

**PATTERILÄMMITYKSEN JA LATTIALÄMMITYKSEN
KUSTANNUSVERTAILU UUDISKOHTEESSA**

Mattila Marjo

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Rakennustekniikka
Insinööri (AMK)

2015

Tekniikka ja liikenne
Rakennustekniikka

Tekijä	Marjo Mattila	Vuosi	2015
Ohjaaja	Seppo Säaskilahti		
Toimeksiantaja	Skanska Talonrakennus Oy, Lappi		
Työn nimi	Patterilämmityksen ja lattialämmityksen kustannusvertailu uudiskohteessa		
Sivu- ja liitemäärä	26		

Patterilämmitysjärjestelmä on saanut rinnalleen kilpailijaksi lattialämmitysjärjestelmän. Kerrostaloasunnoissa lattialämmitysjärjestelmä lisää asumismukavuutta parantamalla äänieristystä sekä yksilöimällä lämmönsäädön huoneistokohtaiseksi.

Opinnäytetyön aihe tuli suoraan toimeksiantaja Skanska talonrakennus Oy, Lappi:lta. Työn tavoitteena oli selvittää työ- ja materiaalikustannuseroja lattialämmityksen ja patterilämmityksen välillä. Tämän lisäksi tuli tarkastella mahdollisia aikatauluvaikutuksia sekä kiinnittää huomiota kosteudenhallintaan.

Kustannuksia laskettiin työn osalta Ratu-pohjaisten menekkien avulla. Materiaalikustannukset selvitettiin patterilämmityksen osalta salassa pidettävän kohteen lvi-suunnitelmasta. Lattialämmityksen materiaalimenekin selvittämiseksi suunnittelin ja mitoitin kohteeseen lattialämmitysjärjestelmän itse.

Kustannuslaskelmista kävi ilmi, että työ- ja materiaalikustannusten osalta lattialämmitys tulisi 2,3 % patterilämmitystä edullisemmaksi. Näiden kustannusten lisäksi opinnäytetyössä huomioitiin lisäkustannuksia aiheuttavia seikkoja. Niille ei ole määritetty rahallista arvoa.

Opinnäytetyössä tuli esille asioita, joita toimeksiantaja voi hyödyntää lähtiesään suunnitelmaan lattialämmityksen toteuttamista. Suurin hyöty tästä opinnäytetyöstä oli kuitenkin tekijällensä.

Avainsanat

lattialämmitys, patterilämmitys, kustannusvertailu

Technology, Communication and
Transport
Degree Programme in Civil
Engineering

Author	Marjo Mattila	Year	2015
Supervisor(s)	Seppo Sääskilahti		
Commissioned by	Skanska Talonrakennus Oy, Lappi		
Subject of thesis	Cost Comparison between radiator heating system and under floor heating system for new development		
Number of pages	26		

The under floor heating system has become a competitor of the radiator heating system. In apartment houses the under floor heating system will increase the comfort of living by perfecting sound insulations and making it easier to control the heating system in each apartment. This thesis was commissioned by Skanska Talonrakennus Oy, Lappi. The goal of this work was to find out the labour and material cost differences between the radiator and the under floor heating systems. Furthermore the purpose was to consider the potential impact on the schedule and pay attention to moisture management.

For finding out the costs for the labour The Ratu-based consumptions was used to. The material costs for the radiator system were studied by using the secret plumbing plan. For finding out the costs of the under floor heating system it designed and dimensioned by myself.

Cost calculating showed that the under floor heating system is 2, 3 % more expensive than the radiator heating system. This thesis also discussed reasons for additional costs. However, they were not determined a monetary value. The results of this thesis can be utilized by the commissioner. However, the author of this thesis benefited most.

Key words

under floor heating, radiator heating, cost comparison

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	VESIKIERTONEN KESKUSLÄMMITYS.....	8
2.1	Vesikiertoisen keskuslämmityksen toimintaperiaate	8
2.2	Patterilämmitys	9
2.3	Lattialämmitys.....	10
3	KOHDE	12
3.1	Kohteen esittely	12
3.2	Suunnitellun lämmitysjärjestelmän kustannukset.....	13
4	PATTERILÄMMITYKSESTÄ LATTIALÄMMITYKSEEN	15
4.1	Tarvittavat muutokset.....	15
4.2	Lattialämmityksen suunnitelmat ja määrät	16
4.3	Aikatauluvaikutukset ja työaikainen kosteuden hallinta	19
5	KUSTANNUSVERTAILU	21
5.1	Materiaali ja työ.....	21
5.2	Lisäkustannukset	21
6	YHTEENVETO/POHDINTA.....	23
	LÄHTEET.....	25

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty toimeksiantona Skanska Talonrakennus Oy, Lappi:lle. Haluaisinkin osoittaa kiitokset annetusta aiheesta, tuesta sekä ohjauksesta. Erityiskiitoksen osoittaisin ohjaajalleni Hannu Koivurannalle, sekä työnohjohtajalle, joka on monissa keskusteluissa käynyt kanssani läpi opinnäytetyön aiheeseen liittyviä keskusteluja niin puolesta kuin vastaan.

Rohkaisusta käyttää Cads-mitoitusohjelmaa haluaisin osoittaa kiitoksen Juha Vaaralalle. Iso kiitos samaisesta syystä myös Kai Rynäselle: avullasi löysin mitoitusohjelman punaisen langan.

