



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Jenna Pihlajamaa

Lämmönjakojärjestelmät kerrostalo- tuotannossa, lattia- ja patterilämmitys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

9.4.2020

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Jenna Pihlajamaa Lämmönjakojärjestelmät kerrostalotuotannossa, lattia- ja patterilämmitys 40 sivua + 1 liite 9.4.2020
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine	Rakennetekniikka
Ohjaajat	Laatupäällikkö Eero Haverinen Peab Kehityspäällikkö Juha Valonen Peab Lehtori Timo Riikonen
<p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli ”Lämmönjakojärjestelmät kerrostalotuotannossa, lattia- ja patterilämmitys”. Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla vesikiertoista lattia- ja patterilämmitystä uudisrakentamisessa, kerrostalokohteissa. Tutkimusmenetelminä käytettiin kirjallisuuslähteitä, Internetiä, haastatteluita sekä tehtiin vierailu työmaalle.</p> <p>Opinnäytetyön aihe syntyi, kun yrityksessä pohdittiin lämmönjakojärjestelmän valintaa tuleviin kohteisiin. Haluttiin selvittää, mitä lämmönjakojärjestelmiä eri kaupungeissa käytetään ja miksi. Koska myös kustannuserot kiinnostivat, toivottiin kustannusvertailun laatimista.</p> <p>Tutkimus toteutettiin haastattelemalla yrityksen projektipäälliköitä eri kaupungeista. Haastattelukysymysten avulla selvitettiin, minkä perusteella lämmönjakojärjestelmä valitaan ja miten se vaikuttaa työmaalla. Projektipäälliköiden kanssa pohdittiin sopivia kohteita kustannusvertailuun, jotka toteutettiin sopimusten ja tarjousten hintatietojen avulla. Lisäksi perehdyttiin yrityksen nettisivuihin ja niiden kohteisiin. Lopuksi suoritettiin työmaavierailu yhdessä yrityksen uudiskohteessa, josta mitattiin vesikiertoisten patterien ja putkien viemä pinta-ala.</p> <p>Haastattelujen ja nettisivujen tietojen pohjalta selvisi, että vesikiertoista lattialämmitystä käytetään nykyään enemmän. Syyt olivat pääasiassa kaupunkien kysynnässä ja tarjonnassa. Kustannusvertailusta saatiin tietää, että vesikiertoinen patterilämmitys on kuitenkin kustannuksiltaan halvempi, jos se on toteutettu tavanomaisesti. Työmaavierailulla saatiin selville, että noin 60 m² asunnosta patterit ja niiden putket vievät tilaa noin 0,7 m².</p>	
Avainsanat	Lämmönjakojärjestelmä, lattialämmitys, patterilämmitys.

Author Title Number of Pages Date	Jenna Pihlajamaa Heat Distribution Systems in High-rise Production, Underfloor and Radiator Heating 40 pages + 1 appendice 9 April 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Structural Engineering
Instructors	Eero Haverinen, Quality Manager, Peab Juha Valonen, Development Manager, Peab Timo Riikonen, Senior Lecturer
<p>The purpose of the project was to compare water circulated underfloor and radiator heating in new buildings. Literature, Internet, interviews and a visit to the construction site were used as research methods in this thesis. The aim was to determine which heat distribution systems are used in different cities and why. Also the aim was to study the cost differences between the systems.</p> <p>The study was carried out by interviewing project managers from different cities. Questions were used to find out how the heat distribution system was chosen. Contracts and offers were used to help to find the price information. Also the company's website was studied. At a visit to the construction site water circulated radiators and pipes were measured to find out how much space they occupy from the surface area.</p> <p>On the basis of interviews and website information, the results indicate that water circulated underfloor heating is used more nowadays. The reasons were mainly in the supply and demand of cities. The cost comparison shows that water circulated radiator heating is cheaper to realize.</p>	
Keywords	Heat distribution system, radiator heating, underfloor heating.

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tausta	1
1.2	Tavoite	1
1.3	Rajaus	2
2	Lämmönjakojärjestelmät kerrostalotuotannossa	3
2.1	Lämmönjakojärjestelmän valintaan vaikuttavia tekijöitä	3
2.1.1	Lämmöntuotantotavat	4
2.1.2	Lämmönjakojärjestelmät	5
2.2	Vesikiertoinen lattialämmitys	6
2.2.1	Yleistä	6
2.2.2	Lattialämmityksen suunnittelu	7
2.2.3	Lattialämmityksen työmaavaikutukset	10
2.3	Vesikiertoinen patterilämmitys	11
2.3.1	Yleistä	11
2.3.2	Patterilämmityksen suunnittelu	12
2.3.3	Patterilämmityksen työmaavaikutukset	14
3	Nykytilanne	19
3.1	Nettisivujen analysointi	19
3.1.1	Myynnissä olevat kohteet	20
3.2	Haastattelujen analysointi	21
3.2.1	Lämmönjakojärjestelmän valinta	22
3.2.2	Tekniset ratkaisut	23
3.2.3	Työvaiheiden tahdistus	24
3.3	Yhteenvedo	25
4	Tulokset	27
4.1	Myyntiin vaikuttavat tekijät	27
4.1.1	Vesikiertoisten patterien pinta-ala	27
4.2	Kustannusvertailu	29

4.2.1	Tutkimusmenetelmät	29
4.2.2	Tulosten analysointi	30
5	Johtopäätökset	34
6	Yhteenveto	35
7	Pohdinta	36
	Lähteet	38
	Liitteet	
	Liite 1. Haastattelukysymykset	

Lyhenteet

LVV Lämpö, vesi, viemäri

RT Rakennustieto

1 Johdanto

1.1 Tausta

Opinnäytetyö tehdään Peab Oy:n kiinteistökehitys, asunnot -yksikölle. Jatkossa yrityksestä käytetään nimitystä Peab. Peabin omaperusteisessa asuntotuotannossa on pohdittu lämmönjakojärjestelmien eroja ja aiheeseen päätetään perehtyä opinnäytetyön muodossa.

Lämmönjakojärjestelmällä tarkoitetaan menetelmää, jolla rakennusta lämmitetään. Lämmönjakojärjestelmiä ovat esimerkiksi lattia-, patteri-, ilma- ja säteilylämmitys. Lämmönjakojärjestelmää valittaessa tulee huomioida erityisesti, millainen rakennus on kyseessä sekä järjestelmän hankinta- ja käyttökustannukset.

Uudisrakentamisessa asuinkerrostaloihin asennetaan yleensä vesikiertoinen lattia- tai patterilämmitys. Näiden lämmönjakojärjestelmien välillä on kuitenkin eroja suunnittelusta käyttöön. Nykyään pohditaankin paljon, kumpi järjestelmä on järkevämpi toteuttaa uudiskohteissa.

1.2 Tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on vertailla vesikiertoista lattia- ja patterilämmitystä eri näkökulmista. Työssä haastatellaan eri kaupunkien projektipäälliköitä, jotta saadaan kuva nykytilanteesta työmailla. Vaikutusta myyntiin pohditaan tutustumalla nettisivujen myynnissä oleviin kohteisiin, sekä työmaalla suoritettavalla vesikiertoisten patterien mittauksella.

Hintaeroista luodaan kustannusvertailu, jossa on mukana kahdeksan kohdetta eli neljä molemmilla järjestelmillä. Kustannusvertailussa pyritään ottamaan huomioon vain vertailukelpoisia kustannuksia, jotta tulokset ovat totuudenmukaisia. Kustannusvertailun pohjalta saadaan mukaan taloudellinen näkökulma.

1.3 Rajaus

Opinnäytetyö rajataan vesikiertoiseen lattia- ja patterilämmitykseen sekä omaperusteiseen asuntotuotantoon. Koska nämä kaksi lämmönjakojärjestelmää ovat yleisimmät kerrostalorakentamisessa, rajataan muut järjestelmät työn ulkopuolelle. Työn kustannusvertailu ja työmaavierailu suoritetaan Peabin oman asuntotuotannon uudiskohteita hyödyntäen.

Opinnäytetyön aihetta käsitellään työmaan, myynnin ja kustannusten näkökulmasta. Pyritään selvittämään nykytilanne Suomessa Peabin työmailla lämmönjakojärjestelmien kannalta. Halutaan selvittää, onko vesikiertoisen lattia- ja patterilämmityksen kustannuserot suuret. Tutkitaan myös, onko lämmönjakojärjestelmillä myyntiin vaikuttavia tekijöitä.

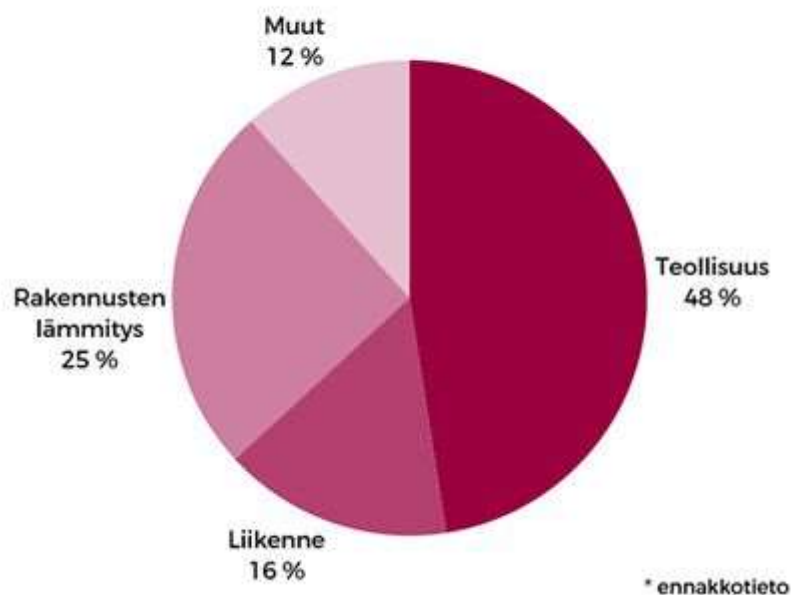
2 Lämmönjakojärjestelmät kerrostalotuotannossa

2.1 Lämmönjakojärjestelmän valintaan vaikuttavia tekijöitä

Lämmönjakojärjestelmiä on useita ja ne soveltuvat erilaisiin kohteisiin ja käyttötarkoituksiin. Lämmönjakojärjestelmän valintaan vaikuttavat muun muassa lämmöntuotantotapa, tilantarve ja rakennustyyppi. Esimerkiksi kerrostaloilla ja omakotitaloilla on hyvin erilaiset tarpeet ja lähtökohdat lämmitysjärjestelmän valinnan osalta. [1, s. 7.]

On myös tärkeää pohtia, mikä järjestelmä on kustannus- ja energiatehokkain. Kuvasta 1 nähdään, että Suomessa vuonna 2018 noin 25% käytetystä energiasta oli lämmitysenergiaa.

Energian loppukäytön jakaantuminen sektoreittain 2018*



Kuva 1. Energian loppukäytön jakautuminen sektoreittain 2018, ennakkotieto [23].

Rakentamisvaiheeseen vaikuttavien tekijöiden lisäksi on syytä huomioida asumisviihtyvyyteen vaikuttavat tekijät. Vaikuttaako esimerkiksi lattialämmityksen mukavuus tai patteriputkien mahdollinen äänenkantavuus asukkaan ostopäätökseen? Myös järjestelmän helppohoitoisuus ja -käyttöisyys voivat olla tulevalle asukkaalle tärkeitä tekijöitä.

2.1.1 Lämmöntuotantotavat

Lämmöntuotantotapaa valittaessa on syytä perehtyä kokonaiskustannuksiin. Sähkö- ja kaukolämmityksessä energia tuodaan muualta, kun taas muut menetelmät tarvitsevat tilaa ja erilaisia laitteita kiinteistön läheisyydestä. Joissain tapauksissa voidaan myös käyttää useampaa lämmöntuotantotapaa, kuten esimerkiksi pientaloissa sähköä ja kiinteää polttoainetta. [1, s. 4-7.]

