

Jari Eteläaho

Vesikiertoinen lattialämmitys kerrostalorakentamisessa

Opinnäytetyö

Kevät 2017

SeAMK Tekniikka

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: LVI-tekniikka

Tekijä: Jari Eteläaho

Työn nimi: Vesikiertoinen lattialämmitys kerrostalorakentamisessa

Ohjaaja: Marita Viljanmaa

Vuosi: 2017

Sivumäärä: 51

Liitteiden lukumäärä: -

Tämän työn tarkoituksena on tutkia vesikiertoista lattialämmitysjärjestelmää kerrostalokohteissa. Kerrostalokohteissa vesikiertoinen lattialämmitysjärjestelmä on vielä suhteellisen uusi lämmitystapa, jolloin pidempiaikaisia tutkimustuloksia ei ole vielä aiheesta saatavilla. Omakotitaloissa järjestelmää on käytetty jo pidempään ja nykyään lähes jokaiseen uudiskohteeseen asennetaan vesikiertoinen lattialämmitysjärjestelmä.

Opinnäytetyössä käydään läpi vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän perusteita, Warmia Oy:n toimittamaa lattialämmitysjärjestelmää sekä tutkitaan kyseistä järjestelmää kerrostalorakentamisessa.

Vesikiertoisessa lattialämmitysjärjestelmässä menoveden lämpötila putoaa huomattavasti verrattuna perinteiseen patterilämmitykseen, mikä mahdollistaa pienemmän jäähtymän. Tämä on suoraan verrannollinen käyttökustannusten pieneneeseen.

Vesikiertoinen lattialämmitys on asukkaalle miellyttävän tuntuinen, täysin vedoton ja tuo lisätilaa pieneenkin kerrostaloasuntoon.

Avainsanat: kerrostalo, lattialämmitys, vesikiertoinen, virtaama

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: HVAC Technology

Author: Jari Eteläaho

Title of thesis: Water underfloor heating for blocks of flats

Supervisor: Marita Viljanmaa

Year: 2017

Number of pages: 51

Number of appendices: -

The purpose of the thesis was to study water underfloor heating for blocks of flats. Water underfloor heating in blocks of flats is still quite a new way of heating, and that is why the results of long-term research are not yet available. In detached houses this system has been in use for a longer time, and at present water underfloor heating is installed in almost every new house.

The thesis described the basics of the water underfloor heating, Warmia's floor heating system and studied this system when used in blocks of flats.

When using water underfloor heating system, the temperature of supply water is lower than in radiator heating. This directly makes using floor heating more economical.

Water underfloor heating is pleasant and completely draught-free for the resident and makes more space in blocks of flats.

Keywords: block of flats, floor heating, water circulation, discharge

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract	2
SISÄLTÖ	3
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
2 VESIKIERTOINEN LATTIALÄMMITYS	9
2.1 Yleistä	9
2.2 Suunnittelu	10
2.3 Mitoitus.....	14
2.4 Säättöjärjestelmä	16
2.5 Asennus	17
2.5.1 Betonilattia	17
2.5.2 Puulattia	20
2.6 Käyttöönotto	21
3 WARMIA-LATTIALÄMMITYS.....	23
3.1 Yleistä	23
3.2 Suunnittelu	24
3.3 Lattialämmityskomponentit.....	25
3.3.1 RST-jakotukki.....	25
3.3.2 Midi-lämmitysputki	26
3.3.3 Alpha 2 -termostaatti	28
3.4 Warmia Silent -asennuslevy.....	30
3.4.1 Askeläänivaatimukset	31
3.4.2 Askeläänimittaus	32
4 VESIKIERTOINEN LATTIALÄMMITYSJÄRJESTELMÄ	
KERROSTALOKOHOITEESSA.....	33
4.1 Jäähtymä	36
4.2 Suunnittelu	38
4.2.1 Jakotukit.....	39
4.2.2 Putkitustiheys.....	40

4.3 Asennus	44
4.4 Vertailua vesikiertoisen lattialämmityksen ja perinteisen patterilämmityksen välillä	46
5 YHTEENVETO	49
LÄHTEET	50

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo

Kuva 1. Alpha 2-termostaatti.....	29
Kuva 2. Warmia Alpha 2-järjestelmä.....	30
Kuvio 1. Lattialämmitysputken spiraaliasennus	10
Kuvio 2. Lattialämmitysputken riviasennus	11
Kuvio 3. Makuuhuoneen lattialämmityspiiriin liitetty vaatehuone	12
Kuvio 4. Pesuhuoneen lattialämmityspiiriin liitetty wc	12
Kuvio 5. Reunavyöhykkeellä putkien asennusväli on pienempi.	13
Kuvio 6. Reunavyöhykkeellä putkien asentaminen tiheällä ja keskialueella harvemmallä välillä	14
Kuvio 7. Putket kiinnitettyinä betoniraudoitukseen nippusiteillä	18
Kuvio 8. Putket asennettuna putki- ja raudoituskiinnikkeillä maanvaraiseen alapohjaan	18
Kuvio 9. Putket asennettuna U-pidikkein erillisellä kiinnityslevyllä maanvaraiseen alapohjaan	19
Kuvio 10. Putket asennettuna erillisen asennuslevyn avulla.....	19
Kuvio 11. Putket asennettuna lämmöntasauslevyjen ja harvalaudoituksen väliin .	20
Kuvio 12. Putket asennettuna kipsilevyrakenteen avulla	21
Kuvio 13. Warmia-lattialämmitysjärjestelmän suunnittelukuva.....	24
Kuvio 14. Warmian RST-jakotukki	26
Kuvio 15. Warmian 5-kerros MIDI INVERSE-komposiittilämpöputki	27
Kuvio 16. Warmia 5-kerros MIDI INVERSE-komposiittilämpöputken läpileikkaus	27

Kuvio 17. Warmia Silent-eristelevy	31
Kuvio 18. Kerrostalon välipohjaratkaisun leikkauskuva.....	35
Kuvio 19. Lämmitysteknisiä arvoja kerrostalokohteeseen.....	38
Kuvio 20. Jakotukkien sijainnit kerroksessa.....	40
Kuvio 21. Nurkka-asunnon putkitiheyksiä havainnollistettu punaisella ympyrällä .	41
Kuvio 22. Olohuoneen putkitustiheydet.....	42
Kuvio 23. Nurkkahuoneen putkitustiheys	43
Kuvio 24. Kosteiden tilojen putkitustiheydet.....	44
Kuvio 25. Warmia-lattialämmitysputken asentaminen Silent-eristelevyyn.....	45
Kuvio 26. Konvektion ja lämpösäteilyn käyttäytyminen lämpöpatterin yhteydessä	47
Kuvio 27. Konvektion ja lämpösäteilyn käyttäytyminen lattialämmityksen yhteydessä.....	48
 Taulukko 1. Lattialämmitysjärjestelmän ohjeellisia arvoja.....	 16

Käytetyt termit ja lyhenteet

Jakotukki	Jakotukissa säädetään kullekin alueelle menevää vesivirtaa ja kukin putkisilmukka kiertää sen kautta.
Askelääni	Muihin tiloihin kuuluva runkoääni, jonka aiheuttaa esimerkiksi kulkeminen lattialla tai portaissa tai esineiden siirtely.
Happidiffuusiosuoja	Happidiffuusiosuojaus estää hapen pääsyn putken seinämän läpi, jolloin se estää järjestelmän metalliosien vahingoittumisen.
Painekoe	Painekokeella saadaan selville tiiveys ja mahdolliset putkivuodot.
Huonetermostaatti	Huonetermostaatilla säädetään huonekohtaisesti haluttu lämpötila.

1 JOHDANTO

Nykypäivän kerrostalorakentaminen on siirtynyt entistä energiatehokkaampaan ja asukkaiden käyttökustannuksia säästävämpään ajattelutapaan. Lämmitystapaa valittaessa otetaan huomioon pidemmän tähtäimen näkökulma. Tämä tarkoittaa sitä, että asennusvaiheen kustannuksien lisäksi huomioidaan myös asukkaille edulliset käyttö- ja kulutuskustannukset.

Vesikiertoinen lattialämmitys tuo tähän kustannustehokkaan vaihtoehdon alhaisen menoveden lämpötilan ja pienen jäähtymän seurauksena. Vesikiertoinen lattialämmitys on asukkaalle miellyttävän tuntuinen ja tuo lisätilaa pieneenkin kerrostalo-asuntoon.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän toimivuutta kerrostalorakentamisessa. Työssä käydään myös pääpiirteittäin läpi vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän toimintaperiaatetta.

Toisena tavoitteena on tutkia Warmia-lattialämmitysjärjestelmää, suunnittelua sekä pohtia kerrostalokohteen asennusvaiheen prosessin läpivientiä.

2 VESIKIERTOINEN LATTIALÄMMITYS

2.1 Yleistä

Vesikiertoinen lattialämmitys on nykyään yksi käytetyimmistä lämmönsiirtomuodoista uudisrakentamisessa. Vesikiertoisen lattialämmityksen kattavat ominaisuudet ovat mahdollistaneet tämän. Lattialämmitystä käytetään päätoimisena lämmönjakotapana tai kytketään toisen lämmönjakotavan, esim. pattereiden kanssa.

Vesikiertoisella lattialämmityksellä lämmitettävissä taloissa lämpö nousee alhaalta ylöspäin, jonka seurauksena lämpö jakautuu tasaisesti ja vedottomasti huoneeseen. Huoneilma ei myöskään kierrä, koska järjestelmän käyttämät lämpötilat ovat matalia ja näin pölykään ei leviä ympäriinsä.

Vesikiertoinen lattialämmitys asennetaan ainoastaan lämmitysverkostoon, koska käyttövesiverkostoon asennettaessa käyttöveden lämpötila alenee liikaa mahdollistaen legionella-bakteerin esiintymisen. Lisäksi lämpimän käyttöveden ohjearvon alaraja +55 °C on liian korkea lattialämmitykseen. (LVI 13-10261, 1996, 1.)

Vesikiertoinen lattialämmitys soveltuu lähes kaikenlaisiin rakennuksiin ja lattiarakenteisiin. Lämmöneristävyys täytyy kuitenkin ottaa huomioon ja sen on oltava riittävän hyvä. Ikkunoiden läheisyydessä tulee kiinnittää erityistä huomiota, jolloin vältetään epämiellyttävä vedon ja kylmän tunne. Ilmanvaihdossa on myös hyvä huomioida, että kylmän ulkoilman sisäänotto ilman esilämmitystä aiheuttaa helposti vedon tunnetta. (LVI 13-10261, 1996, 1.)

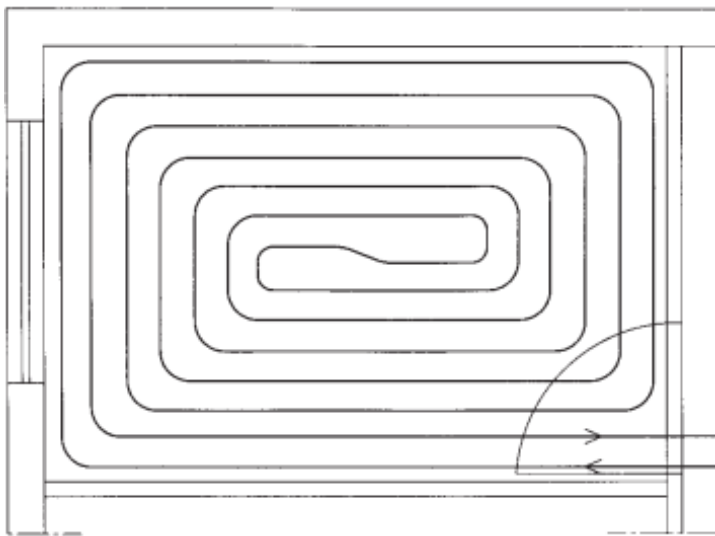
Vesikiertoinen lattialämmitys tuo miellyttävän tunteen jaloille ja tällöin parantaa asumismukavuutta. Asunnon sisustaminen myös helpottuu ja huoneeseen tulee lisää tilaa, kun patterit ovat poissa seiniltä. Lattialämmityksen lämmöntuotantotapana voidaan käyttää kaikkia lämmitysmuotoja (aurinkolämpö, maalämpö, varaava sähkölämmitys, kaukolämpö, puu- ja pellettilämmitys tai öljylämmitys). Lämmitysmuodon voi myös myöhemmin vaihtaa. (Rakentaja.fi.)

Maalämpö soveltuu erinomaisen hyvin vesikiertoisen lattialämmityksen kanssa. Lattiassa kiertävä, enintään 45 °C vesi toimii maalämpöpumpun kanssa hyvällä hyötysuhteella. Lisäksi maapiiristä saatavaa viileää voidaan käyttää kesäisin asunnon viilennyksessä. (Rakentaja.fi.)

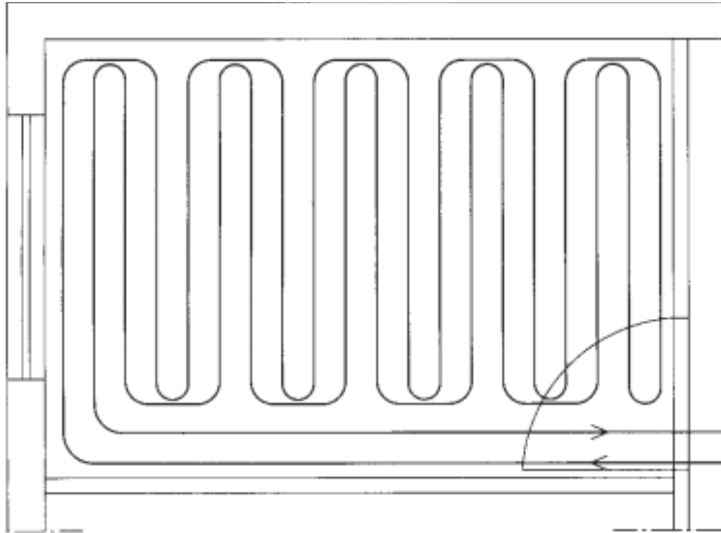
2.2 Suunnittelu

Lattialämmitysputkena käytetään happidiffuusiosuojalla varustettua muoviputkea. Happidiffuusiosuojaus estää hapen pääsyn putken seinämän läpi, jolloin se estää järjestelmän metalliosien vahingoittumisen. Lattialämmityspiiri tehdään yhtenäisestä putkesta ilman liitoksia ja jokaiseen huonetilaan muodostetaan oma lämmityspiiri jakotukilta. Betonilattiarakenteessa asennustapana käytetään joko spiraali-asennusta tai rivasennusta. Jos puolestaan asennus suoritetaan puulattialle, asennustapana käytetään rivasennusta. (LVI 13-10261, 1996, 2.)

Kuviossa 1 on esitetty spiraaliasennuksesta havainnekuva. Vastaavasti kuviossa 2 on rivasennus.