Kiittäisin myös äidinkielellisestä ohjauksesta vastannutta Leena Ruokasta: vastasit lukemattomiin kysymyksiin nopeasti ja ammattitaidolla. Kiitos myös Seppo Sääskilahdelle, joka ohjasi opinnäytetyöni asiasisältöä.

Erityiskiitoksen haluan osoittaa kotiväelle joustavuudesta, tuesta ja jaksamisesta kulkea läpi tämän opinnäytetyöprosessin.

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

armaflex eriste	solukumieriste, sen kaupallinen nimi
brm ²	bruttoneliö
konvektio	lämpöenergian siirtymistä ilmavirran mukana
konvenktori	lämpöpatteri, jossa lämmitys perustuu virtaavan ilman lämmittämiseen
Ratu	rakennusalan ammattilaisten tietopankki
suhteellinen kosteus	ilmassa olevan vesihöyryn paineen suhde kyllästyspaineeseen kyseisessä lämpötilassa
tahdistava työvaihe	työ tai työnosa joka määrittää tietyn työn keston
tth	tehollinentyötunti
.	

1 JOHDANTO

Patterilämmitys on ajan saatossa saanut rinnalleen kilpailijan lattialämmityksestä. Lattialämmityksen etuina koetaan asukasmukavuuden lisääntyminen. Verrattuna patterilämmitykseen, lattialämmityksen myötä äänen eristävyys huoneistojen välillä paranee. Lattialämmityksessä huoneistokohtainen lämmönsäätö on asukkaan hallinnassa. Tätä kilpailijaksi nousutta lämmitysjärjestelmää on tutkittu useassa opinnäytetyössä.

Opinnäytetyön aihe tuli suoraan toimeksiantajalta. Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää kustannuserot uudisrakennuskohteessa patterilämmityksen ja lattialämmityksen välillä. Tarkoituksena on kiinnittää erityistä huomiota aikataulun muutoksiin, materiaalikustannuksiin sekä työnaikaiseen kosteudenhallintaan. Jotta kustannusvertailu saataisiin konkreettiseksi ja toimeksiantaja hyötyisi vertailusta mahdollisimman paljon, sijoittuu opinnäytetyössä tehtävä vertailu toimeksiantajan erääseen kohteeseen. Kohde on kuitenkin sovittu salassa pidettäväksi.

Toimeksiantaja on maailmanlaajuinen rakennusliike ja pyrkii kokoajan kehittymään ja pysymään kehityksen mukana. Siitä huolimatta paikallinen yksikkö käyttää vielä uusissa kohteissaan patterilämmitystä. Ja kuten jo totesin, on lattialämmitys noussut vahvaksi kilpailijaksi patterilämmitykselle. Opinnäytetyön tavoitteena on saada tietoa toimeksiantajalle siitä, minkälaisiin muutoksiin olisi varauduttava, jos kyseinen vaihdos toteutettaisiin.

Kustannuksia laskiessa käytän hyödyksi ratu-pohjaisia työmenekkejä. Materiaalien määrän selvittämiseksi käytän kohteen lvi-suunitelmaa patterilämmityksen osalta ja lattialämmityksen suunnitelmat mitoitan itse. Työn hinta on suoraan alan työehtosopimuksen mukainen ja materiaalin kustannukset ovat keskimääräisiä kuluttajahintoja.

2 VESIKIERTONEN KESKUSLÄMMITYS

2.1 Vesikiertoisen keskuslämmityksen toimintaperiaate

Vesikiertoisessa keskuslämmitysjärjestelmässä on yksi lämmönlähde, josta jaetaan lämpö putkistoissa kulkevan lämmönsiirtonesteen avulla koko rakennukseen. Lämmönsiirtonesteenä on yleisesti vesi, mutta lämmönsiirtoaineena voi toimia myös höyry tai ilma. Veden lämpötila on riippuvainen lämmitystarpeesta. Yleensä lämmöntarve määräytyy ulkolämpötilan mukaisesti. (Seppänen & Seppänen 1996, 114–115.)

Vesikiertojärjestelmä koostuu kolmesta kokonaisuudesta: lämmöntuotannosta (Kuvio 1), lämmönjakelusta sekä lämmönluovuttimista. Lämmöntuottamisessa käytetään kattilalaitoksia, joissa polttoaine muuttuu lämmöksi, kaukolämmöllä, sähköllä, lämpöpumpulla tai aurinkoenergialla. (Seppänen & Seppänen 1996,115.)



Kuvio 1. Kaukolämmönvaihdin

Lämmönjakeluputkistoon lukeutuvat putket, sulkuventtiilit, säätöventtiilit, lämpömittarit, suodattimet, yksisuuntaisventtiilit ynnä muut sellaiset laitteet. Läm-

mönjakeluputket ovat yleensä terästä. Säätolaitteilla säädellään veden lämpötilaa ja virtausta. Kiertovesipumpulla saadaan aikaiseksi veden virtaus. (Seppänen & Seppänen 1996, 114–116.)

Lämmönluovuttimien tehtävänä on luovuttaa lämmitysnesteen lämpöä huoneistoon. Aikaisemmin yleisimpänä lämmönluovuttimena toimi patteri, nykyään se on saanut rinnalleen kilpailijaksi lattialämmitysjärjestelmän. (Seppänen & Seppänen 1996, 116.)