Asuinkerrostaloissa yleisin tapa tuoda energiaa huoneistojen ja käyttöveden lämmittämiseen on kaukolämpö. Kaukolämpö on tehokas vaihtoehto, sekä se on useimmiten mahdollinen toteuttaa kaavoitetulla alueella ja taajama-alueilla. Kaukolämmityksen jakeluverkostoon kuuluu yleensä useita kiinteistöjä, joille kaukolämpövettä kuljetetaan. Kuvassa 2 on esitetty tuotantolaitokselta talouksiin kulkeva vesiverkosto. [1, s. 4.]



Kuva 2. Kaukolämpö [24].

Kaukolämpövesi pumpataan lämmitettynä tuotantolaitokselta kiinteistöjen lämmönjakokeskuksiin, joista lämpöenergia siirretään asiakkaille. Lämmönjakokeskuksen automaatio huolehtii tasaisesta menoveden lämpötilasta, joka määräytyy säätökäyrän mukaisesti suhteessa ulkolämpötilaan. Huonekohtaista lämpötilaa säädetään huonetermostaateilla. Koska kaukolämmön tuotannon yhteydessä tuotetaan usein myös sähköä, voidaan 80-90% polttoaineen energiasta hyödyntää. [2.]

Maalämpö on kokonaiskustannuksiltaan edullinen vaihtoehto, mutta sen investointikustannukset ovat suuret. Maalämpö käyttää maaperään varastoitunutta energiaa ja on uusiutuva energiamuoto. Jotta maalämmön voi asentaa, täytyy maaperää pystyä poraamaan lämpökaivoa varten. Toinen vaihtoehto on asentaa maaperään lämmönkeruupiiri. [3.]

Kevytöljylämmitys on Suomessa suosittu lämmitysmuoto, mutta kerrostaloissa sitä käytetään hyvin vähän. Maakaasua käytetään lähinnä teollisuudessa, jossa sen hyödyntäminen on tehokkainta. Myös sähkön käyttö on yleistä, mutta se on suosituinta pientaloissa. [1, s. 5-6.]

2.1.2 Lämmönjakojärjestelmät

Lämmönjakotavoista yleisimmät ovat lattia- ja patterilämmitys. Ne ovat yleensä joko sähkölämmitteisiä tai vesikiertoisia. Ilmakiertoinen lattialämmitys on Suomen olosuhteissa kallis ja siitä syystä sitä käytetään vähemmän. Sähkölämmityksessä käytöväettä lämmitetään sähkövaraajan sähkövastuksilla. Vesikiertoisessa lämmityksessä lämpö siirtyy lämmönjakokeskuksesta veden välityksellä huoneistoihin. [2; 4.]

Ilmalämmitysjärjestelmiä käytetään lähinnä pientaloissa. Ilmalämmitykseen kuuluvat lattiapuhallus, seinä- tai kattopuhallus, ilmakiertoinen lattialämmitys ja kiertoilmalämmitys. Ilmalämmityksessä nimensä mukaisesti lämmintä ilmaa kierrätetään huonetiloissa. [1, s. 7.]

Toinen pientaloissa, sekä lisäksi teollisuuskiinteistöissä ja toimitiloissa käytetty lämmitysjärjestelmä on säteilylämmitys. Siinä sisäkattoon asennettujen lämmityselementtien lämpösäteet kulkeutuvat huoneen pintoihin. Säteilylämmityksessä tapahtuu myös konvektiota eli lämmön siirtymistä lämmityselementtien läheisyydessä. [5, s. 6.]

2.2 Vesikiertoinen lattialämmitys

2.2.1 Yleistä

Vesikiertoinen lattialämmitys asennetaan lämmitysverkostoon, sillä käyttövesiverkoston asennettuna se voi altistaa legionellabakteerin esiintymiselle. Käyttöveden lämpötilalle on laissa määritellyt rajat, jotka eivät sovellu lattialämmityksessä käytettäviin lämpötiloihin.

Lämminvesilaitteistossa olevan veden lämpötilan on oltava vähintään 55 celsiusastetta ja sitä on saatava lämminvesikalusteesta 20 sekunnin kuluessa. Lämminvesilaitteistosta saatavan veden lämpötila saa olla korkeintaan 65 celsiusastetta. [6, 2 luku, 6§.]

Lämmöntuotantotavaksi soveltuvat kaikki lämmitysmuodot. [7, s. 2; 8.]

Lattialämmitys on piilossa, eikä polttavia pintoja ole. Lämpö jakautuu tasaisesti, kun koko huoneiston lattiaan on asennettu lämmityspotket. Asuinkerrostaloissa lattialämmitys voidaan asentaa myös pelkästään kosteisiin tiloihin lisäämään asuntojen viihtyvyyttä. Tällöin muissa tiloissa käytetään lämmityksenä esimerkiksi lämpöpattereita. [9, s. 200.]

On myös järjestelmiä, jotka lattialämmityksen lisäksi toimivat myös viilennykseen. Viilennys lisää erityisesti kesäaikaan asumisviihtyvyyttä. Järjestelmä mahdollistaa eri huoneissa viilennyksen ja lämmityksen käytön yhtäaikaaisesti. Esimerkiksi kylpyhuonetta voidaan pitää lämpimänä, vaikka muita huoneita viilennetään. Vesikiertoista lattiaviilennystä käytetään vain betonirakenteisessa lattiassa. [10.]

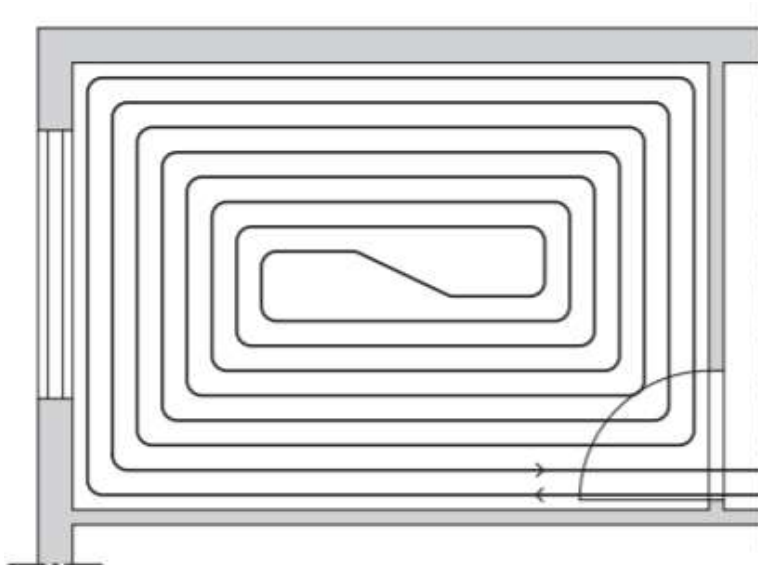
Viilennyksen toiminta perustuu siihen, että viilennettävä lattia-alue on suuri ja lämpötilaero huoneilman kanssa on pieni. Jos lattialämmityksessä käytetään esimerkiksi maalämpöä, onnistuu viilennyksen asennus myös jälkeenpäin. Lattiaviilennys vaatii kuitenkin suurempia investointeja, kuten kaukolämpöä käytettäessä kaukojäähdytyksen tai muutoin esimerkiksi pumpun kierrättämään kylmää vettä. [10; 11.]

2.2.2 Lattialämmityksen suunnittelu

Lattiarakenteen suunnittelussa on mukana rakennesuunnittelija. Lattiarakenteen paksuus voi hieman kasvaa lattialämmityksen myötä ja tämä on huomioitava asennuksessa. Lattialämmityksen yhteydessä asennetaan säätöjärjestelmä. Säätokekeskus muuttaa menoveden lämpötilaa säätöventtiilin avulla ulkolämpötilan muutosten mukaan. Menoveden lämpötila seuraa määriteltyä säätökäyrää. [7, s. 3-4.]

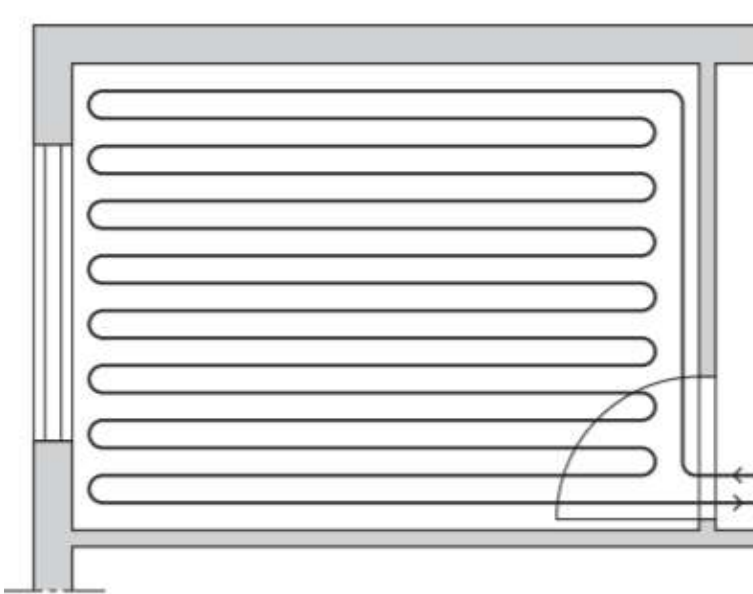
Lattialämmityksen pintalämpötila määrää lämmitystehon. Lämmönluovutukseen vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi vesivirta, lämpötila ja lattian pintamateriaali. Hyvin eristävä lattiapinnoite vaatii tiheämmän putkien asennusvälin, jotta tarvittava lämmitysteho saadaan aikaiseksi. [12, s. 183.]

Asennustapoja vesikiertoisessa lattialämmityksessä on kaksi. Spiraaliasennuksessa meno- ja paluuputki kulkevat aina rinnakkain, kuten kuvassa 3, jossa nuolet näyttävät veden kiertosuunnan. Tämä mahdollistaa tasaisen lämpötilan lattian pinnassa ja on siksi suositumpi menetelmä. [13, s. 6.]



Kuva 3. Lattialämmityspotken asennus spiraaliasennus –menetelmällä [7, s. 2].

Toinen asennustapa on riviputkiasennus. Siinä lattian pintalämpötila laskee lämmityspiirin loppua lähestyttäessä. Kuvasta 4 nähdään, kuinka meno- ja tuloputki kohtaavat ainoastaan putkiston yhdessä kohdassa. [13, s. 6.]

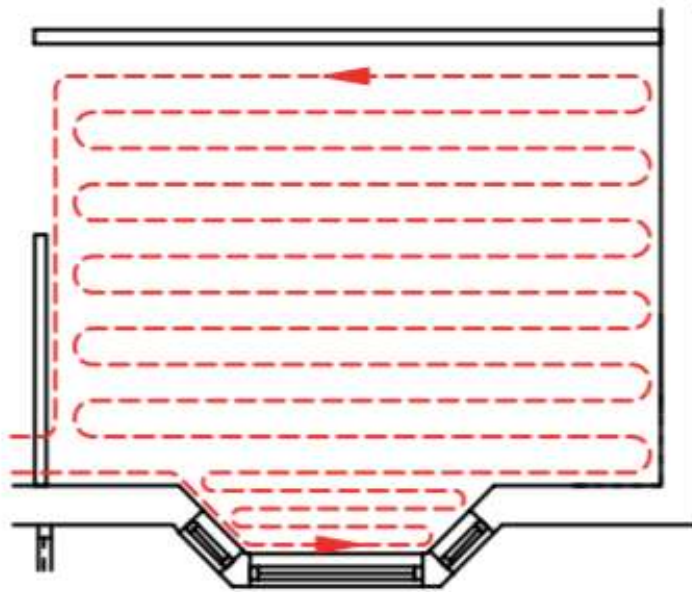


Kuva 4. Lattialämmityspotken asennus riviputkiasennus –menetelmällä [7, s. 2].

Puulattian kanssa rivasennusta käytetään rakenteellisista syistä. Tällöin usein lisätään alumiininen lämmöntasauslevy tai -kalvo, jotta lämpö jakautuu tasaisesti koko lattiaan. Niissä huoneissa, joissa lämmityspotkien ei ole tarkoitus lämmittää, putket eristetään tai sijoitetaan suojaputkeen. [7, s. 2.]