Kuvio 1. Lattialämmitysputken spiraaliasennus (LVI 13-10261, 1996, 2).

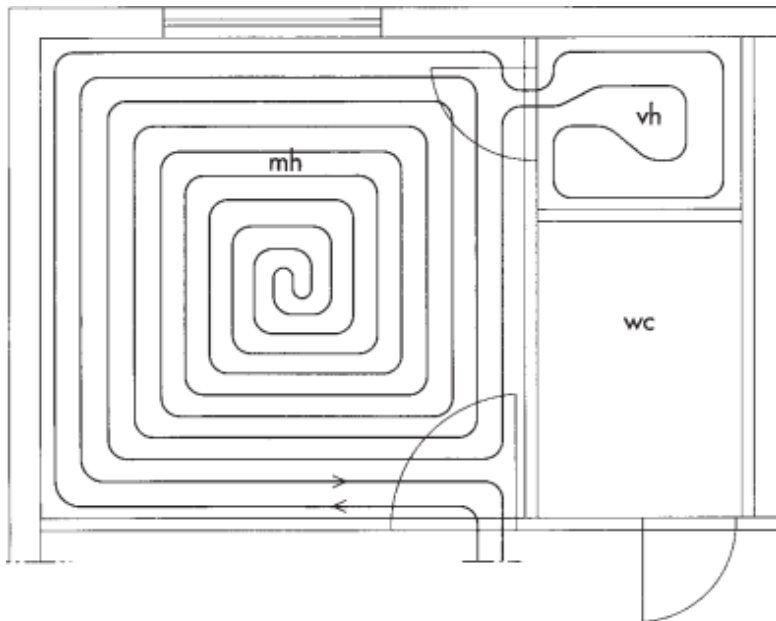


Kuvio 2. Lattialämmitysputken riviasennus (LVI 13-10261, 1996, 2).

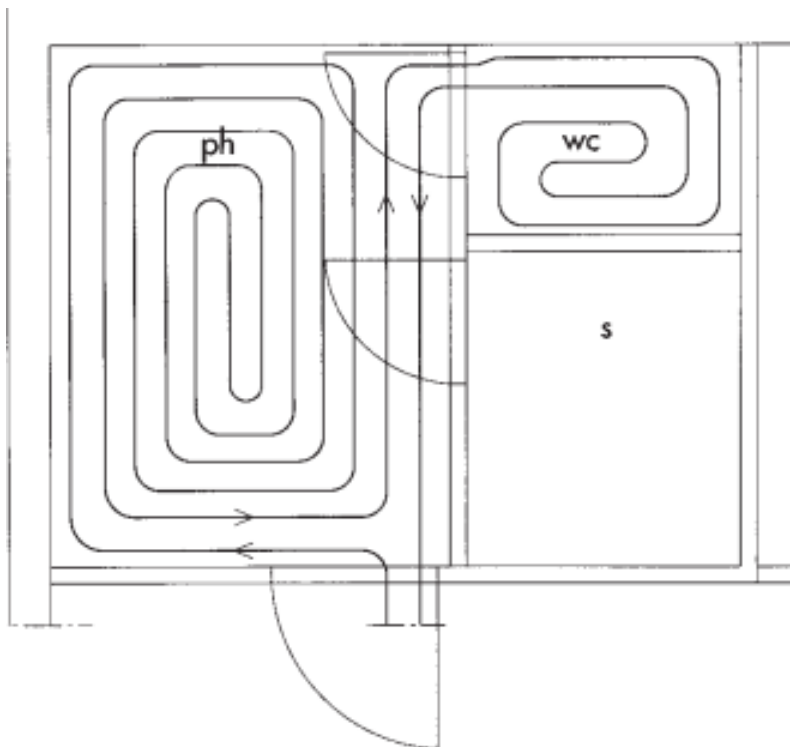
Asunnossa tai rakennuksessa saattaa olla tiloja, joissa lattialämmityksen ei ole tarkoitus lämmitellä ollenkaan. Kerrostalokohteissa näitä ovat esimerkiksi jotkut käytävätilat ja myös syöttöputki saattaa joskus olla tällainen. Tällöin putket lämpöeristetään tai asennetaan suojaputkeen. Mikäli kohteessa on isoja huoneita, käytetään näissä tapauksissa joskus kahta tai useampaa piiriä. Tällöin painehäviö ei kasva liian suureksi. (LVI 13-10261, 1996, 2.)

Lattialämmityspiirin ohjaukseen tulee myös kiinnittää huomioita ja aina tulee olla yhteinen ohjaus. Kun kyseeseen tulee pienet tilat, kuten vaatehuone, tämä voidaan liittää lähellä olevaan ison tilan piiriin. Tällöin lämmöntarve on pieni, koska tilassa ei oleskella pitkiä aikoja. (LVI 13-10261, 1996, 2.)

Alla olevissa kuvissa on esitetty yhdistetty piiri. Kuviossa 3 huoneen lattialämmityspiiriin on liitetty vaatehuone. Vastaavasti kuviossa 4 pesuhuoneen lattialämmityspiiriin on liitetty wc.



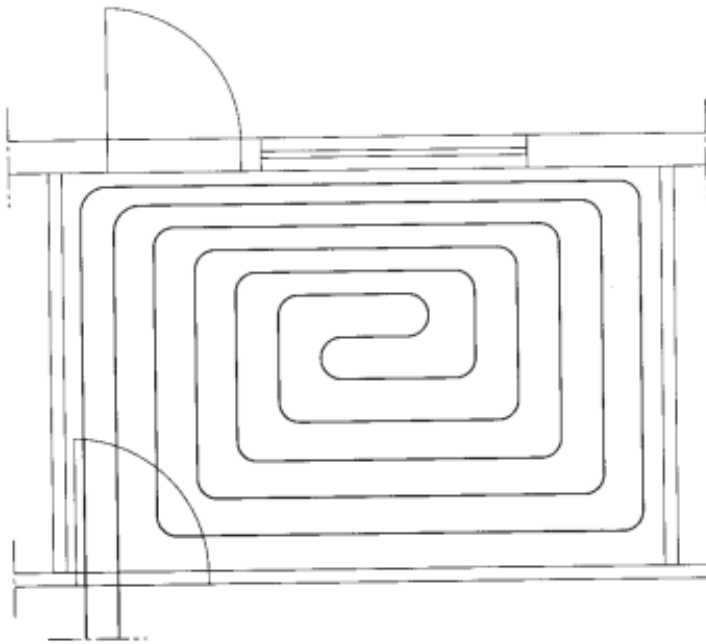
Kuvio 3. Makuuhuoneen lattialämmityspiiriin liitetty vaatehuone (LVI 13-10261, 1996, 2).



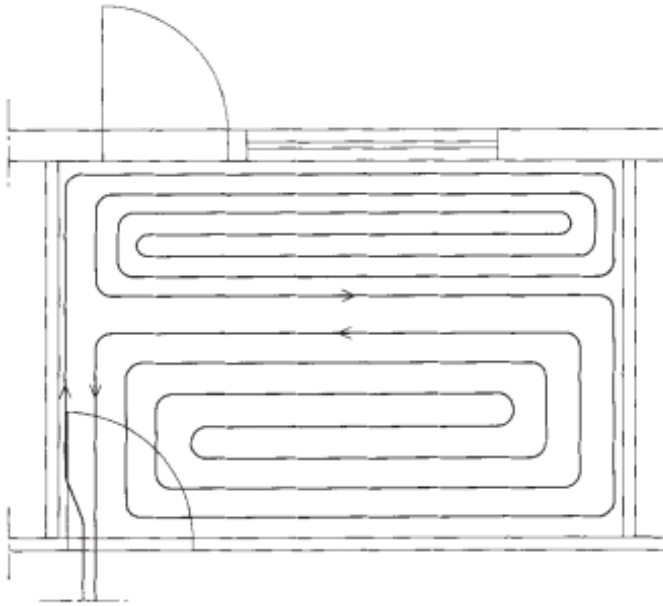
Kuvio 4. Pesuhuoneen lattialämmityspiiriin liitetty wc (LVI 13-10261, 1996, 2).

Lämmityspiiriä suunniteltaessa myös tärkeää ottaa huomioon lämpöhäviöt. Lämpöhäviöt vaikuttavat piirien asennusväleihin. Mitä enemmän lämpöhäviöitä on (ikkunat, erkkerit), sitä tiheämmälle putket asennetaan. Tämä ns. reunavyöhyke toteutetaan noin 1 metrin matkalla lämpöhäviökohdasta. Reunavyöhykkeellä piirien putket asennetaan tiheämmällä asennusvälillä ja keskialuetta lähestyttäessä asennusväli kasvaa. (LVI 13-10261, 1996, 3.)

Kuvioissa 5 ja 6 on havainnollistettu reunavyöhykkeen käyttö.



Kuvio 5. Reunavyöhykkeellä putkien asennusväli on pienempi. (LVI 13-10261, 1996, 3).



Kuvio 6. Reunavyöhykkeellä putkien asentaminen tiheällä ja keskialueella harvemalla välillä
(LVI 13-10261, 1996, 3).

Lattiarakenne on otettava huomioon suunnittelussa. Mahdolliset muutokset suunnittelu- ja rakennusvaiheessa on otettava huomioon. Tämä kaikki tehdään yhteistyössä rakennesuunnittelijan kanssa. Kun lattialämmitys asennetaan maanvaraiselle laatalle, eristäminen on hoidettava paremmin (umpisoluinen polystyreenilevy tai vastaava lämmöneristys). (LVI 13-10261, 1996, 3.)

Putkien asennusvälinä pidetään korkeintaan 300 mm, jolloin mahdollisesta tasainen lämmönjakautuminen. Erikoistapauksissa voidaan käyttää asennusvälinä yli 300 mm. Tällaisia ovat esimerkiksi autotallit ja varastot. (LVI 13-10261, 1996, 3.)

Lattialämmitysjärjestelmän toimittajan valinnan jälkeen ja suunnitelmien valmistuttua suunnitelmat toimitetaan sähkösuunnittelijalle. Sähkösuunnittelijan tehtävänä on tarkastaa, että termostaatit ja toimilaitteet ovat oikeissa paikoissa. (Rakennus- ja remonttietieto 2016.)

2.3 Mitoitus

Jokaisella laitevalmistajalla on omat suunnittelu- ja asennusohjeet. Suurimmaksi osaksi eri valmistajien arvot poikkeavat toisistaan. Taulukossa 1 on esitetty yleisesti

vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän ohjeellisia suositus-, vähimmäis- ja enimmäisarvoja.

Mitoituksen toimintaperiaate: (LVI 13-10261, 1996, 4.)

- Lasketaan huonekohtainen lämmöntarve.
- Lasketaan keskimääräinen lämmöntarve lattian pinta-alaa kohti.
- Valitaan kiertoveden mitoituslämpötila.
- Tehdään korjauksia keskimääräiseen lämmöntarpeeseen asennussyvyyden ja lattianpäällysteen korjaustoimilla.
- Valitaan lattialämmitysputkien asennusväli korjatun lämmöntarpeen ja kiertoveden keskilämpötilan perusteella.
- Määritellään piirien vesivirrat ja suunnitellaan huonetilojen lattialämmityspiirit.
- Mitoitetaan runkoputkisto, säätöventtiili, paisunta- ja varolaitteet, pumput, lämmönlähteet jne..

Taulukko 1. Lattialämmitysjärjestelmän ohjeellisia arvoja
(RT 52-10801, 2003, 4).

	Suositus- arvo	Vähimmäis- arvo	Enimmäis- arvo
Menoveden lämpötila °C	35...45 ¹⁾	25...30 ¹⁾	45 ¹⁾
Meno/paluuveden lämpötilaero °C	5...10 ¹⁾		
Lattian pintalämpötila °C	25...27 ²⁾	23 ²⁾	30 ²⁾
Putkien asennusväli, mm	100...300	100	450
Asennussyvyys, mm	40 ³⁾	30 ³⁾	70 ³⁾

¹⁾ Riippuu lattiarakenteesta.

²⁾ Laskennallinen raja-arvo, riippuu lattianpäällysteestä, huonetilan käyttötarkoituksesta ja keskimääräisistä lämpöhäviöistä. Tiloissa, joissa säännöllisesti työskennellään seisten, lattian pintalämpötila on enintään +25 °C.

Asuinhuoneiden lattian pintalämpötila on enintään +26...+27 °C.

Kylpyhuoneissa, WC:ssä, uimahalleissa ja tiloissa, joita käytetään harvoin, lattian pintalämpötila on enintään +30 °C.

Varastoissa, autotalleissa ja vastaavissa tiloissa lattian pintalämpötilana voidaan käyttää vähimmäisarvoa +23 °C, jos lämpötehontarve sen sallii.

³⁾ Asennussyvyys riippuu putkien asennusvälistä ja lattiarakenteesta.

2.4 Sääätöjärjestelmä

Lattialämmityksen yhteyteen asennetaan sääätöjärjestelmä, jossa on ulkolämpötila-ohjattu menovesisäätö. Säätokeksen ansioista menovesi säätyy ulkolämpötilan muuttuessa. Huonekohtainen lämpötila säädetään huonetermostaatilla, jonka avulla saadaan haluttu lämpötila. Huonetermostaatista menee tieto toimilaitteelle, joka asennetaan jakotukin venttiilille. Jakosäädin säätelee vesivirrat jokaisessa lattialämmityspiirissä erikseen. (LVI 13-10261, 1996, 7.)

Kosteiden tilojen piirit (pesuhuone, sauna, wc jne.) varustetaan käsisäätöpyörillä, jolloin lattialämmitys toimii kesällä mukavuuslämmityksenä ja talvella lattialämmityksenä. Tämän ansiosta säätö onnistuu portaattomasti. Muut piirit sulkeutuvat kesän ajaksi piirikohtaisilla sulkuventtiileillä. (LVI 13-10261, 1996, 7.)

2.5 Asennus

Asennusvaiheessa on otettava huomioon, että lattialämmitys saattaa kasvattaa lattiarakenteen paksuutta. Lattialämmityspiiriin tarvitaan aina riittävän suuri kela putkea, koska piirit tehdään aina yhtenäisestä putkesta ilman liitoksia. Putkia kiinnitettäessä täytyy ottaa huomioon, että ne pysyvät riittävän hyvin paikoillaan. Tämä varmistetaan kiinnittämällä putket riittävän tiheästi, sillä ne täytyy pysyä tukevasti kiinni mm. valutyön ajan, painekokeessa ja varsinaisessa lämmityskäytössä. (LVI 13-10261, 1996, 8.)

