



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

EVELIINA KOIVUMÄKI

**Vesikiertoisen lattialämmityksen- ja su-
lanapitojärjestelmien suunnitteluun liitty-
vät haasteet ja sitä kautta tulevat ongelmat**

Opinnäytetyö

RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIikka

2020

Tekijä Koivumäki, Eveliina	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2020
	Sivumäärä 40	Julkaisun kieli suomi, englanti
<p>Julkaisun nimi Vesikiertoisen lattialämmityksen- ja sulanapitojärjestelmien suunnitteluun liittyvät haasteet ja sitä kautta tulevat ongelmat</p>		
<p>Tutkinto-ohjelma Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka</p>		
<p>Tiivistelmä Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli käydä läpi vesikiertoisen lattialämmitys- ja sulanapitojärjestelmien suunnitteluun liittyviä haasteita sekä niiden seurauksena aiheutuvia ongelmia. Työ toteutettiin Novrel Oy:lle.</p> <p>Työn tavoitteena oli myös kehittää ohjeistuslomake, jonka avulla voitaisiin vähentää epäselvyyksiä tilaajan ja LVI-suunnittelijan kanssa. Lomakkeessa esitetään järjestelmään liittyvien tekijöiden raja-arvoja, joiden avulla vesikiertoinen lattialämmitys voidaan toteuttaa.</p> <p>Materiaalina käytettiin työn toteutuksessa alan suunnitteluun viittaavia kirjallisuus- ja verkkolähteitä, sekä Novrel Oy:n lattialämmityssuunnittelijoiden puhelinhaastatteluja.</p> <p>Tämän opinnäytetyön ohella toteutetaan myös toinen opinnäytetyö Novrel Oy:lle. Opinnäytetyö käsittelee vesikiertoisen lattialämmityksen ja sulanapidon suunnitteluun ja mitoittamiseen vaikuttavien lähtötietojen tarveselvitystä. Opinnäytetöiden teoriaosuus käsittelee samoja asioita, mutta syventyvät eri aiheisiin.</p>		
<p>Asiasanat lattialämmitys, sulanapito, viilennys</p>		

Author Koivumäki, Eveliina	Type of Publication Bachelor's thesis	Date May 2020
	Number of pages 40	Language of publication: finnish, English
Title of publication Challenges related to the design of water-based underfloor heating and defrosting systems and future problems		
Degree programme Construction and civil engineering		
Abstract The aim of this thesis was to review the challenges related to the design of water circulating underfloor heating and defrosting systems and the resulting problems. The work was carried out for Novrel Oy. The aim of the work was also to develop an instruction form that could be used to reduce ambiguities with the customer and the HVAC designer. The form sets out the limit values for the system-related factors that can be used to implement water-circulating underfloor heating. Literature and online sources referring to the planning of the field, as well as telephone interviews with Novrel Oy's underfloor heating designers were used as material in the implementation of the work.		
<u>Key words</u> underfloor heating, defrosting, cooling		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	6
2 VESIKIERTOINEN LATTIALÄMMITYS	7
2.1 Yleistä.....	7
2.2 Suunnittelu	7
2.3 Mitoitus.....	11
2.3.1 Lämmitysjärjestelmän lämpötehtarve.....	11
2.3.2 Ominaislämpötehon laskenta	12
2.3.3 Lattialämmitystehon laskenta.....	15
2.3.4 Säävyöhykkeet	16
2.4 Asennus.....	17
2.5 Lattialämmityksen komponentit.....	19
2.5.1 Jakotukki	19
2.5.2 Putki.....	20
2.5.3 Säätyjärjestelmä.....	22
2.6 Märkätilojen lattialämmitys	23
2.6.1 Mitoitus	24
2.7 Jäähtymä	24
2.8 Tiivistelmä	25
3 VIILENNYS.....	26
3.1 Yleistä.....	26
3.2 Lattiaviilennys ja auringon säteily	26
3.3 Lattiaviilennystehon laskenta.....	27
4 SULANAPITO	28
4.1 Yleistä.....	28
4.2 Suunnittelu	29
4.2.1 Katulämmityksen mitoitusperiaate.....	29
4.3 Asennus.....	30
4.4 Sulanapidon laskenta	31
4.5 Tiivistelmä	32
5 MITOITUKSELLISET ONGELMAT JA NIIDEN ENNALTAEHKÄISYKSET.....	33
5.1 Menovesi.....	33
5.2 Kaukolämmitys	33
5.3 Lämpöhäviö	34
5.4 LVI-suunnittelija	34

6 YHTEENVETO.....	35
-------------------	----

LÄHTEET

LIITTEET

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön työn tavoitteena on käydä läpi vesikiertoisen lattialämmitys- ja sulanapitojärjestelmien suunnitteluvaiheessa ilmeneviä haasteita ja niiden kautta syntyviä yleisimpiä ongelmia. Opinnäytetyön on tilannut Novrel Oy.

Työssä käydään läpi vesikiertoisen lattialämmitys- ja sulanapitojärjestelmien toteutus suunnitteluvaiheesta asennusvaiheeseen saakka. Työssä esitetään esimerkkilaskennat järjestelmien tehontarpeesta. Lisäksi opinnäytetyö rajataan koskemaan vain betonirakenteeseen asennettua lattialämmitystä.

Työ toteutetaan pääosin haastatteleamalla Novrel Oy:n lattialämmityssuunnittelijoita. Haastattelujen perusteella kootaan ohjeistus, joka voidaan lähettää tilaajalle tai LVI-suunnittelijalle. Ohjeistuksessa käydään läpi yleisimpiä lattialämmitykseen liittyviä raja-arvoja, joiden avulla voidaan ennaltaehkäistä ongelmia jo heti työn alkuvaiheessa.

Tämän opinnäytetyön ohella toteutetaan Novrel Oy:lle myös toinen opinnäytetyö, joka käsittelee vesikiertoisen lattialämmityksen ja sulanapidon suunnitteluun ja mitoittamiseen vaikuttavien lähtötietojen tarveselvitystä. Opinnäytetyöt käsittelevät teorialtaan samaa aihetta, mutta syventyvät kuitenkin eri ongelmiin.

2 VESIKIERTOINEN LATTIALÄMMITYS

2.1 Yleistä

Vesikiertoinenlattialämmitys kuuluu nykyään yleisimpiin lämmitysmuotoihin. Se on alkanut pikkuhiljaa syrjäyttämään patterilämmitystä kustannustehokkuudellaan. Lattialämmityksellä lisätään asumismukavuutta tasaisen lattian pintalämpötilan avulla.

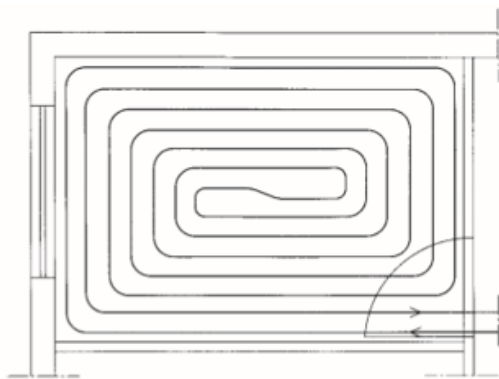
Lattialämmityksessä lämpö nousee alhaalta ylöspäin aiheuttaen lämmitettävään huoneeseen tasaisen lämpötilan ilman vedon tunnetta. Se asennetaan aina lämmitysverkostoon. Käyttövesijärjestelmään sitä ei saa asentaa, sillä lattialämmitys madaltaa käyttöveden lämpötilaa. Lämpimänkäyttöveden ylin mahdollinen lämpötila on +55°C, mikä on liian korkea lattialämmitykselle. (LVI 13-10261, 1996, 1)

Lattialämmitys soveltuu lämmöneristeen mukaan melkein kaikkiin kohteisiin. Ikkunoiden ja ovien lämmöneristävyuden kanssa pitää olla tarkkana, sillä niiden kohdilla esiintyy eniten vetoa. Lattialämmitystä voidaan käyttää sellaisenaan lämmönjakotapana tai se voidaan yhdistää muun lämmönjakotavan rinnalle, esimerkiksi lämpöpatteriin. (RT 52-10801, 2003, 2)

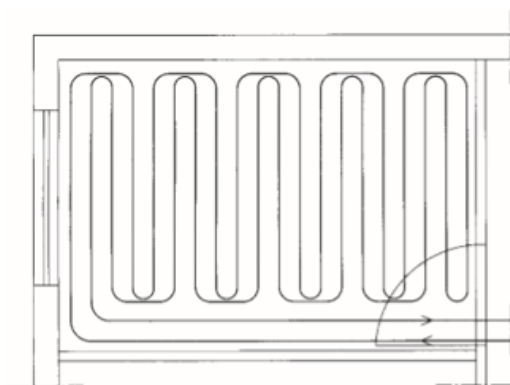
2.2 Suunnittelu

Lattialämmityksessä jokainen huone tai tila muodostaa oman lämmityspiirinsä. Lämmityspiireille tuodaan omat putket jakosäätimillä. Piirit tehdään yhtenäisestä putkesta siten, ettei siinä ole liitoksia lattiarakenteessa. Lattialämmityspotket ovat materiaaliltaan muovipinnoitettua kupariputkea tai happidiffuusiosuojalla varustettua muoviputkea (esimerkiksi PE-RT). (LVI 13-10261, 1996, 2)

Lattialämmitys suunnitellaan spiraali- tai riviasennuksella (kuva 1 ja 2). Siinä menoja paluuputket kulkevat vierekkäin, mikä mahdollistaa lattian tasaisen pintalämpötilan. Suositeltava asennusväli asumistiloissa lattialämmityspotkille on 300 mm, jotta lattian pinta lämpenee tasaisesti. (LVI 13-10261, 1996, 2)

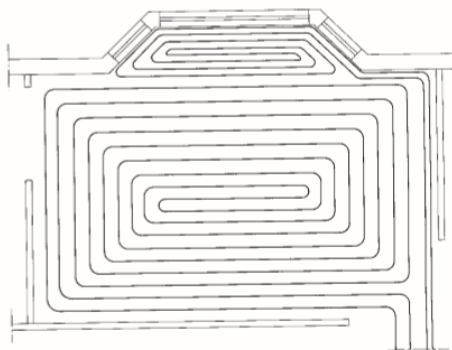


Kuva 1. Spiraaliasennus (LVI 13-10261, 1996, 2)