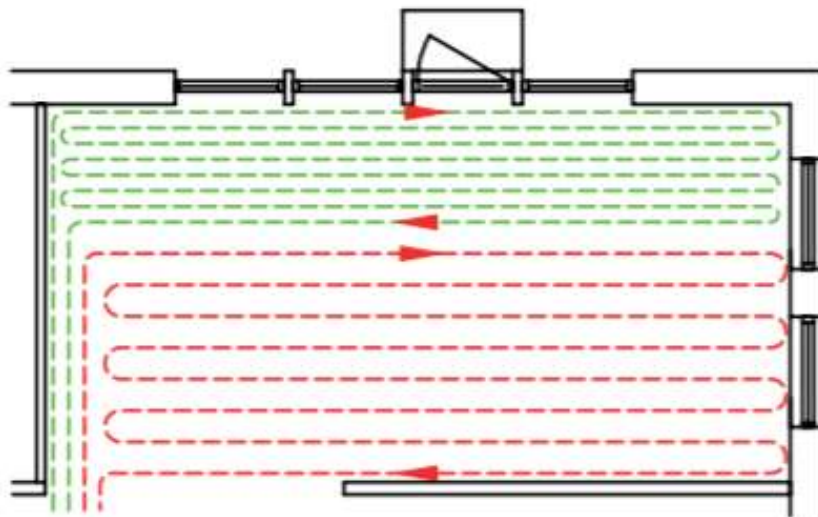
Rakenteissa on oltava riittävä lämmöneristys, jotta lattialämmitystä voidaan käyttää. Myös ikkunoiden eristävyys tulee huomioida, sillä ikkunan koosta riippuen sen läheisyydessä voi tuntua kylmältä tai vetoiselta. Sama ongelma voi ilmetä, mikäli ulkoilmaa ei esilämmitetä sisään otettaessa. [7, s. 2.]

Tarvittaessa lattialämmityspotkiston asennusväli suunnitellaan tiheämmäksi esimerkiksi suuren ikkunan tai kylmän seinän kohdalla. Tätä ratkaisua lämpöhäviön minimoimiseksi kutsutaan reunavyöhykkeeksi. Reunavyöhykkeen voi asentaa kahdella tavalla. Kuvassa 5 on integroitu reunavyöhyke, jossa reunavyöhyke kuuluu samaan piiriin muun lattialämmityspotkiston kanssa. [13, s. 5.]



Kuva 5. Reunavyöhyke samassa piirissä [13, s. 5].

Toinen tapa asentaa reunavyöhyke on tehdä se erillisenä piirinä, kuten kuvassa 6. Kuvasta on helppo erottaa tiheä reunavyöhykkeen putkisto ja muuhun tilaan väljemmin asennettu putkisto. Reunavyöhykkeen sopiva leveys on noin metri. [7, s. 3.]



Kuva 6. Erillinen reunavyöhykepiiri [13, s. 5].

2.2.3 Lattialämmityksen työmaavaikutukset

Lattialämmityksessä jokaiselle huonetilalle tuodaan omat putket jakotukilta, jolloin ne muodostavat huoneen lämmityspiirin. Isoissa huoneissa piirejä voidaan tehdä kaksi välttämään liian suurta painehäviötä. Ylimääräisen siirtoputkien eristämisen välttämiseksi jakotukit pyritään sijoittamaan niin, että siirtoputket ovat mahdollisimman lyhyet. Näin ei synny turhaa lämmönluovutusta. [7, s. 2; 13, s. 4.]

Jakotukki asennetaan esimerkiksi seinälle tai jakotukkikaappiin. Asuinkerrostaloissa jakotukki sijaitsee usein asunnon sisällä, kuten eteisessä. Jakotukille tehdään vesieristetty korotusvalu, jotta vesivuoto huomataan välittömästi eivätkä rakenteet ehdi kastua. Kuvassa 7 on esimerkki seinälle asennetusta jakotukista ja sen korotusvalusta. [14, s. 3.]



Kuva 7. Jakotukin korotusvalu [14, s. 4].

Betonilaatta toimii parhaiten lattialämmityksen kanssa, sillä betoni on hyvä lämmön luovuttaja ja varaaja. Lattialämmityksen asennuksessa betonilattiaan on huomioitava liikuntasaumat. Liikuntasauman läpäisevä putki on suojattava suojaputkella tai eristettävä. Näin tehdään myös jakotukilta huonetilaan menevälle siirtoputkelle. [7, s. 5; 14, s. 2.]

Putkien asennuksessa edetään suunnitelmien mukaan välttämällä kuitenkin suuria taivutuksia. Putken lommahtaessa se on käyttökelvoton. [14, s. 2.] Lattialämmityksessä voidaan käyttää

- muovipinnoitettua kupariputkea
- happidifфуusiosuojattua muoviputkea
- alumiinivahvistettua monikerrospotkea [7, s. 2].

Putkistoille on aina tehtävä painekoe ennen peittämistä, vaikka se tarkoittaisi vain yhden osan testaamista. On suositeltavaa tehdä painekoe myös valun jälkeen. Paineekokeella selvitetään paineilman tai veden avulla, onko putkisto tiivis. [15, s. 1.]

Peittämisen jälkeen lattialämmitys otetaan hitaasti edeten käyttöön. Betonivalun kuivuttua aloitetaan lämmitys noin 20°C lämpötilalla. Tästä edetään parin päivän kuluttua hitaasti muutaman asteen lisäyksillä tavalliseen käyttölämpötilaan. [15, s. 2.]

2.3 Vesikiertoinen patterilämmitys

2.3.1 Yleistä

Vesikiertoisen patterilämmityksen energiahäviöt pysyvät pieninä, kun veden lämpötila pidetään matalana. Lämmöntuotantotapoina patterilämmityksessä toimivat

- kaukolämpö
- sähkö
- maakaasu
- maalämpö
- kiinteä polttoaine
- öljy.

Lämmöntuotantotapa on kohtuullisen helppo vaihtaa vesikiertoisessa patterilämmityksessä, koska lämmönjakojärjestelmä liitetään vain uuteen lämmönsiirtimeen. [16, s. 1.]

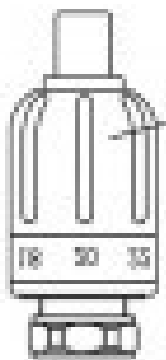
Patterityyppejä on erilaisia. Radiaattorin eli levypatterin toiminta perustuu lämpösäteilyyn. Siinä lämpöä luovuttava pinta ja sisällä kiertävä vesi ovat alaltaan yhtä suuret. Konvektorissa lämmön siirtyminen tapahtuu konvektiona, eli lämpö siirtyy virtaavan veden mukana. [17.]

Putkipatterit ovat nimensä mukaisesti kupari- tai teräsputkisia pattereita. Putkipattereiden toiminnan tukena voidaan käyttää konvektiolevyjä lisäämään lämmönluovutusta. Lisäksi on erikoispattereita, jotka suunnitellaan tarpeen mukaan, kuten sisustusta tai lisälämpöä varten. Esimerkiksi usein kylpyhuoneisiin asennettava ”rättipatteri” eli pyyhekuivain kuuluu erikoispattereihin. [16, s. 5.]

2.3.2 Patterilämmityksen suunnittelu

Sisäilmastovaatimuksien toteutuminen ja äänitekniikan huomioiminen ovat oleellinen osa lämmitysjärjestelmän onnistunutta suunnittelua ja mitoittamista. Ääni kulkee herkästi lämmitysputkia pitkin asunnosta toiseen. Tästä syystä on tärkeää suunnitella ja toteuttaa lämmitysjärjestelmä tarkkaan. Teräsputkinen patteriverkosto on esimerkiksi herkkä äänen siirtymiselle, mutta kumitiiviste patteriventtiiliin ja sulkuyhdistäjän välillä ehkäisee äänen siirtymistä. [16, s. 2; 18, s. 147.]

Patterilämmitys suunnitellaan tilakohtaisesti. Pattereiden mitoituksessa ja sijoittelussa huomioidaan erityisesti kylmien pintojen, kuten ikkunoiden koko, määrä ja sijainti. Niitä säädetään erilaisten termostaattien tai säätökeskuksen avulla. Kuvassa 8 on eräänlainen lämpöpatterin termostaattiosa. [18, s. 145.]

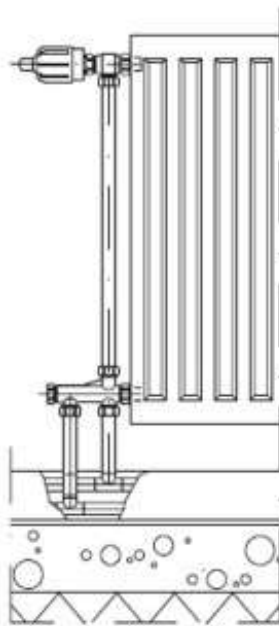


Kuva 8. Patterin termostaattiosa [2].

Huonetilojen lämpötilaa säädetään termostaattisella patteriventtiilillä. Se huomioi ulkoiset lämmönlähteet, kuten auringon ja sähkölaitteet, joiden lämmittäessä huonetta venttiili sulkeutuu. Venttiili tulee sijoittaa siten, ettei esimerkiksi verho tai tuuletusikkunan auki pitäminen vaikuta sen toimintaan. Tarvittaessa voidaan käyttää irtuanturia, joka sijoitetaan esimerkiksi verhon ulkopuolelle venttiilin ollessa verhon takana. [18, s. 147-148.]

Lämmitysjärjestelmän sijoittelu tulee tehdä niin, että putkistot ovat helposti huollettavissa. On myös tärkeää, että mahdolliset vuodot voidaan havaita mahdollisimman nopeasti. Tästä johtuen putket sijoitetaan yleensä näkyville tai koteloon.

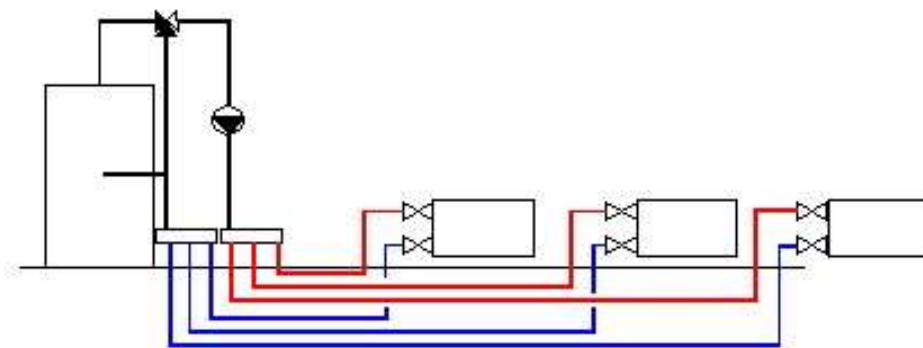
Kuvassa 9 on havainnollistettu putkien sijoitus koteloon. Koteloon asennettaessa vuoto-
vesi tuodaan näkyviin esimerkiksi putkien ympärille asennettavilla vuodonilmaisimilla. Kotelointi ei estä putkien vaihdettavuutta. [16, s. 2.]



Kuva 9. Putkiston asennus patterin alapuolelle erilliseen kotelorakenteeseen [26].

Vesikiertoisella patterilämmityksellä on kaksi putkitustapaa, jotka toimivat yksin tai myös yhdessä. Alajakoisella putkituksella pystytään ehkäisemään äänen siirtymistä putkistojen kautta huoneistojen välillä, jos asennuksessa noudatetaan LVI-ohjekorttia. Putkien sijaintina patterin alla toimii seinä, jalkalista, lattiakanaali tai välipohjan alapuoli. [16, s. 4.]

Kuvassa 10 on esitetty alajakoinen putkitus jakotukkijärjestelmässä. Patterien menovesi- ja paluuviesiputket yhdistetään runkoputkilta jakotukeille tuleviin haaroihin. Jakotukkeihin ja pattereihin asennetaan ilmaruuvit, joiden kautta järjestelmään kertynyt ilma poistuu. [16, s. 4.]