2.2 Patterilämmitys

Radiaattori- eli patterilämmityksessä lämpö johtuu huoneeseen patterin tai konvektorin välityksellä. Pattereista huoneiston ilma lämpiää konvektion ja säteilyn avulla. Pattereiden määrä ja koko on riippuvainen huoneen lämpöhäviöistä. Usein patteri kuitenkin sijoitetaan ikkunan alapuolelle, jolloin sen pituus vastaa suurin piirtein ikkunan leveyttä. Patterien putkistomateriaalina voidaan käyttää mustaa teräsputkea, kupariputkea, teräsputkea tai komposiittiputkea. (Harju 2006, 174).

Patterilämmityksessä lämmitysvesi voidaan johtaa pattereille yksi- tai kaksiputkijärjestelmän mukaisesti. Kaksiputkijärjestelmässä lämmitysputket nousevat pystysuorina huoneiden kohdalta ylös (Kuvio 2). Toisessa putkessa kulkee meno- ja toisessa paluuvesi. Koska lämmitysveden virtaus täytyy saada mitoituksen mukaiseksi jokaisessa patterissa, kytketään jokaiseen patteriin säätöventtiili. Tämän lisäksi virtausta säädellään myös jokaisen pystylinjan alussa linjasäätöventtiilillä. Yksiputkijärjestelmässä meno- ja paluuvesi kuljetetaan samassa putkessa pattereille. Tämä järjestelmä ei ole kovinkaan taloudellinen. Se on yksi syy siihen, miksei tätä järjestelmään nykypäivänä enää käytetä uudiskohteissa. (Seppänen & Seppänen 1996, 116–117.)



Kuvio 2. Kaksiputkijärjestelmä

2.3 Lattialämmitys

Lattialämmitysjärjestelmät ovat kytkettynä jakotukijärjestelmään. Tämä tarkoittaa sitä, että lämmitysvesi siirtyy lämmöntuotannon lähteestä runkolinjaa pitkin ylöspäin ja jakautuu jokaiseen huoneistokohtaiseen jakotukkiin. Jokaisen jakotukin yhteyteen asennetaan säätöventtiilit ja muu säätölaitteisto. Tämä mahdollistaa huonekohtaisen lämmönsäätelyn. Samalla poistuu ongelma putkistojen välityksellä johtuvista äänistä. (Seppänen, Seppänen 1996, 117)

Lattialämmityksessä putket tai asennuskaapelit asennetaan lattian sisälle (Kuvio 3). Putkissa kiertävä lämmin vesi lämmittää lattian, josta johtuu lämpö ympäröivään tilaan. Lattialämmityspotket ovat yhtenäisiä kierukoita, jotka lähtevät menojakotukista ja päättyvät paluujakotukkiin. Putket ovat muovipinnoitteista kupariputkea tai muoviputkea. (Harju 2006,96-97.)



Kuvio 3. Lattialämmityspotkisto ennen betonointia

Lämmityspotket pitää peittää vähintään 30 mm betoni massalla. Lattialämmityspotkien alle tulee asentaa eriste, joka toimii askeleristeenä sekä estää välipohjan lämmittämistä, mikä taas helpottaa lattialämmityksen lämmönsäätelyä. (Viljanen 2013,13.)

Lattialämmityslattian pintalämpötila 23–25 astetta on riittävä lämmittämään koko huonetilan. Pintalämpötila ei kuitenkaan saa ylittää 27 astetta. Mukavuutta lisätäkseen lattialämmityskierukat voidaan asentaa tiheämmin ikkunoiden ja ulkoseinien vierelle, jolloin saadaan hieman tasoitettua ikkunoista ja ulkoseinistä tulevaa kylmää ilmaa. Samasta syystä putkistoihin johdetaan lämmin vesi ensin ikkunan ulko- ja ikkunaseinien läheisyydessä oleviin putkistoihin. (Viljanen 2013,13.)

3 KOHDE

3.1 Kohteen esittely

Kohde on seitsemänkerroksinen asuinkäyttöön tarkoitettu kerrostalo. Sen alimmaisessa kellarikerroksessa sijaitsee teknisten tilojen lisäksi asukkaiden yhteiseen käyttöön tarkoitettuja tiloja, väestönsuoja, autotalleja sekä autohalli. Kuudessa muussa kerroksessa sijaitsee asuinhuoneistoja. Kohteen kerrosala on reilu 3000 m² ja huoneistoalaa lähes 2500 m². Huoneistojen koot vaihtelevat 46 m² – 146 m². Kohde sijaitsee Rovaniemellä. (LVI-konsultointi Vaarala 2014.)

Kohde on Rovaniemen kaupungin kaukolämpöverkossa. Lämmönjakohuone sijaitsee kohteen kellarikerroksessa. Lämmitysputkisto on suunniteltu nousemaan kaksiputkijärjestelmänä kerroksesta toiseen rakennuksen ulkoseinustalla. Ainut poikkeus on väestönsuojankohdalla, jossa nousulinja täytyy viedä väestönsuojan välitilassa. Patterit on suunniteltu asennettavan ulkoseinustalle jokaisen ikkunan alapuolelle. (LVI-konsultointi Vaarala 2014.)