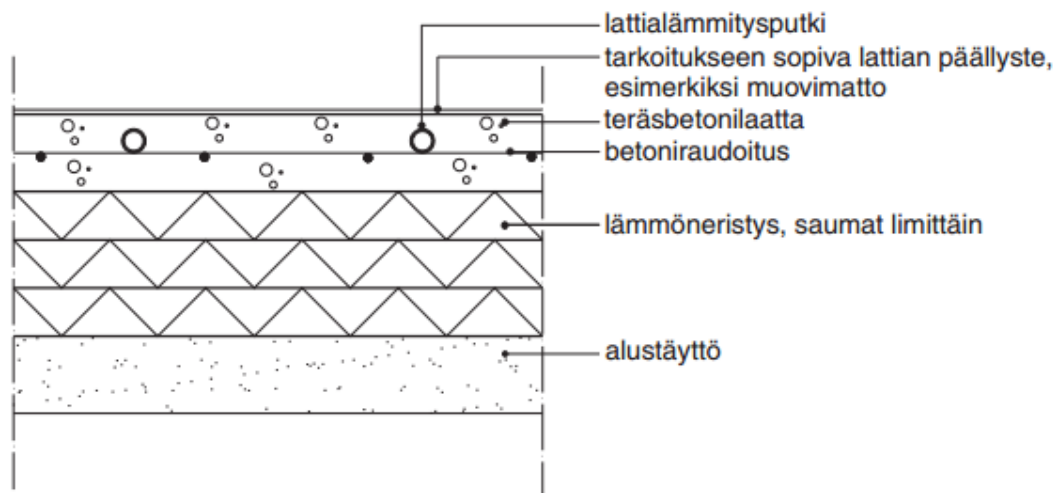
Putkia säilytettäessä ja käsiteltäessä on oltava tarkka, ettei niitä kolhi, pinnoite kärsi, kieppiä pyörittele tai muuten vahingoita. Putket pidetään varastoinnin ajan lämpimässä tilassa, jolloin asentaminen on helpompaa. Putket on myös peitettävä suoralta päivänvalolta (uv-säteily). Jakotukille tulevat putket asennetaan aina ohjeiden mukaisilla liittimillä. (LVI 13-10261, 1996, 8.)

Vesikiertoisen lattialämmityksen putkien asennustapa, -tyyppi ja -teho riippuvat siitä, millainen lattiarakenne on kyseessä. Paras lattiarakenne on betonilaatta, koska betonilla on erittäin hyvä kyky varata ja luovuttaa lämpöä. (Lattialämmitys, 457.)

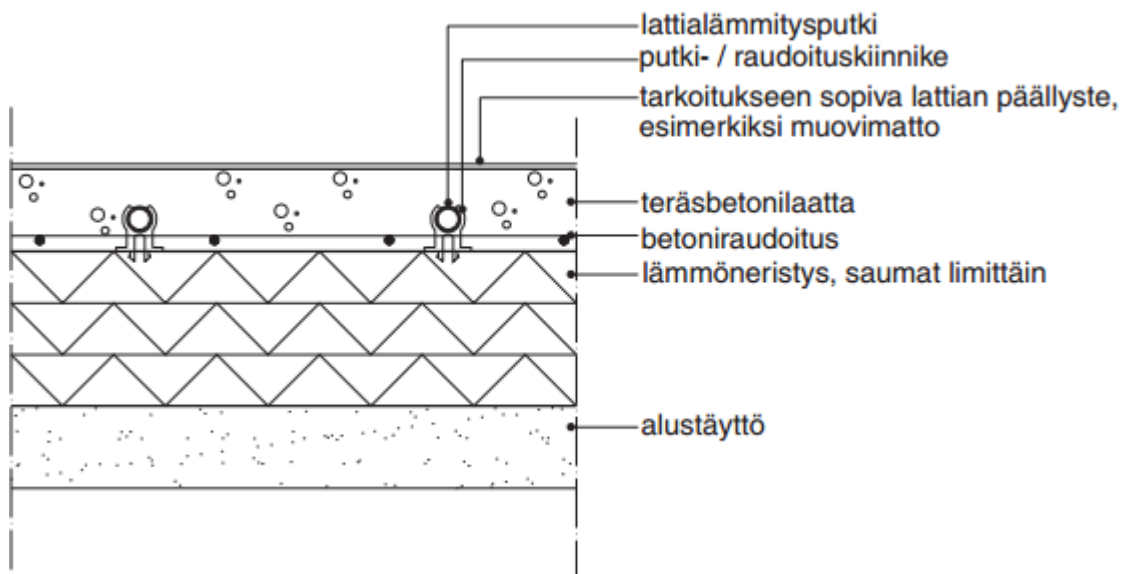
2.5.1 Betonilattia

Betonilattian ei tule olla suoraan kosketuksissa seinän kanssa. Lattian, seinien ja pilareiden väliin asennetaan reunanauha. Putket asennetaan lattian pinnasta putken keskelle mitattuna noin 40 mm syvyyteen. (LVI 13-10261, 1996, 8.)

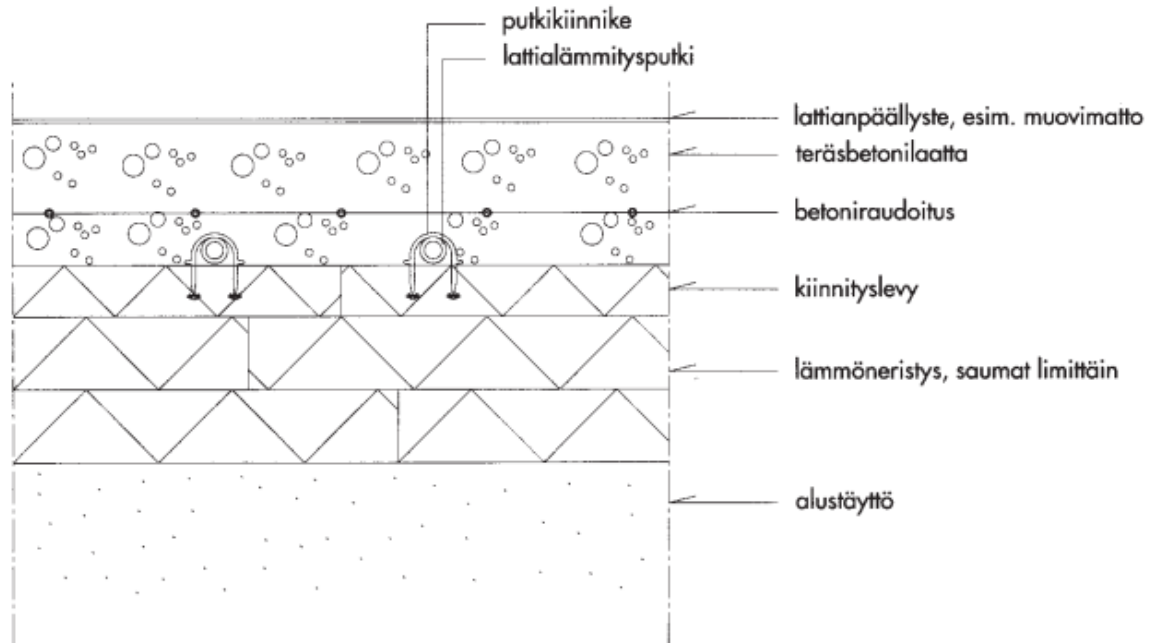
Kuvioissa 7, 8, 9 ja 10 on esitetty eri asennustavat betonilattiaan.



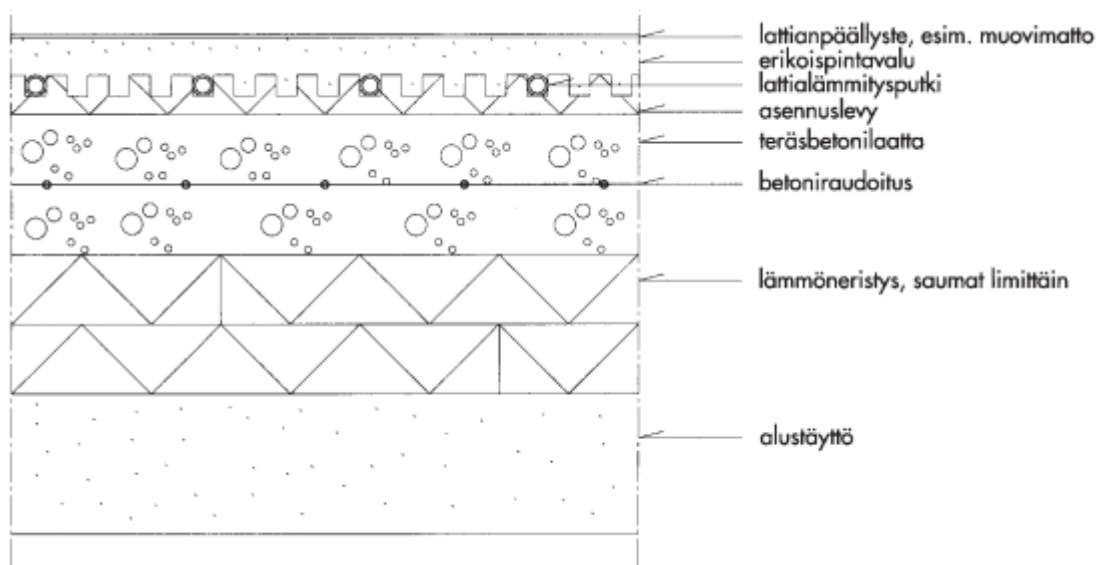
Kuvio 7. Putket kiinnitettyinä betoniraudoitukseen nippusiteillä (RT 52-10801, 1996, 5).



Kuvio 8. Putket asennettuna putki- ja raudoituskiinnikkeillä maanvaraiseen alapohjaan (RT 52-1080, 1996, 5).



Kuvio 9. Putket asennettuna U-pidikkein erillisellä kiinnityslevyllä maanvaraiseen alapohjaan (LVI 13-10261, 1996, 9).

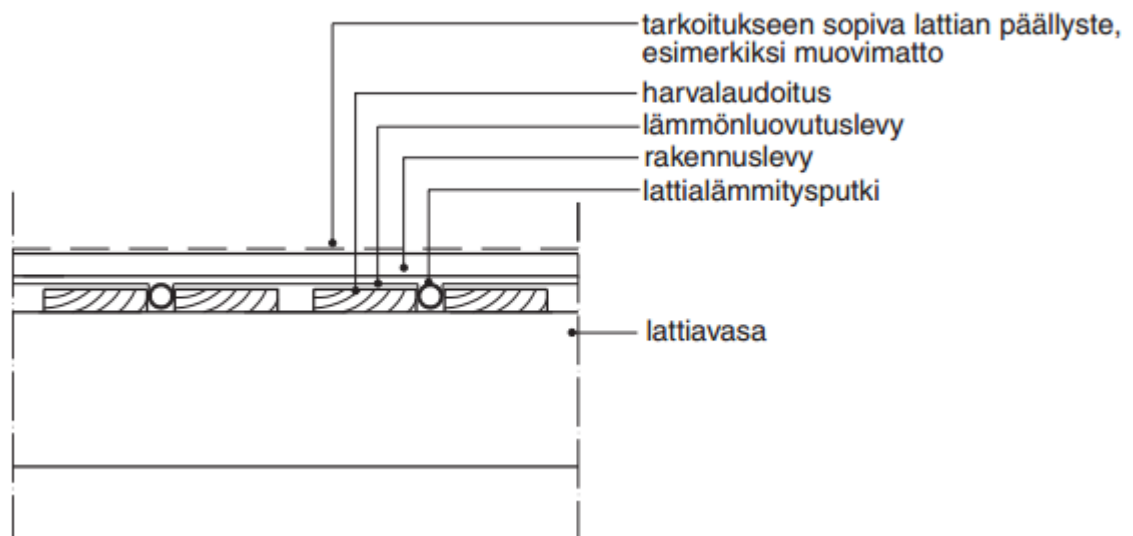


Kuvio 10. Putket asennettuna erillisen asennuslevyn avulla (LVI 13-10261, 1996, 9).

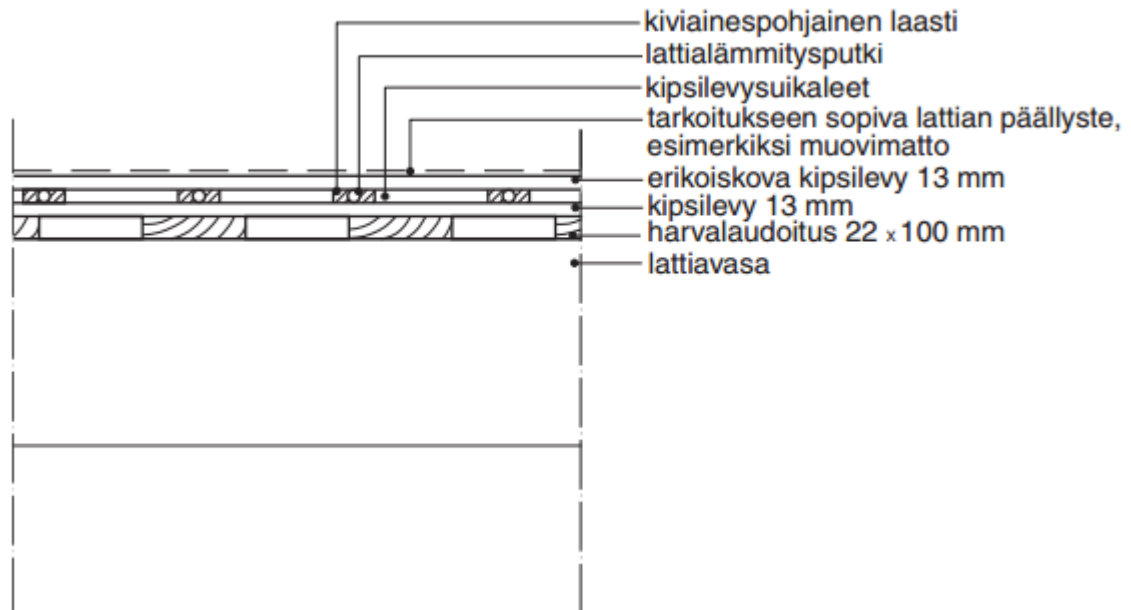
2.5.2 Puulattia

Puulattiaan asennettaessa ei tarvita nippusiteitä tai kannakkeita ja asennus suoritetaan heti lattianpäällysteen tai lattialevyn alapuolelle.

Kuviossa 11 ja 12 on esitetty eri asennustavat puulattiaan.



Kuvio 11. Putket asennettuna lämmöntasauslevyjen ja harvalaudoituksen väliin (RT 52-10801, 2003, 6).



Kuvio 12. Putket asennettuna kipsilevyrakenteen avulla (RT 52-10801, 2003, 6).

2.6 Käyttöönotto

Lattialämmitysjärjestelmän huolellisen asennuksen jälkeen tehdään painekoe. Painekokeella saadaan selville tiiveys ja mahdolliset putkivuodot. Painekoe tehdään ennen valua, jolloin mahdolliset korjaustoimenpiteet on helpompi toteuttaa. (LVI 13-10261, 1996, 11.)