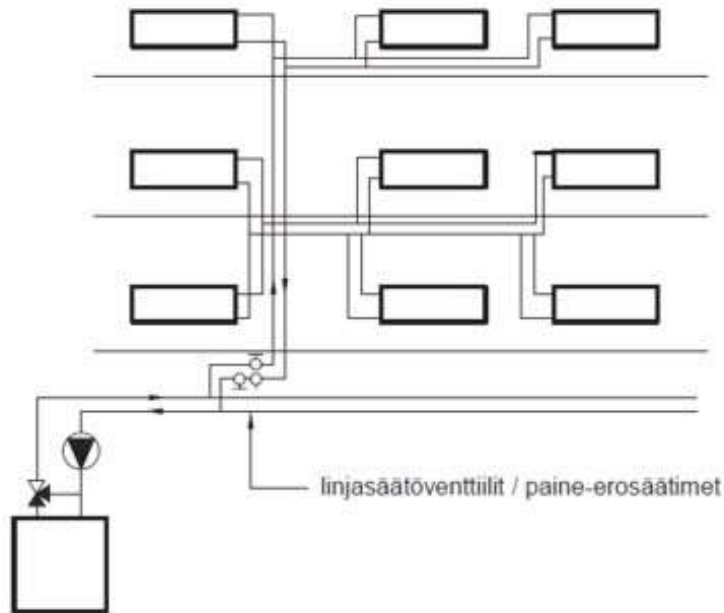
Kuva 10. Jakotukkijärjestelmä alajakoisella putkituksella [25].

Yläjakoinen putkitus on kestävä menetelmä ja siinäkin putkien vaihto on mahdollista. Putket asennetaan katon rajaan vaakatasoon joko koteloituina tai näkyviin nousulinjojen molemmin puolin. Pattereiden kytkentäputket tulevat ylhäältä, eikä niitä peitetä. Linjasäätöventtiili tai paine-erosäädin sijaitsee nousulinjan alapäässä. Ilmanpoistin sijaitsee verkoston ylimmässä kohdassa. [16, s. 4.]

2.3.3 Patterilämmityksen työmaavaikutukset

Vesikiertoisen patterilämmityksen putket voidaan kytkeä kolmella eri tavalla, jotka ovat yksiputkijärjestelmä, kaksiputkijärjestelmä ja käännetty paluuputkijärjestelmä. Kaksiputkijärjestelmässä patterit on kytketty rinnan muodostaen oman kiertopiirin. Pattereilla on omat meno- ja paluuputket, jotka kytketään pystysuoriin nousulinjoihin ja siitä runkoputkiin. [12, s. 120-122.]

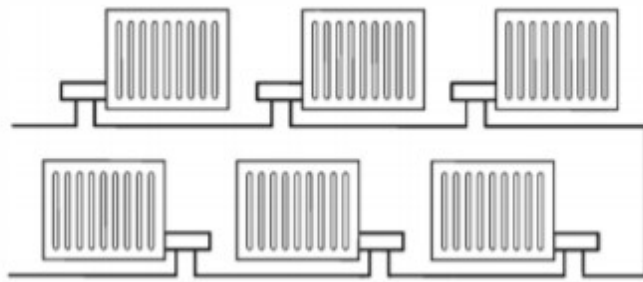
Kaksiputkijärjestelmä on yleisimmin käytetty kytkentätapa. Kuvassa 11 on esitetty kaksiputkijärjestelmä, jossa on käytetty molempia putkitusmenetelmiä. Alimman rivin putket ovat yläjakoisella putkituksella ja ylemmät alajakoisella putkituksella. [12, s. 120.]



Kuva 11. Kaksiputkijärjestelmä ala- ja yläjakoisella putkituksella [26].

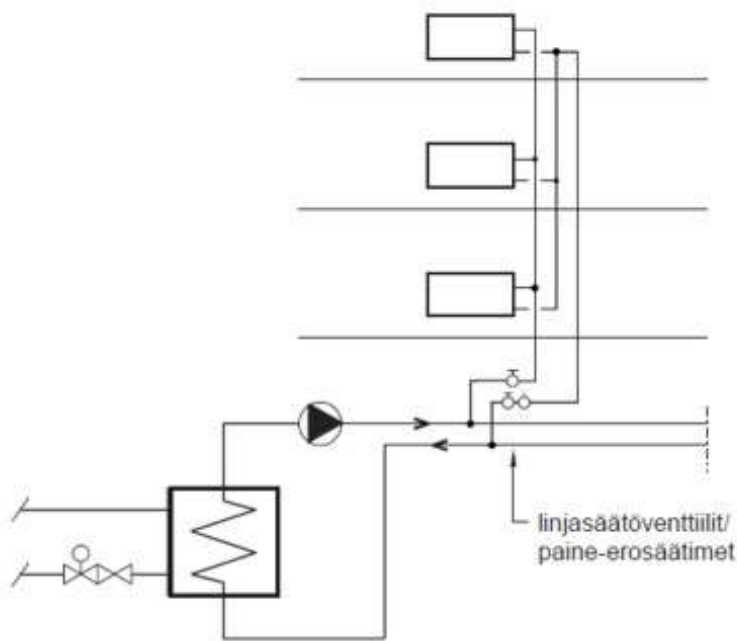
Yksiputkijärjestelmässä kytketään sarjaan tavallisesti 2-5 patteria putkilenkin avulla. Putkilenkillä luodaan reitti, jossa vesi kiertää jakotukilta pattereille ja takaisin käymättä jokaisen patterin välissä lämmönlähteellä. Tästä johtuen kiertovesi on viileämpää saapuaan putkilenkin loppuun. [16, s. 2.]

Kuvan 12 järjestelmä on yksiputkijärjestelmä. Yksiputkijärjestelmä toteutetaan usein alajakoisella putkituksella. Koska pattereita on koko kiertopiirin matkalla, on putkiston pituus usein paljon lyhyempi kuin kaksiputkijärjestelmällä. [16, s. 4; 19, s. 42.]



Kuva 12. Yksiputkijärjestelmä [19, s. 41].

Paluuputkijärjestelmässä patterit on yhdistetty runkoputkiin niin, että kiertopiirissä eri patterien virtauspiirit ovat melkein yhtä pitkät. Näin painehäviöt ovat melkein saman suuruiset ja paine-eroja ei tarvitse tasapainottaa. Kolme edellä mainittua järjestelmää toimii myös yhdessä. Kuvassa 13 on käännetty paluuputkijärjestelmä yhdessä kaksiputkijärjestelmällä toteutetun runkoputkiston kanssa. [16, s. 2.]

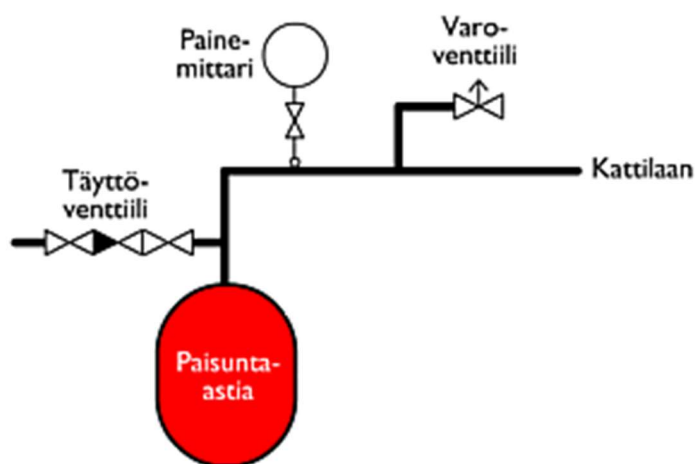


Kuva 13. Käännetty paluuputkijärjestelmä ja kaksiputkijärjestelmällä toteutettu runkoputkisto [26].

Pattereita ei saa asentaa lattiaan kiinni, vaan patterin alapuolelle on jätettävä vähintään 100 mm väli. Jos pattereiden alapuolella kulkee putkia, on niiden asennuskorkeudessa hyvä huomioida esimerkiksi vaikutus siivoukseen. Myös tapauksissa, joissa patteri asennetaan syvennykseen tai koteloon, on jätettävä tarpeeksi suuret ilmankiertoaukot patterin ja seinän tai kotelon välille. Patterit voidaan asentaa myös pystyyn, jolloin on muistettava huomioida ilmanpoisto patterin yläpäästä. [16, s. 5.]

Vesikiertoiset lämmitysjärjestelmät varustetaan paisuntalaitteistolla, sillä veden tiheys muuttuu lämpötilan muuttuessa. Painelaitteiden vaatimuksia ohjaa painelaitelaki, jolla pyritään varmistamaan laitteiden turvallisuus. Painelaite on sijoitettava paikkaan, jossa häiriötilanteessa syntyvä vaara on mahdollisimman pieni ja laitteen käyttö sekä kunnostaminen ovat mahdollisia. Painelaitteelle on luotava sijoitus suunnitelma, jos laitteen sijainnista voi aiheutua suurta vaaraa. [20, 2 luku, §5-7.]

Paisuntajärjestelmä voi olla suljettu tai avoin. Avointa paisuntajärjestelmää käytetään harvemmin, sillä siinä happi pääsee liukenemaan lämmitysjärjestelmän veteen aiheuttaen korroosiota putkistossa ja järjestelmän muissa osissa. Suljettu paisuntajärjestelmä on esitetty kuvassa 14. Siinä varoventtiilit ja muut turvalaitteet estävät paineen nousun liian suureksi. [12, s. 201-202.]



Kuva 14. Suljettu paisuntajärjestelmä [21].

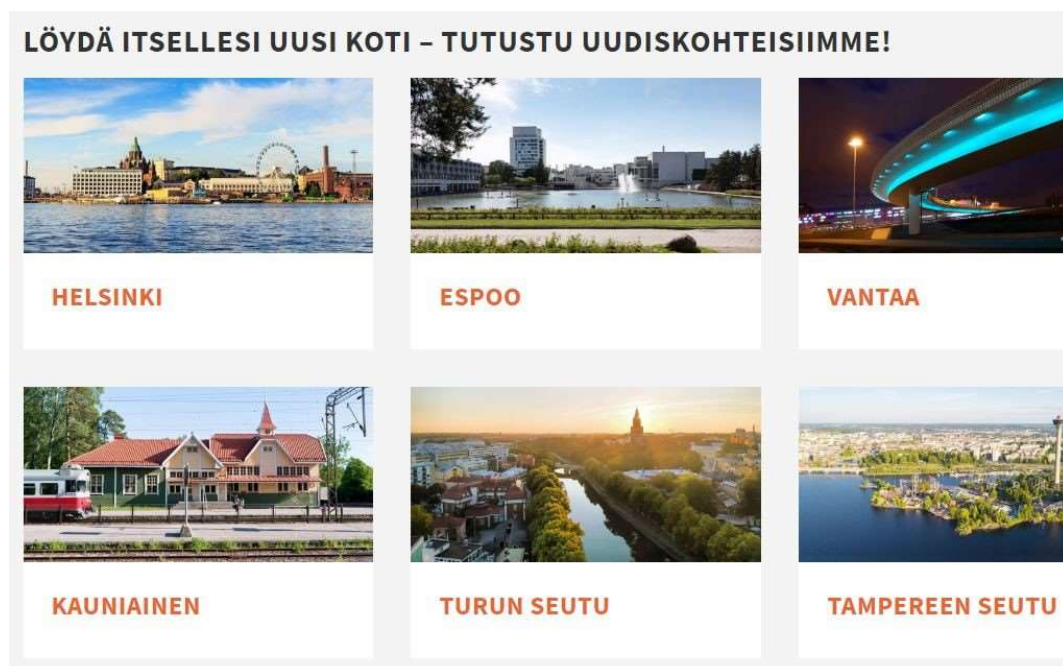
Paisunta-astia sisältää lämmitysverkoston vettä ja typpikaasua, joiden välissä on kaasutiivis kumikalvo. Veden tilavuuden muuttuessa kalvo joustaa ja typpi nostaa veden painetta puristuessaan kasaan. Näin paisunta-astia mahdollistaa veden tilavuuden muutokset ja veden kulkeutumisen järjestelmässä. [21.]

