

Kristian Salmi

Kylpyhuoneen lämmitysvaihtoehtojen elinkaarikustannusvertailu putkiremontissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Talotekniikan koulutusohjelma
Insinöörityö
7.6.2011

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Kristian Salmi Kylpyhuoneen lämmitysvaihtoehtojen elinkaarikustannusvertailu putkiremontissa 35 sivua + 3 liitettä 7.6.2011
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	rakennusten sähkö- ja tietotekniikka
Ohjaajat Valvoja	toimitusjohtaja Kari Seitaniemi, sähkötekniikko Lauri Vaahteranoksa yliopettaja Torsti Viilo
<p>Insinööriyössä oli tavoitteena selvittää kerrostaloon tehtävän putkiremontin yhteydessä uusittavan kylpyhuoneen lämmitysjärjestelmän vaihtoehdot sekä niiden hyvät ja huonot puolet. Työn on tilannut Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy, ja se on tehty yhteistyössä tilaajan sekä LVISA-alan urakoitsijan kanssa.</p> <p>Lattialämmitys on lämmitysmuoto, jossa lattiaan asennetussa lattialämmityspotkussa kiertävä lämmitysaine tai sähkövastus luovuttaa lämpöenergiaa lattiaan ja siitä edelleen huoneilmaan. Työssä käsitellään lattialämmityksen periaatteellinen toiminta, suunnittelu ja asennus sekä sen vaatimukset korjausrakentamiskohteessa. Lämmitysjärjestelmistä oli tavoitteena tuoda esiin sähköisen ja vesikiertoisien lattialämmitysjärjestelmien erot. Lattialämmitysjärjestelmien lisäksi työssä perehdyttiin muihin yleisiin lämmitysmuotoihin kylpyhuoneissa, kuten kuivauspatteri ja lämpöpatteri.</p> <p>Putkiremontti tulee kiinteistölle ajankohtaiseksi sen putkistojen tultua elinikänsä päähän, eli noin 40–50 vuoden kuluttua käyttöönotosta. Työssä käsitellään yleisimmät putkiremontin toteutustavat sekä niiden eroavaisuudet.</p> <p>Työn esimerkki kohteena oli Helsingissä sijaitseva kerrostaloyhtiö, johon on taloyhtiön toimesta toteutettu linjasaneeraus. Linjasaneerauksessa toteutuneiden kustannusten, urakoitsijalta saatujen kustannusarvioiden sekä laskettujen energiakustannusten perusteella voitiin vertailla erilaisten lämmitysvaihtoehtojen takaisinmaksuaikaa.</p> <p>Insinööriyön energia- ja kustannuslaskenta tehtiin Microsoft Excel – ohjelmalla. Lähtötietoina laskennassa oli Helsingin Energian ilmoittamat sähköenergian sekä kaukolämmön hinnat, hiilidioksidimainospäästöt sekä Ilmatieteen laitoksen ilmoittamat lämmitystarveluvut.</p>	
Avainsanat	lattialämmitys, vesikiertoinen, lämmityskaapeli, elinkaarikustannusvertailu

Author	Kristian Salmi
Title	Life-cycle calculation for bathroom heating in a renovation
Number of Pages	35 pages + 3 appendices
Date	7 June 2011
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	Electrical Engineering for Building Services
Instructors	Kari Seitaniemi, CEO, Lauri Vaahteranoksa, Electrician Torsti Viilo, Principal Lecturer
<p>The goal of this Bachelor's thesis was to compare the alternative electrical and hydronic underfloor heating systems and to find out when and to what kind of targets it is economically justified to install any of them.</p> <p>Underfloor heating is a form of central heating which achieves indoor climate control for thermal comfort using conduction, radiation and convection. This thesis looks into matters that must be taken into account when planning and installing a bathroom heating system simultaneously with a major HVAC renovation.</p> <p>The case discussed in the thesis was a multi-storey building in Helsinki which had recently undergone a major HVAC renovation. The life-cycle calculations of various heating systems could be compared using the cost of the implemented heating project and the estimated costs of alternative heating systems.</p> <p>As a result it was established that, due to the expensive acquisition price and rather cheap operating cost of the hydronic system installed in the target, the pay-back time of the investment is about 21 years when compared to an electrical underfloor system.</p> <p>Because the acquisition and operating cost of both systems change from target to target and location to location, it is very hard to give any accurate generalization establishing when one system is better than the other.</p>	
Keywords	underfloor heating, hydronic, electrical, life-cycle calculation

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy	1
3	Korjausrakentaminen	2
3.1	Tausta	3
3.2	Putkiremontti	5
3.3	Kylpyhuoneremontti	8
4	Lattialämmitys	9
4.1	Lattialämmityksen suunnittelu	12
4.1.1	Lattiarakenne	12
4.1.2	Lattian pintalämpötila	13
4.2	Lämmönsiirtyminen lattiarakenteesta huoneilmaan	14
4.3	Tehontarve	14
5	Lattialämmityksen asennus	15
6	Lämmitysjärjestelmien vaatimukset	18
7	Toteutuksen vaihtoehdot	20
8	Esimerkkikohde Tempelikatu 13	22
8.1	Remontin tausta	22
8.2	Peruslaatutaso	22
8.3	Toteutuneet työt	23
8.4	Tulos ja vaihtoehtoisten toteutustapojen vertailu	24
9	Yhteenveto	32
	Lähteet	34
	Liitteet	
	Liite 1. Tyypikylpyhuone A	
	Liite 2. Tyypikylpyhuone B	
	Liite 3. Tyypikylpyhuone C	

1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena on tutkia ja selvittää kerrostaloon tehtävän putkiremontin tai muun vastaavan suuren korjausrakennushankkeen yhteydessä kylpyhuoneeseen lisättävän sähköisen lattialämmityksen kannattavuutta taloudellisuuden ja energiankulutuksen kannalta.

Työssä perehdytään eri lämmitysvaihtoehtojen vaatimiin rakennusteknisiin töihin, järjestelmien vaatimiin laitteisiin ja näiden hankinta- ja asennushintoihin. Tehontarpeen laskennan avulla lasketaan eri lämmitystapojen kuluttamat energiat ja ostoenergian määrät. Näitä tietoja hyödynnetään vertailtaessa lämmitystapojen kannattavuuksia eri aspekteilla.

Työssä tullaan tarkastelemaan tarkemmin kylpyhuoneen lämmityksen toteutusvaihtoehtoista sähköistä lattialämmitystä ja vesikiertoista lattialämmitystä.

Työn tavoitteena on selvittää, milloin rakennuksessa on perusteltua asentaa sähköinen, ja milloin vesikiertoinen lattialämmitys. Myös erilaiset lattia- ja patterilämmitysyhdistelmät tullaan ottamaan huomioon vertailuissa.

Työn tilaajana on Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy.

2 Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy

Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy on vuonna 1956 perustettu talotekniikan suunnittelutoimisto. Toimisto on ollut Suunnittelu ja konsulttitoimistojen liitto SKOL ry:n jäsen vuodesta 1968.

Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy:n toimiala on talotekninen suunnittelu. Toiminta kattaa talotekniikan LVI-, sähkö-, tele- ja rakennusautomaatiojärjestelmät. Toimiston erikoisosaamisiin kuuluvat vaativat restaurointi- ja korjaushankkeet, pesulatekniikka ja oppilaitokset. Päätoimialana toimistolla on LVI-tekniikka, sähkötekniikka, LVI-

jäähdytystekniikka, rakennusautomaatio, energiaselvitykset, kuntoarviot sekä rakennuttajapalvelut.

Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy:llä on käytössään vuonna 2001 sertifioitu RAKL-SKOL-ATL laatujärjestelmä, joka on auditoitu viimeksi keväällä 2011.