Lämpöputkisto on mustaa teräsputkea. Putkiston koko vaihtelee 10 mm:stä 40 mm:iin. Pääsääntöisesti putkisto on kuitenkin 20–25 millimetriä halkaisijaltaan olevaa mustaa teräsputkea. Kellarikerroksessa putket pitää tukea katosta tulevilla kannakkeilla vähintään 2500 mm välein. Lisäksi jokaisen kerroksen ylösnousuissa tulee olla vähintään yksi kannake (Rakennustieto Oy 2004a, 2). Lämpöputki tulee olla eristetty rakenteen sisällä. Eristyksessä tulee huomioida myös paloturvallisuus. Huoneistossa näkyvillä olevia putkia ei tarvitse eristää. (Rakennustieto Oy 2004b, 10). Tässä kohteessa eristeenä käytetään armaflex-eristettä. (LVI-konsultointi Vaarala 2014).

Kohteeseen on suunniteltu asennettavan yhteensä 184 patteria. Patterit ovat tehoiltaan 60–1200 W. Pääasiassa tavallisia kuivan tilan pattereita, poikkeuksena saunoihin tulevat kuivatuspatterit. Pattereiden lisäksi materiaalilaskennassa tulee ottaa huomioon patterikannakkeet, eristeet sekä erilaiset järjestelmään kuuluvat venttiilit. (LVI-suunnitelmat 2014.)

3.2 Suunnitellun lämmitysjärjestelmän kustannukset

Lämpöputkiston asennuskustannuksia laskiessa käytän Ratu G2-0296 -kortista löytyviä työtuntimääriä arvioita. Työtunnit ovat työvuoroaika T3 mukaiset. Ratu G2-0296 -kortissa annetut työmenekkimäärät ovat arvioita yhden henkilön työryhmän menekistä sekä keskimääräisesti 3500 brm² kerrostalon asennukseen ja käytettäessä teräsputkea. (Rakennustieto Oy. 2007.)

Talotekniikan työehtosopimuksessa on viisi eri palkkaluokkaa (S, 1, 2, 3, 4). Näihin palkkoihin on kuitenkin tulossa korotus 1.6.2015. Koska kohdetta katsotaan tulevaisuuden osalta, käytän työhinnan määrittelyssä korotettuja hintoja. Lämpöputkiasennuksen työhinnan laskemisessa käytän palkkaluokkaa 4, joka on 16,60 €/h. (LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry & Rakennusliitto ry 2014, 37.)

Laskelmien mukaan kohteen lämmitysjärjestelmän asennuksiin kuluu noin 1000 tehokasta työtuntia. Täten kohteen asennustöiden hinnaksi määräytyy 16 600 €. Asennuskustannuksiin täytyy vielä lisätä sosiaalikulut. Verohallinto on määritellyt sosiaalimenojen määräksi 70 %, kun palkkasumman on vuodessa enintään 840 940 € (Verohallinto 2002). Täten sosiaalikuluja kertyy tästä työstä 11 620 €. Yhteensä työt tulisivat kustantamaan 28 220 €.

Materiaalimenekki on laskettu keskimääräisten tämän hetkisten kuluttaja hintojen mukaisesti. Pääasiassa hinnat ovat löytyneet taloon.com-sivustolta. Materiaalimenekin määrä on laskettu salatun kohteen lvi-suunnitelmasta. Materiaalin kokonaiskustannukseksi kertyi 48 400 € (Taulukko 1).

Taulukko 1. Patterilämmityksen materiaalikustannukset

Patterit	26 300
Kannakkeet	2 600
Venttiilit	8 200
Putket	7 300
Eristeet	4 000
Yhteensä	48 400

Materiaalikustannuslaskelmissa en huomioi kaukolämmönvaihdinta, koska patterilämmityksestä siirryttäessä lattialämmitykseen ei lämmönvaihtimeen tule niin suuria muutoksia, että ne vaikuttaisivat huomattavissa määrin kustannuksiin.

4 PATTERNILÄMMITYKSESTÄ LATTIALÄMMITYKSEEN

4.1 Tarvittavat muutokset

Suurin ja näkyvin muutos patterilämmityksestä lattialämmitykseen siirryttäessä on lämmitysputkien piiloon jäänti. Lattialämmitysputket jäävät betonin sisään suojaan. Tässä vältytään työnaikaisilta kolhuilta. Esimerkiksi työaikana asennettuihin pattereihin voi tulla kolhuja, tahroja tai muita kuluman jälkiä. Tämä lämmitysjärjestelmän piiloon jäänti on esteettinen muutos, joka vaikuttaa usein ostajan mielipiteeseen. Toisekseen kolhut, tahrat ja kulumat aiheuttavat lisäkustannuksia.

Lattialämmitysputkien piiloon jäännillä on myös huonotkin puolensa. Esimerkiksi mahdollisen putkivuodon havaitseminen on vaikeampaa. Myös lämmitysjärjestelmän korjaus vaatii lattialämmityksen osalla paljon enemmän työtä.

Verrattuna kohteeseen suunniteltuun rakenteeseen lattialämmitys kasvattaa pinalattian paksuutta lähes 60–80 mm. Lattialämmitysratkaisuun päätymistä ennen täytyy rakennesuunnittelijan ottaa kantaa massiiviholvin paksuuteen. Lattialämmityksen eriste ja paksumpi pinalattia kasvattavat itsessään askelääni eristystä, jolloin massiiviholvin paksuutta voisi vähentää ääneneristettävyyden kannalta. Toisaalta lisääntynyt pinalaatan massa vaatii paikallavaluholvilta suurempaa kantavuutta, joka voi jopa lisätä rakenteen vahvuutta ja teräksen määrää. Lattian vahvuuden mahdollinen kasvaminen tuo myös lisäkustannuksia, joita ei ole huomioitu kustannuslaskelmissa.