3 Nykytilanne

Nykytilannetta tutkitaan Peabin nettisivujen ja Peabin projektipäälliköiden haastattelujen avulla. Nykytilanteesta halutaan erityisesti selvittää, mitä lämmönjakojärjestelmiä Peabin kohteissa käytetään. Tuloksena nähdään, kertovatko nettisivujen julkiset tiedot samaa nykytilanteesta, kuin kohteiden parissa työskentelevät toimihenkilöt ja kumpaa järjestelmää käytetään enemmän.

3.1 Nettisivujen analysointi

Nettisivut ovat julkinen tapa jakaa tietoa ulkopuolisille. Peabin asuntomyyntin nettisivujen tarkoituksena on jakaa tietoa myytävistä asunnoista. Nettisivuilla on tietoa tulevista kohteista, rakenteilla olevista kohteista sekä jo valmiista kohteista, joissa on asuntoja myymättä. Nettisivuilla eivät näy vanhat kohteet, joiden kaikki asunnot on myyty. Kuvassa 15 näkyy osa Peabin asuntomyyntin etusivun ulkoasusta.

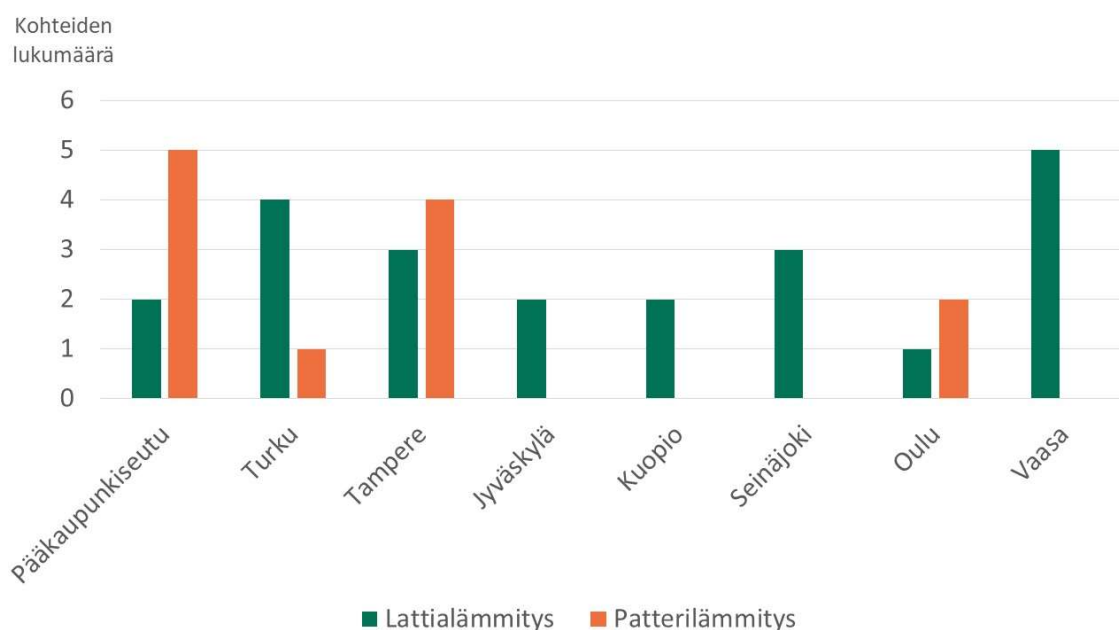


Kuva 15. Ote Peab Kodin etusivulta [22].

Usein nettisivuilla pyritään kiinnittämään lukijan huomio korostamalla toivottuja asioita. Kaikkea ei kerrota heti kohteen etusivulla, vaan esimerkiksi Peabin kohteista paljon lisätietoa löytyy sivulla liitteenä olevasta esitteestä. Jos esimerkiksi lämmönjakojärjestelmää ei mainita kohteen esittelytekstissä, löytyy se todennäköisesti esitteestä. [22.]

3.1.1 Myynnissä olevat kohteet

Peabilla on toimipisteitä ympäri Suomea. Kaikilla paikkakunnilla rakennetaan jatkuvasti ja myydään valmiita kohteita. Vuoden 2020 tammikuussa Peabilla on Suomessa 34 oman asuntotuotannon uudiskohdetta, joissa on asuntoja myytävänä. Tätä on havainnollistettu kuvan 16 kaaviolla, jossa on eroteltu väreillä kohteiden lämmönjakojärjestelmät. [22.]



Kuva 16. Myytävien asuntokohteiden lämmönjakojärjestelmät kaupungeittain [22].

Kaaviosta nähdään, että 22 Peabin kohteessa on vesikiertoinen lattialämmitys ja 12 kohteessa vesikiertoinen patterilämmitys. Viidessä kohteessa on lattialämmityksen lisäksi lattijäähdytys. Kaikki tällä hetkellä myynnissä olevat kohteet lämmitetään kaukolämmöllä ja viidessä jäähdytettävässä kohteessa on lisäksi kaukojäähdytys. [22.]

Nettisivujen perusteella saa kuvan, että muutamissa kaupungeissa tehdään pelkästään lattialämmityskohteita. Nettisivuilta nähdään kuitenkin vain tämän hetken tieto, joten siitä ei voi päätellä koko tilannetta lämmönjakojärjestelmien suhteen. Pidemmällä aikavälillä seurattuna tilanne voi olla hyvinkin erilainen. [22.]

Nettisivuilla selkeästi korostetaan kohteiden esittelytekstissä lattialämmitystä, mikäli sellainen on. Myös lattiaviilennys halutaan tuoda esille mukavuutta lisäävänä ominaisuutena. Nettisivuilla pyritään luomaan mielikuvia tosielämästä uudessa kodissa.

Todellista arjen luksusta on vesikiertoinen lattialämmitys, jonka ansiosta voi tepsotella avojaloin pakkaspäivinäkin. Pattereita ei siis ole, joten voit käyttää tilatehokkaan kodin kaikki sentit sisustamiseen. Kesän kuumimpiin päiviin helpotusta luo puolestaan edistyksellinen lattianviilennysjärjestelmä. [22.]

Patterilämmityksestä ei ole mainintoja kohteiden etusivun esittelytekstissä. Tästä voi päätellä, että lattialämmitys on myynnin kannalta positiivinen vaikuttaja ja sitä halutaan korostaa. [22.]

3.2 Haastattelujen analysointi

Nykytilanteen kartoituksessa toisena tutkimusmenetelmänä käytetään haastatteluja. Haastattelumenetelmänä on puolistrukturoitu haastattelu, eli haastattelussa on valmis kysymyspohja, mutta siitä voidaan myös poiketa. Kysymykset ovat avoimia ja niillä pyritään saamaan aikaiseksi keskustelua ja pohdintaa. Haastattelukysymykset on esitetty liitteessä 1. Haastattelun tulokset kerätään muistiinpanoina.

Haastatteluihin osallistuu kuusi projektipäällikköä, kukin eri kaupungista. Kaupungit ovat Helsinki, Turku, Tampere, Seinäjoki, Jyväskylä ja Vaasa. Haastattelujen avulla pyritään selvittämään tottumuksia eri kaupungeissa. Halutaan erityisesti selvittää, mitä lämmönjakojärjestelmää käytetään ja miksi. Haastattelut suoritetaan puhelimitse Helsingin haastattelua lukuun ottamatta.

3.2.1 Lämmönjakojärjestelmän valinta

Kokemukset lämmönjakojärjestelmien käytöstä vaihtelevat kaupunkikohtaisesti. Haastatteluissa käy ilmi, että neljä kuudesta kaupungista on siirtynyt tai siirtymässä pelkästään lattialämmityksen käyttöön. Yhdessäkään kaupungissa ei käytetä pelkästään patterilämmitystä, vaan esimerkiksi Helsingissä lämmönjakojärjestelmä valitaan kohdekohtaisesti, eikä toistaiseksi olla nähty tarpeelliseksi siirtyä vain yhden käyttöön.

Kahdessa edelleen patterilämmitystä käyttävässä kaupungissa kohteen arvoa ja sijaintia pidetään järjestelmän valintaan vaikuttavina tekijöinä. Jos kohde on esimerkiksi meren lähellä ja merimaisemaa halutaan korostaa suurilla ikkunoilla, voi olla järkevää käyttää lattialämmitystä. Tästä esimerkkinä kuva 17, joka on eräästä Peabin kohteesta.



Kuva 17. Lattiaan ulottuvat ikkunat lattialämmityskohteessa [22].

Patterilämmitystä pidetään usein edullisempänä vaihtoehtona. Puolet projektipäälliköistä ovat kuitenkin sitä mieltä, että hintaero järjestelmien välillä ei ole nykypäivänä merkittävän suuri.

Myös kilpailutilanne vaikuttaa lämmönjakojärjestelmän valintaan. Kolme kuudesta kaupungista käyttää lattialämmitystä muun muassa kilpailutilanteen vuoksi. Kaksi kuudesta ei ole siirtynyt pelkkään lattialämmitykseen, koska kilpailutilanne ei sitä edellytä.

Jos suurin osa kaupungin rakennusalan yrityksistä käyttää ainoastaan lattialämmitystä, voi se kannustaa muita yrityksiä samaan päätökseen. Koska erityisesti asukkaat arvostavat lattialämmitystä, on kilpailutilanne syytä ottaa huomioon. Asiakaspalautteen perusteella osa pitää patterilämmitystä jopa vanhanaikaisena.

3.2.2 Tekniset ratkaisut

Lattialämmitystä tehdessä välipohjana on yleensä ontelolaatta tai paikallavalettu laatta. Suunnitteluvaiheessa on huolehdittava tekniikan mahtumisesta niin, että oikea huonekorkeus säilyy. Neljä kuudesta kaupungista käyttää välipohjana pääasiassa ontelolaattaa ja loput kaksi paikallavalettua laattaa.

Patterilämmitystä käytettäessä putket asennetaan tavallisesti seinän pintaan. Ne on kuitenkin myös mahdollista asentaa lattiaan. Tällöin myös patterilämmitykseen tarvitaan jakotukit. Piiloasennettu patterilämmitys on harvinaisempi toteutustapa, mutta haastatte- luissa ilmeni, että yhden kaupungin kohteessa on käytetty kyseistä menetelmää.

Jakotukkien sijoituksessa ilmeni paikkakuntaakohtaisia eroja ja jakotukkien sijoittaminen koettiin usein haastavana tilanpuutteen vuoksi. Jakotukit sijoitetaan yleensä porrashuoneeseen tai asunnon sisälle. Yhdessä kaupungissa jakotukin sijoitus katsotaan kohdekohtaisesti, eikä tiettyä tapaa suosita. Asunnon sisällä yleisin sijainti on eteinen ja eteiskaappi tai vaatehuone. Asunnon sisälle sijoittamista suosivat kolme viidestä kaupungista.

Porrashuoneessa jakotukit sijoitetaan usein alemman kerroksen alakattoon. Ensimmäisen kerroksen jakotukit voidaan sijoittaa esimerkiksi seinälle tai asuntoon. Päällimmäisenä tavoitteena sijoittamisessa on löytää paikka, jossa jakotukki vie mahdollisimman vähän tilaa asunnosta tai porrashuoneen käytävältä. Käytävälle jakotukin sijoittaa kaksi viidestä kaupungista.