Putkisto täytyy ilmata ennen painekoetta. Kiertovesipumppu on yleisin ilmaukseen käytetty laite. Yksi piiri ilmataan kerrallaan, jolloin muut piirit suljetaan. (LVI 13-10261, 1996, 11.)

Painekoe:

- Verkostoon pumpataan koepaine (esimerkiksi 6 bar).
- Nostetaan paine uudelleen kahden tunnin kuluttua, jolloin varmistetaan, ettei paine laske putkiston joustavuuden ja lämpötilan vaikutuksesta.
- Painekoe on onnistunut, mikäli paine pysyy koeajan (esimerkiksi 1 tunti).

Betonivalun on syytä antaa kuivua riittävän pitkän ajan (vähintään 3 viikkoa). Kuivumisen jälkeen menoveden lämpötilaksi valitaan noin +20 °C ja kyseisen lämpötilan annetaan olla päällä muutama päivä. Muutaman viikon ajan lämpötilaa nostetaan 2...4 °C kerrallaan, jonka jälkeen päästään normaaliin käyttölämpötilaan. Puurakenteisessa lattiassa päästään yleensä nopeammin normaaliin käyttölämpötilaan. Lattiapäällysteen asennus voidaan aloittaa, kun lattia on täysin kuiva. (LVI 13-10261 1996, 11.)

Uuden kohteen lattialämmitysjärjestelmään tehdään aina perussäätö. Sen yhteydessä annetaan tuleville asukkaille myös käytönopastusta. Perusteellisen opastuksenkin jälkeen ohjeet saattavat unohtua vuosien mittaan. Tämän vuoksi on hyvä antaa myös helppokäyttöinen käyttöohje asuntokaupan yhteydessä. (Rakennus- ja remonttitieto 2016.)

3 WARMIA-LATTIALÄMMITYS

3.1 Yleistä

"Viihtyisän kodin taloudellinen lämmitysratkaisu. Luotettava Warmia-lattialämmitys on yksilöllisesti suunniteltu, käytössä huoleton ja edullinen lämmitysratkaisu. Vedottomasti tasaista lämpöä tuottava järjestelmä luo asumisviihtyvyydelle kodikkaan perustan. Ilman näkyviä pattereita se antaa myös asukkaalle lisää vapautta toteuttaa persoonallisia rakentamis- ja sisustamisratkaisuja sekä uusissa että peruskorjattavissa rakennuksissa." (Warmia, [Viitattu 26.2.2017].)

Warmia-lattialämmityksen lämmönlähteeksi sopivat kaikki energiamuodot. Asukas voi siis itse päättää edullisimman vaihtoehdon lämmönlähteeksi. Veden lämmitysmuoto on myös vaihdettavissa myöhemmin. Warmia-lattialämmitys on energiaa säästävä lämmitystapa. Tarkoin suunnitellun järjestelmän ansiosta sisälämpötilaa voidaan laskea 1-2 °C. Tämä tarkoittaa 5-15 %:n säästöä kustannuksissa. Lattialämmityksen ansioista myös rakenteet pysyvät kuivina ja terveinä. (Warmia, [Viitattu 26.2.2017].)

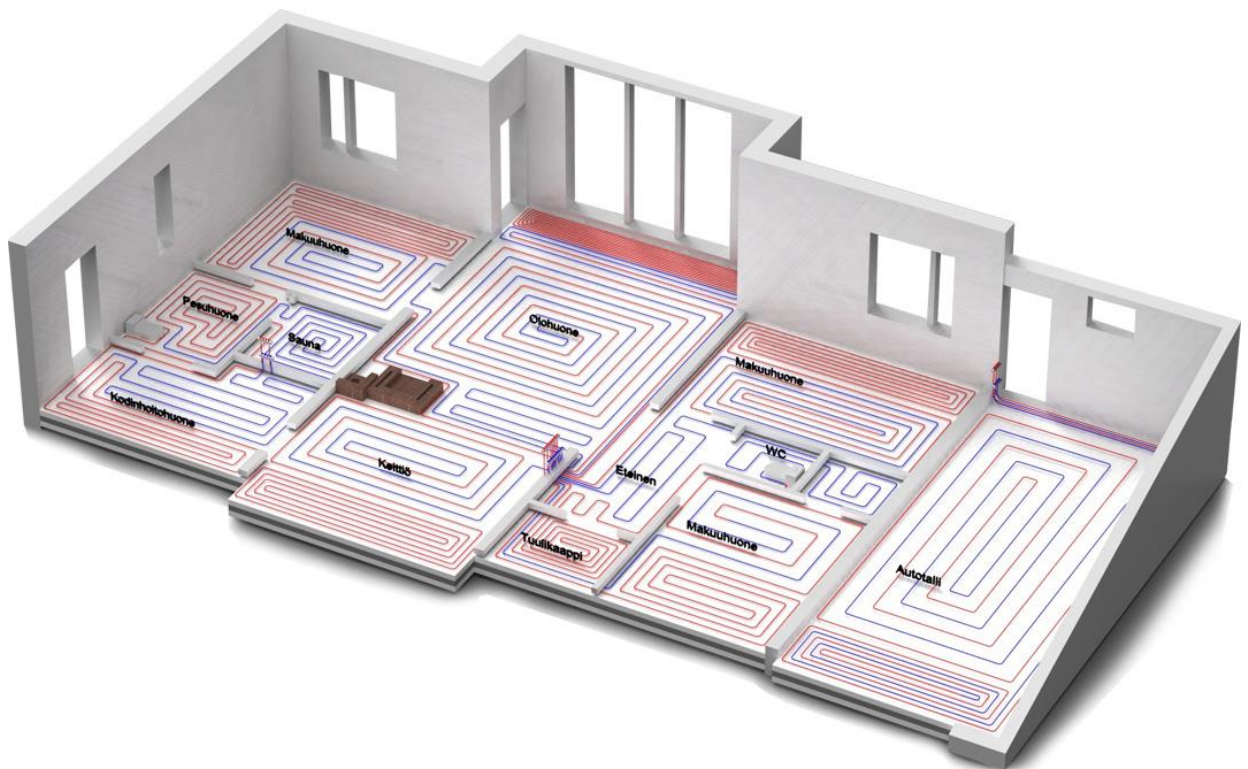
Warmia-lattialämmitysjärjestelmässä on neljä putkitustiheyttä (75 mm, 150 mm, 225 mm ja 300 mm). Lämmön tarve eri osissa huonetta on suunnitteluvaiheessa otettu hyvin huomioon. Reuna-alueilla putkitusväli on tiheämpi, koska lämpöhäviöitä on enemmän (ikkunat, ovet). Tämän seurauksena ovien ja isojen ikkunoiden edessä käytetään usein tiheintä 75 mm:n putkitusväliä. Huoneen keskiosat puolestaan lämpenevät harvemmalla putkituksella. (Warmia, [Viitattu 26.2.2017].)

Warmia-lattialämmitysjärjestelmä on luotettava ja varma valinta. Siitä kertoo lattialämmityspotken 30 vuoden materiaalitakuu. Warmia lupaa myös 10 vuoden toimintatakuun, kun Warmian valtuutettu asiantuntija hoitaa urakan. (Warmia, [Viitattu 27.2.2017].)

3.2 Suunnittelu

Warmia-lattialämmitysjärjestelmän suunnittelu toteutetaan Warmian omalla tavalla. Jokainen huoneisto suunnitellaan erikseen. Asunnon lämpöhäviöitä ei lasketa kokonaisuutena, vaan huonekohtaisesti. Tämä mahdollistaa lämmön jakautumisen tasanaisesti ja energiatehokkaasti. Tällöin mitoitus ja putkitus on tarkoin suunniteltu ja mietitty etukäteen ja lämpöhäviölaskemat ovat todelliset. (Warmia, [Viitattu 27.2.2017].)

Kuviossa 13 on esitetty omakotitalokohteen lattialämmityspiirien suunnitelma.



Kuvio 13. Warmia-lattialämmitysjärjestelmän suunnittelukuva (Warmia).

3.3 Lattialämmityskomponentit

3.3.1 RST-jakotukki

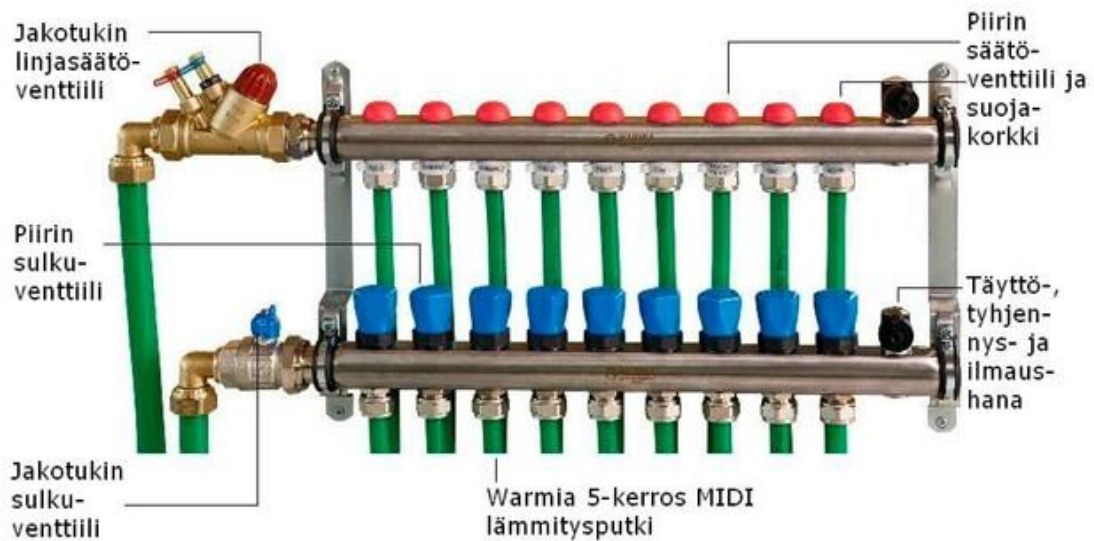
Warmian RST-jakotukilla on koko Euroopan alueen laajuinen patentti ja se on valmistettu yhdestä kappaleesta ilman liitoksia. Tämä tarkoittaa sitä, että virtaus on parempi ja vuotoriskit on minimoitu. Jakotukki toimitetaan asiakkaalle aina määrämittaisena. Jakotukin syöttöputket voidaan liittää sekä vasemmalle että oikealle puolelle. Jakotukkeja valmistetaan 1-12 lämmityspiirin määrämittaisina lohkoina. (Warmia, [Viitattu 1.3.2017].)

Warmian jakotukin runkolohkot (1” suuruiset) mahdollistavat suuret virtausominaisuudet vaativiinkin kohteisiin. Venttiilien säätöalue on 38 l/h – 888 l/h/10 kPa. Laajan säätöalueen avulla saadaan erilaiset tilat tasalämpöisiksi. (Warmia, [Viitattu 1.3.2017].)

Jakotukin kiinnitysrautoihin on lisätty äänenvaimennusta parantavat suojakumit. Suojakumit estävät kiertopumpulta jakotukille tulevaa resonanssia, joka tuo runkorakenteisiin epämiellyttävää ääntä. Jakotukkeja varten on suunniteltu myös jakokaapit, jotka varmistavat siistin asennusjäljen. Jakotukin voi asentaa myös suoraan seinälle. (Warmia, [Viitattu 1.3.2017].)

Kuviossa 14 on esitetty Warmian RST-jakotukki.

Patentoitu RST-jakotukki

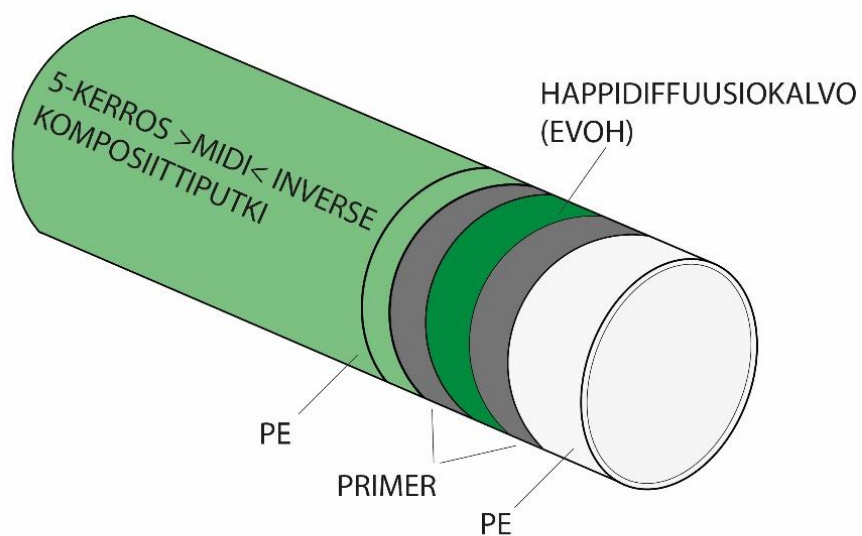


Kuvio 14. Warmian RST-jakotukki (Warmia).

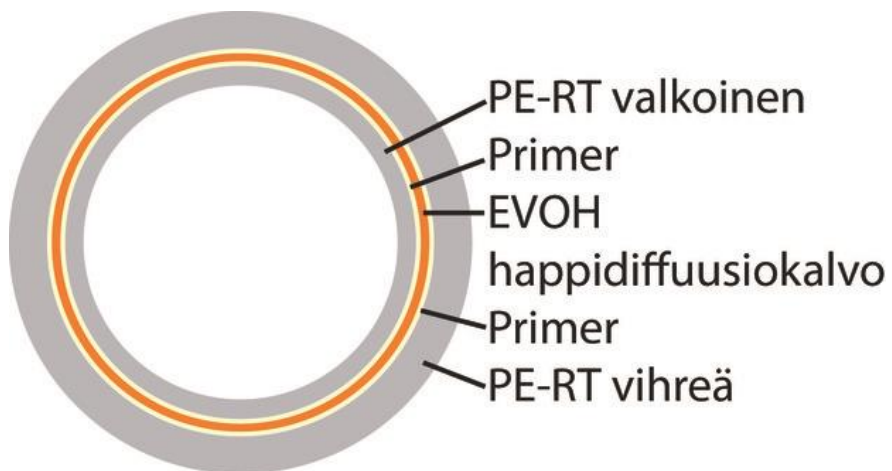
3.3.2 Midi-lämmitysputki

Warmia-lattialämmitysputket on valmistettu happidiffuusiosuojalla, jolloin happi ei pääse liukenemaan lämmitysveteen. Tämä suojaa lämmönlähdettä korroosiolta. Happidiffuusiokerroksen jälkeen on lisätty primer sekä polyeteenikerros, jotka suojaavat happidiffuusiokalvoa mahdollisilta vaurioilta (Kuvio 15 ja kuvio 16). Warmia-lattialämmitysputkelle on myönnetty 30 vuoden materiaalitakuu. Putkelle on myönnetty myös Euroopassa yleispätevä CE/ETA-sertifikaatti ja se täyttää DIN 16833 ja DIN 4721 laatuvaatimukset. (Warmia, [Viitattu 2.3.2017].)