Lattialämmitysjärjestelmän asentaminen muuttaa kohteen yleisaikataulua. Lämmitysjärjestelmän putkitöitä ei päästäkään asentamaan rungon etenemisen tahdissa, vaan kosteussyistä olisi hyvä saavuttaa ensin vesikatto, ennen kuin alkaa lattialämmitystä ja pinalattiaa asentamaan. Toki riskin voi ottaa, ja lähteä asentamaan lattiaa muutaman holvin jäljessä. Täytyy vain varmistua, ettei betonilattioihin pääse missään nimessä lisää kosteutta. Tämä on yksi syistä, jonka vuoksi lopullisen lämmitysjärjestelmän käyttämistä rakennusaikaisena lämmi-

tyksenä ei voida hyödyntää yhtä aikaisessa vaiheessa, kuin patterilämmitys järjestelmässä. Toisekseen tämä tarkoittaa sitä, että työtehtävien järjestystä olisi kannattavaa muuttaa. (Viljanen 2013, 29–30.)

Lattialämmitysjärjestelmässä lattiaan, valetun holvin ja pintalattian väliin, asennetaan eriste. Tätä eristettä ei käytetä patterilämmitysjärjestelmässä. Tämä vaikuttaa betonilattian kuivumisen muuttumisen yksisuuntaiseksi, mikä hidastaa betonin kuivumista. (Merikallio, 41.)

Yksi eroavaisuus lattialämmityksen ja patterilämmityksen välillä on lämmitysjärjestelmän nousulinja. Patterilämmityksessä se kulkee huoneistosta huoneistoon suoraviivaisesti. Lattialämmityksessä nousulinja voidaan nostaa esimerkiksi talon keskiosassa hormia pitkin. Tämä vaikuttaa asumismukavuuteen, koska huoneistosta toiseen kulkevat nousulinjat jäävät pois, eivätkä täten pääse johtamaan ääntä. (Seppänen & Seppänen 1996, 116–117.)

4.2 Lattialämmityksen suunnitelmat ja määrät

Lattialämmityksen suunnittelussa käytän CADS ohjelmaa. Kyseisellä ohjelmalla voi itse piirtää lattialämmityspiirit. Vaihtoehtoisesti voi myös syöttää ohjelmaan tilan reunalinjat ja ohjelma piirtää lämmityspiirit itse. Kolmantena vaihtoehtona on syöttää ohjelmaan suoraan lämmöntarve ja jakotukkienpaikat. Viimeisin vaihtoehto on helpoin mutta epätarkin. (Vaarala 2014.) Näistä vaihtoehtoisista mitoitustavoista käytin vaihtoehtoa kaksi.

Lattialämmitysjärjestelmän kohteeseen suunnittelen ja mitoitan siten, että jokaiseen huoneistoon tulee oma jakotukkinsa. Jokaiseen huoneistoon suunnittelen asennettavaksi myös termostaatit, joiden avulla asukkaan on mahdollista säädellä huoneiston lämpötilaa itselleen sopivammaksi. Tällä vaihtoehdolla vähennetään yleisten tilojen käytävillä kulkevien lattialämpöputkien määrää.

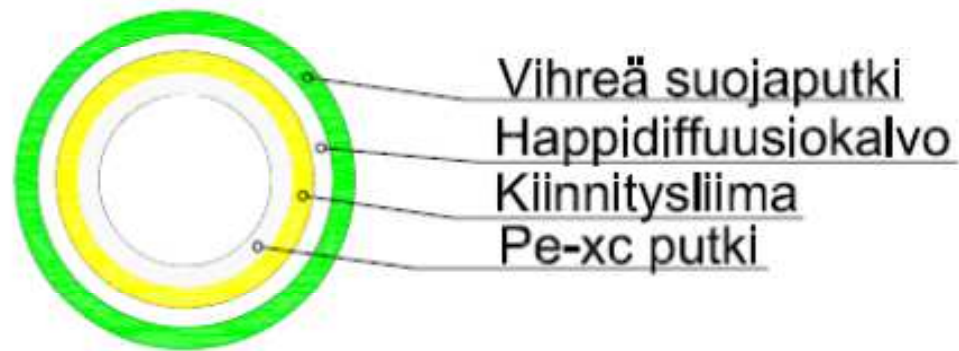
Ratu-kortistosta ei löydy lattialämmityksen asennustyömenekkejä. Kirjassa rakennusosien kustannuksia, on kuitenkin koottu työmenekki lattialämmitykselle.

Työmenekki on tosin annettu vain omakotitalo, tai rivitalo kohteeseen, mutta kerrostalokohteen työmenekkinä voidaan käyttää samaa arvoa. Täten käytän lattialämmitys työkustannuksia laskiessa kyseisen teoksen keskituntimenekkiä = 0,20 tth/m². (ROK rakennusosien kustannuksia 2013, 207.)

Lattialämmityksen asentamiseen kuluu noin 720 tth. Talotekniikan työehtosopimuksen mukaan palkkaluokan 6 tuntipalkka on 1.6.2015 lähtien 16,60 €/h (LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry & Rakennusliitto ry 2014, 37). Täten lattialämmitysasennuksen hinnaksi kertyy 11 952 €. Tähän lisätään vielä sosiaalikulun 70 % eli 8 366,4 € (Verohallinto 2002). Kokonaiskustannukseksi työn osalta kertyy noin 20 320 €.