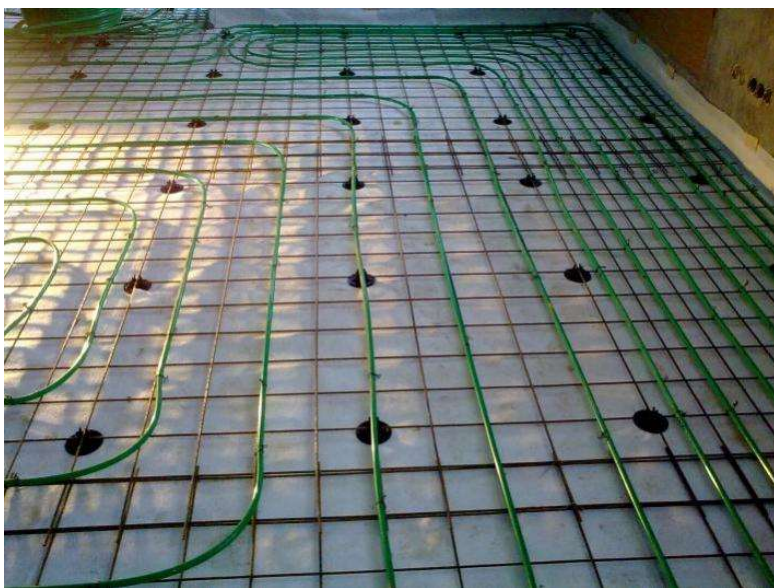
Puolet haastateltavista ovat kokeneet ongelmia säätöjen kanssa luovutuksen jälkeen. Tasapainotus ja oikean säätökäyrän valinta ovat oleellinen osa sopivan huonelämpötilan säilymistä. Ihmisillä voi olla eri mieltymykset lämpötilojen suhteen, minkä johdosta asukailta voi tulla palautetta uuteen kotiin muutettuaan.

3.2.3 Työvaiheiden tahdistus

Molemmilla lämmönjakojärjestelmillä on vaikutus työvaiheiden tahdistamiseen. Ongelmat voidaan kuitenkin välttää hyvällä aikataulutuksella. Jokaisessa haastattelussa aikataulutusta tulee keskustelussa esille ja sitä pidetään oleellisena osana onnistumisen kannalta.

Patterilämmitystä tehdessä aikataulua helpottaa, että pattereiden ja putkistojen asentaminen voidaan aloittaa jo ennen vesikaton valmistumista. Työläs vaihe tulee vasta myöhemmin, kun patterit irrotetaan tasoituksen ja maalauksen ajaksi.

Lattialämmitystä tehdessä koko kerros on lattiaurakoitsijan käytössä. Kuvasta 18 nähdään, että lattialämmitystä asennettaessa koko lattia on täynnä lämpöputkea. Myös lattialämmityksen päälle tehtävä pintalattia vie aikaa pidempien kuivumisaikojen vuoksi. On huomioitava myös, että vesikaton valmistumista on odotettava ennen lattialämmitystöiden aloitusta.



Kuva 18. Lattialämmityksen asennus [28].

Korkeissa rakennuksissa voidaan tehdä väliaikainen välikatto, jotta alimpien kerrosten työt voidaan aloittaa aiemmin. Kun aikaa vievät työvaiheet huomioidaan aikataulussa, eivät ne aiheuta ongelmia. Lattialämmityksen valmistuttua se saadaan kuitenkin lopulliseen käyttöön aiemmin kuin patterilämmitys.

3.3 Yhteenveto

Verrattaessa nettisivuilta saatua tietoa rakennuskohteista ja haastattelujen tuloksia huomataan, että tilanteet vastaavat aika hyvin toisiaan. Haastattelujen neljä kaupunkia tekevät pelkällä lattialämmityksellä, tai ovat siirtymässä tähän. Loput kaksi käyttävät molempia lämmönjakojärjestelmiä.

Nettisivujen tuloksista nähdään, että kolmella haastattelussa mukana olleella kaupungilla on vain lattialämmityskohteita. Lopuilla kolmella on molempia kohteita. Tästä voidaan päätellä, että joku näistä kolmesta on siirtymässä pelkän lattialämmityksen käyttöön. Oulu ja Kuopio eivät olleet haastatteluissa mukana, joten myöskään niiden nettisivujen tuloksia ei huomioida.

Taulukkoon 1 on kerätty vesikiertoisen lattialämmityksen ja patterilämmityksen hyviä (+) ja huonoja (-) puolia haastattelujen pohjalta. Taulukosta nähdään, että molemmilla lämmönjakojärjestelmillä on puolensa. Osa vaikutuksista on vain työmaanaikaisia, mutta osa vaikuttaa luovutuksen jälkeenkin.

Taulukko 1. Lämmönjakojärjestelmien vertailu

Vesikiertoinen lattialämmitys		Vesikiertoinen patterilämmitys	
+	-	+	-
Huomaamaton, ei vie tilaa huoneistosta	Hidas reagointi ulkolämpötilan muutoksiin	Patterien asennuksen voi aloittaa ennen vesikaton valmistumista	Vie tilaa, haittaa huonekalujen sijoittelua
Ei ongelmia suurien ikkunoiden kanssa	Asennuksen ajan huoneisto pois muiden käytöstä		Ääniteknisiä ongelmia
Pieni energia-tehokkuus	Pidemmät kuivumisajat, pintalattian valu	Tavanomaisesti toteutettuna halvempi	Patterit irrotettava maalauksen ja tasoituksen ajaksi

Vesikiertoisen patterilämmityksen kanssa ei ilmennyt monia työmaanaikaisia haittoja. Patterilämmityksen huonot puolet kohdistuvat enemmän luovutuksen jälkeiseen aikaan, kun taas lattialämmitys on asukkaalle usein mieluisampi. Lattialämmitys tuo työmaan toimintaan monia huomioitavia asioita, mutta kuten haastatteluissa todettiin, niiden ratkaisu on hyvä aikataulutus.

4 Tulokset

4.1 Myyntiin vaikuttavat tekijät

Kun mietitään ostajan näkökulmasta oman asunnon hankintaan vaikuttavia tekijöitä, voi ensimmäisenä tulla mieleen hinta. Toisaalta omaa kotia etsiessä voi olla valmis maksamaan hieman enemmän, jos korkeampi hinta lisää asunnon mukavuutta ja viihtyvyyttä. Usein lattialämmitys tulee kalliimmaksi kuin patterilämmitys, mutta onko lattialämmityksen lisäämä asuinviihtyvyys sen tuomien kustannusten arvoinen?

Lattialämmitykselle on paljon kysyntää ja patterilämmitystä pidetään toisinaan vanhanaikaisena ratkaisuna. Lattialämmitys antaa mahdollisuuden sisustaa vapaammin, sillä kaikki tekniikka on lattian sisässä. Toisaalta lattialämmityksen reagointi lämpötilan vaihteluihin on hidasta, mikä voi haitata esimerkiksi kesän vaihtelevilla lämpötiloilla.

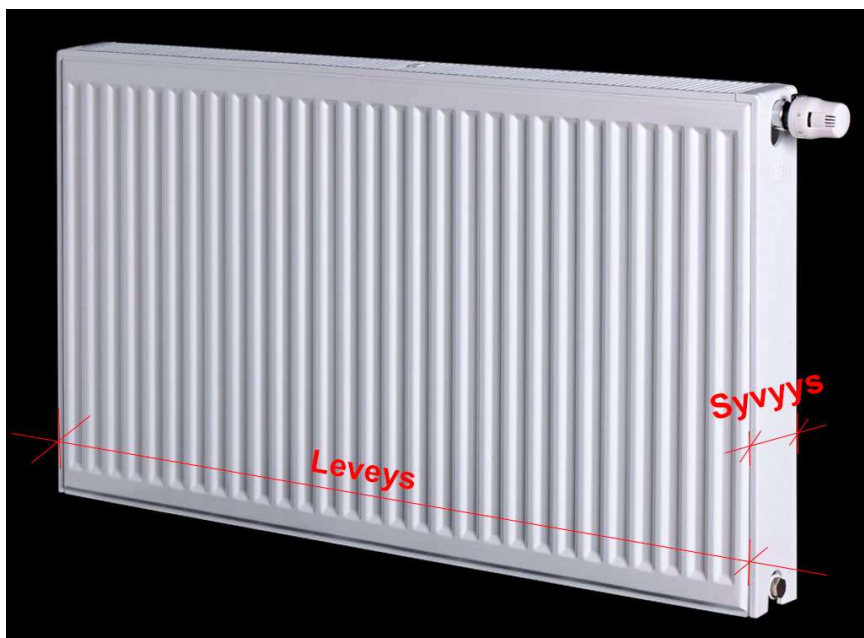
Patterit vievät tilaa huonepinta-alasta ja voivat vaikeuttaa esimerkiksi huonekalujen sijoittelua. Pattereista tiedetään aiheutuvan myös ääniongelmia. Asuntojen läpi kulkevan runkolinjaston lämpöputket kantavat ääntä asunnosta toiseen. Jos esimerkiksi lapsi lyö lelullaan patterin putkia, kuuluu pauke todennäköisesti myös ala- ja yläpuolen asunnoissa.

Elinaikaodotus on vesikiertoisella lattia- ja patterilämmityksellä lähes sama. Vesikiertoisen patteriverkoston elinaikaodotus on 40-50 vuotta, ja vesikiertoisen lattialämmityspotkiston elinaikaodotus on 30-50 vuotta. Huonetermostaatit ja patteriventtiilit vaihdetaan 10-20 vuoden välein. [4.]

4.1.1 Vesikiertoisten patterien pinta-ala

Patterien viemään huonepinta-alaan perehdytään tarkemmin työmaavierailulla tehtävillä mittauksilla. Kohde on Uudellamaalla sijaitseva uudisrakennus, jossa on kaksi kuusikerroksista rappua. Kohteessa on vesikiertoinen patterilämmitys.

Kohteessa suoritetaan mittaukset, joilla selvitetään montako neliötä patterit vievät huonepinta-alasta. Mittauksessa ei kiinnitetä huomiota patterien korkeuteen, vaan mitataan leveys ja syvyys kuvan 19 mukaisesti. Näin saadaan tuloksena neliöt, jotka patterit vievät muusta huoneen pinta-alasta.



Kuva 19. Tutkimuksessa käytettävät patterin mitat. Alkuperäinen kuva [27].

Mittausten yhteydessä todetaan, että myös pattereihin kiinnittyvät meno- ja tulovesiputket vievät tilaa huoneesta, joten ne päätetään ottaa mittauksiin mukaan. Patterien termostaatit eivät ole kohteessa vielä paikallaan, joten niitä ei huomioida. Taulukossa 2 on patterien mittausten tulokset.

Taulukko 2. Vesikiertoisten patterien neliöt verrattuna huonepinta-alaan

A-talo		B-talo	
Huoneistoala	1927,5 m ²	Huoneistoala	1621 m ²
Patterien pinta-ala	14,6 m ²	Patterien pinta-ala	14,3 m ²
Putkien pinta-ala	6,7 m ²	Putkien pinta-ala	6,4 m ²

A-talossa patterien ja putkien yhteispinta-alaksi kertyy 21,3 m² ja B-talossa 20,7 m². Keskiarvoinen asuntokoko A-talossa on 62,2 m², josta patterit ja putket vievät pinta-alaa keskimäärin 0,7 m². Vastaavasti B-talon keskiarvoinen asuntokoko on 32,4 m² ja siitä patterit sekä putket vievät pinta-alaa keskimäärin 0,4 m².

Korkeuteen vaikuttaa patterin koon lisäksi asennus. Vesikiertoisien patterilämmityksen RT-ohjekortissa määritellään, että patteri tulee asentaa vähintään 100 mm korkeudelle lattiasta [16, s. 5]. Tämä helpottaa lattian siivousta patterin alta. Mikäli patterin asennuksessa tulee virhe ja väli jää pienemmäksi, voi siivous vaikeutua.

4.2 Kustannusvertailu

4.2.1 Tutkimusmenetelmät

Kustannusvertailuja lähestytään haastatteluiden kautta. Projektipäälliköiden kanssa pohditaan, onko kaupungissa vertailukelpoista lattia- ja patterilämmityskohdetta. Vertailaan kohteiden kokoa ja asuntomäärää, sijaintia ja toteutustapoja. Joidenkin kaupunkien kohdalla projektipäälliköt tietävät välittömästi, että vertailuun sopivia hintatietoja ei ole saatavilla.

Sopivien kohteiden löydyttyä perehdytään kustannuksiin. Tarjouksia ja sopimuksia tutkimalla saadaan selvyys siihen, mitä työtä mihinkin hintaan kuuluu. LVV-työt ovat usein kokonaishintana ilman erittelyjä, mikä vaikeuttaa vertailua. Tarkkaan kustannusvertailuun ei päästä, vaan tulokset ovat suuntaa antavia.