Toimisto työllistää 25 henkilöä, joista valtaosa kuuluu LVI-osastoon, sähköosaston ollessa huomattavasti pienempi. Liikevaihto vuonna 2010 oli 2,3 milj. €. [1]

3 Korjausrakentaminen

Korjausrakentaminen voidaan jakaa kolmeen eri osa-alueeseen, näitä ovat vuosikorjaukset, perusparantamiset sekä muuttaminen. Historiallisten kohteiden kohdalla puhutaan yleensä restauroinnista, eli entistämisestä, jossa pyritään palauttamaan ja säilyttämään rakennuksen entisiä arvoja, rakennustapoja ja arkkitehtuuria.

Kerrostaloissa suoritetaan aika-ajoin perusparannuksia ja -korjauksia. Tässä insinööri-työssä puhuttaessa putkiremontista tarkoitetaan yleisesti kerrostalokiinteistöön tehtävää perusparannusta, jossa vesi- ja viemäriputkistot uusitaan niiden heikon yleiskunnon vuoksi. Putkiremontin yhteydessä on usein perusteltua, ellei jopa vaadittavaa uudistaa samalla sähkörunkoverkkoa ja huoneistojen muuta sähköistystä. Vesi- ja viemäriputkistojen korjausväli on yleensä 40–50 vuotta.

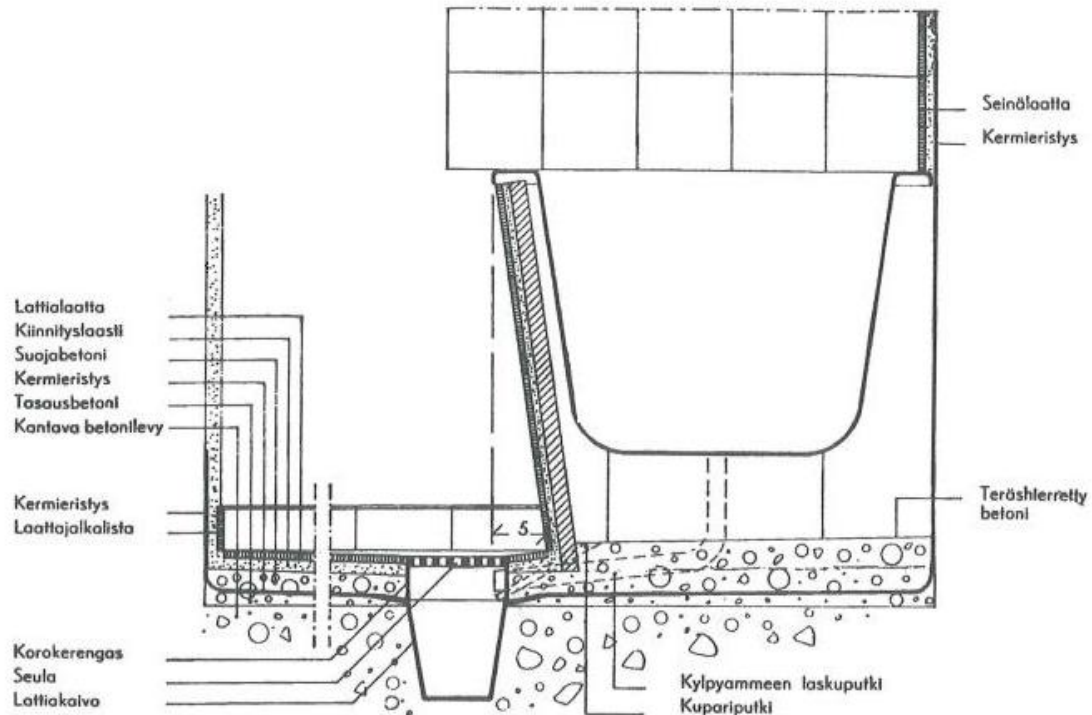
Perusteellisissa korjauksissa sähkönpääjakelujärjestelmä joudutaan lähes aina uusimaan sen kiinteän toteutustavan vuoksi. Muita syitä rakennuksen sähköjen uusimiseen voi olla esimerkiksi vanhanaikainen 4-johdinjärjestelmä tai muutoin huonokuntoiset ja vanhanaikaiset johdotukset. Usein putkiremontin yhteydessä myös uusitaan tai rakennetaan täysin uusi antennijärjestelmä ja yleiskaapelointi ATK- ja puhelinkäyttöön. Valaistukseen, palo-, rikos tai videovalvontajärjestelmiin saatetaan myös tehdä merkittäviä parannuksia ja lisäyksiä. Mitä useampiin ongelmakohteisiin putkiremontin yhteydessä pureudutaan kerralla, sitä paremmin rakennus saadaan korjattua kuntoon, ongelmattomaksi ja nykyaikaiseksi.

3.1 Tausta

Suomessa rakennettujen kerrostalo asuntojen koot sekä tyylit ovat vaihdelleet kulloisenkin vuosikymmenen vallitsevan elämän tavan ja aikakausien mukavuuksien mukaan. Sotien jälkeisen säännöstelyn ja siitä pois siirtymisen vaikutukset ovat vahvasti nähtävissä eri aikakausien rakennuksissa. 1953 alkoi massiivilaatan käyttö välipohjissa yleistyä voimakkaasti palkkakustannusten ja materiaalien tuotantokustannusten suhteen kehityttyä sellaisiksi, ettei alalaattaholvi enää ollut kustannuksiltaan kilpailukykyinen massiivilaatan kanssa. Rakennuksen sydänmuurista alettiin yleisesti siirtyä 1950-luvulle tultaessa betonipilarirunkoon. Runkorakennustyyppistä tuli 1950-luvulla muutenkin yleinen rakennustyyppi. Myös vesikaton, yläpohjan ja välipohjien kuormat alettiin siirtää betonipilareille keskirungon alueelle ja osin myös ulkoseiniin tiilimuurien sijaan. Porrashuoneet ja porraslamellien väliset seinät toimivat ulkoseinien lisäksi jäykistävinä rakenteina. Elementtirakentaminen alkoi tehdä 1950-luvulla tuloaan ja pääsi Suomessa vauhtiin 1960-luvulle tultaessa, myös runkotyypit jatkoivat kehitystään betonipilarirungosta betoniseinärunkoon ja kirjahyllyrunkoon saakka. [2]

Nyt yleisesti remontissa olevissa 1950- ja 1960-luvuilla rakennetuissa taloissa oli yhteiset pesutuvat ja kuivaushuoneet, eikä huoneistoissa ollut pesukoneliitäntöjä. Nykyisin pesukone halutaan usein sijoittaa kylpyhuoneeseen, mikä johtaa eittämättä tilaongelmiin kylpyhuoneissa, jotka ovat jo ennestään ahtaita. Pesukoneen sijoittamista kylpyhuoneeseen rajoittaa myös vaaditut suojaetäisyydet suihkuun tai ammeeseen nähden.

1950- ja 1960-luvulla rakennetuissa kylpyhuoneissa kylpyamme oli varsin tavallinen kaluste; oli myös varsin tavallista, että kylpyammeelle ja pesualtaalle asennettiin yhteinen vesihana. Samalle seinälle kylpyammeen ja pesualtaan kanssa asennettiin myös wc-istuin. Tämän kaltaiseen ahtaaseen kylpyhuoneeseen pesukoneen sijoittaminen on ollut hankalaa. Tästä syystä ja muuttuneista henkilökohtaisen hygienian hoitotavoista on kylpyammeita poistettu ja korvattu suihkutiloilla niin aikaisemmin tehdyissä osakkaan tekemissä remonteissa kuin nyt tehtävissä putkiremonteissakin. Suihkulle ja pesualtaalle asennetaan nykyään myös omat sekoittajansa, eikä molemmissa käyttötarkoituksissa palvelevia yhdistehanoja juurikaan asenneta. Kuvassa 1 on tyypillisen vanhan kylpyhuoneen poikkileikkaus.



Kuva 1. Vanhan kylpyhuoneen poikkileikkaus (RT 893.33 1953).