MIDI-lämmitysputki kestää jatkuvassa käytössä jopa +95 °C:n ja lyhytaikaisesti +110 °C:n veden lämmön. Putki on erittäin taipuisaa ja se on helppo asentaa lämpötilasta riippumatta. Putki voidaan kiinnittää verkkoon, verkon alle, suoraan eristeeseen, kovalle pinnalle ja levylattiaan. (Warmia, [Viitattu 2.3.2017].)



Kuvio 15. Warmian 5-kerros MIDI INVERSE -komposiittilämpöputki (Warmia).



Kuvio 16. Warmia 5-kerros MIDI INVERSE -komposiittilämpöputken läpileikkaus (Warmia).

3.3.3 Alpha 2 -termostaatti

Ohessa on esitetty Alpha 2 -termostaattiyksikön ja keskusyksikön ominaisuuksia (Warmia, [Viitattu 4.3.2017]).

TERMOSTAATTIYKSIKKÖ:

- maksimoitu energiatehokkuus
- älytoiminto, joka opettelee lämpökäyttäytymisen
- selkeä iso näyttö, joka näyttää kuvasymbolein mitä tapahtuu
- saatavana myös ilman näyttöä
- langaton (2xAAA paristo)
- PI-säätö, säätötarkkuus 0,2 C
- 25 m toimintasäde
- lämmitys- /jäähdytyskäyttöön
- useita lifestyle-toimintoja: päivä, yö, loma, juhla, läsnäolo, auto, lapsilukko ja on/off
- helppokäyttöinen valikko
- ohjaus yhdellä säätöpyörällä.

KESKUSYKSIKKÖ:

- 230 V tai 24 V järjestelmä DIN-kisko kiinnityksellä
- 4,8 tai 12 termostaatille ja 6, 12 tai jopa 18 toimilaitteelle
- selkeät ledivalot, jotka ilmaisevat käynnissä olevan toiminnon
- mahdollisuus liittää 3 keskusyksikköä langattomasti toisiinsa isäntä/orja-periaatteella
- mikroSD-muistikorttipaikka laitteen päivittäminen
- mahdollisuus liittää kiinteään internetyhteyteen
- ohjaus tietokoneelta netin yli tai puhelinsovelluksella
- useita kytkentämahdollisuuksia kuten:
 - kiertovesipumpun ja kattilan ohjaus (esim. käynnistyskäsky)
 - yhteensopiva ulkopuolisten ohjauslaitteiden kanssa
 - pilottitoiminto lämmityksen / jäähdytyksen vaihtoon
 - kastepisteanturin / kosteusvahdin liitäntä
 - ulkoisen kytkinkellon liitäntä jne.

- laaja huoltovalikko, jonka avulla yksilöllinen säätö käyttökohteen mukaan mahdollista
- kehittyneet suojaustoiminnot jäätymistä ja venttiilien jumittumista vastaan.

Kuvassa 1 on Warmia Alpha 2 -termostaatti ja kuvassa 2 Warmia Alpha 2 -järjestelmä [Viitattu 2.3.2017]).



Kuva 1. Alpha 2 -termostaatti (Warmia).



Kuva 2. Warmia Alpha 2 -järjestelmä (Warmia).

3.4 Warmia Silent -asennuslevy

Warmia Silent -asennuslevy on hyvä ratkaisu lattialämmityskohteissa, joissa edellytetään askeläänivaatimuksia. Silent-levy täyttää Suomen viranomaisten asettamat vaatimukset. Silent-levy on myös helppo asentaa ja se soveltuu käytettäväksi kaikkien tavallisten rakennusmateriaalien kanssa. (Warmia, [Viitattu 4.3.2017].)

"Mittauksen mukaan Warmia Silent -levyllä saavutetaan parempi askeläänieristävyys erityisesti matalilla äänillä kuin aikaisemmin käytetyllä kakstiheyslevyllä. Esimerkiksi kävely ei saa Silent-levyrakenteella niin terävää askeltöminää ja rakennevärähtelyä kuin tavallista kakstiheyslevyä käytettäessä." (Warmia, [Viitattu 3.3.2017].)

Warmia Silent-levyn valmistuksessa käytetään EPS-muovia. EPS-eristelevy tunnetaan myös styrox-levynä. EPS-materiaalilla on erittäin hyvä lämmöneristävyyskyky ja puristuskestävyys. EPS-kerroksen päälle on liitetty PE-muovikerros, joka kestää

kävelyä ja näin helpottaa asennustyötä. Silent-levy ei sisällä homehtuvia tai lahoavia ainesosia. (Warmia, [Viitattu 3.3.2017].)

Kuviossa 17 on esitetty Warmia Silent -asennuslevyn rakenne.



WARMIA SILENT-ASENNUSLEVYN RAKENNE

1. Päällimmäinen kerros: PE-muovi, jonka avulla levyt asennetaan toisiinsa, PE-muovin asennusnystyn yläpinnassa oleva "kynsi" lukitsee lattialämmityspotken tukevasti paikoilleen ja kerros estää myös EPS-solukon irtoamisen kun sen päällä kävellään.
2. Pohjakerros: Erittäin elastinen erikseen paisutettettu EPS-solukko, joka vaimentaa erittäin tehokkaasti askelääniä ja näin ollen vaimentaa myös suurimman osan koko rakenteen askeläänisuodatusominaisuudesta. EPS-solukko täyttää myös levyn pinnassa olevat asennusnystyt.

Kuvio 17. Warmia Silent -eristelevy (Warmia).

3.4.1 Askeläänivaatimukset

"Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että melu, jolle rakennuksessa tai sen lähellä ovat altistuvat, pysyy niin alhaisena, ettei se vaaranna näiden henkilöiden terveyttä ja että se antaa mahdollisuuden nukkua, levätä ja työskennellä riittävän hyvissä olosuhteissa". (C1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, 1998, 3.)

Askeläänivaatimukset tuovat oman haasteensa rakennuttajalle. Huoneistojen sisällä syntyvät matalat äänet aiheuttavat terävän askeltöminän. Rakennevärähtely on usein myös erittäin häiritsevää. Äänitasojen huomioiminen etukäteen on tarpeellista, koska askeläänitasojen parantaminen jälkikäteen on kallista ja ennen kaikkea työlästä. (Warmia, [Viitattu 4.3.2017].)

3.4.2 Askeläänimittaus

Askeläänimittaus voidaan tehdä laboratoriomittauksena tai suoraan rakennuksesta. Warmia Oy:n toteuttamassa askeläänitestissä todettiin Silent-levyn askelääniominaisuudet poikkeuksellisen hyviksi ja testi suoritettiin rakennuksessa. Testin suoritti Promethor Oy, joka on puolueeton taho. (Warmia Oy, 2015, askeläänitasokoemittaukset).

Parhaiten ääntä suodattavana materiaalina pidetään askeläänivillaa (3 cm paksu). Askeläänivilla suodattaa 10 MN/m³. Silent-levy suodattaa 11 MN/m³, joten askelääniominaisuuksien puolesta Silent-levyä voidaan pitää huipputuotteena. Silent-levylle löytyy myös monia muita erinomaisia ominaisuuksia. Silent-levyssä on valmis pumppausalusta, kiinnitysalusta lattialämmitysputkille, joka mahdollistaa spiraali-asennuksen sekä helpon asennettavuuden. (Warmia, [Viitattu 4.3.2017].)

Askeläänieristävyyttä kuvataan askeläänitasoluvulla $L_{n,w}$. Asuinhuoneistojen välillä suurin sallittu askeläänitasoluku on 53 dB. Kerrostalorakentamisessa käytetään tyypillisesti kantavaa välipohjaa, jonka paksuus on 240 mm. Tällä kelluvalla rakenteella saavutetaan noin +/- 1 dB muutos askeläänitasolukuun. Silent-levyn ansiosta rakentaja saavuttaa kustannussäästöjä, koska kalliita välipohjaratkaisuja ei tarvitse tehdä. (Warmia, [Viitattu 4.3.2017].)

4 VESIKIERTOINEN LATTIALÄMMITYSJÄRJESTELMÄ KERROSTALOKOhteessa

Asumisen vaatimustason kasvaessa on myös kerrostalorakentamisessa huomattu vesikiertoisen lattialämmityksen edut. Vesikiertoisella lattialämmityksellä parannetaan asumismukavuutta, saadaan aikaan kustannussäästöjä ja märkätilojen kosteuden hallinnasta saadaan parempi.

Arkkitehtonisesti kerrostalokohteeseen asennettu lattialämmitys avaa tilojen käytön maksimaalisen tehokkuuden ja modernit ratkaisut esimerkiksi ikkunoiden kohdalla. Näin ollen patterit eivät rajoita ikkunoiden kokoja ja korkeuksia. Käyttömukavuudeltaan lattialämmitys on omaa luokkaansa, sillä tasaisesti alhaalta ylöspäin lämpevä massa tekee huoneilmasta tasaisen lämpöisen ja täysin vedottoman. (Koivuluoma 2017.)

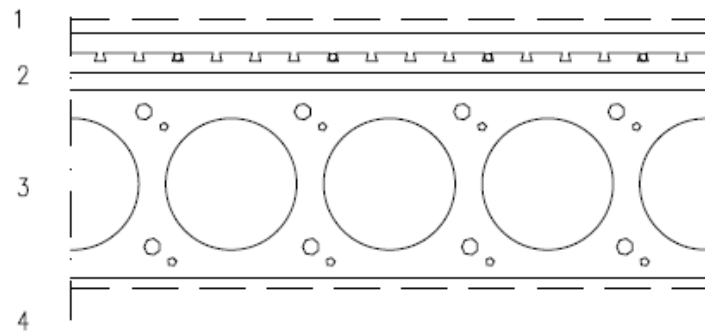
Kerrostalorakentaminen on haasteellinen ja monimutkainen kokonaisuus lattialämmityksen osalta. Kerrostalokohteessa täytyy ottaa huomioon monenlaisia asioita, koska jokainen osa rakennuksesta on saatava lämpimäksi mahdollisimman energiatehokkaasti. Ylimmän kerroksen lämmöntarve on yli kaksinkertainen verrattuna välikerrosten asuntoihin. Lisäksi jokaisella asukkaalla on omat tarpeensa lämpöaisimuksien suhteen, joten joustavuutta vaaditaan. Askeläänien (53 dB) merkitys on myös suuri ja tämä vaatii lattiarakenteelta tiettyjä ominaisuuksia. Lattioiden pintamateriaalit ovat harvoin myöskään samanlaisia keskenään. (Warmia, [Viitattu 4.3.2017].)

Kerrostalojen komponentit ovat tarkoin suunniteltuja ja mahdollistavat äänettömän ja halutun virtaaman. Verkoston tasapaino ei muutu, vaikka yksittäisessä asunnossa säädetään lämpötilaa termostaatista. Tämän mahdollistaa automaattilinjäsäätöventtiili, joka ylläpitää verkoston tasapainoa kaikissa olosuhteissa. (Warmia, [Viitattu 6.3.2017].)

Warmia-lattialämmitysjärjestelmän asentamisen kerrostalokohteeseen suorittaa ai-noastaan Warmian omat, erikoistuneet asentajat. Asennustyön jälkeen tehdään ta-sapainotussäätö, virtaamien todentaminen sekä käytön opastus asiakkaalle. Ker-rostalohteissa Warmia myöntää 10 vuoden toimintatakuun. (Warmia, [Viitattu 4.3.2017].)

Kuviossa 18 on esitetty kerrostalokohteen välipohjan leikkauspiirustus. Piirustukset ovat esimerkkikohteen rakennuspiirustuksista.

VÄLIPOHJA KUIVISSA TILOISSA



- 80 mm
- 1 M1-päästöluokan pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan.
 - 2 Warmia Silent -asennuslevy 53 mm + lattialämmitysputket + kipsivalu min. 80 kg/m² (min. 25 mm asennuslevyn nystyn päällä ja 30 mm lämmitysputken päällä). Asennuslevyn kanssa käytettävä Warmia-reunanauhaa. Alusrakenteen on oltava riittävän tasainen, vaatimus ± 5 mm / 2 m.
 - 3 Kantava ontelolaatta rakennesuunnitelman mukaan. Massa saumattuna vähintään 380 kg/m². Laattojen saumojen porrastaessa luiskatasoitus.
 - 4 M1-päästöluokan pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan.

Ilmaääneneristys $R'_w > 55$ dB.

Askelääneneristys $L'_{n,w} \leq 53$ dB.

Palonkestoluokka REI 60.

Askeläänitason $L'_{n,w} \leq 53$ dB saavuttamiseksi lattianpäällysteenä käytettävä joustavaa päällystettä tai lautaparkettia ja sen alla joustavaa alusmateriaalia, joiden äänitekniset ominaisuudet on mitattu ja hyväksytty kyseiseen käyttötarkoitukseen.

Kuvio 18. Kerrostalon välipohjaratkaisun leikkauskuva.

4.1 Jäähtymä

Nykyaikaisessa rakentamisessa pääpaino on asetettu energiatehokkaaseen, ympäristöystävälliseen ja kestäväen kehityksen ajattelutapaan. Warmia on lähtenyt toteuttamaan tätä ajatusmallia keskittymällä lattialämmitysverkoston jäähtymän suuruuteen. Jäähtymällä tarkoitetaan lattialämmitysverkoston meno- ja paluuveden lämpötilan erotusta. Kerrostalokohteiden lattialämmityksessä on toteutettu 4 asteen jäähtymää. Edullisin ratkaisu olisi pienet runkolinjat ja korkea menoveden lämpötila. Tämän ratkaisun lopputuloksena saadaan kuitenkin suuri jäähtymä. (Jäähtymä.)

Jäähtymään vaikuttavat tekijät. Lämpötehontarve on pienentynyt huomattavasti uusissa rakennuksissa. Rakennukset tehdään äärimmäisen tiiviiksi, jolloin lämpöhäviöt ja lämpövuodot ovat mahdollisimman pienet. Kerrostaloissa ylimmän kerroksen lämpötehontarve on omakoti- ja rivitalojen kanssa samaa luokkaa eli n. 30-35 W/m². Välikerroksissa lämpötehontarve on vain n. 0-25 W/m². (Jäähtymä.)

Lämpötehontarpeiden pieneneminen auttaa madaltamaan menoveden lämpötilaa, mutta virtaamiin se ei vaikuta. Matalampi menoveden lämpötila vaikuttaa käyttökustannuksiin, koska se pienentää jäähtymää. (Jäähtymä.)