Tutkimusten pohjalta vertailuun valitaan kaksi kaupunkia ja kummastakin lattia- ja patterilämmityskohde. Valittujen kaupunkien kohteet ovat keskenään lähes identtiset kokonsa, asuntomääränsä ja kalustuksensa puolesta. Tästä syystä todetaan LVV-kustannusten olevan tarpeeksi tarkat suuntaa antavaa vertailua varten.

Kaupunkien välillä on todennäköisesti hintaeroja, sillä kaupungit ovat eri kokoisia ja sijaitsevat eri puolilla Suomea. Kaupunkien välisiin hintaeroihin vaikuttaa sijainnin lisäksi se, että toisen kaupungin patterilämmityskohteessa putket on asennettu seinälle ja toisen lattiaan. Tästä syystä kaupunkien tuloksia ei verrata keskenään.

4.2.2 Tulosten analysointi

Kaupunki 1 sijaitsee Pohjanmaalla ja kohteet kuuluvat kaupunkinsa kaukolämpöverkoon. Kaupungin 1 kohteista käytetään vertailussa nimityksiä Kohde 1A ja Kohde 1B. Taulukossa 3 on esitetty Kohde 1A:n ja Kohde 1B:n perustiedot.

Taulukko 3. Kohdetiedot, kaupunki 1

Kohde 1A	Kohde 1B
Vesikiertoinen lattialämmitys	Vesikiertoinen patterilämmitys
61 asuntoa	60 asuntoa
Huoneistoala 2312,5 m ²	Huoneistoala 2307,5 m ²
Huoneistokoot 25,5-62 m ²	Huoneistokoot 25,5-88,5 m ²

Kohde 1A ja Kohde 1B ovat kahdeksankerroksisia uudisrakennuksia. Taulukosta nähdään, että kohteet ovat hyvin samankokoiset. Kohde 1B:ssä on yksi suurempi asunto, joka on 88,5 m², kun taas Kohde 1A:ssa on kaksi noin 40 m² asuntoa. Tämä selittää pientä eroa asuntomäärissä. Muilta osin asuntojen koot eroavat pääasiassa vain 0-1,5 m².

Kohde 1A:n asunnoissa on myös kylpyhuoneissa ja saunoissa vesikiertoinen lattialämmitys, jonka hinta on mukana lattialämmityksen kokonaishinnassa. Kohde 1B:ssä kylpyhuoneet ja saunat on varustettu sähköisellä lattialämmityksellä. Kohde 1A:n lattialämmityksen hinnasta vähennetään kylpyhuoneiden ja saunojen kustannukset, jotta kohteiden väliset erot saadaan minimoitua.

LVV-töiden hinta on urakkasummana. Koska kohteet ovat hyvin samankokoiset ja niissä on muun muassa sama vesikalustus, todetaan että LVV-hintatietoa voidaan käyttää vertailussa sellaisenaan. On kuitenkin muistettava, että kohteiden urakkasummien sisällyksessä voi olla eroja.

Kustannusvertailu kaupungin 1 kohteista on esitetty taulukossa 4. Hintatietoja ei esitetä euroina yrityksen yksityisyyden suojaamiseksi. Hintatiedot on esitetty niin, että Kohde 1A:n kustannukset ovat yhteensä 1000 yksikköä ja muut kustannukset ovat suhteutettuna tähän.

Taulukko 4. Kustannusvertailu, kaupunki 1

Kohde 1A			
Lattialämmitys	2312,5 m ²	0,1265 yks./m ²	292 yksikköä
KPH + S	365 m ²	-0,1265 yks./m ²	-46 yksikköä
LVV	2312,5 m ²	0,326 yks./m ²	754 yksikköä
=			1000 yksikköä
Kohde 1B			
LVV	2307,5 m ²	0,3946 yks./m ²	910,5 yksikköä
=			910,5 yksikköä

Lattialämmityksen hintaan sisältyy lattialämmityksen suunnittelu, lämpöputket, lattiaeriste, jakotukit, termostaatit ja toimilaitteet sekä asennus ja asennukseen liittyviä tarvikkeita. Molempien kohteiden LVV-hintaan kuuluvat lämpö-, vesi- ja viemäryöt. Kohteiden LVV-urakkasisällöt ovat pitkälti samat. Erona urakkahinnoissa on, että Kohde 1A:ssa ulkopuoliset viemäryöt kuuluvat maanrakennusurakkaan ja Kohde 1B:ssä LVV-urakkaan.

Kustannusvertailusta nähdään, että suurimpien kustannusten perusteella vesikiertoinen patterilämmitys on halvempi. Lattialämmityksen kokonaiskustannukset ovat 1000 yksikköä ja patterilämmityksen kokonaiskustannukset ovat 910,5 yksikköä. Tässä vertailussa patterilämmitys on siis 9,85 % halvempi kuin lattialämmitys.

Jos vertailu tehdään tarkemmalla otannalla, lisäkustannuksia patterilämmitykseen aiheuttaa esimerkiksi ylimääräiset patterien irrotukset ja kiinnitykset, maalaus- ja tasoitetyöt sekä palokatkot. Lattialämmitykseen lisäkustannuksia aiheuttaa muun muassa termostaattien kytkennät, jotka hoitaa sähköurakoitsija. Lisäksi rakenteilla voi olla vaikutusta hintaan, kuten laattojen paksuuksilla ja pintavaluilla.

Kaupunki 2 sijaitsee Varsinais-Suomessa ja kohteet kuuluvat kaupunkinsa kaukolämpö-verkkoon. Kaupungin 2 kohteista käytetään vertailussa nimityksiä Kohde 2A ja Kohde 2B ja ne ovat kuusikerroksisia uudisrakennuksia. Taulukossa 5 on esitetty Kohde 2A:n ja Kohde 2B:n perustiedot.

Taulukko 5. Kohdetiedot, kaupunki 2

Kohde 2A	Kohde 2B
Vesikiertoinen lattialämmitys	Vesikiertoinen patterilämmitys
35 asuntoa	31 asuntoa
Huoneistoala 1717 m ²	Huoneistoala 1744 m ²
Huoneistokoot 27-87,5 m ²	Huoneistokoot 29-101,5 m ²

Taulukossa 6 on esitetty kustannusvertailu kaupungin 2 kohteista. Vertailussa lattialämmityksen kokonaiskustannusten arvo on 1000 yksikköä, ja muut arvot on suhteutettu tähän. Kaupunkien 1 ja 2 yksittäisiä tuloksia ei voi verrata keskenään, sillä niissä 1000 yksikköä on arvoltaan eri suuruinen.

Taulukko 6. Kustannusvertailu, kaupunki 2

Kohde 2A			
Lattialämmitys	1717 m ²	0,239 yks./m ²	410 yksikköä
KPH + KHH + S	214,5 m ²	-0,098 yks./m ²	-21 yksikköä
LVV	1717 m ²	0,356 yks./m ²	611 yksikköä
=			1000 yksikköä
Kohde 2B			
LVV	1744 m ²	0,601 yks./m ²	1048 yksikköä
=			1048 yksikköä

Erona ensimmäiseen vertailuun on, että tässä vesikiertoinen patterilämmitys on suurimmilta kustannuksiltaan kalliimpi kuin vesikiertoinen lattialämmitys. Lattialämmityksen kokonaiskustannukset ovat 1000 yksikköä ja patterilämmityksen kokonaiskustannukset ovat 1048 yksikköä. Lattialämmitys on tässä kustannusvertailussa 4,58 % halvempi kuin patterilämmitys.

Tähän vaikuttaa todennäköisesti se, että Kohde 2B:n patterilämmityksen putkisto on asennettu lattiaan. Tämä asennustapa voi nostaa LVV-urakkahintaa, sillä hintaan sisältyy lisäksi esimerkiksi jakotukit. Asennustapa on harvinaisempi kuin seinän pintaan asennettu, eikä sitä tavanomaisissa patterilämmityskohteissa käytetä.

Lattialämmityksen hintaan kuuluu lattialämmityksen suunnittelu, lämmitysputkisto, jakotukit, termostaattijärjestelmä sekä asennustyöt ja asennuksen vaatimat tarvikkeet. Hintaan on lisätty kohteen projektipäällikön arvio lattiaeristeen, pintavalun ja hierron hinnasta.

5 Johtopäätökset

Opinnäytetyön aihetta lähestytään useista näkökulmista, joista kustannukset ovat yksi. Kustannusvertailu jää suuntaa antavaksi, mutta kallistuu siihen, että patterilämmitys on halvempi tavanomaisesti tehtynä. Kaupungeissa, joissa käytetään vain lattialämmitystä, ei hintaeroa pidetä kuitenkaan suurena.

Lattialämmityksen yksi hyvä puoli on sen huomaamattomuus. Sen lisäksi, että lattialämmitystä ei näe, se ei myöskään vie asuintilaa. Mittaukset osoittavat, että vesikiertoiset patterit ja niiden putket vievät noin 60 m² huoneistosta pinta-alaa 0,7 m². Vaikka määrä jää alle neliön, vaikuttaa se sisustukseen ja esimerkiksi huonekalujen sijoitteluun.

Haastatteluista kerätyn tiedon perusteella neljä kuudesta kaupungista käyttää pelkkää vesikiertoista lattialämmitystä. Näissä neljässä kaupungissa se on järkevää, sillä lattialämmitykselle on kysyntää ja kilpailevat rakennusliikkeet käyttävät sitä myös. Kahdessa vesikiertoista patterilämmitystä käyttävässä kaupungissa kysyntä ja tarjonta mahdollistavat molempien lämmönjakojärjestelmien käytön.

Kaupunkien erilaiset tilanteet selittävät sitä, miksi Suomessa lämmönjakojärjestelmän valinta ei ole yhtenäinen. Molemmilla lämmönjakojärjestelmillä on hyvät ja huonot puolensa. Vesikiertoinen patterilämmitys on halvempi, mutta asukkaat arvostavat enemmän lattialämmitystä. Vesikiertoinen lattialämmitys on tällä hetkellä suositumpi lämmönjakojärjestelmä Peabin Suomen kohteissa.

6 Yhteenveto

Opinnäytetyössä tutkittiin eri lämmönjakojärjestelmiä ja niiden käyttöä Suomessa. Työssä keskityttiin vertailemaan vesikiertoista lattia- ja patterilämmitystä omanasunto-tuotannon uudiskohteissa. Työ toteutettiin yrityksen halusta kartoittaa tilannetta Suo-messa ja tutkia aihetta eri näkökulmista. Tietoa kerättiin muun muassa Internetistä, kir-joista ja haastattelujen avulla.

Tavoitteena oli selvittää tilanne työmaan, myynnin ja kustannusten näkökulmasta. Tutki-mus suoritettiin pääasiassa haastattelujen, saatujen kustannusten, nettisivujen ja työ-maavierailun avulla. Tutkimustuloksena saatiin tilannekartoitus lämmönjakojärjestelmien käytöstä, kustannusvertailu sekä kartoitus myyntiin vaikuttavista tekijöistä.

Haastatteluihin osallistui Peabin projektipäälliköitä kuudesta eri kaupungista ja haastat-telujen tuloksena saatiin selvitettyä tilanne oman asuntotuotannon uudiskohteissa läm-mönjakojärjestelmien osalta. Haastattelukysymyksillä kartoitettiin, millä perusteella läm-mönjakojärjestelmä valitaan ja mitä eroja lämmönjakojärjestelmät tuovat työmaan toi-mintaan.

Kustannusvertailut luotiin sopimusten ja tarjousten pohjalta. Tuloksena saatiin taulukko, joka kertoo lämmönjakojärjestelmien suurimmat kustannukset. Kustannusvertailut anta-vat suuntaa siitä, kumpi lämmönjakojärjestelmä on kustannuksiltaan halvempi.

Lämmönjakojärjestelmien vaikutuksia myyntiin analysoitiin nettisivujen ja haastattelujen avulla. Lisäksi työmaavierailulla mitattiin vesikiertoisten patterien pinta-alat yhdestä uu-diskohteesta. Näin saatiin selvitettyä, paljonko patterit vievät tilaa huoneistoalasta.