Vanhoissa kylpyhuoneissa lämmitys on usein hoidettu patterilämmityksellä, ja tilan ainoa lämmityspatteri on usein asennettu kylpyammeen yläpuolelle. Patterilämmitystä on harvoin mitoitettu kylpyhuonekohtaisesti ja täten ulkoseinille ja ylimpiin kerroksiin sijoituissa kylpyhuoneissa lämmitysteho saattaa olla riittämätön, kun taas keskeisesti taloon sijoituissa kylpyhuoneissa lämpöhäviöt ovat lähinnä mitättömän pieniä ja täten lämmitysteho vähintäänkin riittävä. Erillisiä kuivauspattereita kylpyhuoneissa ei yleensä ole. Patterilämmitys on yleisesti samassa kiertoverkostossa talon muun lämmityksen kanssa tai liitettynä käyttövesiverkostoon, eikä talon kylpyhuoneiden pattereille ole vedetty omaa lämmityspiiriä. Kesäisin patterilämmitys piiri suljetaan, eivätkä kylpyhuoneittenkaan patterit täten lämpene. Lämmityksen puute kesäisin nostaa kosteutta kylpyhuoneissa ja koko asunnossa. Kylpyhuoneen rakenteille olisi hyödyksi, jos lämmitys olisi mahdollista pitää myös kesäisin päällä. Tämä nopeuttaisi pintojen kuivumista suihkun jälkeen ja edesauttaisi myös rakenteiden kuivana pysymistä.

Lämmityskustannukset kuuluvat kaukolämpöön liittyneillä taloyhtiöillä yleisesti yhtiövastikkeeseen, jota osakkaat maksavat. Yksi taloyhtiön osakkaita varmasti askarruttavista asioista onkin varmasti siirtyminen sähköiseen lattialämmitykseen, jolloin lämmi-

tykseen käytetty sähköteho otetaan asunnon omasta ryhmäkeskuksesta ja lämmityskustannukset siirtyvät suoraan asukkaan sähkölaskuun. Täten lämmitys kustannukset tulevat ehkä konkreettisemmin tuntumaan omassa taloudessa. Tästä syystä Insinööri-toimisto Leo Maaskola Oy:n toteuttamissa kohteissakin on lämmityksiä pidetty asukkaiden toimesta pois päältä. Tämän vuoksi tilat ovat aina märkiä, eikä tilassa ole täten saavutettu alkuperäisesti muutokseen johtaneiden ratkaisuiden tavoitteita. [3]

3.2 Putkiremontti

Putkiremontti alkaa yleensä vaihtoehtojen kartoittamisella ja hankesuunnitelman luomisella. Hankesuunnitelmassa kartoitetaan rakennuksen järjestelmien nykykunto, järjestelmien tarpeelliset ja siihen vaadittavat muutos- ja parannuskohteet sekä osakkaiden toiveet. Remontin laajuuteen vaikuttaa paitsi rakennuksen välttämättömät peruseräparannukset kiinteistön nykymääräysten tasolle saattamiseksi, myös osakkaiden ajatusmaailma. Osalla osakkaista saattaa olla suunnitelmissa pitkä yhteinen tulevaisuus rakennuksen kanssa, toisilla taas on suunnitelmissa muutto pois muutaman vuoden aikana. Poismuuttoa ajattelevat eivät yleensä halua sitoa rahojaan suuriin remontteihin, kun taas pitkään rakennuksessa viipyvät ovat valmiimpia sijoittamaan rahasummia parannuskohteisiin.

Insinööri-toimisto Leo Maaskola Oy:n hankesuunnitelmien tarkoituksena ja tavoitteena on kohdistaa korjaustoimenpiteet tärkeimmille alueille ja tahdistaa ne muiden samaan aikaan tehtävien töiden kanssa. Näin vältetään peräkkäisten korjaustöiden haitalta ja saavutetaan kokonaiskustannuksissa taloudellista hyötyä. Hankesuunnitelman avulla pyritään siihen, että remontoitavassa talossa vallitsee mahdollisimman suuri yhteinen näkemys siitä, mitä tulevassa taloyhtiölle merkittävässä korjaushankkeessa tehdään, ja kuinka se tapahtuu. Putkiremontti hankkeet etenevät tietyissä vaiheissa:

Päätös hankkeen käynnistämisestä tehdään, kun taloyhtiö on tullut siihen tulokseen, että kiinteistön tekniikkaa on uudistettava. Taloyhtiön hallitus yhdessä isännöitsijän kanssa valitsee hankesuunnitelman tekoon asiantuntijat.

Hankesuunnitteluvaihe. Taloyhtiön hallitus, isännöitsijä ja asiantuntijaryhmä yhdessä tekevät suunnitelman, jossa päätetään kiinteistön korjaustapa, korjauksen laajuus ja laatutaso.

Toteutussuunnitteluvaihe. Tässä vaiheessa tehdään tarkemmat arkkitehti-, rakenne-, lvi- ja sähköpiirustukset sekä vastaavat työselostukset, joiden perusteella korjaustyö kilpailutetaan.

Urakan kilpailuttamisvaiheessa haetaan korjaustyölle parhaiten soveltuva urakoitsija hinnan, laadun ja muiden kriteerien perusteella.

Urakkasopimus tehdään kilpailuttamisen perusteella valitun urakoitsijan kanssa.

Urakan valmisteluvaiheessa urakoitsija yhdessä asukkaiden ja osakkaiden kanssa valmistelee tulevaa korjaustyötä. Tässä vaiheessa selvitetään huoneistokohtaiset korjaus-aikataulut sekä varmistetaan osakkaiden huoneistokohtaisten lisä- ja muutostyötoiveiden toteuttaminen.

Urakkasuorituksen toteutus ja seuranta vaiheessa urakoitsija toteuttaa suunnitelmien mukaiset korjaustyöt. Urakkasuoritusta seurataan työmaakatselmuksissa ja työmaakouksissa, joihin on urakoitsijan ja valvojan sekä tarvittaessa suunnittelijoiden lisäksi syytä osallistua myös taloyhtiön putkityöryhmän edustajat.

Urakkasuoritusten jälkeen suoritetaan käyttöönotto- ja vastaanottotarkastukset sekä mahdolliset jälkitarkastukset.

Perinteisellä putkiremontilla tarkoitetaan yleisesti remontin toteutustapaa, jossa vesijohdot ja viemärit uusitaan kokonaan. Putkiston uusimistapoja perinteisessä remontissa on kolme:

1. Uusitaan vesijohdot ja viemärit nykyisille paikoilleen vanhojen tilalle.
2. Jätetään vanhat putket entisille paikoilleen ja asennetaan uudet vesijohdot ja viemärit asennusseiniin.
3. Putket asennetaan nousukoteloon. Nousukotelo voi kulkea porraskäytävässä tai asuinhuoneistoissa.

Jokaisella menetelmällä on omat hyvät ja huonot puolensa. Vaihtoehdossa 1 on lähes aina tarpeen uusia pesuhuoneiden lattia, seinät sekä katto, vanhojen putkistojen purkamisesta koituvien laajojen purkutöiden vuoksi. Urakka-aika toteutustavassa on pitkä, ja asuminen rakennuksessa työn aikana on hankalaa ja lähes poikkeuksetta mahdotonta. Toisaalta nousulinjat voidaan yleensä vaihtoehdossa 1 suunnitella osittain uusille paikoille, mikä parhaillaan säästää materiaali- sekä työkustannuksissa rahaa. Toteutus voi olla toimivuudeltaan sekä toteutukseltaan huomattavasti parempi ja selkeämpi kuin aikaisempi järjestelmä. Vanhan purkamisella ja uuden asentamisella saavutetaan usein myös tilojen toimivuuden ja visuaalisen ilmeen parannuksia, samalla mahdolliset vanhat asennusvirheet poistuvat.