Lattiaan asennettavina lämmitysputkina ”käytetään tarkoitukseen soveltuvia happidiffuusiosuojattuja muoviputkia, pehmeäksi hehkutettuja standardin SFS-EN 1057 mukaisia muovipäällysteisiä kupariputkia tai muita korroosion kestäviä putkimateriaaleja” (Rakennustieto Oy. 2004b, 2). Käytännössä käytetään happidiffuusiosuojattuja muoviputkia, koska kupariputkissa kustannukset nousevat niin paljon kalliimmaksi.

Mitoituksessa käytin Nereuksen Pe-xc 20mm putkea. Vaihtoehtoisia lämmitysputkia toki löytyy muiltakin valmistajilta, mutten käsittele niitä tässä. Kyseinen Nereuksen valmistama putki on neljä kerroksinen (Kuvio 4), jossa sisimpänä Pe-xc putki, jonka päällä kiinnitysliima, happidiffuusioikalvo ja päällimmäisenä vihreä suojakerros. Happidiffuusio kalvolla pyritään parantamaan putken happitiiviyttä. Suojaputken vihreä väri parantaa vaurioiden huomattavuutta. Valmistaja lupaa 40 vuoden materiaalitakuun. (Nereus Oy. b.)



Kuvio 4. Pe-xc putken rakenne.

Kyseisessä kerrostalossa kerrokset ovat lähes identtiset keskenään, joten mitoitin lattialämmitys materiaalilaskentaa varten vain kellarikerroksen sekä 1-kerroksen. Tarkastaakseni saatujen keskiarvoisten putkimateriaali menekkien sopivuuden myös ylimmänkerroksen osalta, mitoitin myös sieltä muutaman asunnon ja vertaan saatuja tuloksia edellisiin. Saaduista tuloksista lasen keskimääräisen putkimenekin, jonka mukaan määrittelen putkimenekin kustannuksineen. Jakotukkien määrän kykenee laskemaan huoneluvun avulla. Lattialämmityksen materiaalikustannukseksi kertyi 54 600 € (Taulukko 2).

Taulukko 2. Lattialämmityksen materiaalikustannukset

Jakotukit	10 500
Lämpöputket	16 500
Runko sekä eristeet	18 100
Lattiaeriste	9 500
Yhteensä	54 600

Saatujen arvojen oikeellisuutta tarkastelen vertaamalla niitä toimeksiantajan aikaisemmin toteuttamaan lattialämmityskohteen lattialämmitys suunnitelmiin.

4.3 Aikatauluvaikutukset ja työaikainen kosteuden hallinta

Kohdassa 4.1 tuli jo esille, että lattialämmityksen asentaminen vaikuttaa yleisai-katauluun aikataulua pidentävästi. Suurin syy tähän on kosteudenhallinta sekä työvaiheiden muutokset.

Kun lattialämmitys toteutetaan kelluvana laattana, kuten tässä kohteessa, on kosteuden kanssa oltava hyvin tarkka. Tämän vuoksi lattialämmitysten asenta-minen suositellaan aloitettavaksi vasta vesikaton valmistuttua, jolloin vettä ei pääse enää valumaan kerrokseen. Patterilämmityksessähän lämpöputkistot sekä patterit asennetaan heti mestan valmistuttua. Käytännössä noin kerros tai kaksi holvin valun perässä. (Viljanen 2013, 29–30.)

Lattialämmitystalon rakentamisessa lattialämmityksestä tulee tahdistava työvai-he. Lisäksi sen asennustöiden ajaksi on asennusalue tyhjennettävä täysin. Asennus voidaan suorittaa joko kerros tai pienempi alue kerrallaan. Näiden ta-kia on erityisen tärkeää miettiä tarkasti työvaiheiden eteneminen ja niiden riskit. Esimerkiksi massiiviholvi rakenteessa väliseinätyöt voidaan toteuttaa ennen lattialämmityksen asentamista. Tuolloin täytyy vain huomioida, ettei mitään elo-peräistä saa jäädä betonin sisälle. Lattialämmityksen asennus voi pidentää ra-kennusaikaa jopa kuukaudella, arvioi Viljanen insinööriyössään. Toisaalta oi-keilla työvaihevalinnoilla tuota aikaa voidaan kiritä lähes olemattomiin. (Lappa-lainen 2014,14; Viljanen 2013, 29–30.)

Toinen suuri aikatauluihin vaikuttava tekijä on betonilattian kuivuminen. Kun lattialämmitys asennetaan tällä suunnitelulla rakenteella, jossa kelluvan betonin ja kantavan paikallaan valetun holvin väliin tulee eriste, betonin kuivumisaika kasvaa jopa kaksin tai kolmin kertaiseksi. Syynä tähän on se, ettei massiivinen betoni laatta pääsekään eristeen vuoksi kuivumaan molempiin suuntiin. (Meri-kallio, 41.) Tämän lisäksi Suomen betonilattiyhdistys ry sekä Suomen Beto-niyhdistys ry suosittelevat kantavan rakenteen suhteellisen kosteuden arvoksi < 90 % ennen vaimennuskerroksen asentamisen aloittamista (Suomen Betoniyh-distys ry & Suomen betonilattiat ry 2000, 10).