7 Pohdinta

Opinnäytetyön tuloksena saatiin kattava tilannekartoitus siitä, mitä lämmönjakojärjestelmää Peab käyttää Suomen eri kaupungeissa ja miksi. Kokonaiskuvaa katsottaessa opinnäytetyö tuotti tuloksia ja tutkimuskysymyksiin saatiin vastauksia. Opinnäytetyössä tuli kuitenkin vastaan lopputulokseen vaikuttavia ongelmia, joiden myötä osa tuloksista jäi suppeiksi.

Kustannusvertailuun otettiin alun perin mukaan neljä kaupunkia. Kaupunkien projektipäälliköitä haastateltiin ja pohdittiin sopivia kohteita kustannusvertailuun. Hyvin pian kävi ilmi, ettei alkuperäinen suunnitelma tule pitämään. Neljän aluksi valitun kaupungin kohdalla kolmesta kustannusvertailusta jouduttiin luopumaan.

Yleisimmät ongelmat olivat paljon toisistaan poikkeavat kohteet ja kiinteät urakkasummat, joista ei pysytty erottelemaan tarvittavia kustannuksia. Urakoitsijoita olisi voitu pyytää laskemaan kustannukset projektia varten, mutta tässä tuli opinnäytetyön resurssit ja aikataulu vastaan. Myös erityisesti pääkaupunkiseudulla vertailuun olisi vaikuttanut hintaerot eri asuinalueilla.

Lisäksi muutamien kaupunkien lattialämmityskohteiden hinnassa oli mukana lattiajäähdytys, jonka hinnan erottaminen lattialämmityksestä olisi tuonut lisähaasteita. Vastaan tuli myös tilanne, että kaupungissa ei ollut patterilämmityskohteita ja vertailua ei voitu tehdä. Opinnäytetyön alussa kartoitetuista ongelmista yksi siis konkretisoitui, eli hintatietojen saaminen kustannusvertailuun.

Opinnäytetyön kustannusvertailun onnistumiseksi päätettiin haastatella vielä kahden kaupungin projektipäälliköitä. Jälkeenpäin ajateltuna olisi ollut järkevää heti alussa haastatella jokaisen kaupungin projektipäällikköä, ja sitä kautta selvittää mahdolliset kohteet kustannusvertailuun. Näin olisi suoraan kartoitettu sopivien kohteiden tilanne.

Kahdesta myöhemmin haastatteluun valitusta kaupungista toisessa oli kustannusvertailuun sopivat kohteet. Lopulta vertailuun saatiin siis kaksi kaupunkia, joissa oli molemmissa kustannusvertailuun lattia- ja patterilämmityskohde. Tämä on siis puolet vähemmän, kuin alun perin suunniteltiin.

Kustannusvertailun tuloksia on tarkasteltava kriittisesti. On muistettava, että niissä on mukana sopimuksissa huomioidut suurimmat kustannukset, mutta ulkopuolelle jää useita sopimusten ulkopuolisia töitä. Myös se, että vertailussa on puolet vähemmän kohteita kuin suunniteltiin, kertoo että kustannusvertailusta ei saatu niin kattavia tuloksia kuin oli ajateltu.

Haastattelut suunniteltiin tehtäväksi samoille projektipäälliköille, joiden kaupungeista kustannusvertailut tehtiin. Kun kustannusvertailuun etsittiin lisää kohteita, saatiin samalla enemmän haastatteluja. Tämä oli opinnäytetyön kannalta positiivista, sillä niiden avulla hahmottui selkeämpi kokonaiskuva Suomen tilanteesta. Vain kaksi Suomen kaupunkia, joissa on Peabin toimipiste, jäivät haastattelujen ulkopuolelle.

Haastattelujen avulla pystyttiin toteamaan, että vesikiertoinen lattialämmitys on suosittu Peabin kohteissa. Osa kaupungeista on siirtynyt pelkän lattialämmityksen käyttöön jo vuosia sitten, ja osalla siirtymävaihe on vasta menossa. Tätä tuki myös tiedot Peabin nettisivuilla.

Näiden perusteella vaikuttaakin siltä, että vesikiertoisen lattialämmityksen käyttöön voidaan olla hiljalleen siirtymässä koko Suomessa. Haastatteluissa ei kuitenkaan suoraan ilmennyt tällaisia suunnitelmia. Todennäköisesti tämä ei olekaan tapahtumassa vielä hetkeen, sillä toistaiseksi tilanne rakennusallalla mahdollistaa myös patterilämmityksen käytön joillakin paikkakunnilla.

Koska Suomessa on eroja lämmönjakojärjestelmien käytössä, olisi myös järkevää vaihtaa kokemuksia kaupunkien välillä. Kaupungit, jotka ovat jo pidempään käyttäneet pelkkää vesikiertoista lattialämmitystä, ovat todennäköisesti ratkaisseet monet eteen tulleet ongelmat ja vaikeudet. Jos he jakavat ratkaisunsa muille kaupungeille, voivat muut ennakoida ja välttää vastaavat ongelmat.

Aihetta voisi syventää tutkimalla tarkemmin yhtä osa-aluetta. Suuremmilla resursseilla ja rajaamalla näkökulman yksistään kustannuksiin kustannusvertailun voisi suorittaa tarkemmin. Näin saataisiin tarkempia vastauksia siitä, mistä lämmönjakojärjestelmien kustannuserot todellisuudessa johtuvat.

Lähteet

- 1 Rakennusten lämmitys. Helmikuu 2006. LVI 10-10397. Rakennustieto Oy.
- 2 Lämmitysjärjestelmät. Verkkoaineisto. Ympäristöosaava. <<https://www.ymparistoosaava.fi/kiinteistonhoitoala/index.php?k=22462>>. Luettu 24.10.2019.
- 3 Maalämmön hyödyt ja haitat. Verkkoaineisto. Thermia. <<https://www.thermia.fi/maalampo/maalampo1/maalampo-hyodyt/>>. Luettu 24.10.2019.
- 4 Lämmitys. Verkkoaineisto. Energiatehokas koti. <https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys>. Päivitetty 6.11.2018. Luettu 25.10.2019.
- 5 Kattolämmityksen opas. Kesäkuu 2001. PDF-dokumentti. Lindab. <<http://www.lindab.com/fi/Documents/Ilmastointi/esitteet%20ja%20dokumentit/Kattol%C3%A4mmitys.pdf>>. Luettu 25.10.2019.
- 6 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista. 22.12.2017. Verkkoaineisto. Finlex. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171047>>. Luettu 31.10.2019.
- 7 Vesikiertoinen lattialämmitys. Elokuu 2003. RT 52-10801. Rakennustieto Oy.
- 8 Vesi- ja viemärlaitteistot –opas. Verkkoaineisto. Talotekniikka info. <<https://www.talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/6-vvl-veden-%20lampotila>>. Luettu 31.10.2019.
- 9 Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 2. 2002. LVI 01-10356. Rakennustieto Oy.
- 10 Vesikiertoinen lattiaviilennys. Verkkoaineisto. Uponor. <https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/lattialammitys_viilennys/lattiaviilennys>. Luettu 1.11.2019.
- 11 Puolakka, Marjukka. 24.6.2019. Lattiaviilennys – edullinen ja miellyttävä tapa viilentää kerrostalokoti. Verkkoaineisto. Helen. <<https://www.helen.fi/asiakaspalvelu/ajankohtaista/arjessa/kaukojaahdytys/lattiaviilennys>>. Luettu 1.11.2019.
- 12 Seppänen, Olli. 2001. Rakennusten Lämmitys. Helsinki: Suomen LVI-liitto ry.
- 13 Suunnitteluohje. PDF-dokumentti. LK Systems Oy. <https://www.lksystems.se/globalassets/inriver/resources/fi.33.b.1_suunnitteluohje.pdf>. Luettu 7.11.2019.

- 14 Palolahti, Tuomas. Lattialämmitys. PDF-dokumentti. Rakennustieto. <<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK070403.pdf>>. Luettu 7.11.2019.
- 15 Putkiston täyttö ja painekoe ja ohjeet ennen käyttöönottoa. PDF-dokumentti. Wehopex. <<https://www.wehopex.fi/documents/155143/221843/Putkiston+t%C3%A4ytt%C3%B6+ja+painekoe+ja+ohjeet+ennen+k%C3%A4yt%C3%B6%C3%B6nottoa.pdf/dfbbf6c2-3423-4849-9cca-29b545054e80>>. Luettu 7.11.2019.
- 16 Vesikiertoinen patterilämmitys. Toukokuu 2003. RT 52-10797. Rakennustieto Oy.
- 17 Hogkvist, Mia. 28.2.2018. Konvektori vs radiaattori. Verkkoaineisto. Cleverheating. <<http://cleverheating.fi/konvektori-vs-radiaattori/>>. Luettu 8.11.2019.
- 18 Harju, Pentti. 2002. LVI-Tekniikan perusteet. Helsinki: Kustannusyhtiö Otava.
- 19 Patteriverkoston säätäminen. PDF-dokumentti. VantaLVI. <<http://vantalvi.fi/wp-content/uploads/2014/05/TA-K%C3%84SIKIRJA-Patteriverkoston-S%C3%A4%C3%A4t%C3%A4minen-2011.pdf>>. Luettu 8.11.2019.
- 20 Painelaitelaki. 16.12.2016. Verkkoaineisto. Finlex. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161144>>. Luettu 14.11.2019.
- 21 Kettunen, Timo. 2006. Suljettu paisuntajärjestelmä. Verkkoaineisto. <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/pientalon_lammitys/suljettu_paisunta.htm>. Luettu 14.11.2019.
- 22 Asuntomyyntin nettisivut. Verkkoaineisto. Peab Oy. <<https://peabkoti.fi/>>. Luettu 10.1.2020.
- 23 Energian loppukäyttö. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian kaytto_suomessa/energian_loppukaytto>. Päivitetty 19.11.2019. Luettu 22.11.2019.
- 24 Miten kaukolämpö toimii? Verkkoaineisto. Kaukolampo.fi. <<https://kaukolampo.fi/miten-kaukolampo-toimii/>>. Luettu 24.10.2019.
- 25 Alajakoinen järjestelmä. Verkkoaineisto. Edu.fi. <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/pientalon_lammitys/alajakoinen_jarjestelma.htm>. Luettu 8.11.2019.
- 26 Vesikiertoinen patterilämmitys. Verkkoaineisto. Rakennustieto. <<https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/kirjastot/kirjasto/211.html>>. Luettu 8.11.2019.

- 27 LVI-tarvikkeet. Verkkoaineisto. <https://www.lvi-tarvikkeet.net/epages/lvi-tarvikkeet.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/2014112605/Products/03668>. Luettu 12.3.2020.
- 28 Lattialämmitys. Vesikiertoinen lattialämmitys saneerauskohteeseen. Verkkoaineisto. Nereus. <https://www.nereus.fi/lattialammitys/vesikiertoinen_lattialammitys_saneerauskohteeseen>. Luettu 12.3.2020.

Haastattelut:

Peab Oy projektipäälliköt Helsinki, Turku, Jyväskylä, Tampere, Seinäjoki, Vaasa

Haastattelukysymykset

Kuinka monessa kohteessasi on ollut vesikiertoinen lattialämmitys viimeisen kolmen vuoden aikana?

Mihin urakkaan lattialämmityksen toteutus ja suunnittelu kuuluvat, LVI-urakka vai oma urakka?

Mihin jakotukki yleensä sijoitetaan?

Kuinka monessa kohteessasi on ollut vesikiertoinen patterilämmitys viimeisen kolmen vuoden aikana?

Onko kohteissa ollut kaukolämpö lämmöntuotantotapana?

Perustele kumpi lämmönjakojärjestelmä on työmaan toteutuksen kannalta parempi?

Mitä haasteita lämmönjakojärjestelmät ovat tuoneet työvaiheiden tahdistamiseen?

Onko LVI- tai RAK-suunnitelmiin tullut lämmönjakojärjestelmiin vaikuttavia muutoksia rakentamisen aikana?

Onko tietoa luovutuksen jälkeisistä ongelmista eri lämmitysjärjestelmien suhteen?

Mitkä kaupunkisi kohteet soveltuisi kustannusvertailuun?