Vaihtoehdossa 2 vanhat putket jäävät nykyisille paikoilleen, ja uusille putkille etsitään uudet reitit. Kalusteet asennetaan asennusseinään, jonka sisään jää parhaillaan tilaa myös putki- ja kaapelinousuille. Asennusseinä on metallinen elementti, johon pesualtaat ja wc-kulhot kiinnitetään. Metallielementti verhoillaan rakennuslevyllä, vesieristetään ja laatoitetaan. [4]

Vaihtoehto 2 on vaihtoehtoa 1 halvempi ratkaisu, sillä suuria purkutöitä ei tarvitse näin toteutettuna tehdä. Toteutustapa saattaa kuitenkin pahimmillaan viedä jo ennestään ahtaissa kylpyhuoneissa tärkeää tilaa.

Asennuselementtikoteloratkaisussa vanhat putket poistetaan ja uudet putket sijoitetaan uusille reiteille. Näitä reittejä ovat usein alakatot tai kotelot, rappukäytävät tai asuntojen eteistilat. Uudet putket asennetaan valmiselementtikoteloihin tai paikanpäällä tehtäviin koteloihin. Tässä toteutustavassa asennus on usein nopeaa ja helppo, varsinkin tehdasvalmisteisia elementtejä käytettäessä. Näihin asennuselementteihin saadaan varaukset myös sähköjohdoille, elementteihin saadaan jopa omat osiot heikko- ja vahvavirtajohdoille.

Täysin erilainen putkistoremontin toteutustapa on vanhojen putkien pinnoitus. Erilaisilla pinnoitustekniikoilla on mahdollista kunnostaa niin vesi-, viemäri- kuin lämmitysputkistokin rikkomatta putkea ympäröivää rakennetta. Pinnoitus tapahtuu yleensä kolmessa vaiheessa: putkien kuivaus, putkien puhdistus ja putkien pinnoitus. Pinnoitettaessa

vanhoja putkia vanhat putket pinnoitetaan epoksihartsilla paineilmaa hyväksikäyttäen. Täydellisesti onnistuessaan pinnoite tekee vanhojen putkien sisäpinnoista täysin sileät ja pinnoitus estää korroosion uudelleen kehittymisen. Myös juomavesiputkia pinnoittaessa menetelmä on samankaltainen. Pinnoituksen jälkeen myös juomaveden laadun ja veden virtausnopeuden tulisi parantua. Juomavesiputkia pinnoittaessa ongelmana on kuitenkin epoksihartsin sisältämien materiaalien mahdollisesti ajansaotossa aiheuttamat terveyshaitat. [5; 6]

Käytettäessä uusia menetelmiä putkistojen uusimisessa on vaihtoehtoja kaksi, pinnoitus tai sukitus. Sukitus tekniikka on kehitetty 1970-luvulla Englannissa viemäreiden ja putkistojen korjaukseen. Nykyään sukitusta suorittavia yrityksiä on jo n. 5000 ympäri maailman. Sukituksessa vanhaan viemäriputkeen asennetaan paineilman avulla epoksilla kyllästetty sukka. Sukan kovetettua, se muodostaa vanhojen putkien sisään uuden putken, joka on rakenteellisesti kestävä, pitkäikäinen ja tasalaatuinen. Ongelmina on kuitenkin erilaisten viemärihaarojen toteuttaminen ja niiden tasalaatuisten toteutuksen varmistaminen.

Uusia menetelmiä käytettäessä säästytään suurilta ja kalliilta vanhojen putkia ympäröivien rakenteiden purkutöiltä, eikä tällöin tarvitse löytää uusien nousujen paikkoja kuin sähköjohdoille. Ehtoina pinnoituksen toteuttamiseen on kuitenkin vanhojen putkien tarpeeksi hyvä kunto, sillä huonokuntoiset putket eivät kestä pinnoituksen toteutuksen vaatimaa puhdistusta.

3.3 Kylpyhuoneremontti

Kylpyhuoneremontti mielletään usein haasteelliseksi, kalliiksi ja riskialttiiksi. Putkiremontin yhteydessä tehtävä kokonaisvaltainen kylpyhuoneremontti kuitenkin harvoin on tällainen. Kun taloyhtiössä remontoidaan putkiremontin yhteydessä samanaikaisesti kaikki yhtiön kylpyhuoneet, tulee yhden kylpyhuoneen hinta huomattavasti halvemmaksi kuin erikseen tehtynä. Putkiremontin yhteydessä toteutetussa kylpyhuoneremontissa kokonaiskustannuksiin on lisäksi yleensä sisältyneenä suunnittelu- ja valvontatyö, ja urakan tekevät alan ammattilaiset. Täten myös riskit remontin kannalta jäävät vähäisemmiksi. Lopulta kylpyhuoneremontin laajuuden määrittää kylpyhuoneiden kunto

ja asukkaiden omat toiveet. Toteutuksen ja sen laajuuden suunnitteluun sekä uusittaviin kohteisiin vaikuttavia seikkoja voivat olla esimerkiksi:

- vesijohtokalusteiden kunto
- amme, suihku, vai molemmat
- laskutasot ja kaapistot
- pesukoneliitäntä, pyykkikorit ja kuivaustelineet tai -patterit
- seinäpintojen, ovien ja ikkunoiden kunto
- valaistuksen taso
- pistorasioiden riittävyys
- sähköverkon kunto ja parannustarpeet
- ilmanvaihdon riittävyys
- kosteusongelmat, home
- lattian kallistukset
- uudet putkistoreititykset, koteloinnit.

Putkiremontin yhteydessä tehdyn kylpyhuoneremontin laajuus ja siihen sisältyvät kalusteet määritetään hankesuunnitelmassa ja tehtävässä peruslaatutasossa. Osakkailla on yleensä kuitenkin mahdollisuus valita kalusteensa peruslaatutasosta poiketen tai laajentaa remonttia haluamiinsa kohteisiin omalla kustannuksellaan.

4 Lattialämmitys

Lattialämmityksellä tarkoitetaan rakennuksen lämmitystapaa, jossa lattiaan asennetussa lattialämmitysputkistossa kiertävä lämmitysaine tai sähkövastus luovuttaa lämpöenergiaa lattiaan ja siitä edelleen huoneilmaan. Yleisimmät lattialämmitystavat ovat vesikiertoinen lattialämmitys sekä sähköinen lattialämmitys.

Vesikiertoisessa lattialämmityksessä matalalämpöinen (30–45 °C lattiapintamateriaalista riippuen) vesi kiertää lattiarakenteeseen asennetussa lattialämmitysputkistossa. Veden sitoma lämpöenergia siirtyy ensin lattiarakenteeseen ja sitä huoneilmaan konvektiona sekä suorana lämpösäteilynä. Näiden kahden lämmönsiirtymistavan ansiosta lämpö siirtyy koko huonetilaan ja muille pinnoille.

Sähköinen lattialämmitys toimii vastaavalla tavalla kuin vesikiertoinen, mutta lämmönluovuttimena on lattiaan asennettu lämmityskaapeli tai lämpömatto. Eroina vesikiertoi-

seen lattialämmitykseen on saneerauskohteissa asennuksen aiheuttama lattiapinnan nousu ja nopeampi lämmöntarpeeseen vastaus. Sähköinen lattialämmitys voidaan saneerauskohteissa asentaa vanhan lattian päälle. Saneerauskaapelit ovat vesikiertoisen lattialämmityksen putkiin nähden hyvin ohuita, ja kaapeleiden päälle tehtävä pintavalu on myös ohuempi. Tämän vuoksi lattiapinnan taso nousee huomattavasti vähemmän sähköisessä järjestelmässä vesikiertoiseen nähden. Koska lämmityskaapeli tai lämpömatto sijaitsee suoraan lattian pintamateriaalin alla, ja lämmitettävää kiviainesta on ympärillä vähemmän vesikiertoiseen lattialämmitykseen nähden, lämpenee lattia nopeasti ja tehokkaasti. Tästä on hyötyä silloin, jos lattialämmitystä ei haluta pitää koko ajan päällä. Kuvassa 2 sähköinen lattialämmityskaapeli on kiinnitetty lattiaraudoitukseen. Kaapelin päälle tehdään kaapelit peittävä pintavalu ja asennetaan lattian pintamateriaali.