Lattialämmityksellä ei saa edistää betonilaatan kuivumista ennen kuin se on saavuttanut 70 % lujuudestaan. Tämän jälkeen se on jopa suositeltavaa. Lämmitys tulee aloittaa lämmitettävän tilan sisälämpötilan lämpöisellä vedellä. Sen jälkeen veden lämpötilaa saa nostaa maksimissaan pari astetta viikossa.

(Nereus Oy. a., 6.)

Kuten jo aikaisemmin olen todennut, lattialämmitystä voidaan käyttää rakennuksen lämmitykseen vasta, kun se on asennettu ja asennuksen voi suorittaa vasta kun valettu holvi on saavuttanut riittävän kuivuuden. Riittäväällä kuivuudella tarkoitetaan tässä tapauksessa suhteellisen kosteuden arvoa $< 90\%$ (Suomen Betoniyhdistys Ry & Suomen Betonilattiyhdistys ry 2000, 10). Rakennusaikana muun muassa betoni tarvitsee kuivuakseen riittävän lämpimät olosuhteet. Täten jos sääolosuhteet ovat epäsuotuisat, tai rakennushanke sijoittuu kylmälle kaudelle, täytyy rakennusaikainen lämmitys hoitaa jollain muulla tavalla. Vaihtoehtoisina väliaikaisina lämmittimien energialähteinä voi käyttää esimerkiksi sähköä, öljyä, nestekaasua tai kaukolämpöä. (Venäläinen 2014, 21.)

Yksi vaihtoehto lattialämmityksessä aikataulujen nopeuttamiseksi sekä kosteudenhallinnan parantamiseksi olisi paikallavaluholvin sijasta käyttää ontelolaattoja. Tuolloin lattialämmityksen asennustyöt voisi aloittaa aikaisemmassa vaiheessa, koska ontelolaatta on kuiva rakenne. Tämän vaihtoehdon kustannuksia en tarkastele tässä opinnäytetyössä.

5 KUSTANNUSVERTAILU

5.1 Materiaali ja työ

Työkustannuksia tarkasteltaessa patterilämmitystyöt tulisivat kustantamaan sosiaalikuluneen 28 220 €. Lattialämmitystyöt sosiaalikulut huomioon ottaen kustantaisi 20 320 €. Täten lattialämmityksen asennustyöt sosiaalikustannuksineen tulisivat noin 38,9 % edullisemmaksi.

Materiaalikustannuksia patterilämmityksestä kertyi 48 400 € (Taulukko 1). Vastaavasti lattialämmitys materiaalikustannuksia kertyi 54 600 € (Taulukko 2). Täten lattialämmityksen materiaalikustannukset tulivat noin 12,8 % kalliimmaksi kuin patterilämmitys materiaalikustannukset.

Tarkisteltaessa kokonaiskustannuksia tulisi patterilämmityksen asentaminen kustantamaan yhteensä 76 620 € ja lattialämmitys 74 920 € (Taulukko 3). Näiden perusteella lattialämmitys tulisi kokonaisuudessaan noin 2,3 % edullisemmaksi.

Taulukko 3. Kustannusten yhteenveto

	Patterilämmitys	Lattialämmitys
Työt	28 220	20 320
Materiaali	48 400	54 600
Yhteensä	76 620	74 920

5.2 Lisäkustannukset

Materiaali- ja työkustannusten lisäksi näiden kahden eri lämmitysvaihtoehdon toteuttamisessa saattaa tulla eteen lisäkustannuksia, joita en ole huomionnut materiaali- eikä työkustannuksia laskettaessa. Niiden kustannusarvio voi heittää suuntaan taikka toiseen, joten en ala niille laskemaan rahallista arvoa. Seuraavassa luettelossa nimikoin näitä lisäkustannuksia aiheuttavia tekijöitä.

Patterilämmityksessä eteen tulevia lisäkustannuksia

- Patterien irrotus ja uudelleen kiinnitys tasoitetöiden ajaksi.
- Mahdollisesti vahingoittuneiden pattereiden uusiminen.
- Mahdollisesti likaantuneiden pattereiden puhdistaminen.

Lattialämmityksessä eteen tulevia lisäkustannuksia

- Rakennusaikainen lämmitys erillisellä lämmitysjärjestelmällä.
- Pintalattia betonin suurempi menekki.
- Pintalattian raudoituksen ja eristyksen asennus ja materiaali kustannukset.
- Massiiviholvin mahdollisesti muuttuvat kustannukset.
- Aikataulun venymisestä johtuva kustannuslisä.
- Riskitekijänä kokemattomuus lattialämmityskohteen rakentamisesta.

6 YHTEENVETO/POHDINTA

Siitä huolimatta että, opinnäytetyön aihe tuli suoraan toimeksiantajalta, osui aihe allekirjoittaneelle kuin nenä päähän. Se antoi tekijällensä paljon enemmän kuin tekijä osasi odottaa. Skanska Talonrakennus Oy, Lappi:n ja Ivi-suunnittelija Juha Vaaralan ansiosta lähdin mitoittamaan ja suunnittelemaan kohteen lattialämmitystä alusta alkaen itse. Vaikka uuden mitoitusohjelman opettelu pidensi opinnäytetyöprosessia, oli se silti sen arvoista.