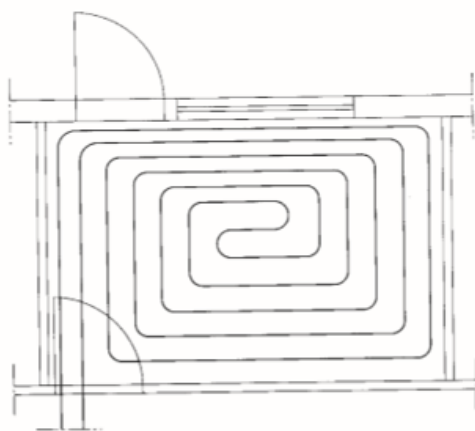


Kuva 2. Riviasennus (LVI 13-10261, 1996, 2)

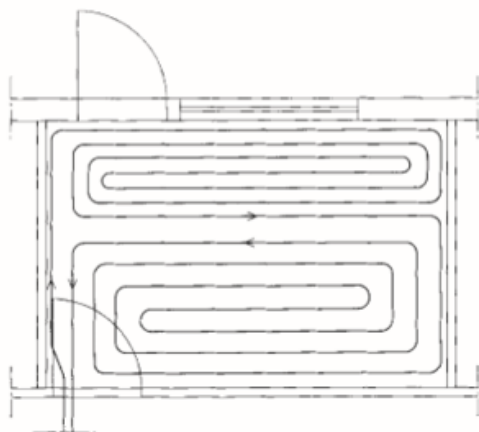
Tiloissa, missä on paljon lämpöhäviöitä aiheuttavia alueita, esimerkiksi suuria ikkunoita, suositellaan asentamaan reunavyöhyke. Reunavyöhyke on noin metrin leveä ja sijoittuu paljon lämpöhäviötä tuottavan kohdan eteen. Reunavyöhykkeen kohdalla käytetään asennusvälinä tiheämpää asennusta, kuin tilan keskiosassa. Yleinen asennusväli näissä tapauksissa on noin 150 mm. Reunavyöhyke voidaan toteuttaa alla olevien esimerkkien tavoilla. (LVI 13-10261, 1996, 3)



Kuva 3. Reunavyöhyke toteutetaan erillisellä putki- ja lämpöputkilla. Piirejä ohjataan yhteisellä huonetermostaatilla tai -anturilla (LVI 13-10261, 1996, 3)

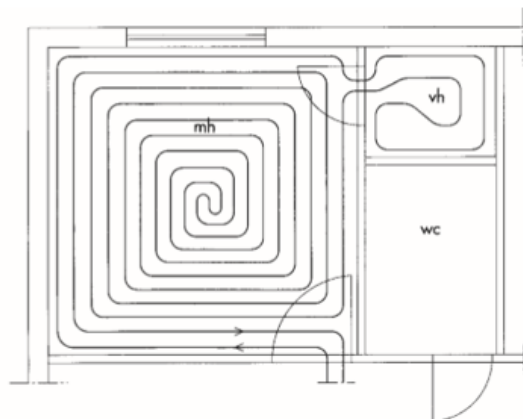


Kuva 4. Reunavyöhyke toteutetaan tihentämällä asennusväliä ainoastaan ulkoseinän puolella (LVI 13-10261, 1996, 3)

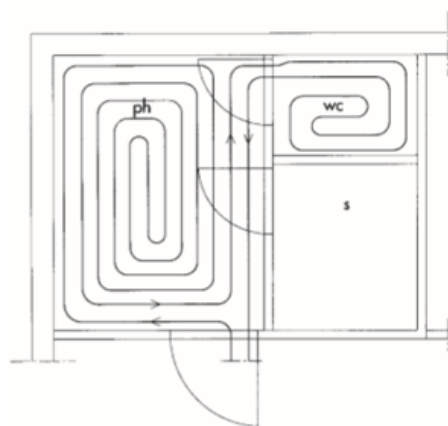


Kuva 5. Lämmityspiirin putket asennetaan ensin reunavyöhykkeelle tiheällä asennusväliellä ja sen jälkeen asennusta jatketaan keskialueella leveämmällä asennusväliellä (LVI 13-10261, 1996, 3)

Suuremmissa tiloissa voidaan käyttää kahta eri piiriä, jottei painehäviö putkissa kasvaisi liian suureksi. Lattialämmityspiireillä on yhteinen ohjaus, jonka avulla voidaan säädellä lämpötilaa. Tiloissa, joissa lämmöntarve on pieni ja oleskeluaika vähäinen, voidaan tila liittää lähellä olevaan lämmityspiiriin. Esimerkiksi vaatehuone voidaan liittää makuuhuoneen kanssa samaan piiriin tai wc pesuhuoneen kanssa samaan piiriin (kuvat 6 ja 7). (LVI 13-10261, 1996, 2)



Kuva 6. Vaatehuone liitettynä samaan lattialämmityspiiriin makuuhuoneen kanssa. (LVI 13-10261, 1996, 2)



Kuva 7. WC liitettynä samaan lattialämmityspiiriin pesuhuoneen kanssa (LVI 13-10261, 1996, 2)

Lattialämmitys mikä sijaitsee maanvaraisen lattiarakenteen päällä, tulee eristää, jotta alaspäin suuntautuva lämpöhäviö saataisiin mahdollisimman vähäiseksi. Eristeenä käytetään 100mm tai 150mm paksuista umpisoluista polystyreenilevyä tai vastaavaa

lämmöneristystä. Putket lämpöeristetään tai asennetaan suojaputkeen alkaen jakotukilta ja jatkuen noin 300-500mm lämmitettävän huoneen sisäpuolelle. Putket lämpöeristetään tai asennetaan suojaputkeen alkaen jakotukilta ja jatkuen noin 300-500mm lämmitettävän huoneen sisäpuolelle. Putket eristetään myös läpivientien ja liikunta-saumojen kohdalla. (LVI 13-10261, 1996, 3)

2.3 Mitoitus

2.3.1 Lämmitysjärjestelmän lämpötehtarve

Mitoitustilanteessa lasketaan ensin huonekohtaiset lämmöntarpeet

$$\phi_{\text{tila}} = \phi_{\text{joht}} + \phi_{\text{vuotoilma}} + \phi_{\text{tuloilma}} + \phi_{\text{korvausilma}}$$

Kaava 1 Lämmitysjärjestelmän lämpötehtarve (RakMk Energiatehokkuus Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta)

, jossa

$$\begin{aligned} \phi_{\text{tila}} &= \text{tilojen lämmitysjärjestelmän lämpötehon tarve [W]} \\ \phi_{\text{joht}} &= \text{johtumislämpöhäviöt rakennusvaipan läpi [W]} \\ \phi_{\text{vuotoilma}} &= \text{vuotoilman lämpenemisen lämpötehon tarve [W]} \\ \phi_{\text{tuloilma}} &= \text{teho tuloilman lämmittämiseen tilassa [W]} \\ \phi_{\text{korvausilma}} &= \text{teho korvausilman lämmittämiseen tilassa [W]} \end{aligned}$$

Huonekohtainen lämmöntarve jaetaan huoneen neliöllä, jolloin saadaan lämmöntarve neliometriä kohden. Tämän jälkeen valitaan alla olevasta taulukosta kiertoveden mitoituslämpötila. (LVI 13-10261, 1996, 4)

	Suositus- arvo	Vähimmäis- arvo	Enimmäis- arvo
Menoveden lämpötila, °C	35...50 ¹⁾	25...30 ¹⁾	50 ¹⁾
Meno/paluuveden lämpötilaero, °C	5...10 ¹⁾		
Lattian pintalämpötila, °C	25...27 ²⁾	23 ²⁾	30 ²⁾
Putkien asennusväli, mm	150...200	50	300
Yhden lattialämmityspiirin painehäviö, kPa	15...20		
Asennussyvyys, mm	40	30	70
Kiertoveden virtausnopeus			
• muoviputki, m/s	0,3	0,1	1,0
• kupariputki, m/s	0,3	0,1	0,8
Maanvaraisen betonilaatan eristyspaksuus (polystyreeni), mm	100 ³⁾		

¹⁾ Riippuu lattiarakenteesta.

²⁾ Laskennallinen raja-arvo, riippuu lattianpäällysteestä, huonetilan käyttötarkoituksesta ja

keskimääräisistä lämpöhäviöistä.

- tiloissa, joissa säännöllisesti työskennellään seisten, lattian pintalämpötila on $\leq +25$ °C
- asuinhuoneiden lattian pintalämpötila on $\leq +26...+27$ °C
- kylpyhuoneissa, WC:ssä, uimahalleissa ja tiloissa, joita käytetään harvoin, lattian pintalämpötila on $\leq +30$ °C
- varastoissa, autotalleissa yms. tiloissa lattian pintalämpötilana voidaan käyttää vähimmäisarvoa $+23$ °C, jos lämpötehotarve sen sallii.

³⁾ Ulommalla reuna-alueella eristyspaksuus on 150 mm. muualla 100 mm.