Kuva 2. Sähköisen lattialämmityskaapelin asennus (Ensto)

Lattialämmitys voidaan asentaa minkälaiseen lattiarakenteeseen tahansa ja niin suureen tai pieneen tilaan kuin on tarve. Yleisin lattialämmityskohde asuinrakennuksessa on kylpyhuone ja muut kosteat tilat, kuten WC:t tai kodinhoitohuoneet. Lattialämmitys voidaan asentaa joko koko rakennuksen lattiapinta-alalle tai vain sinne, missä lämmitykselle on tarve, joko mukavuuden lisäämisen kannalta tai lämmitystarpeen vuoksi. Kosteissa tiloissa lattialämmityksen aiheuttamasta lattiapinnan kuivumisesta onkin hyötyä niin asumismukavuuteen kuin rakenteidenkin kuivana pitämiseen.

Lattialämmityksen etuina esimerkiksi patterilämmitykseen verrattuna on sen tasainen ja mukava lämmönjako. Patterilämmityksessä lämpö on keskitetyissä paikoissa huoneissa, kun taas lattialämmityksessä koko lattiapinta-ala toimii yhtenä suurena lämmönluovuttajana, jolloin tarvittava lämmönluovutusteho lattianeliötä kohden on pieni. Lattialämmityksessä lämpö tulee alhaalta ylöspäin, joka on luonnollinen lämmön kulkusuunta. Tasaisen lämmön nousun johdosta ilma kiertää huoneissa vähemmän, eikä pölykään pääse kertymään täten ympäriinsä; tästä on huomattavaa hyötyä muun muassa allergikoille. Luonnollisen lämmönkulkusuunnan eduksi voidaan lukea myös lämmönkulkeutumisen aiheuttama parannus rakennuksen painovoimaiseen ilmanvaihtoon.

Lattialämmityksen lämmönlähde voidaan toteuttaa useilla eri tavoilla ja vesikiertoisien lattialämmitysjärjestelmän lämmönlähteenä voikin olla mikä tahansa öljykattilasta kaukolämpöön. Lämmönlähteen vaihtokaan ei ole ongelma, vaan useimmissa tilanteissa uusi lämmönlähde voidaan liittää nykyiseen lattialämmitysasennukseen ongelmitta.

Lattialämmityksen suosiota selittää myös se, että asennettaessa lämmitys lattiaan, se jättää seinät vapaaksi lämmityslaitteista. Vanhojen kerrostalojen kylpyhuoneita remontoidessa halutaan usein ahdas tila käyttää entistä paremmin hyödyksi. Kylpyhuoneen seinälle asennettu patterilämmitys sijoittuu yleensä vanhan kylpyammeen päälle, ja on täten tilan tehokkaan käytön este, sillä vanha kylpyamme halutaan nykyisin vaihtaa ajanhenkeen paremmin kuuluvampaan suihkutilaan eikä lämmityspatterin sijoitus suihkutilaan ole aina mahdollista suihkuseinien ja suihkukaappien vuoksi.

Lämmin lattiapinta ja tasainen lämmönjako kylpyhuoneissa mielletään usein myös huomattavasti mukavammaksi niin paljaalle jalalle kuin muullekin keholle. Kylpyhuo-

neiden lisäksi muihinkin tiloihin myöhemmin olemassa olevan lämmityksen rinnalle asennettu niin sanottu mukavuuslattialämmitys ei myöskään ole ollenkaan epätavallista. [7]

4.1 Lattialämmityksen suunnittelu

Lattialämmityksen suunnittelussa tulee ottaa huomioon muutamia lopputulokseen vaikuttavia rajoituksia, jotka pätevät niin sähköiseen, kuin vesikiertoiseenkin lattialämmitykseen. Näistä tärkeimpinä voidaan pitää lattian rakennetta, lattianpintalämpötilaa, lämmön siirtymistä lattiasta ilmatilaan sekä tilan tehontarvetta. Lämmitysjärjestelmän valintaan voivat kuitenkin vaikuttaa myös esimerkiksi investointikustannukset, lämmitysjärjestelmän käytöllä saavutettavat edut sekä lämmityksen käytön aiheuttamat kustannukset.

4.1.1 Lattiarakenne

Lattiarakenteella tarkoitetaan pintamateriaalin alla olevaa rakennetta. Yleensä käytössä on kahta lattiarakennetta: betoni- ja puurakenne. Lattiarakenne määrittää, onko lattialämmitys osittain varaava vai suora. Betoniin asennettu lattialämmitys on yleensä osittain varaava, betonin pystyessä sitomaan itseensä lämpöenergiaa paremmin kuin puu. Osittain varaavassa lattialämmityksessä lattialämmitysputkiston tai lämmityskaapelin ala- ja yläpuolella oleva betoni varaa lämpöenergiaa itseensä, luovuttaen sen myöhemmin ylöspäin lattiapintaan ja siitä edelleen huoneilmaan. Betonivalun paksuus määrittää, kuinka paljon lattia pystyy varaamaan lämpöenergiaa: mitä paksumpi valu, sitä varaavampi lattia. Varaavassa lattiassa betonivalun paksuus vaikuttaa myös järjestelmän muutosnopeuteen lämpötilan säädössä. Varaava lattialämmitys vastaa lämmityksen säätöön aina hitaammin kuin suorassa lattialämmityksessä. Huomattavaa on myös vesikiertoisen lattialämmityksen säädön hitaus sähköisen lattialämmityksen vastaavaan.

Suunniteltaessa lattialämmitystä puurakenteeseen tulee ottaa huomioon lattian varaamattomuuden lisäksi järjestelmän asennus. Puun lämmönjohto- ja lämmönvarauskyvyn ollessa selkeästi heikompi kuin betonin, ei järjestelmää voida suunnitella varaavaksi. Jotta lopputuloksena puulattialla olisi tasainen lämpö, on putkien asennusväli syytä määrittää 200 mm ja 300 mm väliin. Asennusta helpottamaan on markkinoille tuotu

useita erilaisia lattialämmityskasetteja, jotka jakavat lämmön lattiapintaan. Lattialämmityskasetit asennetaan lattiaan ja lattialämmityspotkisto asennetaan kasetin putkiuriin. Kasetin päälle asennetaan vähintään 22 mm paksu levy-, parketti- tai lautalattia. Putki-
piirit voidaan asentaa puulattiaan myös esimerkiksi uritettuun lastulevyyn tai puu-
vasojen välissä olevaan harvalaudoitukseen, jonka putkiuriin on asennettu lämmön-
luovutuslevyt. [7]

4.1.2 Lattian pintalämpötila

Lattian pintalämpötila tulee suunnitella siten, että lopputuloksessa lattia on jalalle mu-
kavan lämpöinen, muttei kuuma. ST-kortissa 55:11, matalaenergiapientialon lattia-
lämmitys on määritelty seuraavan taulukon mukaisia lattiapinnoitteen ihannelämpötilo-
ja.

Taulukko 1. Lattiapintojen ihannelämpötilat (ST 55.11)

Lattiapinnoite	Lattiapinnan ihanearvo °C
Puu	23–28
Betoni, keraaminen laatta	24–28
PVC-matto	25–28
Kokolattiamatto	21–28

Lattian pintalämpötila ei saa nousta liian korkeaksi, sillä lattiapinnoitteet eivät välttä-
mättä kestä suuria lämpötiloja. Liian suuret lattiapintalämpötilat aiheuttavat huonoim-
millaan PVC-maton kupruilua ja puupintojen halkeilua. Yleensä lattiapinnan maksimi-
pintalämpötilana on hyvä käyttää 27 °C:ta. Mikäli lattiapintalämpötila halutaan suunni-
tella suuremmaksi, on soveltuvuus hyvä tarkistaa etukäteen pintamateriaalin valmista-
jalta.