Lähtökohtaisesti opinnäytetyön lattialämmityksen materiaalin kustannukset voivat olla hieman epäluotettavat. Onhan työssä materiaalilaskennan pohjalla ensikertalaisen, lähes itseoppineen mitoittajan suunnitelmat. Suunnitelmia ja materiaalikustannuksia on kuitenkin verrattu aikaisemman kohteen lattialämmityssuunnitelmiin sekä Rakennusosien kustannuksia kirjan keskimääräisiin menekkeihin. Näiden pohjalta voin todeta, että lopputulokset ovat yhteneväisiä vertailukohteiden kanssa.

Suoranaisesti toimeksiantaja ei voi verrata saatuja kustannuksia. Materiaalien hinnat ovat kuluttajahintoja, ja suurella rakennusliikkeellä ne tulisivat olemaan huomattavasti alhaisemmat. Työkustannushinnat taas ovat alan työehtosopimusten mukaiset ja rakennusliike todennäköisesti käyttäisi urakkahinnoittelua. Sen sijaan toimeksiantaja voi hyödyntää saatuja prosentuaalisia tuloksia.

Toivon, että tämän opinnäytetyön myötä toimeksiantaja saa uuden näkökulman lattialämmityksen toteutukseen ja lähtee pohtimaan sellaisen toteuttamista. Opinnäytetyössä on kuitenkin tuotu esille riskitekijöitä ja pääkohtia siitä, mihin kannattaa suunnittelussa kiinnittää huomiota. Etukäteen suoritetulla huolellisella suunnittelulla ja riskien minimoimisella saa tehtyä suuria säästöjä.

Tämän opinnäytetyön myötä heräsi vielä kysymyksiä siitä, kuinka paljon yleisaiakataulu todellisuudessa venyisi lattialämmitysjärjestelmän vuoksi. Olisi mielenkiintoista selvittää myös niitä keinoja miten tuota venymää voisi lyhentää. Toinen asia jota voisi vielä tutkiskella on lisäkustannukset osio. Olisi mielenkiintois-

ta vertailla paljonko todellisuudessa lisäkustannuksista kertyisi menoja, ja mitkä olisivat niitä keinoja ja ratkaisuja, joilla ne saataisiin nipistettyä minimiin.

LÄHTEET

Harju, P. 2006. Lämmitystekniikan oppikirja. Hamina: Kotkaset Oy

Lappalainen, T. 2013. Vesikiertoiset lattialämmitykset kerrostaloissa. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Mestarityö.

<http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/67548/Tommi%20Lappalainen%20Mestarityo%20FINAL.pdf?sequence=1>.

LVI-konsultointi Vaarala. 2014. Lvi-suunnitelmat.

LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry, Rakennusliitto ry 2014. Talotekniikka-ala lvi-toimialan työehtosopimus 2014–2016. Sastamala: Vammalan kirjapaino Oy.

<http://rakennusliitto.fi/wp-content/uploads/2014/11/talotekniikkalvites20142016.pdf>.

Merikallio, T. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Viitattu 20.1.2015

<http://www.ouka.fi/documents/486338/dd8be92a-b157-4416-9c56-2a761d6b9c65>.

Nereus Oy. a. Tekniset ohjeet. Yleiskäyttöohje. Viitattu 2.12.2014

<http://www.nereus.fi/file.php?405>.

Nereus Oy. b. Lämmitys. Lämmitysjärjestelmä. Tuotteet. Nereus-lattialämmityspotket. Viitattu 2.12.2014

<http://www.nereus.fi/lattialammitys/tuotteet/nereus-lattialammitysputket>.

Rakennustieto Oy. 2013. ROK rakennusosien kustannuksia. Tallinna: Kirjapaino Meedia zone Oü.

Rakennustieto Oy. 2004a. LVI 12–10370 Putkistojen ja kanavien kannakointi.

– 2004b. LVI 20–10348 Putkistojen asennus.

Rakennustieto Oy. 2002. LVI 12–10343 Vesikiertoinen patterilämmitys.

Rakennustieto Oy. 2007. Ratu G2–0296 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt. Menekit.

Seppänen, O., & Seppänen, S. 1996. Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Suomen Betoniyhdistys ry & Suomen betonilattiyhdistys ry 2000. Betoninen kelluva lattia. Suunnittelu- ja työohje. Suomen Betonitieto Oy.

Vaarala, J. 2014. Opinnäytetyö lattialämmitys vs. patterilämmitys. marjo.mattila@edu.lapinamk.fi 3.11.2014. Tulostettu 9.2.2015

Venäläinen, S. 2014. Rakennusaikainen kosteudenhallinta. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikka. Insinöörityö.

http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:dDHsO4RdIJgJ:https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/73679/Venalainen_Sami.pdf%3Fsequence%3D1+%&cd=2&hl=fi&ct=clnk&gl=fi

Verohallinto. Syventävät vero-ohjeet. Verohallinnon ohjeet 2002. Sosiaalimenojen aktivointi. Viitattu 20.1.2015

<http://www.vero.fi/fi->

[FI/Syventavat_veroohjeet/Verohallinnon_ohjeet/2002/Sosiaalimenojen_aktivointi\(10190\)](http://www.vero.fi/fi-FI/Syventavat_veroohjeet/Verohallinnon_ohjeet/2002/Sosiaalimenojen_aktivointi(10190)).

Viljanen, J. 2013. Vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän vaikutus yleisaikatauluun. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Insinöörityö.

https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/57438/Viljanen_Jere.pdf?sequence=1.