Taulukko 1. Lattialämmityksen ohjeellisia suositus-, vähimmäis- ja enimmäisarvoja (LVI 13-10261, 1996, 4)

2.3.2 Ominaislämpötehon laskenta

Ominaiskäyrän laskeminen voidaan suorittaa seuraavalla kaavalla (SFS-EN 1264-2, 2013, 6)

$$q = B * a_B * a_T^{m_T} * a_u^{m_u} * a_D^{m_D} * dT$$

Kaava 2. Lattialämmitysjärjestelmän ominaislämpöteho

, jossa q = lattialämmitysjärjestelmän ominaislämpöteho [W/m^2]

B = järjestelmästä riippuva kerroin [$W/(m^2 * K)$]

a_B = lattiapäällysteen laskentakerroin (kaava 3)

a_T = etäisyyskerroin

$m_T = 1 - (T/0,075)$, jossa T = putkien asennusväli

a_u = peitekerroin

$m_u = 100(0,045 - s_u)$, jossa s_u = putken yläpuolella olevan kerroksen paksuus

a_D = putken ulkohalkaisijakerroin

$m_D = 250(D - 0,020)$, D = putken ulkohalkaisija

Δ_{vH} = huoneilman ja lämmitysputkien lämpötilaero [°C]

Lattiapäällysteen laskentakerroin lasketaan seuraavalla kaavalla (SFS-EN 1264-2, 2013, 6)

$$a_B = \frac{\frac{1}{\alpha} + \frac{s_{u,0}}{\lambda_{u,0}}}{\frac{1}{\alpha} + \frac{s_{u,0}}{\lambda_E} + R_{\lambda, B}}$$

Kaava 3. Lattiapäällysteen laskentakerroin

, jossa $1/a$ = lämmönsiirtovastus [m^2K^*W]

s_u = putken yläpuolella olevan kerroksen paksuus [m]

$\lambda_{u,0}$ = $1 W/(m * K)$

λ_E = Putken yläpuolella olevan kerroksen lämmönjohtavuus [m^2K^*W]

Etäisyyskerroin valitaan seuraavasta taulukosta lattian pintamateriaalin lämmönvastuksen periaatteella. (SFS-EN 1264-2, 2013, 30)

Lattian pintamateriaalin lämmönvastus [m^2K/W]	0	0,05	0,1	0,15
aT	1,23	1,188	1,156	1,134

Taulukko 2. Etäisyyskerroimet

Peitekerroin valitaan seuraavasta taulukosta lattian pintamateriaalin lämmönvastuksen ja putken asennusvälin periaatteella. (SFS-EN 1264-2, 2013, 30)

Lattian pintamateriaalin lämmönvastus [m ² *K/W]	0	0,05	0,1	0,15
Putkien asennusväli T [mm]	au			
150	1,057	1,046	1,035	1,0305
225	1,048	1,038	1,0295	1,026
300	1,0395	1,031	1,024	1,021

Taulukko 3. Peitekertoimet

Putken ulkohalkaisijakerroin valitaan seuraavasta taulukosta lattian pintamateriaalin lämmönvastuksen ja putken asennusvälin periaatteella. (SFS-EN 1264-2, 2013, 31)

Lattian pintamateriaalin lämmönvastus [m ² *K/W]	0	0,05	0,1	0,15
Putkien asennusväli T [mm]	aD			
150	1,04	1,034	1,029	1,024
225	1,049	1,043	1,038	1,033
300	1,053	1,049	1,044	1,039

Taulukko 4. Ulkohalkaisijakertoimet

Huoneilman ja lämmitysputkien välinen lämpötilaero lasketaan seuraavalla kaavalla (SFS-EN 1264-2, 2013, 7)

$$dT = \frac{T_{meno} - T_{paluu}}{\ln \frac{T_{meno} - T_{sisä}}{T_{paluu} - T_{sisä}}}$$

Kaava 4. Huoneilman ja lämmitysputkien lämpötilaero

, jossa T_{meno} = Menoveden lämpötila [°C]

T_{paluu} = Paluuv veden lämpötila [°C]

$T_{sisä}$ = Sisälämpötila +21 °C

Jokaisella lattialämmitys on oma suurin sallittu ominaislämpöteho, jolla saavutetaan lattian pintalämpötilan suurin sallittu arvo. Se saadaan huoneen normaalilla sisälämpötilalla ja lattian pintalämpötilalla. Alla olevassa taulukossa (taulukko 1.) näkyy, miten ominaislämpöteho määräytyy missäkin huoneessa. (SFS-EN 1264-2, 2013, 6)

Lattian pintalämpötila °C	Sisälämpötila °C	Ominaislämpöteho, max (W/m ²)	Tila
29	21	100	miehitetty alue
33	22	100	Kylpyhuone tai vastaava
35	21	175	reuna-alue

Taulukko 5. Ominaislämpötehon määräytyminen tiloissa (SFS-EN 1264-2, 2013, 6)

2.3.3 Lattialämmitystehon laskenta

Lattialämmitysteho saadaan laskettua seuraavalla kaavalla

$$\phi = 8,92 * (t_1 - t_s)^{1,1}$$

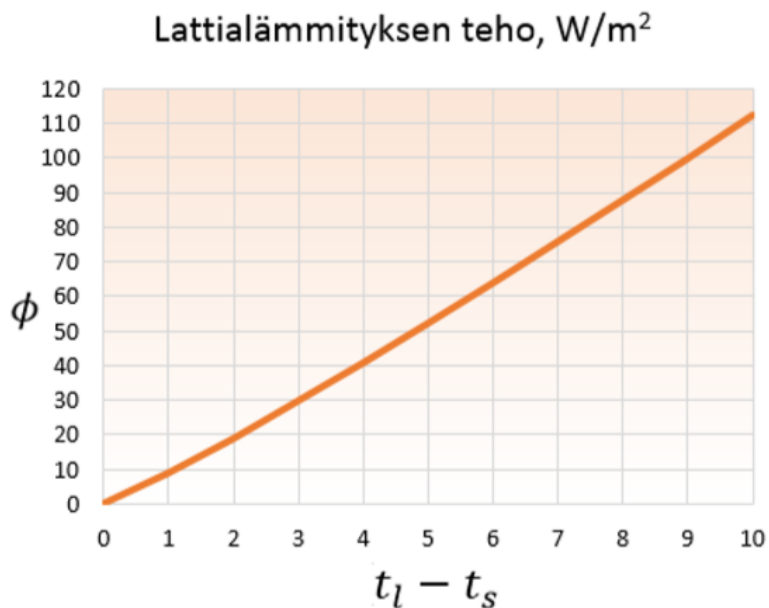
Kaava 5. Lämmitysteho ((Kosteiden tilojen vesikiertoisen lattialämmityksen suunnittelu kaukolämmitetyssä rakennuksessa, 2016, 8)

, jossa ϕ = lattialämmitysteho [W/m²]

t_1 = lattialämmitettävän alueen keskimääräinen pintalämpötila [°C]

t_2 = huoneilman keskimääräinen sisälämpötila [°C]

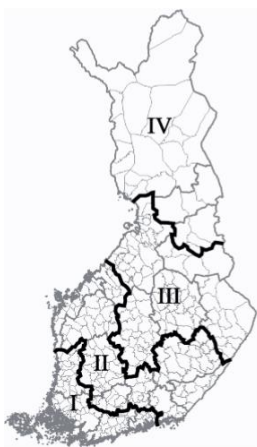
Lattialämmitysteho voidaan katsoa myös seuraavasta kuvaajasta (kuva 15).



Kuva 8. Lattialämmityksen teho (Kosteiden tilojen vesikiertoisen lattialämmityksen suunnittelu kaukolämmitetyssä rakennuksessa, 2016, 9)

, jossa ϕ = lattialämmitysteho [W/m²]
 t_l = lattialämmitettävän alueen keskimääräinen pintalämpötila [°C]
 t_s = huoneilman keskimääräinen sisälämpötila [°C]

2.3.4 Säavyöhykkeet



Kuva 9. Säavyöhykkeet (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta, 2017, 17)

<i>Taulukko L2.1.</i>		<i>Mitoittavat ja keskimääräiset ulkoilman lämpötilat eri säävyöhykkeillä.</i>	
Säävyöhyke	Mitoittava ulkoilman lämpötila, °C	Vuoden keskimääräinen ulkoilman lämpötila, °C	
I	-26	5,3	
II	-29	4,6	
III	-32	3,2	
IV	-38	-0,4	

Taulukko 6. Säävyöhykkeiden mitoittavat lämpötilat (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta, 2017, 17)

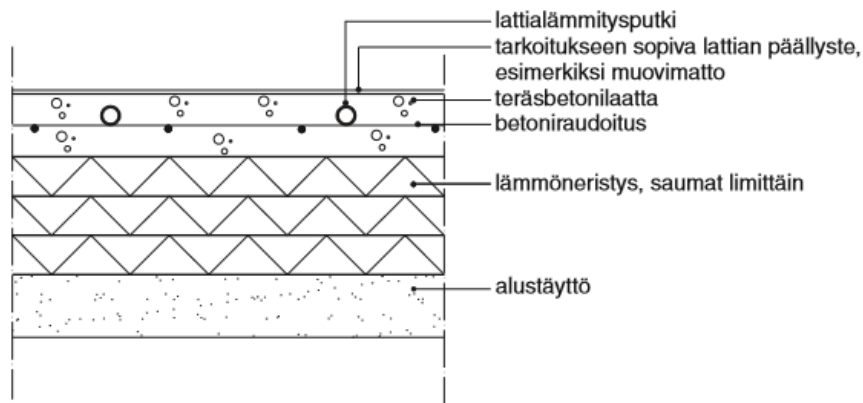
2.4 Asennus

Asennustyössä tulee ottaa huomioon mahdollinen lattianpinnan nousu, sillä lattialämmitys saattaa kasvattaa lattiarakenteen paksuutta. Jakosäätimien läheisyyteen asennetaan kannake tai kiinnike, jolla estetään putken jakosäätimiin ja liittimiin kohdistuvaa lämpöliikkeestä aiheutuvaa voimaa. Lämmityspiirit toteutetaan yhtenäisellä putkella. (LVI 1310261, 1996, 8)

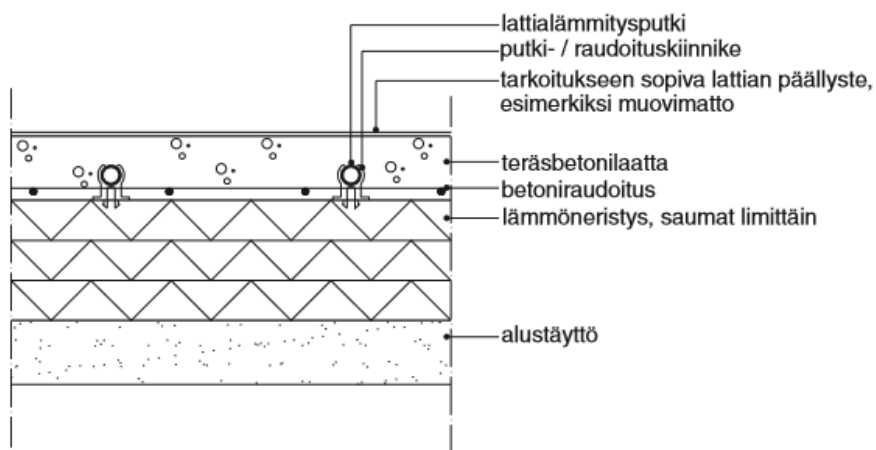
Putkia tulee käsitellä varovasti ja säilyttää lämpimässä varastossa asennuksen helpottamiseksi. Lattialämmityksen asennustyön jälkeen putket tulee suojata UV-säteilyltä. Liitokset tehdään valmistajan ohjeiden mukaisesti. Putket liitetään lämmitysverkostoon jakosäätimien kautta. Lattialämmityspotket tulee kiinnittää riittävän tiheästi, jotta ne pysyvät kaikissa tilanteissa tukevasti paikoillaan. (LVI 1310261, 1996, 8)