Lattialämmitysjärjestelmän putkipiirin virtaaman täytyy olla turbulентtinen. Turbulenttisella virtaamalla tarkoitetaan sitä, että putkessa kulkevan veden virtaama tulee pyörteillä. Tällöin lämpö siirtyy tehokkaasti. Lämpö ei siirry tehokkaasti, jos virtaama on laminaarinen eli pyörteilemätön, (Jäähtymä.)

Kerrostalot ovat lämmitysteknisesti haastavia kohteita verrattaessa omakotitalokohteeseen. Kerrostaloissa eri kerrosten välinen lämpötehontarpeiden erotus on suuri. Tällä tarkoitetaan vertailua ylimmän- ja välikerroksen lämpötehontarpeita. Putkikokoja ja putken asennustiheyttä muuntelemalla vältetään tilanne, jolloin rakennuksen yläkerroksissa on kylmä ja välikerroksissa kuuma tai päinvastoin. (Jäähtymä.)

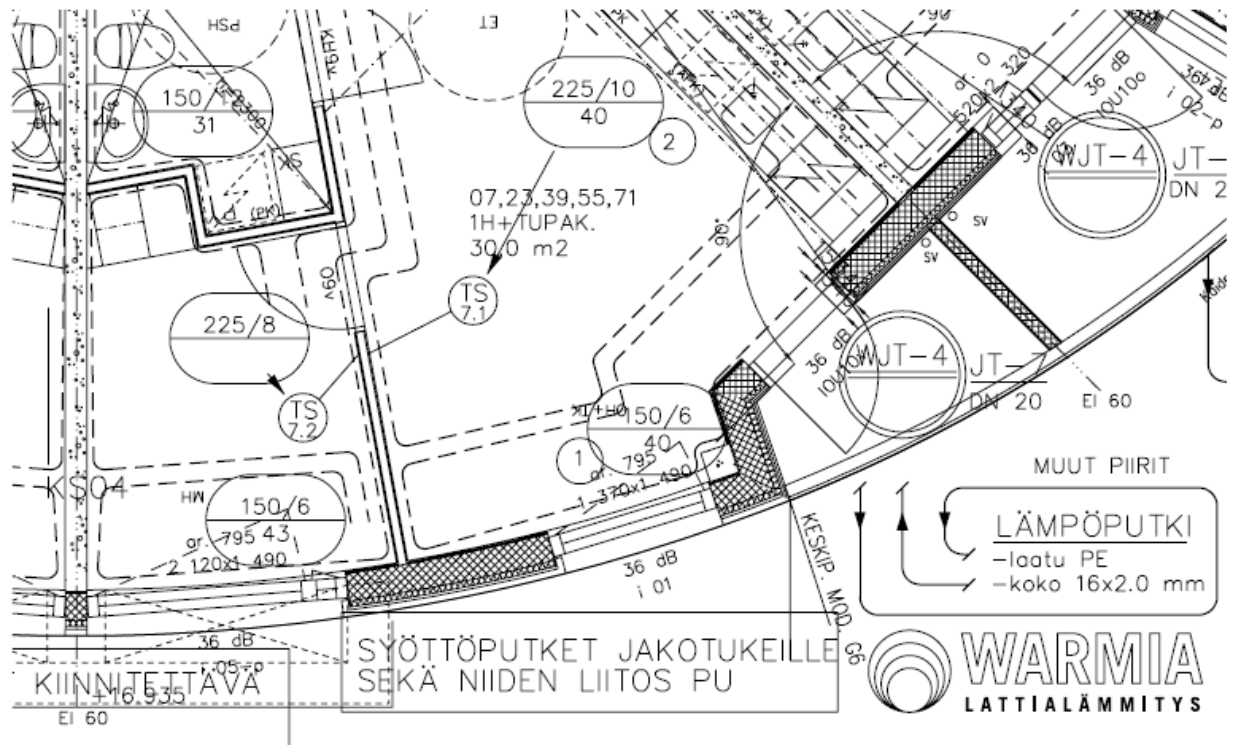
Warmian ratkaisu tähän ongelmaan: (Jäähtymä).

- Ylimmälle kerrokselle tehdään oma säätöpiiri, jolloin sinne voidaan ajaa lämpimämpää vettä.

- Ylin kerros toteutetaan esim. $\varnothing$ 16 mm:n lattialämmitysputkella sekä tiheämmällä putkivälillä ja välikerrokset $\varnothing$ 12-14 mm:n lattialämmitysputkella sekä harvemmalla putkivälillä.

Kuviossa 19 on esitetty lämmitysteknisiä suunnitteluarvoja kerrostalokohteeseen. Kuviossa on tarkasteltu neljää asunnon huonetta ja taulukosta ilmenee kunkin huoneen:

- putkiston paine (kPa)
- putkiston virtaus (l/h)
- putkiston esisäätöarvo (ES)
- putkikoko (Putki)
- Piirin pituus (Pituus)
- Lattiamateriaali (Lattia)
- Menoveden lämpötila (Meno)
- Tehon tarve neliömetriä kohti (W/m^2)
- Lattian pinnan lämpötila (Lattiapinta $^{\circ}\text{C}$)
- Huoneen tehontarve (W).



JT-7 Warmia WJT-4

JT Painehäviö kPa	4,2										
JT virtaus l/h	324										
Lähtö	Huone	kPa	l/h	ES	Putki	Pituus	Lattia	Meno	W/m ²	Lattiapinta °C	W
1	As 7 OH-1	2,75	79	1,25	Warmia/16	40	w parketti+betoni	35	44	26	190
2	As 7 OH-2	3,69	94	2	Warmia/16	40	w parketti+betoni	35	37	25	340
3	As 7 MH	3,41	86	1,75	Warmia/16	43	w parketti+betoni	35	38	26/24	270
4	As 7 KH	3,61	65	1,5	Warmia/14	31	w klinkkeri+betoni	35	47	29	190

Kokonaisvirtaama 28400 l/h. Kokonaispainehäviö 12 kPa (sis. vain jakotukin + piirit, ei LSV). Kokonaislämpöhäviö 108,6 kW. Delta T = 3,5 K.

Kuvio 19. Lämmitysteknisiä arvoja kerrostalokohteeseen (Jäähtymä).

4.2 Suunnittelu

Warmian suunnittelijan mukaan haasteellisinta kerrostalokohteessa on se, että ylimmän kerroksen jossain nurkahuoneessa lämmöntarve saattaa olla 40-50 W/m² ja keskikerroksen keskihuoneessa 20 W/m². Hänen mukaansa hienointa olisi se, että ylimpään kerrokseen voitaisiin ajaa lämpimämpää vettä kuin muualle. Toisena haasteena hän mainitsee lvi-suunnittelijoiden jäähtymäperustaisen mitoittamisen. Jokaisessa tilassa pitää olla putkitus ja jokaisessa piirissä turbulenttinen virtaama.

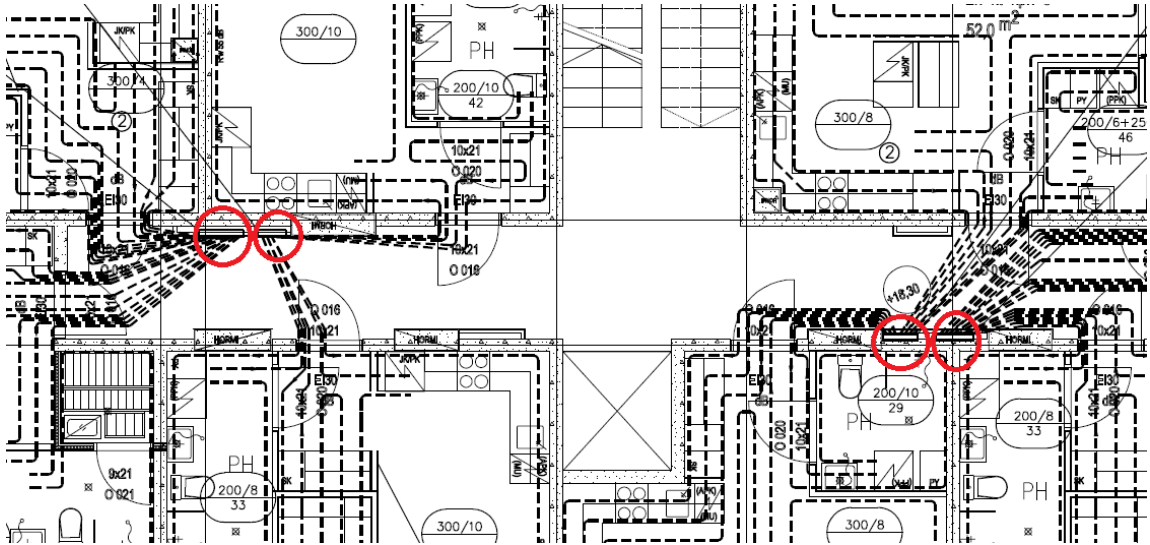
Tämän seurauksena jäähtymä on aina pieni kerrostaloissa. Jäähtymän sijaan runkoputket ja syötöt tulisikin mitoittaa todellisten virtaamien perusteella. (Väänänen 2017).

Kerrostalo kohteen vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän suunnittelua lähdettiin tässä opinnäytetyössä pohtimaan valmiin kohteen ylimmän kerroksen näkökulmasta. Kerroksessa on 8 huoneistoa (30 m², 34,5 m², 38,5 m², 38,5 m², 52 m², 63 m² ja 80,5 m² ja 82 m²).

Kuvioissa 20-24 esitetyt rakennuspiirrokset ovat toimeksiantajan kohteesta.

4.2.1 Jakotukit

Kuviossa 20 on esitetty jakotukkien paikat punaisella ympyrällä. Kerrokseen on suunniteltu 4 jakotukkia, joista lähtee yhteensä 30 piiriä. Jakotukit ovat 5-, 7-, 8- ja 10-paikkaiset. Jakotukit on sijoitettu käytävälle, jolloin ne ovat helposti huoltomiehen saavutettavissa. Lisäksi asukkaat eivät pääse niihin käsiksi ja niistä ei synny kosmeettista haittaa asuntoon. Jakotukit on asennettu lukittuihin, seinärakenteeseen upotettuihin jakokaappeihin käytävälle.

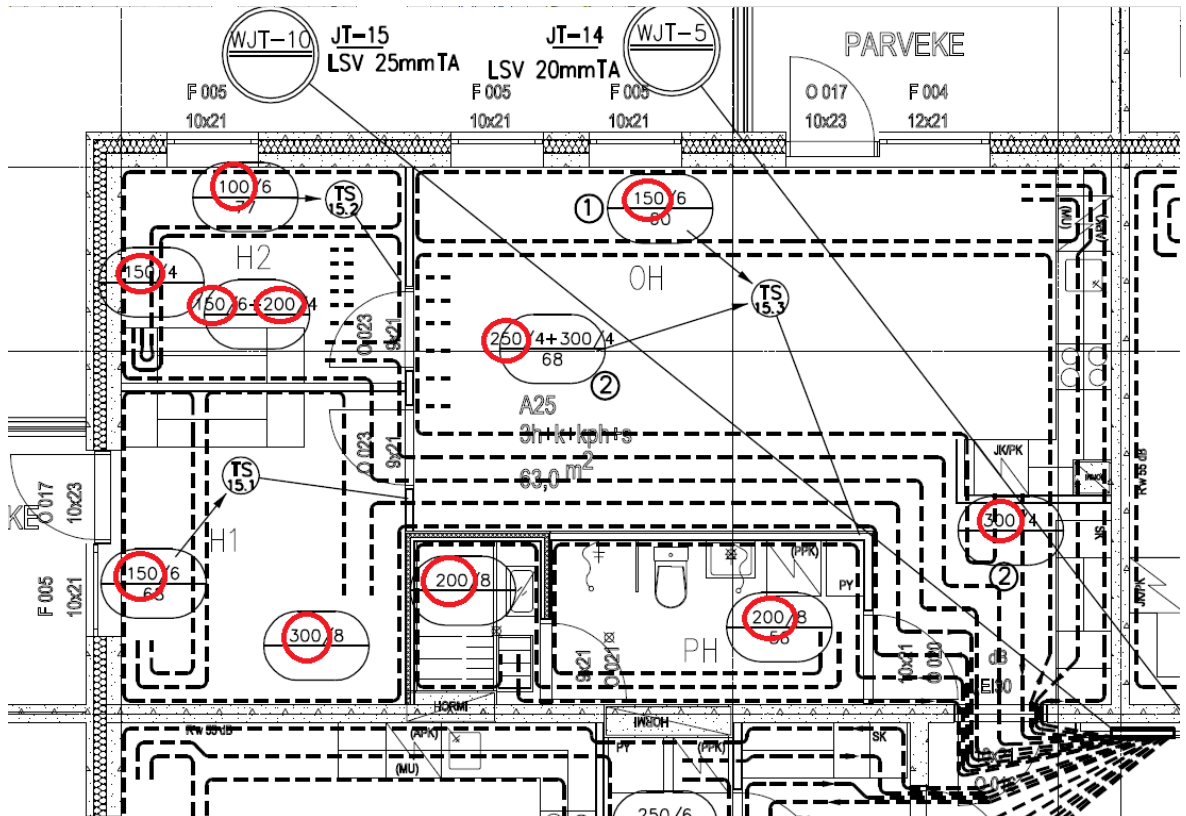


Kuvio 20. Jakotukkien sijainnit kerroksessa.

4.2.2 Putkitustiheys

Warmia-lattialämmitysjärjestelmässä on neljä putkitustiheyttä (75 mm, 150 mm, 225 mm ja 300 mm). Putkena käytetään Warmian happidiffuusiosuojattua Midi-lämmityspotkea ja putken koko ylimmässä kerroksessa on $\varnothing 16$ mm. Reuna-alueilla putkitusväli on tiheämpi, koska lämpöhäviöitä on enemmän (ikkunat, ovet, liitokset ja ulkoseinien nurkkaliitos). Tämän seurauksena ovien ja isojen ikkunoiden edessä käytetään usein tiheintä 75 mm:n putkitusväliä. Huoneen keskiosat puolestaan lämpenevät harvemmalla putkituksella. (Warmia, [Viitattu 13.3.2017].)