4.2 Lämmönsiirtyminen lattiarakenteesta huoneilmaan

Lattialämmitysverkosto tai lämmityskaapeli tulee mitoittaa tiettyyn lämpötilaan, jotta lopputuloksena olisi haluttu huonelämpötila. Lattian kiinteässä aineessa lämpöenergia siirtyy aina johtumisena. Lattiapinnasta lämpö siirtyy huoneilmaan konvektiona ja suorana lämpösäteilynä. Lattiapintaan lämmityskaapelista tai putkistosta siirtynyt lämpö keskittyy suoraan putken tai kaapelin yläpuolelle ja sen välittömään ympäristöön. Tavoitteena lattialämmitystä suunniteltaessa on, ettei putken tai kaapelin päällä olevan lämmön ja kylmän välin eroa huomaa paljaalla jalalla, vaan lämpö olisi pintaan kulkeuttuaan tasoittunut huomaamattomaksi. Lattialämmityksen mitoittamisen lähtötiedoksi tarvitaan tehontarvelaskelmat, lattiapintamateriaali tiedot sekä lattian rakenteen koostumus.

4.3 Tehontarve

Lattialämmityksen mitoituksen perustana on yleensä LVI-suunnittelijan tekemät tehontarvelaskennat. Huonelämmityksen tehontarve voidaan laskea Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D5, Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, kaavan 9.2 mukaan

$$\phi_{\text{huonelämmitys}} = \phi_{\text{joht}} + \phi_{\text{vuotoilma}} + \phi_{\text{iv}} - \phi_{\text{tuloilmapatteri}}$$

jossa

$\phi_{\text{huonelämmitys}}$ on huonelämmityksen tehon tarve, W

ϕ_{joht} on tilojen johtumisteho, W

$\phi_{\text{vuotoilma}}$ on vuotoilman lämmitysteho tilassa, W.

ϕ_{iv} on ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho, W

$\phi_{\text{tuloilmapatteri}}$ on tuloilman jälkilämmityspatterin tehontarve, W.

Johtumisteho rakenteiden läpi on ulkoseinien, ikkunoiden, ulko-ovien, yläpohjan ja alapohjan johtumistehojen summa. Johtumislämmitysteho ϕ_{joht} lasketaan kaavan 9.3 mukaan

$$\phi_{\text{joht}} = \Sigma E_{\text{joht}} (T_s - T_{u, \text{mit}})$$

jossa

ϕ_{joht}	on johtumislämmitysteho, W
ΣE_{joht}	on rakennusosien yhteenlaskettu ominaislämpöhäviö, W/K
T_s	on sisäilman lämpötila, °C
$T_{u, \text{mit}}$	on mitoittava ulkoilman lämpötila, °C.

Johtumalla rakenteiden läpi siirtyvä yhteenlaskettu ominaislämpöhäviö ΣE_{joht} lasketaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D5, Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, kaavan 4.2 mukaan. Mitoitustilanteen ulkolämpötila valitaan rakennuksen sijaintipaikan mukaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D5 liitteen 1 mukaan. [8]

Tehontarvelaskelmiin on kehitetty erilaisia apuohjelmia ja -taulukkoita, joita lähes poikkeuksetta käytetään hyväksi lämmitystehontarvetta laskettaessa. Laskentataulukkoita käytettäessä on taulukkoon syötetty valmiiksi muuttumattomat laskennassa tarvittavat arvot, ja käyttäjän tarvitsee syöttää taulukkoon vain rakennus- ja tilakohtaiset tiedot, minkä jälkeen taulukosta on luettavissa tarvittavat lämmitysteho arvot.

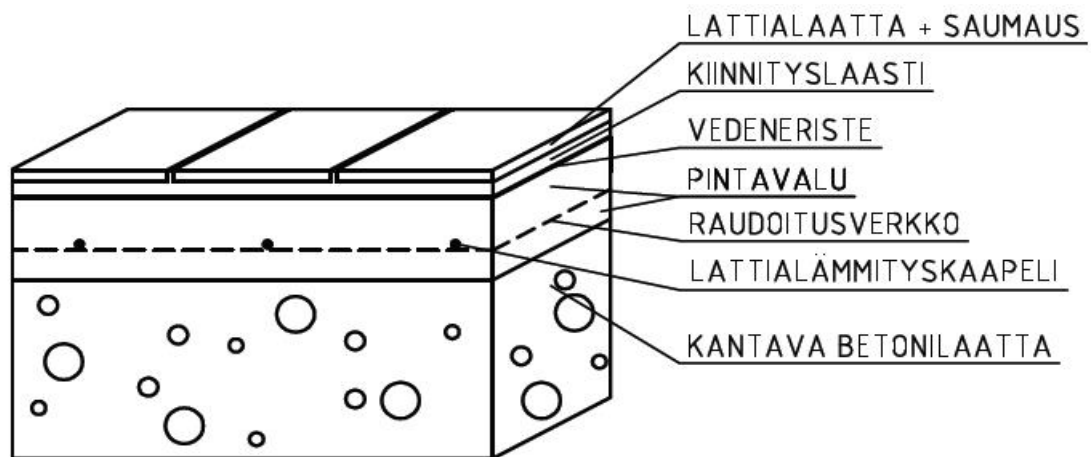
Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy:llä on käytössään Riuska-ohjelmisto. Riuska on tehokas ja monipuolinen olosuhde- ja energiasimulointiohjelmisto. Se laskee rakennuksen tietomallin avulla rakennuksen ja sen tilojen lämpötekni- sen käyttäytymisen erilaisissa kuormitus ja sääolosuhteissa. [9] Lämmitystehontarvelaskentojen tekeminen Riuskalla on helppoa, yksinkertaista ja kokemusten mukaan luotettavaa.

5 Lattialämmityksen asennus

Hyvin suunnitellun ja oikein asennetun lattialämmityksen tuloksena saavutetaan jaloille mukavan lämpimältä tuntuva lattia ja haluttu huoneilmalämpötila. Huone- ja lattiatermostaattien oikeilla sijoituksilla ja asetuksilla saavutetaan lämmityksen tarkoituksenmukainen säätö. Lämmitysjärjestelmän asennus oikein tehtynä palvelee käyttäjäänsä asianmukaisesti, kun taas huonosti tehty työ saattaa poistaa kaikki järjestelmän edut ja hyödyt. Pahimmassa tapauksessa lämmityskaapelit tai -putkistot on asennettu liian

syvälle lattiavaluihin ja termostaatit lämmönlähteisiin nähden liian kauas tai lähelle, eikä lämpö ikinä saavuta lattiapintaa saati huoneilmaa.

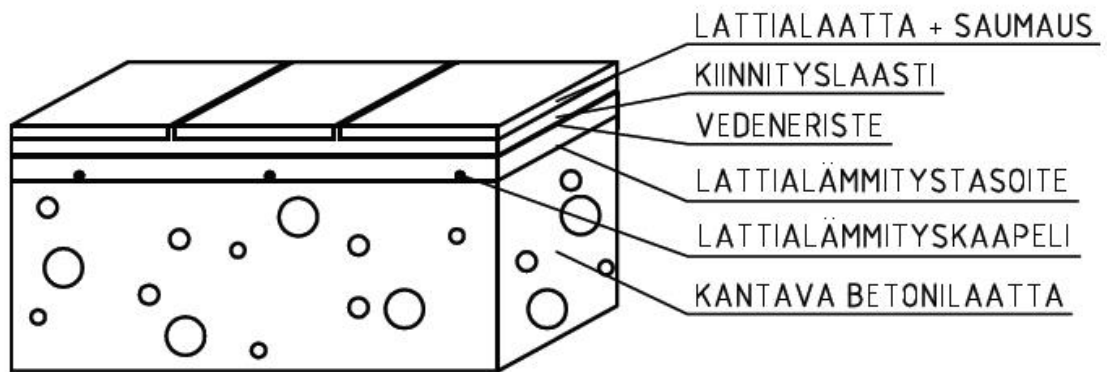
Sähköisen lattialämmityksen toteutukseen on kaksi yleistä tapaa: lämmityskaapeli tai lämpömatto. Lämmityskaapeli on 2-johtiminen sähkövastus, joka muodostaa sähköenergiasta lämpöenergiaa. Sähkölämmityskaapeleita on markkinoilla useita eritehoisia, niin 230 V:n kuin 400 V:n nimellisjännitteellä. Usein sähkölämmityskaapeleiden teho ilmoitetaan sen metriä kohden antaman lämmitystehon (W/m) mukaan. Sähköistä lattialämmitystä suunniteltaessa otetaan huomioon tilan tarvitsema lämmitysteho. Lämmitystehontarpeen mukaan valitaan tilaan sopiva lämmityskaapeli, minkä jälkeen lämmityskaapelin asennusväli lasketaan sopivan teho/lattiapinta-ala neliometri mukaan. Lattialämmityskaapeli asennetaan lattiaan suunnitelmien mukaisesti tietyn asennusvälin mukaan. Usein ulkoseinien ja varsinkin ikkunoita sisältävien seinien viereen asennusväli tehdään tiheämmäksi kuin keskellä huonetta, jotta ikkunoista johtuva kylmäsaiteily tasaantuu. Lattialämmityskaapelin päälle valetaan kaapelit peittävä pintavalu. Vedeneristystä vaatimissa tiloissa lattiavalun päälle asennetaan vedeneriste, jonka päälle voidaan asentaa lattiapintamateriaali. Kuvassa 3 on poikkileikkaus sähköisen lattialämmityskaapelin asennuksesta.