Asennusväleinä käytetään 300mm, 225mm ja 150mm. Putket asennetaan 40mm syvyyteen. Jos asennussyvyys eroaa suunnitellusta asennussyvyydestä, se voi vaikuttaa lämmönluovutukseen hidastamalla sen etenemistä. (Korpi puhelinhaastattelu 6.5.2020)

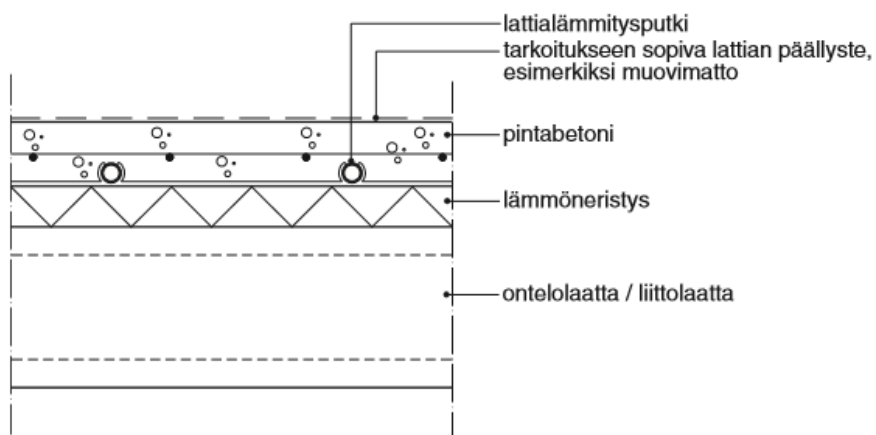
Betoniasennuksessa voidaan käyttää seuraavia tapoja putkien asennuksessa:



Kuva 10. Putket kiinnitetään betonilattian rauditusverkkoon esimerkiksi nippusiteillä (LVI 13-10261, 1996, 8)



Kuva 11. Putket kiinnitetään erillisellä kiinnikkeellä rauditusverkkoon, joka nostaa putken ja verkon irti eristeestä. (LVI 13-10261, 1996, 11)



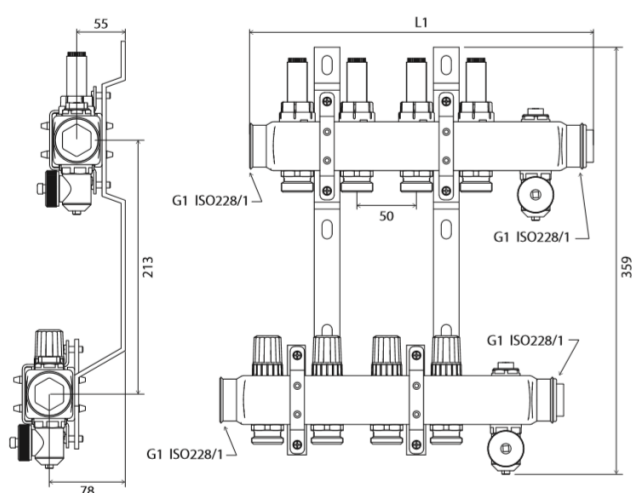
Kuva 12. Putket kiinnitetään putkipidikeleistaan, joka on kiinnitetty eristeeseen. (LVI 13-10261, 1996, 9)

2.5 Lattialämmityksen komponentit

2.5.1 Jakotukki

Jakotukkia käytetään vesikiertoisen lattialämmityksen virtauksen säätelyyn. Kaikki lattialämmitysjärjestelmän putket kytketään jakotukkiin, jotta voitaisiin säätää tilakohtaisesti virtausta tai lämmönsyöttöä. (Danfoss SSM-lattialämmitysjakotukki, tekninen esite)

Jakotukki koostuu meno- ja paluueden jakotukista. Menoveden jakotukilla voidaan sulkea piirit erikseen sulkuventtiilillä tai virtausmittarilla. Paluueden jakotukki varustetaan integroidulla esiasetusventtiilillä hydraulisen tasapainon ylläpitämiseksi. Lisäksi jakotukissa on ilmaventtiili sekä tyhjennysventtiili. Venttiileitä voidaan ohjata esimerkiksi elektronisesti termomootoreilla. Venttiileiden esiarvojen perusteella määrittyy lattialämmitysputkiston virtaus. (Danfoss SSM-lattialämmitysjakotukki, tekninen esite)



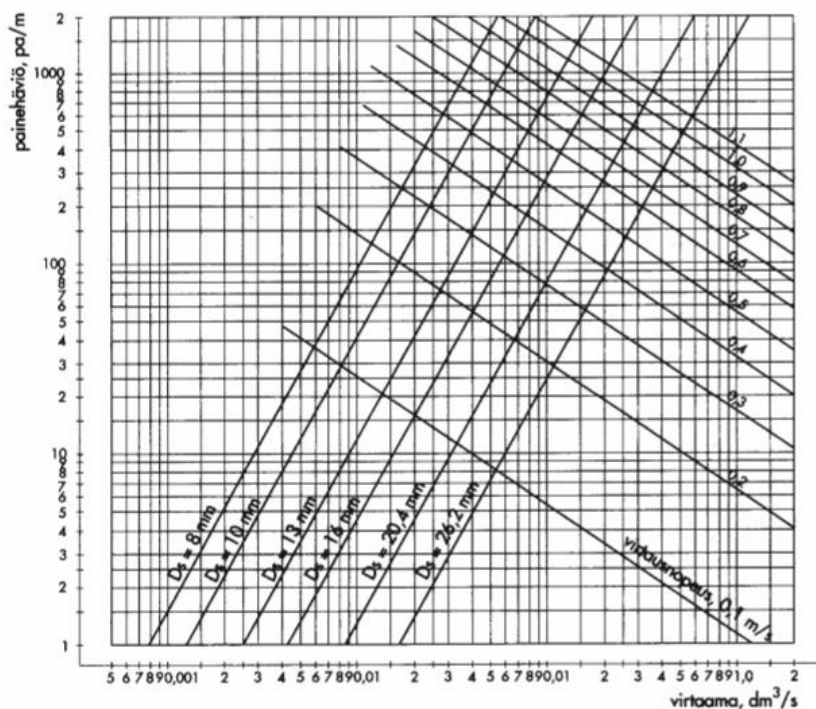
Kuva 13. Jakotukin rakenne (Danfoss SSM-lattialämmitysjakotukki tekninen esite)

2.5.2 Putki

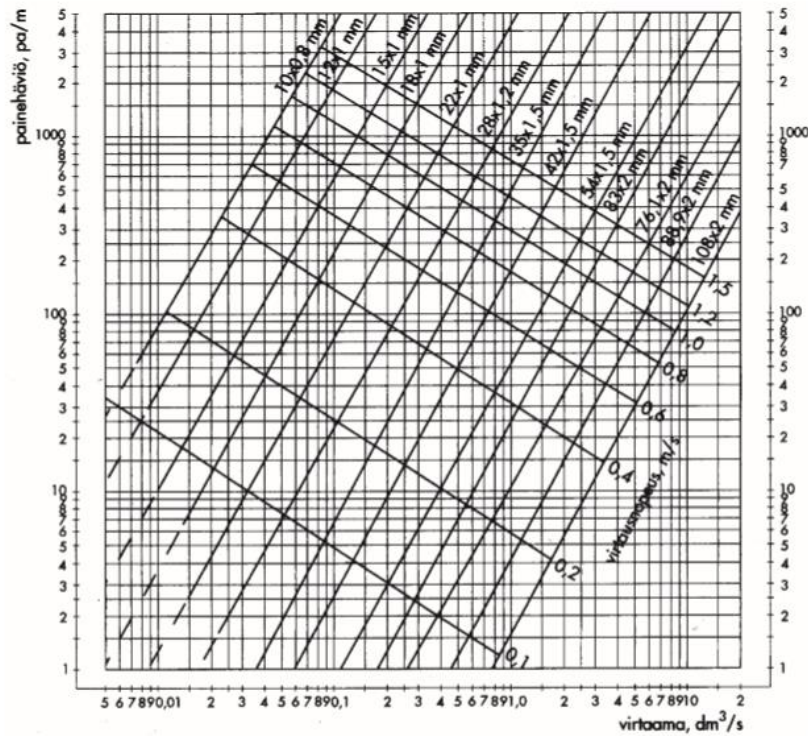
Lattialämmityspotket ovat materiaaliltaan muovipinnoitettua kupariputkea tai happidiffuusiosuojalla varustettua muoviputkea (esimerkiksi PE-RT). Happodiffuusiosuojalla varustettua muoviputkea käytetään nykypäivänä useammin ja komposiittiputken käytöstä ollaan hiljalleen luopumassa. Lattialämmityspiirin maksimipainehäviö on 25 kPa. Käytetyimpiä lattialämmityspotkia ovat koot 12 mm, 16 mm sekä 20 mm. Putken koolla voidaan määrittää piirin pituus ”hanskavakioiden” avulla. Piirin pituuden kuitenkin määrittelee painehäviö (25 kPa), jota ei ole suositeltavaa ylittää. Järjestelmää asentaessa ja säädettäessä tulee katsoa toimittajien ohjeet ja noudattaa niitä. (Korpi puhelinhaastattelu 6.5.2020)