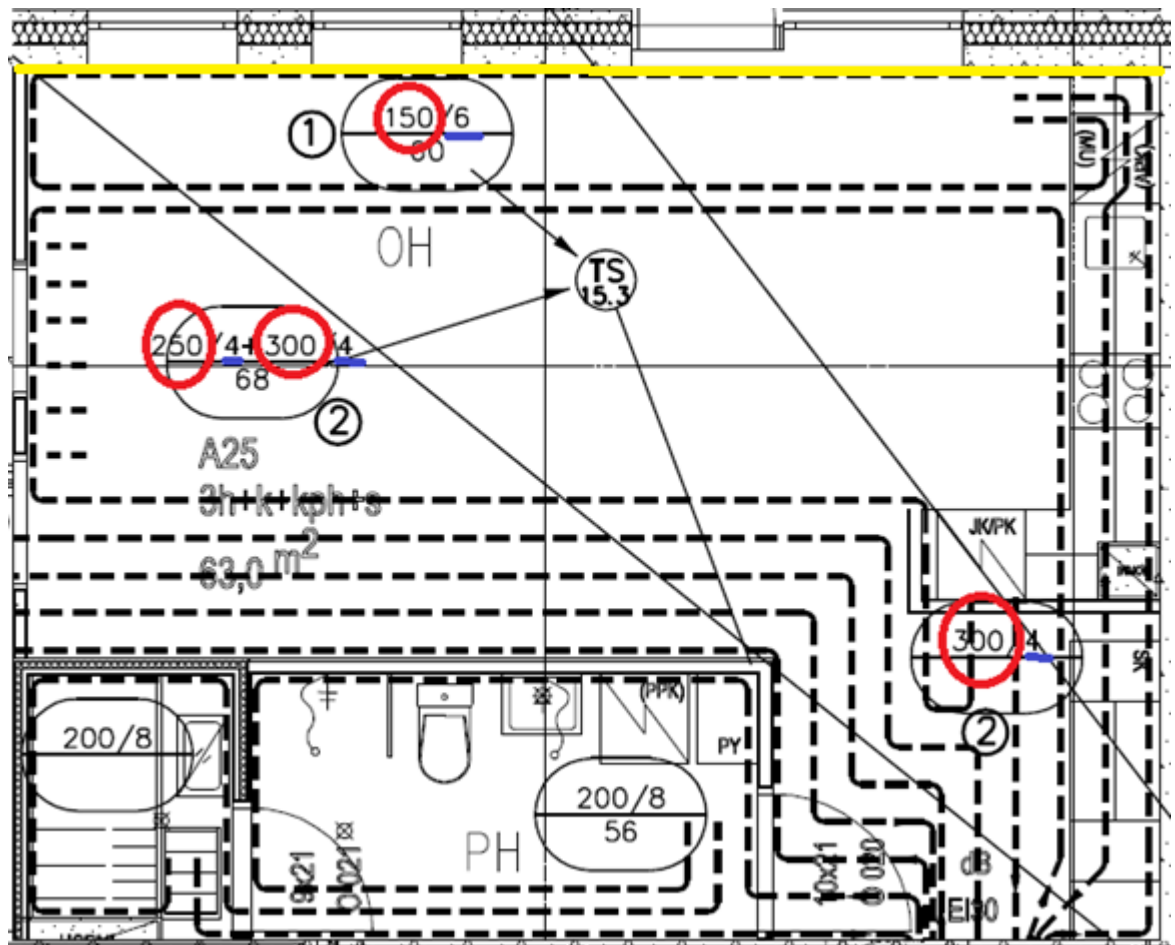
Kuviossa 21 on tutkittu nurkka-asunnon putkitustiheyksiä. Kuviossa on punaisella ympyröity putkien etäisyydet toisiinsa nähden. Etäisyydet on esitetty millimetreinä.



Kuvio 21. Nurkka-asunnon putkitiheyksiä havainnollistettu punaisella ympyrällä.

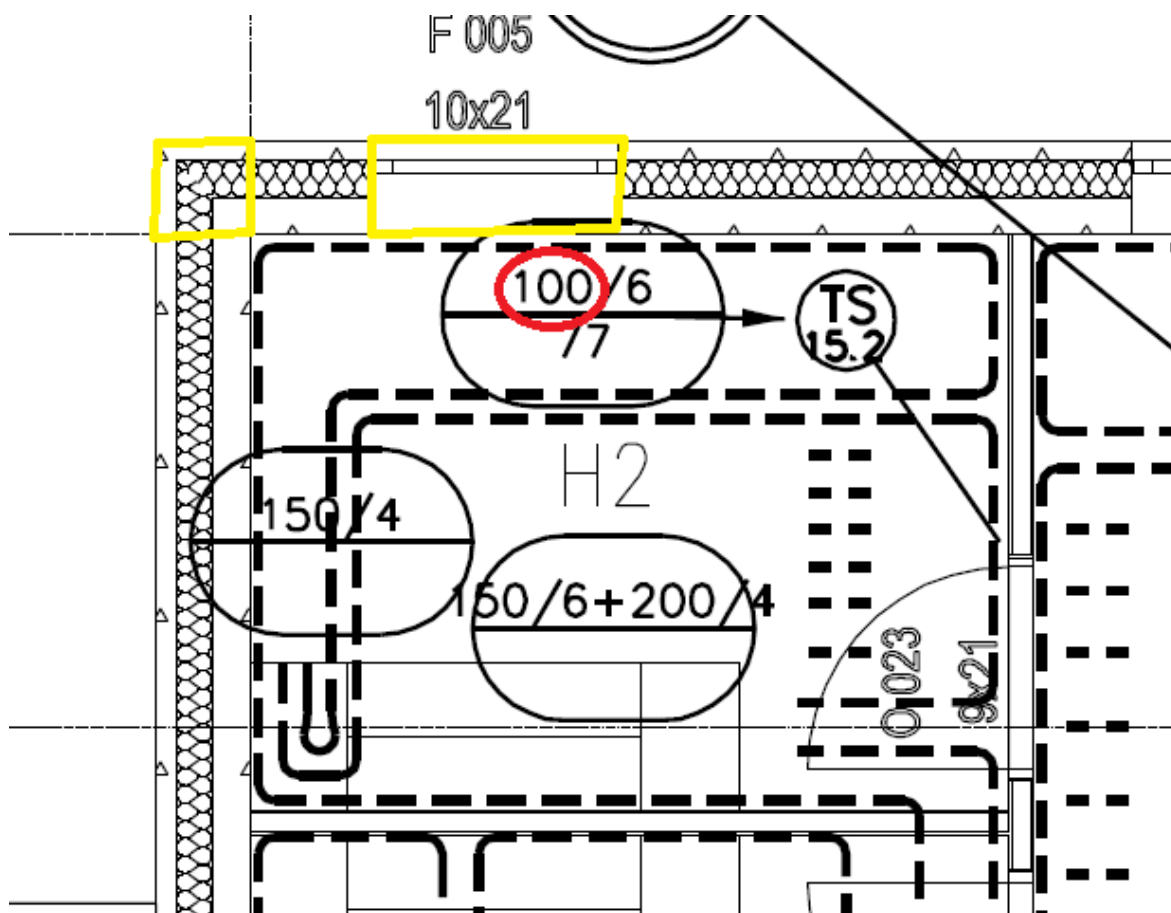
Kuviossa 22 on tutkinnan kohteeksi otettu nurkka-asunnon olohuone. Punaisella ympyrällä on havainnollistettu putkitustiheys ja sinisellä alleviivauksella kyseisen putkitustiheyden putkien rivien lukumäärä.

Kuviosta voi huomata, miten putkitustiheys kasvaa reunavyöhykkeeltä huoneen keskustaa lähestyessä. Reunavyöhykkeellä putkitustiheyteen vaikuttaa lämpöhäviöt. Lämpöhäviötä tuottavaa aluetta kuviossa on kuvattu keltaisella viivalla. Kuviossa lämpöhäviötä saavat aikaan ulkoseinä, välipohja, yläpohja, ikkunat sekä alapohja-, yläpohja- ja ikkunaliitokset.



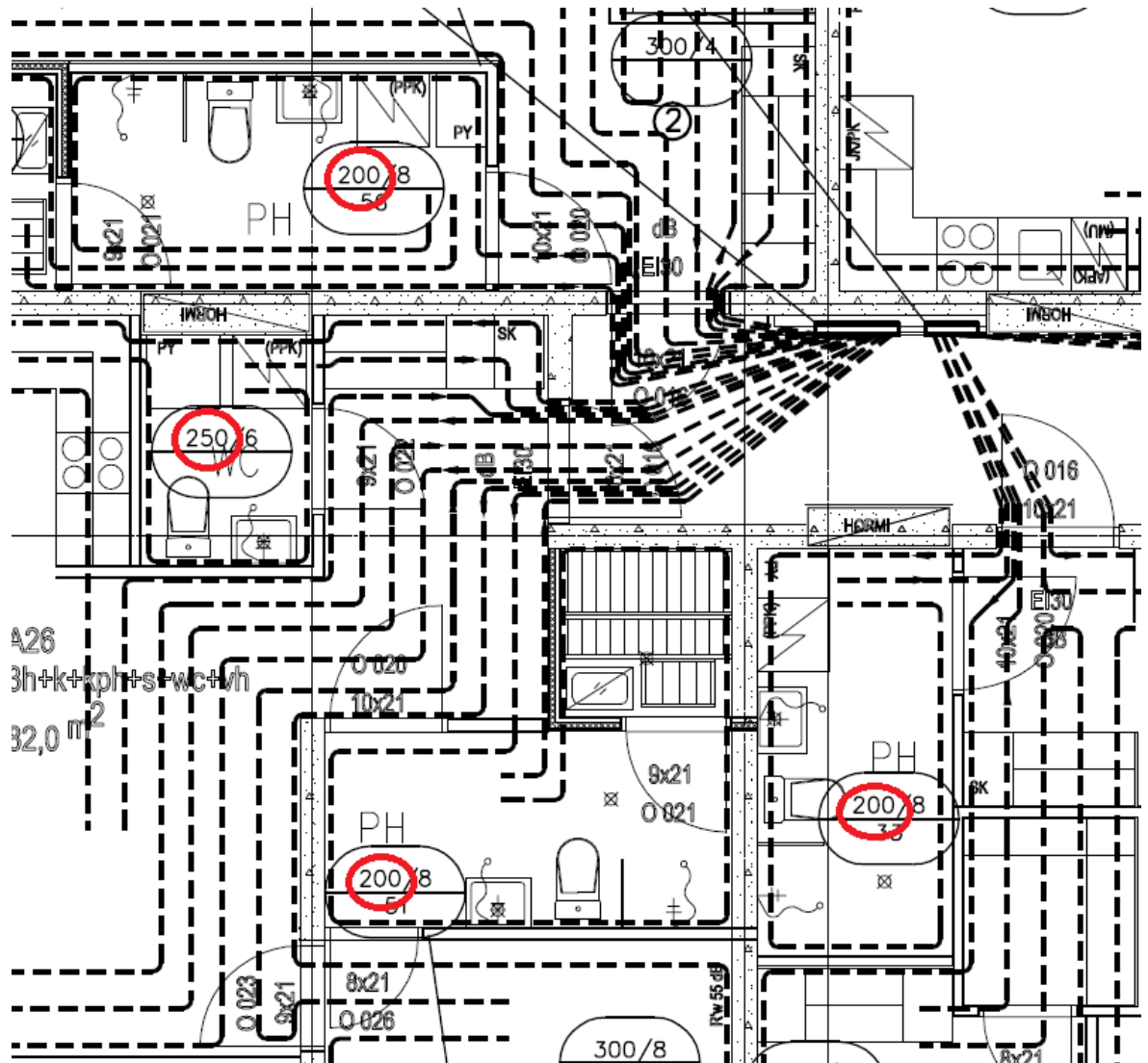
Kuvio 22. Olohuoneen putkitustiheydet.

Kuviossa 23 on otettu tutkintaan kyseisen nurkka-asunnon nurkkahuone. Kyseisessä huoneessa putkitustiheys on muihin asunnon osiin nähden tihein, koska lämpöpöhiötä tuottaa ulkoseinän, välipohjan, yläpohjan, ikkunan, alapohja-, yläpohja- ja ikkunaliitoksien lisäksi myös ulkonurkkaliitos. Ikkunaa ja ulkonurkkaliitosta on havainnollistettu keltaisella kehikolla.



Kuvio 23. Nurkkahuoneen putkitustiheys.

Kuviossa 24 on tutkittu kosteiden tilojen putkitustiheyksiä. Kuviosta voidaan todeta, että pesuhuoneissa on käytetty putkitustiheytenä 200 mm ja wc-tilassa 250 mm.



Kuvio 24. Kosteiden tilojen putkitustiheydet.

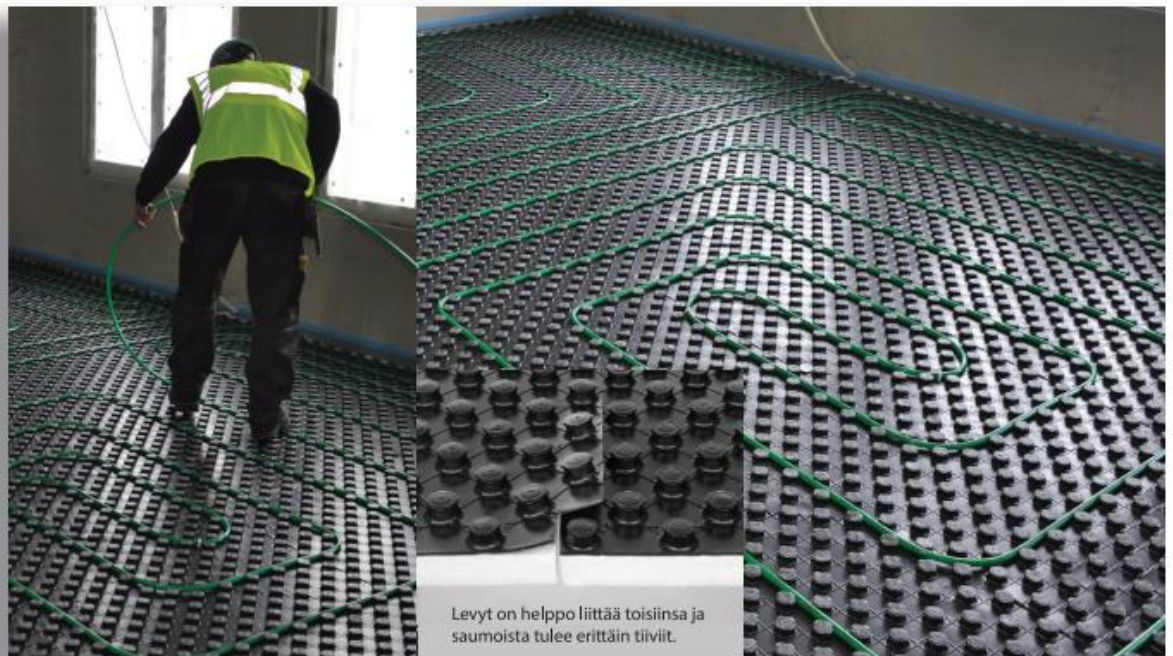
Edellä esitetyn piirustuksen perusteella voidaan todeta, että Warmia suunnittelee jokaisen asunnon huoneen tarkasti erikseen. Tämän seurauksena jokaiseen asunnon osaan saadaan miellyttävä lämpötila. Lämpöhäviöt on otettu erinomaisesti huomioon ja ne vaikuttavat suoraan putkitustiheyteen.