Kuva 3. Lattialämmityskaapelin asennus

Lämpömatoissa lämmityskaapeli on valmiiksi jaettu sopiville etäisyyksille toisistaan ja liimattu asennusta helpottavaan mattoon. Usein lämpömatoissa on sen alapuolella valmiina liimapinta, joka edelleen helpottaa lämpömaton asennusta. Tällaisia lämpömatto-

ja käytettäessä on tärkeää huomata lämpömaton kiinteästä asennusvälistä johtuva neliöteho. Toisin kuin lämmityskaapelissa, lämpömatoissa ei neliötehoa ole mahdollista kasvattaa esimerkiksi ikkunaseinillä. Lämpömaton asennus tehdään vastaavalla tavalla kuin lämmityskaapelinkin, ainoana erona on lämpömaton asennuksen helppous. Lämpömatto voidaan pelkistetysti vain rullata lattialle ja päälle valetaan lattiatasoite. Lämpömatot ovat ohutrakenteisuudeltaan erittäin soveltuvia remonttikohteisiin (kuva 4). Monet valmistajat suosittelevatkin lämpömattojaan juuri asennuksen helppouden ja nopeuden vuoksi saneerauskohteisiin.

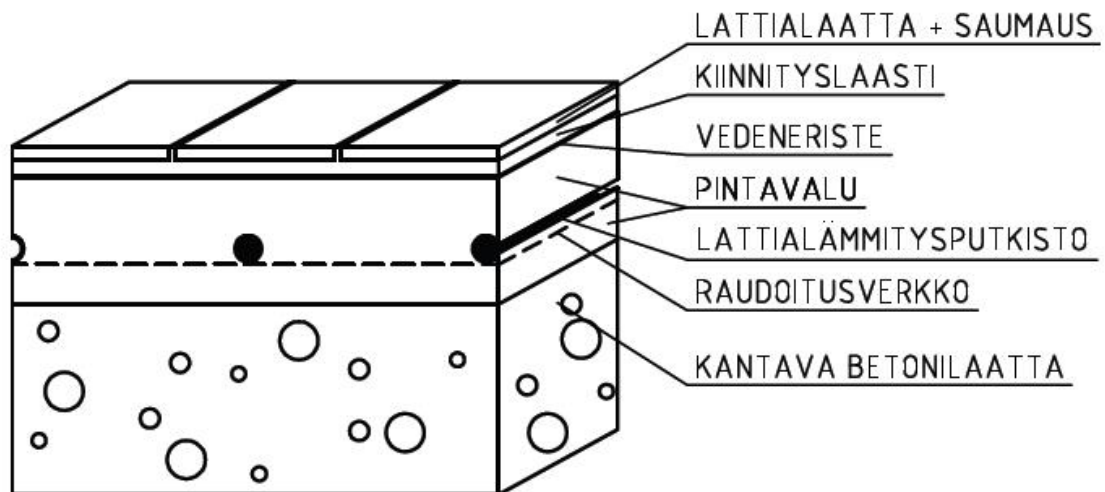


Kuva 4. Lämpömaton asennus

Sähköisen lattialämmityksen lattiatermostaatti asennetaan lattiaan lämmityskaapeleiden väliin. Liian lähellä kaapelia ollessaan termostaatti olettaa lattian olevan halutun lämpötilan mukainen, vaikka todellisuudessa lattiapinta on edelleen kylmä.

Markkinoilla on tarjolla myös erilaisia lattialämmityskalvoja. Lattialämmityskalvot ovat hyvin rakenteeltaan hyvin ohuita, ja ne asennetaan valmistajien ohjeiden mukaan toisin kuin muut tässä työssä käsitellyt lattialämmitystavat, vasta vesieristyksen päälle. Kalvot toimivat matalajännitteellä ja tarvitsevat tämän vuoksi toimiakseen muuntajan. Lattialämmityskalvot ovat marginaalinen tuote ammattirakentamisessa, ja kollegoiden saamien huonoihin kokemuksiin pohjautuen lattialämmityskalvoja ei tässä työssä käsitellä tai oteta vertailussa huomioon. Ongelmana on ollut esimerkiksi kosteuden kerääntyminen kalvojen väliin, mikä aiheuttaa kosteusvaurioita ja homeongelmia.

Vesikiertoisen lattialämmityksen asennus remonttikohteisiin on huomattavasti työläämpi kuin sähköisen vastaavan asennus. Vesiputkia varten tarvittava tila pystysuunnassa on noin 80 mm, ja putkien päälle tuleva lattiavalu on yleensä paksuudeltaan vähintään 30 mm. Lattialämmityspotkisto asennetaan sähköisen tavalla tietylle asennusvälille lattialämpötilan tasaisuuden saavuttamiseksi. Yleensä lattialämmityspotkien asennusväli on noin 150 mm. Putkien kiinnittämisessä lattiaan on suositeltua käyttää erityisiä tarkoitukseen valmistettuja putkipidikelistoja tai rauditusjalkoja ja -verkkoa. Putkipidikeletojen tai rauditusverkon avulla on putkien tasainen asennusväli helpompi toteuttaa, ja putket pysyvät myös helpommin paikoillaan lattiavalua tehtäessä. Lattiavalun päälle asennetaan vedeneriste ja lattian pintamateriaali (kuva 5).



Kuva 5. Vesikiertoisen lattialämmityksen asennus

6 Lämmitysjärjestelmien vaatimukset

Sähköisen lattialämmityksen lisääminen kylpyhuoneisiin saneerauskohteissa on ollut suosittua sen edullisen hankintahinnan vuoksi. Sähköisen lattialämmityksen vaatimat muutokset lattiaan, seiniin ja muihin rakennuksiin ovat pienet. Lämmityskaapeli voidaan useissa kohteissa asentaa suoraan vanhan lattian päälle ja lämmitystä ohjaava termostaatti tai säädinyksikkö voidaan asentaa muiden seiniin tehtävien muutosten rinnalla ilman suurempia töitä. Useissa saneerauskohteissa, varsinkin putkiremontin yhteydessä, kylpyhuoneen sähköasennukset vaativat vähintään vikavirtasuojauksen lisäystä keskukseen, ja vanhoissa kohteissa tämä tarkoittaa melkein poikkeuksetta ko-

ko sähkökeskuksen uusimista. Vanhoissa keskuksissa on harvoin laajennusvaraa, tai keskuksset ovat muuten vanhanaikaisia ja uusimisen tarpeessa. Useimmissa kohteissa myös kaapelointi alkaa olla aikaansa elänyttä tai ei muilla tavoin ole enää käyttökelpoinen, esimerkiksi kalusteiden siirtojen vuoksi ja joudutaan uusimaan. Uusien kaapeleiden vedon yhteydessä myös lattialämmitykselle saadaan sen vaatiman vikavirtasuojatun lähdön tuonti toteutettua helposti. Mikäli sähkökeskus on kuitenkin uusittu aikaisemmin tai on muuten edelleen käyttökelpoinen eikä sitä uusita remontin yhteydessä, voidaan lattialämmitykselle tuoda uusi vikavirtasuojattu lähtö olemassa olevista vapaisista lähdöistä.