Putken koko (mm)	Piirin pituus (m)
12	55
16	80
20	120

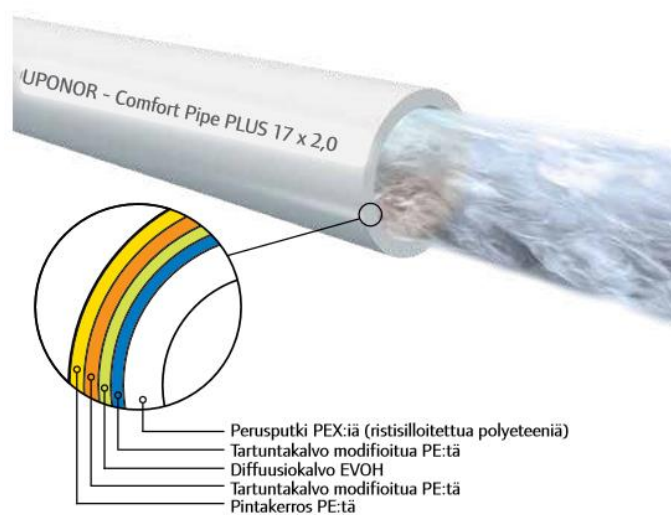
Taulukko 7. Hanskavakiot piirien pituuksille (Korpi puhelinhaastattelu 6.5.2020)



Taulukko 8. Muoviputkien painehäviöt veden lämpötilan ollessa +40°C. (LVI 13-10261, 1996, 6)



Taulukko 9. Kupariputkien painehäviöt veden lämpötilan ollessa +55°C (LVI 13-10261, 1996, 4)



Kuva 14. Esimerkkikuva lattialämmitysputken rakenteesta (Uponor PEX-putket ja niiden ominaisuudet, 2018, 10)

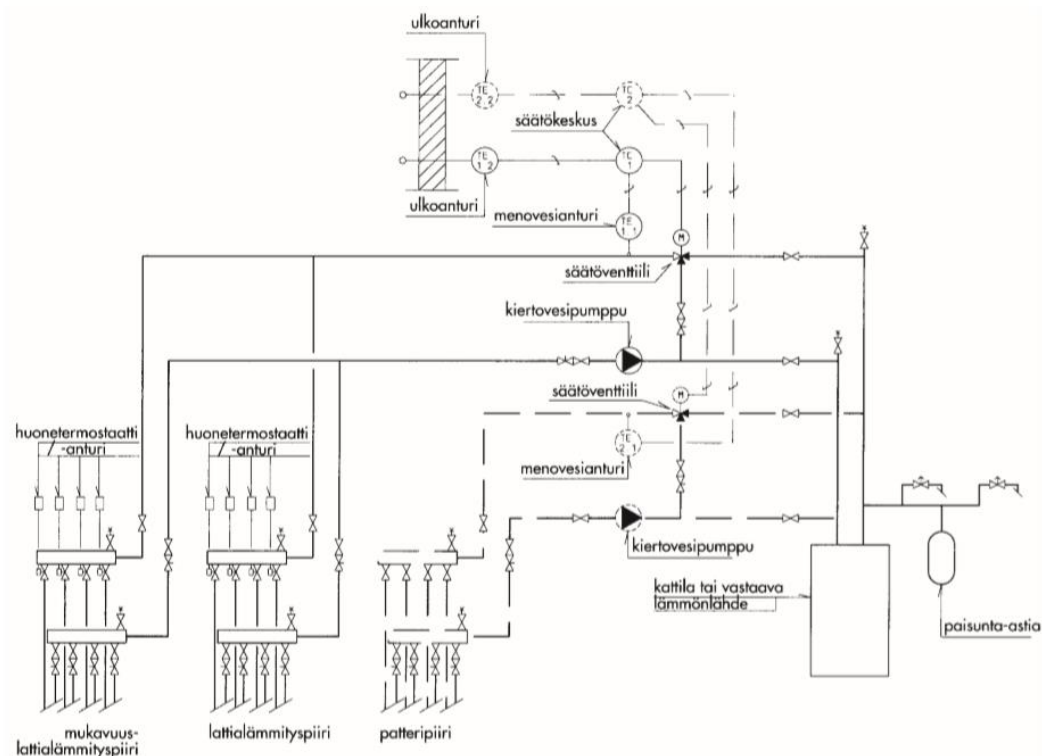
2.5.3 Säätojärjestelmä

Lattialämmitys varustetaan säätojärjestelmällä. Säätojärjestelmä asetetaan lämmönlähteen yhteyteen ja sen tulee olla ulkolämpötilaohjattu menovesisääto. Säätokeskuksen säätoventtiilin avulla voidaan muuttaa ulkolämpötilan muuttuessa menoveden lämpötilaa. (LVI 13-10261, 1996, 7)

Säätokeskus tulee varustaa säädettävällä menoveden ala- ja yläraja-asetuksella. Asetus estää menoveden lämpötilan nousun ja laskun asetettujen rajojen ulkopuolelle. Runkoputket varustetaan sulkuventtiileillä sekä tarvittaessa säätoventtiileillä, jos säätojärjestelmässä on useampi jakosäädin. Säätoventtiileitä tarvitaan silloin, jos painehäviöt tasataan yhtä suuriksi. Jakosäätimien avulla voidaan säätää lattialämmityspiirissä kulkevan veden virtaamaa. Huonekohtaista lämpötilaa voidaan säätää jakosäätimessä olevalla piirikohtaisella säätoventtiilillä, joka pitää huonetilan lämpötilan miellyttävänä huonetermostaatin tai huoneanturin ohjaamana. (LVI 13-10261, 1996, 7)

Mukavuuslattialämmitys toteutetaan yleensä omana verkostonaan. Jos lattialämmityksellä sekä mukavuuslattialämmityksellä on kuitenkin yhteinen pumppu, niin ne voivat jakaa saman verkoston. Kesäkausina lämmitys ei ole välttämätön. Silloin voidaan pienentää pumpun vesivirtaa matalampaa lämpötilaa tavoiteltaessa. (LVI 13-10261, 1996, 7)

Jos lattialämmityksen rinnalle valitaan myös toinen lämmönjakotapa, se täytyy suunnitella omana verkostona omalla säätojärjestelmällä, koska järjestelmillä on eri mitoituslämpötila. Poikkeustilanteissa voidaan toinen lämmönjakotapa kytkeä samaan verkostoon, mutta silloin se tulee mitoittaa lattialämmityksen mitoituslämpötilan mukaisesti. Esimerkiksi silloin kun pattereita on vähän, voidaan lämmönjakotavat kytkeä samaan verkostoon. (LVI 13-10261, 1996, 7)



Kuva 15. Lattialämmitys- ja mukavuuslattialämmityspiiri, katkoviiva esittää mahdollista lisälämmitysjärjestelmää. (LVI 13-10261, 1996, 7)

2.6 Märkätilojen lattialämmitys

Märkätilojen lattialämmityksen tavoitteena on kuivattaa lattiaa tehokkaammin ja lisätä mukavuutta. Kosteiden tilojen lattialämmitystä suunniteltaessa tarvitaan lämmityshontarvelaskelmien lisäksi lattian pintalämpötila. Pintalämpötilan tulee olla vähintään $+25^{\circ}\text{C}$ suunniteltavassa tilassa. Tasaisen lattiapintalämpötilan saavuttamiseksi lattialämmityspiirit tulee asentaa enintään 300 mm etäisyydelle toisistaan. Piirit asennetaan koko lattianpinnan alueelle. Suunnittelussa tulee ottaa myös huomioon, että märkätilan tulee olla omana piiriään, eikä sitä saa laajentaa muiden huonetilojen alueille. (Kosteiden tilojen vesikiertoisen lattialämmityksen suunnittelu kaukolämmityksessä rakennuksessa, 2016, 7)

Lattialämmityspiirin meno- ja paluuvien lämpötilaero sekä mitoitusvoima määrittelevät lämmityspiireissä kulkevan virtauksen nopeuden. Lämmityspiirin virtausnopeutta voidaan muuttaa säätöventtiilin avulla. Virtaamaa voi säädellä muuttamalla jäähtymän

lämpötilaa. Jäähtymää pienentämällä saadaan kasvatettua virtauksen nopeutta ja suurentamalla taas laskettua virtausnopeutta. (Kosteiden tilojen vesikiertoisen lattialämmityksen suunnittelu kaukolämmityssä rakennuksessa, 2016, 11)

Märkätiloissa lattialämmitys varustetaan omalla lämmönsiirtimellä sekä säätöautomaatiikalla. Ohjaus voidaan toteuttaa esimerkiksi termostaattiohjatulla lattialämmitysjärjestelmällä, jossa lämpötila-anturi mittaa pintalämpötilaa. (Kosteiden tilojen vesikiertoisen lattialämmityksen suunnittelu kaukolämmityssä rakennuksessa, 2016, 60)

2.6.1 Mitoitus

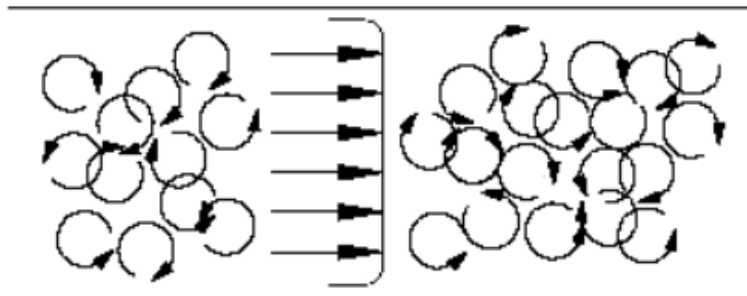
Lattialämmitystä voidaan käyttää märkätiloissa päälämmitysjärjestelmänä, joten sen pitää kattaa tilan johtumis- ja lämpöhäviöt sekä riittävä lattian pintalämpötila. Ympäristöministeriön asetusten ja ohjeiden mukaan tilojen lämmitystehontarpeet tulee mitoittaa niin, että tilojen huonekohtainen lämpötila pysyy halutussa lämpötilassa myös lämmityskauden aikana. Huoneen mitoituslämpötila on $+21^{\circ}\text{C}$ muissa tiloissa, paitsi kosteissa tiloissa, joissa mitoittavana lämpötilana käytetään $+22^{\circ}\text{C}$. Tehontarpeen tulee ylittää johtumislämpöhäviöiden sekä ilmanvaihdon aiheuttamat johtumislämpöhäviöt. (Kosteiden tilojen vesikiertoisen lattialämmityksen suunnittelu kaukolämmityssä rakennuksessa, 2016, 8)

2.7 Jäähtymä

Jäähtymällä tarkoitetaan lattialämmitysverkostossa kulkevan meno- ja paluuveden lämpötilan erotusta. Mitä matalampi menoveden lämpötila on, sen pienempi jäähtymäkin on. Jäähtymään vaikuttaa esimerkiksi turbulentsisuus ja lämmöntehontarve.

