviä määräyksiä. Syvälinen teoreettinen tarkastelu on jätetty pois, jotta teksti olisi oikeasti helposti lähestyttävää.

LÄHTEET

Energiateollisuus www-sivut. Viitattu 2017. www.energia.fi

Jyväskylän Energia www-sivut. Viitattu 2017. www.jyvaskylanenergia.fi

Leppiniemi, J. 2012. Lattialämmityksen suunnitteluohjeistus. AMK-opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Viitattu 20.4.2017. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2012120117697>

LVI 12-10343. Vesikiertoinen patterilämmitys. 2002. Helsinki: Rakennustieto Oy

Oksa, J. 2017. Vastaava mestari, YIT Rakennus Oy. Pori. Henkilökohtainen tiedonanto 4.5.2017.

Purmo www-sivut. Viitattu 2017. www.purmo.fi

Rakentaja www-sivut. Viitattu 2017. www.rakentaja.fi

RT 14-10984. Betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen. 2010. Helsinki: Rakennustieto Oy

RTV www-sivut. Viitattu 2017. www.rtv.fi

Rudus www-sivut. Viitattu 2017. www.rudus.fi

Seppänen Olli. 1995. Rakennusten lämmitys, Jyväskylä: Suomen LVI-yhdistystenliitto Ry

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

Suomen RakMK D2. 2012. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. Helsinki. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto.

Suomen RakMK F1. 2005. Esteetön rakennus. Määräykset ja ohjeet 2005. Helsinki. Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto.

Tilastokeskus www-sivut. Viitattu 2017. www.stat.fi

Warmia www-sivut. Viitattu 2017. www.warmia.fi

YIT www-sivut. Viitattu 2017. www.yit.fi