4.3 Asennus

Vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän asentaminen kerrostalokohteeseen tuo omat haasteensa. Haastetta tuovat kohteen rakenteet ennen asennusta. Näitä ovat mm. ontelolaattojen suoruus ja jännevälin tuomat korkeusvaihtelut. Tärkeää on

myös pitää huoli, etteivät rakenteet ole kosteita asennuslevyjä asennettaessa. (Koivuluoma 2017.)

Asennusvaiheen alkaessa tilat siivotaan huolellisesti, jonka jälkeen asennetaan reunanauhat. Tämän jälkeen asennuslevyt liimataan M1 päästöluokan uretaanivaahdolla lattiarakenteeseen. Levyjen asentamisen jälkeen putket kiinnitetään eristelevyn nystyröiden väliin spiraaliasennuksena. Levyrakenteen ja kiinteän seinärakenteen väli täytetään lopuksi elastisella uretaanivaahdolla. Tällä estetään massan pääsy lattiarakenteen ja asennuslevyn väliin, jolloin äänisiltaa ei pääse syntymään. Lopuksi putkistolle tehdään koeponnistus, jolla todetaan putkiston tiiveys. (Koivuluoma 2017.)



Kuvio 25. Warmia-lattialämmitysputken asentaminen Silent-eristelevyyn (Warmia).

Asennuksen edetessä täytyy olla tarkkana, etteivät pumpattava massa ja rakennuksen kiinteät rakenteet ole kosketuksissa toisiinsa. Tämä "kelluva" lattiarakenne mahdollistaa äänieristyksen toteutumisen. Mikäli massa pääsee valumaan asennuslevyjen ja reunanauhalla erotetun seinärakenteen väliin, syntyy äänisiltoja. (Koivuluoma 2017.)

Asennustyö päätetään säätötyöllä ja mahdollisella lattian pintalämpötilan mittauksella. Jokainen säätötyö ja mittaus merkitään pöytäkirjaan. (Koivuluoma, 2017.)

4.4 Vertailua vesikiertoisen lattialämmityksen ja perinteisen patterilämmityksen välillä

Alla olevaan luetteloon on kerätty listaa vesikiertoisen lattialämmityksen eduista verrattuna perinteiseen lämpöpatteriin: (Danfoss).

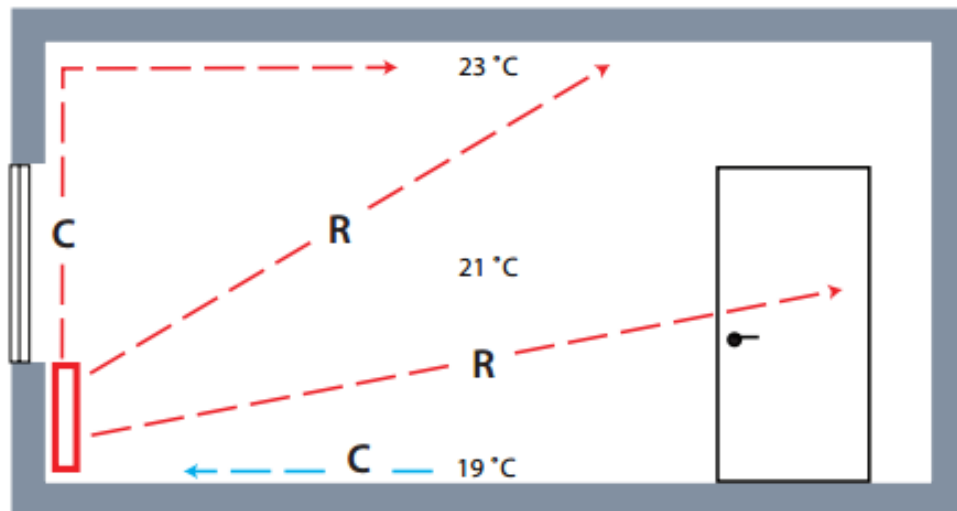
- Ulkoisesti rumia ja puhdistusta vaativia lämpöpattereita ei tarvita seinille.
- Huonekalut voi sijoittaa haluttuun paikkaan.
- Lattialämmitys pitää jalat lämpiminä ja pään hieman viileämpänä, joka on koettu mukavimmaksi ihmisen mielelle.
- Puu- ja laattalattiat ovat suosituimpia lattiapäällysteitä nykyään. Lattialämmitys tuottaa näiden kylmien materiaalien yhteydessä eniten lisämukavuutta.
- Huoneeseen ei synny lämpötilaeroja, koska lattialämmitys tuottaa lämpöä koko huoneeseen.
- Sisäilmaongelmat vähenevät, koska asunnon perusteellinen siivoaminen on helpompaa. Pölyä muodostuu myös vähemmän, koska ilma sekoittuu vähemmän suuren lämmityspinta-alan ansiosta.
- Lattialämmitystä käytettäessä vesi höyrystyy nopeammin pois kylpyhuoneessa.
- Lattialämmityskohteessa huoneen lämpötilaa voidaan laskea 1-2 °C, jolloin energiaa säästetään 6-12 %.

Huoneen koettu lämpötila koostuu ilman lämpötilasta ja ympäristön säteilystä eli huoneen lämmityselementtien lämpösäteilystä. Kokonaislämpötilan kannalta on todettu eduksi, jos lämpösäteily muodostaa siitä suuren osan. Kokonaislämpötilaa kutsutaan myös operatiiviseksi lämpötilaksi. Huoneessa tapahtuu paljon konvektiota eli ilman sekoittumista, jos kokonaislämpötila koostuu suurimmaksi osaksi ilman lämpötilasta. Runsas konvektio aiheuttaa harmillisia pyörteitä, ilman pölypitoisuuden kasvamisen ja ilman laadun heikkenemisen. (Danfoss.)

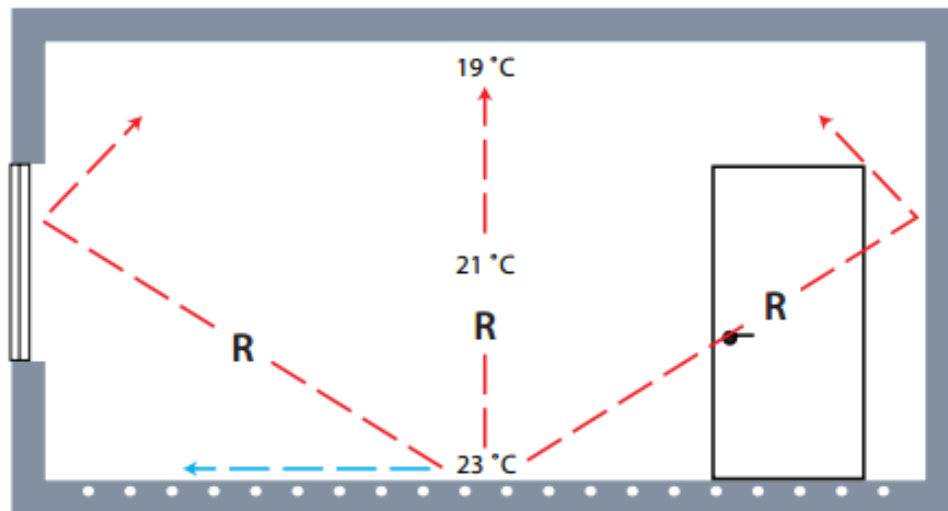
Kuviosta 26 ja 27 voidaan todeta, miten lämpö jakaantuu paremmin lattialämmityksen tapauksessa. Lämpöpatterin yhteydessä suurin lämpötila sijoittuu katon tasolle ja lattian lämpötila on viileä.

Kuviossa 26 on kuvattu konvektion käyttäytymistä lämpöpatterien yhteydessä. Lämpöpattereiden tapauksessa 70 % koostuu konvektiosta ja 30 % lämpösäteilystä.

Kuviossa 27 on kuvattu konvektion käyttäytymistä lattialämmityksen yhteydessä. Lattialämmityksen tapauksessa 30 % koostuu konvektiosta ja 70 % lämpösäteilystä.



Kuvio 26. Konvektion ja lämpösäteilyn käyttäytyminen lämpöpatterin yhteydessä (Danfoss).



Kuvio 27. Konvektion ja lämpösäteilyn käyttäytyminen lattialämmityksen yhteydessä (Danfoss).

5 YHTEENVETO

Vesikiertoiset lattialämmitykset ovat kasvattaneet suosiotaan myös kerrostalojen lattialämmitysjärjestelmissä. Syinä ovat olleet käyttökustannuksien huomioiminen, arkkitehtoninen näkökulma sekä asukkaalle miellyttävän tunteen tuova lämmin lattian pinta. Huoneistokohtainen lämmönsäätö on lisäksi asukkaalle helppoa huoneistokohtaisella termostaatilla, joka sijaitsee useimmiten asunnon seinällä.

Opinnäytetyössä perehdyttiin vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän toimintaan kerrostalokohteessa. Järjestelmän toimintaa selvitettiin alan internetsivustoilta, tutkimalla rakennuskohteita sekä haastatteluilla.

Opinnäytetyössä selvitettiin Warmia Oy:n toimittaman vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän asennusvaiheen läpivientiä ja suunnittelua kerrostalokohteessa. Warmia suunnittelee jokaisen kerrostaloasunnon tilan/huoneen erikseen, jolloin lämpö jakautuu tasaisesti ja tuloksena on miellyttävä lämpötila jokaisessa osassa huonetta. Warmian vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän asentaa ainoastaan Warmian valtuutetut ja koulutetut asentajat, joka mahdollistaa huolellisen työn tuloksen jokaisessa kerrostalokohteessa.

Kerrostalokohteen lattialämmitysjärjestelmän tärkeimmiksi asioiksi muodostuivat menoveden lämpötilan ja jäähtymän merkitys käyttökustannuksissa sekä perinteiseen patterilämmitykseen verrattaessa asukkaan käyttömukavuuden paraneminen. Kerrostalokohteissa on usein pieniä 25-30 m²:n yksiöitä. Tästä voidaan todeta, että tilankäyttömahdollisuudet paranevat huomattavasti, kun saadaan perinteiset lämpöpatterit pois seiniltä.

Vesikiertoisen lattialämmityksen investointikustannukset ovat suuremmat kuin perinteisessä patterilämmityksessä. Tämä on varmasti suurin haaste tulevaisuudessa eli miten saadaan lattialämmityskomponenttien kustannukset pienemmiksi laadusta tinkimättä. Toisena tulevaisuuden näkymänä on varmasti uusien lattialämmitystojittajien tuleminen markkinoille ja sen myötä kilpailutilanne. Tämä tuo varmasti uusia näkökulmia, jolla on samalla myönteinen vaikutus kustannuksiin.

LÄHTEET

- C1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 1998. Asunto- ja rakennusosasto. Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa. Ohjeet. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Danfoss. Ei päiväystä. Vesikiertoisen lattialämmityksen perusteet. [Verkkojulkaisu]. Saatavana: http://lampo.danfoss.com/PCMPDF/Handbook_Introduction_VGDYA220_hi-res.pdf
- Jäähtymä. Jäähtymä nykyaikaisessa ja energiatehokkaassa lattialämmitysjärjestelmässä. Helsinki: Warmia. Vaatii käyttöoikeuden.
- Koivuluoma, V. 2017. Toimitusjohtaja. Talotekniikka Koivuluoma Oy. Haastattelu 8.3.2017.
- Lattialämmitys. Ei päiväystä. Tuomas Palolahti. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 18.2.2017]. Saatavana: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK070403.pdf>
- LVI 13-10261. 1996. Vesikiertoinen lattialämmitys. Helsinki: Rakennustieto.
- Rakennus- ja remonttieto. 13.10.2016. Lattialämmityksen säätö. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 25.2.2017]. Saatavana: http://www.asuntotieto.com/20000i_RAKENNUS_JA_REMONTTITieto/x2006_syksy/Lattialamm_saato.html
- Rakentaja.fi. 13.4.2015. Vesikiertoinen lattialämmitys - lämmittää talvella, viilentää kesällä. [Verkkosivu]. [Viitattu 16.2.2017]. Saatavana: https://www.rakentaja.fi/artikkelit/10078/vesikiertoinen_lattialammitys_on_turvallinen.htm
- RT 52-10801. 2003. Vesikiertoinen lattialämmitys. Helsinki. Rakennustieto.
- Warmia Oy. 17.6.2015. Askeläänitasokoemittaukset. [Verkkojulkaisu]. Saatavana: <http://warmia.fi/wp-content/uploads/2016/06/20150617-Askel%C3%A4%C3%A4nitasokoemittaukset-Warmia-Oy-Raportti-PR3573-R01.pdf>
- Väänänen, P. 2017. Suunnittelija. Warmia Oy. Haastattelu 7.3.2017.
- Warmia Oy. Ei päiväystä. Hyvän asumisen lämmin perusta. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2.3.2017]. Saatavana: http://warmia.fi/wp-content/uploads/2016/06/warmia_esite_170214_uusin.pdf
- Warmia Oy. Ei päiväystä. Jäähtymä nykyaikaisessa ja energiatehokkaassa lattialämmitysjärjestelmässä.

Warmia Oy. Ei päiväystä. Kerrostalorakentaminen. [Verkkosivu]. [Viitattu 4.3.2017]. Saatavana: <http://warmia.fi/taloudellinen-lattialammitysratkaisu/kerrostalorakentaminen/>

Warmia Oy. Ei päiväystä. Kolmannen sukupolven Alpha 2- termostaattijärjestelmä. [Verkkosivu]. [Viitattu 4.3.2017]. Saatavana: <http://warmia.fi/taloudellinen-lattialammitysratkaisu/lattialammityskomponentit/alpha-2-termostaatti/>

Warmia Oy. Ei päiväystä. Lattialämmityskomponentit. [Verkkosivu]. [Viitattu 1.3.2017]. Saatavana: <http://warmia.fi/taloudellinen-lattialammitysratkaisu/lattialammityskomponentit/>

Warmia Oy. Ei päiväystä. Lämpöä laadukkaasti. [Verkkosivu]. [Viitattu 6.3.2017]. Saatavana: http://warmia.fi/wp-content/uploads/2016/06/174_isot_kohteet_esite_pieni.pdf

Warmia Oy. Ei päiväystä. Pientalorakentaminen. [Verkkosivu]. [Viitattu 26.2.2017]. Saatavana: <http://warmia.fi/taloudellinen-lattialammitysratkaisu/pientalorakentaminen/>

Warmia Oy. Ei päiväystä. Warmian patentoitu RST-jakotukki. [Verkkosivu]. [Viitattu 1.3.2017]. Saatavana: <http://warmia.fi/taloudellinen-lattialammitysratkaisu/lattialammityskomponentit/warmian-patentoitu-rst-jakotukki/>