Tehokkaan lämmönsiirron saamiseksi virtaaman tulee olla turbulenttista (kuva 18). Turbulenttisessa virtauksessa nesteosaset liikkuvat putken sisällä pyörteilevästi, mutta kuitenkin samalla virtausnopeudella virtaussuunnan mukaisesti. Turbulenttisen virtauksen aikaansaamiseksi Reynoldsin luvun tulee olla > 4000 . Reynoldin luvun ollessa

alle 4000, sitä kutsutaan laminaariseksi. Virtauksen ollessa laminaarista, lämpö ei siirry tehokkaasti ympäristöön. (wiki.metropolia.fi/2009)



Kuva 16. Virtauksen muuttuminen laminaarisesta turbulენტiseksi (wiki.metropolia.fi/2009)

2.8 Tiivistelmä

Lattialämmitysjärjestelmä asennetaan lämmitysverkostoon. Lattialämmityksessä lämpö nousee alhaalta ylöspäin aiheuttaen lämmitettävään huoneeseen tasaisen lämpötilan ilman vedon tunnetta. Järjestelmää voidaan käyttää sellaisenaan lämmönjakotapana tai se voidaan yhdistää muun lämmönjakotavan rinnalle, esimerkiksi lämpöpatteriin.

Lattialämmitysjärjestelmässä putket voidaan asentaa joko spiraali- tai riviasennuksella. Asennusväleinä käytetään yleensä 300mm ja tihennyksissä 150mm. Piirien pituudet määräytyvät putkikokojen mukaisesti. Lattialämmityspotken maksimi painehäviönä käytetään arvoa 25 kPa. Lisäksi virtauksen tulee olla turbulენტista.

Lattianpintamateriaaleilla on tietyt maksimilämpötilat: laminaatille 27°C, parketille 28°C ja klinkkerin 32°C. Maksimilämpötiloja ei saa ylittää, sillä lämpö alkaa muuten vaikuttamaan materiaalien rakenteeseen.

Märkätilojen lämmityspiirit toteutetaan omana piirinään, eikä niitä saa laajentaa muihin tiloihin. Tilat suunnitellaan 150mm putkella ja mitoittavana lämpötilana toimii +25°C. Lattialämmityspiirin meno- ja paluueden lämpötilaero sekä mitoitusaste määrittelevät lämmityspiireissä kulkevan virtauksen nopeuden. Märkätilat varustetaan omalla lämmönsiirtimellä sekä säätöautomaatiikalla.

3 VIILENNYS

3.1 Yleistä

Lattiaviilennyksen avulla ehkäistään tehokkaasti rakennuksen yllämpenemisongelmia. Järjestelmä viilentää huonetilaa pitäen lattian pintalämpötilan miellyttävänä. Järjestelmä toimii samalla tavalla kuin lattialämmityksessäkin, eli jäähdytysenergia suuntautuu alhaalta ylöspäin ja levittäytyen tasaisesti huonetilaan. Miellyttävä lämpötila saavutetaan yli 22 °C lattialämpötilalla. (Uponor Lattialämmitys- ja viilennysratkaisut kerrostaloissa, 5)

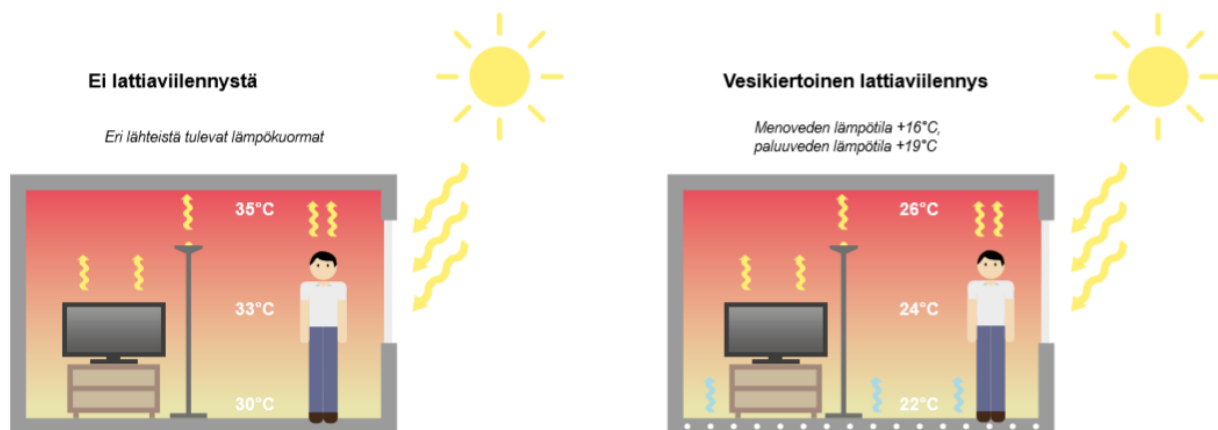
Lattiaviilennysjärjestelmä soveltuu käytettäväksi kaikkien energian tuotantomuotojen kanssa, mutta erityisen hyvin se soveltuu vesistö- ja maajärjestelmien yhteyteen. Se soveltuu myös matalaenergiarakennuksiin, joissa kesäaikana esiintyy yllämpenemistä. (Uponor Lattialämmitys- ja viilennysratkaisut kerrostaloissa, 8) Lattiaviilennystä suositellaan käytettäväksi ainoastaan tapauksissa, joissa putki on valettu betoniin tai muuhun massaan. Tällöin putki ei ole kosketuksissa ilman kanssa, eikä kondensoitumisvaaraa ole. (Uponor Lattialämmitys- ja viilennysratkaisut kerrostaloissa, 19)

3.2 Lattiaviilennys ja auringon säteily

Lattiaviilennyksen avulla ratkaistaan rakennuksen yllämpenemisongelmia ilman luonnonvalon poistamista. Etenkin kesäkausina auringon säteily aiheuttaa huoneilman liiallisen lämpenemisen sekä se varaa lämpöenergiaa rakenteisiin. Rakenteisiin varautunut lämpöenergia vapautuu ilta- ja yöaikaan huonetiloihin lämmittäen niitä. (Uponor Lattialämmitys- ja viilennysratkaisut kerrostaloissa, 10)

Lattiaviilennyksen avulla voidaan sitoa suurin osa auringon tuottamasta lämpösäteilystä sen osuessa lattianpintaan. Lattian viileä pinta imee lämpösäteilyn lattiarakenteeseen, josta se kuljetetaan pois. Kun lämpösäteilyä sidotaan, niin lämpöteho nousee hetkellisesti vaikuttamatta päivittäiseen kokonaiskulutukseen. Auringonsäteilystä aiheutuva yllämpö voidaan kerätä talteen ja hyödynnetään esimerkiksi käyttöveden esiläm-

mityksessä tai kosteiden tilojen mukavuuslattialämmityksessä. Lattiaviilennysjärjestelmän ohelle ei tarvita muita auringonsuojauskeinoja. (Uponor Lattialämmitys- ja viilennysratkaisut kerrostaloissa, 10)



Kuva 17. Lattiaviilennyksen puuttuminen verrattuna vesikiertoiseen lattiaviilennykseen. (Uponor Lattialämmitys- ja viilennysratkaisut kerrostaloissa, 10)

3.3 Lattiaviilennystehon laskenta

Alla olevassa taulukossa esitetään raja-arvoja mitoittaville lämpötiloille

	Suositusarvo	Vähimmäisarvo	Enimmäisarvo
Menoveden lämpötila °C	16...19	16	22
Meno/paluuveden lämpötilaero °C	3...5	3	5
Lattian pintalämpötila °C	20...25	20	25

Taulukko 10. Viilennyksen laskennan lämpötilat (Uponor Lattialämmitys- ja viilennysratkaisut kerrostaloissa, 18)

Seuraava lattiaviilennystehon laskenta on toteutettu Novrel Oy:n mitoitusohjelmalla. Taulukko löytyy liitteestä 2, joissa viilennysteho on laskettu kolmelle eri lattiapintamateriaalille kolmella eri asennusleveydellä.

Laskennan lähtötiedot:

- lattian pintamateriaali klinkkeri
- lattian pintamateriaalin paksuus 8mm
- putkien asennusväli 300mm
- huoneen pinta-ala 15 m²
- viilennysteho 13,6 W/m²

Viilennystehon laskenta:

$$15\text{m}^2 * 13,6 \text{ *W/m}^2 = \underline{204\text{W}}$$

4 SULANAPITO

4.1 Yleistä

Talvella ulkoalueet voivat jäätyä ja aiheuttaa liikkumisvaikeuksia. Pahimmassa tapauksessa jopa vaaratilanteita. Tehokas tapa välttää näiltä ongelmalta on tehdä sulanapitojärjestelmä alueille, joissa tämä ongelma on yleinen. Näitä ovat muun muassa parkkipaikat, kävelytiet sekä ulkoportaat. (www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/lumensulatus)

Sulanapitojärjestelmä lisää käyttömukavuutta pitämällä alueet sulina sekä turvallisina ympäri vuoden. Katujen kunnossapito helpottuu, kun ei tarvitse aurata tai hiekoittaa. Tämän seurauksena myös kiinteistöjen kunnossapitokustannukset alenevat, kun hiekka ja suola eivät pääse kiinteistöihin. Lisäksi turvallisuus kasvaa, kun kulkualueet ovat sulina. (www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/lumensulatus)

Sulanapito toteutetaan yleensä sähkölämmityksellä sekä kaukolämmöllä. Kaukolämmöllä lämmittäminen perustuu siihen, että sen paluukierrosta saatava energia sulattaa jään ja lumen sulatettavalta alueelta. Sulanapidossa voidaan hyödyntää myös lauhdesekä jätelämpöä tilanteen mahdollistaessa sen. Lisäksi kallio- ja maaperästä sekä vesistöistä ja pohjavedestä saatavaa lämpöenergiaa voidaan hyödyntää ulkoalueiden lämmityksessä, jos paikalliset olosuhteet sallivat sen. (Kesäkeliprojekti, 2001, 8)

4.2 Suunnittelu

Ulkoalueiden sulanapidon suunnittelussa tulee ottaa huomioon lämmitettävän alueen rakenne sekä asennuspaikan olosuhteet. Lisäksi tulee suunnitella muiden suunnittelijoiden kanssa sulamisveden kulkureitti, ettei se aiheuta haittaa kohteessa.

Yleisimmissä tapauksissa käytetään katurakenteille lämmitystehon suunnitteluarvona 300 W/m^2 , mutta kadun reunakivetyksen alueella tarvitaan usein korkeampaa lämpötehoa. Katulämmityksen suunnittelussa käytetään pintalämpötilan arvona $+3^\circ\text{C}$, joka mahdollistaa matalaenergisten lämmönlähteiden käytön. Lämmönlähteinä käytetään kaukolämpöä, sähköä, jätelämpöä, maalämpöä, kalliolämpöä tai vesistölämpöä yhdistettynä lämpöpumppulaitokseen. Alemmissä lämpötiloissa lämmitysteho laskeaan usein nimellisteholle, jonka avulla estetään kiertonesteen jäätyminen nestejärjestelmissä. (Kesäkeliprojekti, 2001, 9)

Betonirakenteisissa silloissa ja kansissa käytetään arvoa $300\text{-}400\text{W/m}^2$. Lumen suunnittelu lämmitystehona käytetään noin 300W/m^2 arvoa, jolla saadaan tien pinta sulana -13°C pakkasella, kun lunta sataa 30mm/h vauhdilla. Suomessa katualueita lämmitetään noin 1000 tuntia vuodessa. (Kesäkeliprojekti, 2001, 3)

Lämmitettävät alueet voidaan jakaa kolmeen ryhmään niiden mitoituslähtökohtien perusteella:

- kiinteistöjen piha- ja lähialueet, liikekiinteistöjen ulkoalueet
- katu- ja tieliikennealueet
- molemmilta puolilta jäähtyvät kansirakeenteet

(Kesäkeliprojekti, 2001, 9)

4.2.1 Katulämmityksen mitoitusperiaate

Lämmitys suunnitellaan siten, että kadun pintalämpötila on noin 3°C . Pintalämpötila saavutetaan, kun vesi/glykoliseoksen menolämpötila on noin $35^\circ\text{C}\text{-}39^\circ\text{C}$ ja kadunpinnan alapuolella sijaitseva putkisto on noin $150\text{-}200$ millimetrin syvyydessä. Tämä läm-

pötilä mahdollistaa myös muiden eri lämmönlähteiden käytön matalaenergisinä lämmönlähteinä. Näitä lämmönlähteitä on muun muassa lauhdelämpö ja maalämpöpumppu. (Kesäkeliprojekti, 2001, 11)

Katulämmitysjärjestelmään kuuluvat yleensä seuraavat osat;

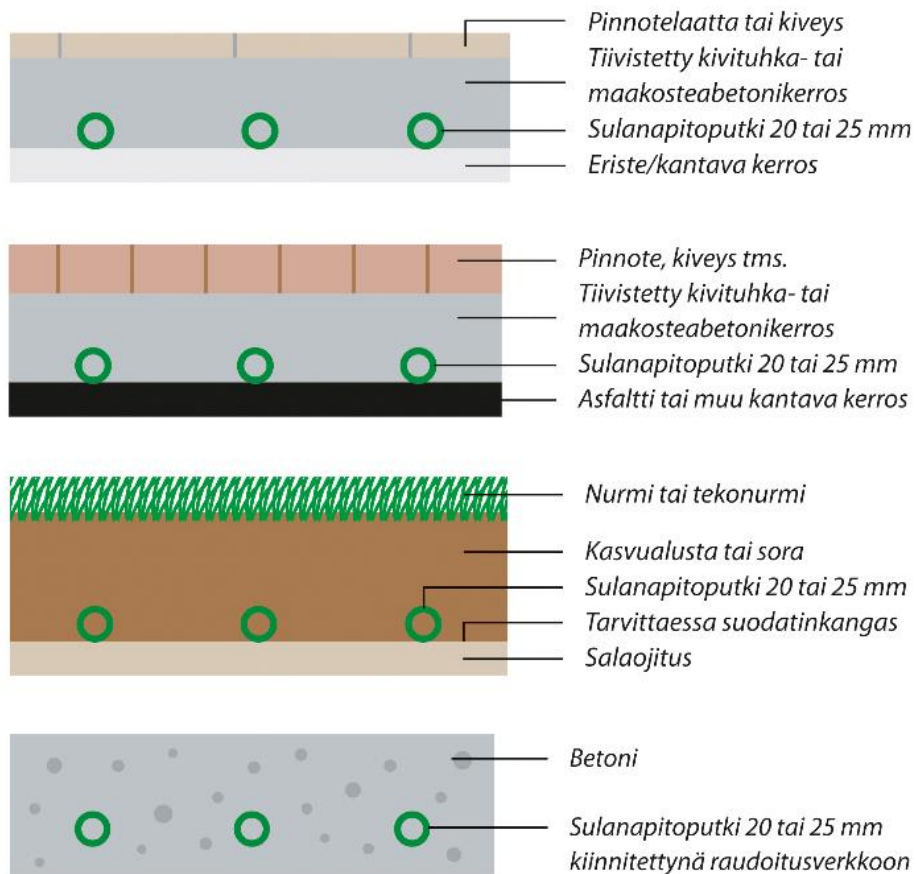
- pintaputkisto
- jakoputket, säätö-/sulkuventtiileineen
- runkoputket
- lämmönjakokeskus, vaihtimet, pumput, paisunta-/paineenpitojärjestelmä, säätöjärjestelmä

(Kesäkeliprojekti, 2001, 13)

4.3 Asennus

Katulämpöä tehtäessä tulee kartoittaa alueelle jätettäviä putkistoja sekä mahdollinen uusimistarve. Tämä kartoitus tehdään siltä varalta, että välttyttäisiin myöhemmiltä kadun avauksilta sekä korjauksilta. Sulanapitojärjestelmä asennetaan kantavalle alustalle, esimerkiksi betonille tai asfaltille. Putket asennetaan noin 100mm syvyyteen ja peitetään esimerkiksi kivituhkalla tai betonivalulla. Peitekerroksen päälle tulee vielä pinnoitekerros, esimerkiksi asfaltista tai laatoituksesta. (Warmia lämpöä laadukkaasti, 2016, 4)

Lämmitysjärjestelmä sijoitetaan useimmiten kadun pintarakenteeseen heti päällystekerroksen alapuolelle. Tällöin saavutetaan mahdollisimman suuri pintalämmitysteho. Näin tehtäessä tulee suunnitella ja toteuttaa kadunrakenneratkaisut siten, ettei lämmitysputket vaurioidu. Vaurioita voi aiheuttaa muun muassa tiellä olevat kuormat. Tämän lisäksi tulee vielä varmistaa katurakenteen mahdolliset haitat, mitkä voivat vaikuttaa tekniseen toimintaan. Näitä ovat esimerkiksi päällystekerroksen kantavuus.



Kuva 18. Esimerkki tapaukset sulanapitojärjestelmän asennuksen kerroksista (Warmia lämpöä laadukkaasti, 2016, 4)

4.4 Sulanapidon laskenta

Esimerkki 1

Laskennan lähtötiedot

- Sulatustehona käytetään 300 W/m²
- piirin pituus max 100m
- Menoveden lämpötilana käytetään 35°C ja paluulämpötilan lämpötila 20°C
- $\Delta T = 35^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 15^{\circ}\text{C}$
- Nestetiheys 3,9 (etyleeniglykoli 30%)
- Sulana pidettävän alueen pinta-ala 20m²

Sulanapidettävän alueen tehontarve:

$$\phi = 20\text{m}^2 \cdot 300\text{W} = 6000\text{W} = 6\text{ kW}$$

Tarvittava virtaama liukkaiden eston mahdollistamiseksi

$$6\text{kW} / (3,9 \cdot 15^\circ\text{C}) = 0,103\text{l/s}$$

$$\rightarrow 0,103\text{/s} \cdot 60 = 6,18\text{ l/min}$$

4.5 Tiivistelmä

Suomessa katualueita lämmitetään noin 1000 tuntia vuodessa. Sulanapitojärjestelmällä ehkäistään jään syntymistä sulatettavan pinnan päälle. Kaukolämmöllä toteutetussa sulanapidossa paluukierrosta saatava energia sulattaa jään ja lumen sulatettavalta alueelta. Sulanapidossa voidaan hyödyntää myös muita lämmönlähteitä, esimerkiksi lauhdelämpöä tai vesistöistä ja maaperästä saatua lämpöenergiaa.

Ulkoalueita suunniteltaessa tulee ottaa huomioon lämmitettävän alueen rakenne sekä asennuspaikan olosuhteet. Useimmissa tapauksissa käytetään lämmitystehon suunnitteluarvona 300 W/m^2 ja kadun reunakivetyksen alueella tästä korkeampaa arvoa. Tavoiteltavana pintalämpötilana pidetään $+3^\circ\text{C}$. Pintalämpötila saavutetaan, kun vesi/glykoliseoksen menolämpötila on noin 35°C - 39°C ja kadunpinnan alapuolella sijaitseva putkisto on noin 150-200 millimetrin syvyydessä.

Lämmitettävät alueet voidaan jakaa kolmeen ryhmään niiden mitoituslähtökohtien perusteella:

- kiinteistöjen piha- ja lähialueet, liikekiinteistöjen ulkoalueet
- katu- ja tieliikennealueet
- molemmilta puolilta jäähtyvät kansirakeenteet

5 MITOITUKSELLISET ONGELMAT JA NIIDEN ENNALTAEHKÄISYT

5.1 Menovesi

Suurin osa lattialämmityksen suunnittelun ongelmista johtuu lämpötiloista. Esimerkiksi korkeissa kerrostaloissa törmätään usein ongelmaan, jossa ylimpään kerrokseen tulee kylmempää menovettä, kuin alemmissa kerroksissa. Kuuman veden lämpötila ei siis riitä. Tällöin vesi viedään alempien kerrosten kautta ylös, jolloin matkalla ehtii tapahtua veden lämpötilan laskua, eli jäähtymää. Kyseinen ongelma voidaan kuitenkin ratkaista jo suunnitteluvaiheessa. Esimerkiksi putkistoa suunniteltaessa voidaan suunnitella menoveden reitti siten, että se menee ensin runkoputkia pitkin ylimpään kerrokseen, jolloin jäähtymä tapahtuu vasta takaisintulomatkalla. (Malaska puhelinhaastattelu 7.5.2020)

Menoveden oikea lämpötila on tärkeä, sillä sen perusteella määritetään myös esimerkiksi neliötehot sekä lämpöhäviöt. Yleisesti käytetty menoveden maksimilämpötila on 45°C ja paluueden maksimilämpötila 35°C. Kaukolämpökohteissa lämpötilamaksimit ovat matalampia. (Malaska puhelinhaastattelu 7.5.2020)

5.2 Kaukolämmitys

Kaukolämpökohdetta suunniteltaessa ongelmakohdaksi on noussut riittämätön tehontarve. Rakennusten kaukolämmitys K1 ohjeistuksen mukaan kaukolämpökohteen maksimi menovedenlämpötila saa olla enintään +35°C ja maksimi paluuedenlämpötila +30°C. Paluuedenlämpötilan suositellaan kuitenkin olevan alle tämän mitoituslanteessa, sillä viileämmällä vedellä saadaan jäähtymää kasvatettua. Jäähtymän minimiarvona käytetään +5°C. (Malaska puhelinhaastattelu 7.5.2020)

Pinta-alaltaan suurissa huoneissa ilmenee usein korkeampia lämpöhäviöitä, varsinkin kun huoneessa on ulko-ovi tai paljon ikkunoita seinäalaan nähden. Yleensä huoneet toteutetaan yhdellä piirillä, mutta suuren lämpöhäviön omaavissa huoneissa voidaan lämmitys toteuttaa kahdella erillisellä piirillä. Etenkin kaukolämpökohteissa tällaisissa

tapauksissa ei yleensä saada yhdellä piirillä riittävästi tehoa kattamaan huoneen lämpöhäviöitä. (Korpi puhelinhaastattelu 6.5.2020)

Tehontarvetta voidaan nostaa menoveden lämpötilan lisäksi myös kasvattamalla virtaamaa ja pienentämällä jäähtymää. Tällöin myös painehäviö nousee. Painehäviön sallittua maksimiarvoa ei ole suositeltavaa ylittää, joten piiri joudutaan jakamaan kahdeksi, jotta painehäviö pysyisi alle 25 kPa:n. Jos piiri joudutaan jakamaan kahdeksi erilliseksi piiriksi, tulee ottaa huomioon jakotukin kasvu suuremmaksi. (Malaska puhelinhaastattelu 7.5.2020)

5.3 Lämpöhäviö

Usein törmätään myös ongelmaan, jossa lämpötehot eivät riitä kattamaan lämmitystehontarvetta. Esimerkiksi yläkerran ikkunallisessa nurkkahuoneistoissa esiintyy tätä ongelmaa. Jos tehontarvetta ei saada katettua normaalilla asennusvälillä (225/300), voidaan esimerkiksi putkijakoa tihentämällä nostaa tehontarvetta. Myös menoveden lämpötilaa ja virtausta nostamalla saadaan nostettua tehoa. Tällöin tulee kuitenkin ottaa huomioon painehäviön nousu lämmityspiirissä. Muutoksia tehtäessä tulee myös ottaa huomioon, ettei lattian pintamateriaalin maksimi pintalämpötila nouse sallitun rajan yli. (Korpi puhelinhaastattelu 6.5.2020)

5.4 LVI-suunnittelija

Mitoituksia tehtäessä tulee välillä sekaannusta LVI-suunnittelijan kanssa lopputuloksista. Lattialämmityssuunnittelijalla on tietyt lämpötilat, joita hän käyttää tehontarvesekä lämpöhäviölaskelmissaan. Sekaannus syntyy laskelmien poikkeavuudesta, joka johtuu eri lämpötilojen käytöstä laskelmia tehtäessä. (Malaska puhelinhaastattelu 7.5.2020)

Tämän opinnäytetyön ohessa on toteutettu Novrel Oy:lle toinen opinnäytetyö, joka käsittelee suunnitteluvaiheen lähtötietoja. Kyseisessä opinnäytetyössä käydään läpi oleellisia lähtötietoja, joiden avulla voidaan suunnitella sujuvammin ja samalla voidaan ennaltaehkäistä edeltävässä kappaleessa mainittuja ongelmia.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä tutkittiin vesikiertoisen lattialämmitys- ja sulanapitojärjestelmien suunnitteluun liittyviä haasteita ja sitä kautta tulevia ongelmia. Työssä käytiin myös läpi viilennyksen toimintaperiaate vesikiertoisen lattialämmityksen rinnalla. Lisäksi käydään kaikista järjestelmistä laskentaesimerkki tehontarpeesta. Opinnäytetyössä käytettiin tiedonhankintana alan kirjallisuuden lähteitä sekä puhelinhaastatteluita Novrel Oy:n suunnittelijoiden kanssa.

Keskeisiksi ongelmiksi nousivat mitoitustilanteessa tehontarve, menoveden lämpötila etenkin kaukolämpökohteissa sekä LVI-suunnittelijan ja lattialämmityssuunnittelijan suunnitelmien eroavaisuudet. Nämä ongelmat tulevat erityisesti silloin ilmi, kun joudutaan muuttamaan järjestelmän suunnitteluarvoja. Suunnitteluarvojen muutos vaikuttaa myös muihin järjestelmään kuuluviin tekijöihin.

Opinnäytetyön tuotoksena kehitettiin Novrel Oy:lle ohjeistuslomake, joka voidaan lähettää tilaajalle tai LVI-suunnittelijalle. Ohjeistuksen tarkoituksena on, että tilaaja voi tarkistaa omista lämpökuvistaan lattialämmityksen yleiset virheet jo ennen suunnitelmien valmistumista. Ohjeistuslomakkeen avulla voidaan ennaltaehkäistä ongelmatilanteita lattialämmityssuunnitelmien ja LVI-suunnittelijan tekemien suunnitelmien välillä ohjeistuksessa olevien huomioiden avulla.

LÄHTEET

Korpi, P. Suunnittelija. Iprok Team Oy. Puhelinhaastattelu 06.05.2020. Haastattelijana Eveliina Koivumäki

Kosteiden tilojen vesikiertoisen lattialämmityksen suunnittelu kaukolämmityksessä rakennuksessa – malleja ja hyviä käytäntöjä. 2016. Helsinki: Energiateollisuus. Viitattu 28.4.2020 <https://energia.fi/julkaisut/materiaalipankki/>

Lattialämmitys- ja viilennysratkaisut kerrostaloissa. Ei päiväystä. Verkkajulkaisu. Uponor Oy. Viitattu 21.4.2020 <https://www.uponor.fi/>

Lumensulatuksella turvallista kulkemista talvella. Ei päiväystä. Verkkajulkaisu. Uponor Oy. Viitattu 24.4.2020 <https://www.uponor.fi/>

LVI 10-10549. Rakennusten kaukolämmitys. Määräykset ja ohjeet K1/2013. 2014 Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 16.4.2020 <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/>

LVI 13-10261. Vesikiertoinen lattialämmitys. 1996. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 13.4.2020 <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/>

Malaska, A. 2020. Suunnittelija. Insinööritoimisto Malaska Oy. Puhelinhaastattelu 07.05.2020. Haastattelijana Eveliina Koivumäki.

Putkivirtaus. 2009. Helsinki: Metropolia <https://wiki.metropolia.fi/>

RT 52-10801. Vesikiertoinen lattialämmitys. 2003. Helsinki: Rakennustieto. <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/>

SFS-EN 1264-1 2013. Vesikiertoiset pintarakenteisiin upotetut lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät. Osa 1: Määritelmät ja symbolit. 2013. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS. Viitattu 1.5.2020. <http://www.sfs.fi/>

SFS-EN 1264-2 2013. Water based surface embedded heating and cooling systems Part 2: Floor heating. Finnish Standards Association SFS. Helsinki: SFS. Viitattu 27.4.2020. <http://www.sfs.fi/>

SSM-Lattialämmitysjakotukki. 2019. Verkkodokumentti. Danfoss Oy. Viitattu 23.4.2020. <https://danfoss.com/fi-fi/>

Ulkoalueiden sulanapito. Ei päiväystä. Verkojulkaisu. Warmia Oy. Viitattu 24.4.2020 <https://warmia.fi/>

Uponor PEX-putket ja niiden ominaisuudet. 2015 Verkkodokumentti. Uponor Oy. Viitattu 7.5.2020. <https://www.uponor.fi/>

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. 2017. Helsinki: Ympäristöministeriö. Viitattu 11.5.2020. <https://www.finlex.fi/fi/laki/>

LIITE 1

Lattialämmityksen tehontarpeen laskeminen, kun huoneen pinta-ala on 15m² sekä menoveden lämpötila +35°C ja paluulämpötila +30°C.

Pintamateriaali	Putkien asennustiheys [mm]	Lämpöteho [W/m ²]	Lämpöteho huoneeseen [W]	Huoneen lämmöntehontarve	Yli- tai alilämpö [W]	Keskimääräinen pintalämpötila [°C]	Pintamateriaalin ylin sallittu lämpötila [°C]
Parketti 14mm	150	43,9	658,5	520	138,5	25,5	27
	225	36,7	550,5	520	30,5	24,6	
	300	30,7	460,5	520	-59,5	24,1	
Laminaatti 8mm	150	43,8	657	520	137	25,2	28
	225	36,6	549	520	29	24,6	
	300	30,7	460,5	520	-59,5	24,1	
Klinkkeri 10mm	150	42,4	636	520	116	25,1	30
	225	34,4	516	520	-4	24,4	
	300	30	450	520	-70	24	

LIITE 2

Viilennyksen tehontarpeen laskeminen, kun huoneen pinta-ala on 15m² sekä menoveden lämpötila 18°C ja paluueden lämpötila 23°C.

Pintamateriaali	Putkien asennustiheys [mm]	Viilennysteho [W/m ²]	Viilennysteho huoneeseen [W]
Parketti 14mm	150	20,1	302
	225	16,7	251
	300	13,6	204
Laminaatti 8mm	150	17,4	261
	225	14,8	222
	300	12,2	183
Klinkkeri 10mm	150	12,5	188
	225	11,2	168
	300	10	150

LIITE 3

Sisältää tilaajan luottamuksellista materiaalia.