Koska useimmissa kohteissa keskuksset nousujohtoineen joudutaan uusimaan niiden tultua jo elinikänsä päähän, ei lattialämmityksen lisääminen vaadi juurikaan lisätöitä tai aiheuta niin sanottuja ylimääräisiä kustannuksia. Ainoat sähköisen lattialämmityksen asennuksen vaatimat työt ja kustannukset ovat itse lämmityskaapelin asennus ja sen hankintahinta. Huomattavaa monia huoneistoja sisältävissä kohteissa on kuitenkin lattialämmityksien aiheuttama huipputehon kasvu. Lattialämmityksen tehoksi mitoitetaan kylpyhuonetiloissa usein 100 W/m^2 , kylpyhuoneiden keskimääräisten pinta-alojen ollessa n. 3 m^2 , tästä syntyisi esimerkiksi 30 huoneiston kerrostalossa jo yksin kylpyhuoneiden lattialämmityksissä 9 kW. Huipputehontarve on ihmisten tarpeiden muuttuessa kasvanut jatkuvasti muutenkin ja nykypäivänä sähköenergiaa kuluttavia laitteita on käytössä useampia kuin 60 vuotta sitten. Yksinomaan lattialämmityksen kasvattaman huipputehon vuoksi ei yleensä tarvitse tehdä muutoksia yhtiön sähköliittymän kokoon.

Vesikiertoisen lattialämmityksen asentaminen omaan verkostoonsa irralleen olemassa olevasta patteriverkostosta vaatii korjauskohteessa aina uuden siirtimen asentamista vanhaan lämmönjakopakettiin. Tämä vaatii jonkun verran vapaata tilaa myös itse lämmönjakohuoneesta. Uuden siirtimen ja oman verkoston rakentaminen vanhaan lämmönjakopakettiin ei aina ole mahdollista, eikä ole ollenkaan tavatonta, että koko lämmönjakopaketti joudutaan tai halutaan uusia tästä tai muista syistä putkiremontin yhteydessä. Lämmönjakohuoneeseen tulevien muutosten lisäksi uusi lattialämmityspiiri vaatii myös oman verkostonsa ja siihen kuuluvat nousut ja tilat. Useassa tapauksessa nämä voidaan sijoittaa porraskäytäviin, osakkaiden eteisiin tai kylpyhuoneisiin. Huomioitavaa on kuitenkin asennuksesta aiheutuvat mahdolliset purku- ja rappaustyöt ja

tilantarve. Uuden verkoston huollettavuuteen on myös kiinnitettävä huomiota niin suunnittelu kun asennusvaiheessakin.

7 Toteutuksen vaihtoehdot

Lämmitysjärjestelmää uusittaessa kerrostaloon toteutettavan putkiremontin yhteydessä voidaan edellisten selvitysten perusteella mainita kolme varteen otettavaa vaihtoehtoa:

1. Vanha vesipatterilämmitys jää käyttöön, vain patteri uusitaan.
2. Uusi lattialämmitys.
3. Uuden patterin asennus olemassa olevaan lämpöjohtorunkolinjaan.

Näistä vaihtoehdoista voidaan kuitenkin soveltaa erilaisia toteutuksia. Patterilämmitys voidaan liittää joko käyttö-, tai kiertovesiverkostoon, lattialämmitys voidaan toteuttaa vesikiertoisena vanhaan tai uuteen lämmitysverkostoon tai sähköisenä.

Vanhan patterilämmityksen säilytyksessä säästetään rahaa asennuksessa, mutta samalla ei saavuteta minkäänlaista parannusta tilan toiminnan tai lämmityksen kannalta. Etuina menettelyssä ovat kuitenkin vähäiset työt ja täten säästö kustannuksissa.

Mikäli lämmitysjärjestelmää valittaessa päädytään vesikiertoiseen lämmitykseen, voidaan eduiksi lukea kaukolämmön hyödyntäminen ja lämmityksen aiheuttamien kustannusten sisältyminen vastikkeeseen. Lattialämmitystä ei kuitenkaan saa asentaa käyttövesiverkostoon verkostossa kiertävän veden lämpötilan vuoksi, eikä käyttövesiverkoston asennettua kuivauspatteriaakaan voi sulkea kesäisin Legionella -vaaran takia.

Lämminvesiverkoston kiertojohdossa käytettäviä lämmönluovuttimia ei Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 mukaan saa suunnitella käytettäväksi rakennuksen lämpöhäviöiden kattamiseen eikä lattialämmitykseen. Lämminvesilaitteisto on suunniteltava ja asennettava siten, että paluuv veden lämpötila on vähintään 55 °C. Lattialämmityksen toteuttaminen käyttöveteen ei ole nykyisin muutoinkaan enää sallittua. Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 ohjeen 2.3.8.2 mukaan käyttövesiverkoston liitetty kuivauspatteri saa olla teholtaan korkeintaan 200 W, ja tämän ohjeen mukaan kuivauspattereita edelleen suunnitellaan ja asennetaan käyttövesiverkoston.

Syynä kuivauspatterin asentamiseen voi olla esimerkiksi helpompi asennettavuus patteriverkoston liittäminen verrattuna. Ongelmina taas on patterin sulkemisen mahdottomuus ja kuuma patteri kesäkaudella voidaan kokea hyvinkin epämiellyttäväksi. Toisaalta aina lämmin patteri on rakenteiden ja lattiapinnan kuivumista ajatellen hyväkin asia. [10]

Omaan piiriin asennettavan vesikiertoisien lattialämmityksen ongelmiin voidaan lukea sen korkeat asennushinnat, uusien lämpönousulinjojen sijoitukset ja järjestelmän vaatimien uusien lämmönsiirtimien vaatimat tilat lämmönjakohuoneessa. Monessa kohteessa lattiaa joudutaan vanhojen viemäriputkien purkamisen yhteydessä kaivamaan niin paljon, ettei uusi lattiapinta vesikiertoisien lattialämmityksen asennuksen jälkeen ero vanhasta. Uuteen verkostoon asennettaessa saavutetaan kuitenkin huonekohtainen säädettävyys ja haluttaessa lämmityksen sulkeminenkin on mahdollista, eikä siitä aiheudu samanlaista terveydellistä haittaa kuin käyttövesiverkostossa. Pyrittäessä asentamaan uudet vesi- ja viemärinousut nykyisiin nousukuiluihin saattaa rajallinen vapaa tila kuitenkin olla esteenä uusien lattialämmityspotkien asennukselle vaadittujen asennusvälien, lisääntyvien eristepaksuuksien ja kannakointien vuoksi.

Sähköisesti toteutettavassa lattialämmityksessä selkeimmät hyödyt ovat järjestelmän hankintahinnassa, asennuksen helppoudessa, asennuksen aiheuttaman lattiatason nousun vähyydessä, lämmityksen säädössä ja muissa järjestelmän asennuksen vaatimien töiden vähyydessä. Sähköisessä lattialämmityksessä lämmityskaapelit sijaitsevat heti pintamateriaalin alla, ja täten tilan nopeakin lämmitys on mahdollista, eikä lämpöä menetetä oikeilla menettelytavoilla juurikaan alaspäin. Sähköisen lattialämmityksen haittoina ovat taasen kaukolämmön hyödyntämättömyys ja täten lämmityskustannusten siirtyminen suoraan asukkaan sähkölaskuun sekä sähkölämmitykseen tarvittavan energian tuottamisesta aiheutuvat suurehkot hiilidioksidipäästöt kaukolämmön tuottamisesta aiheutuviin vastaaviin nähden.

Lämmitysjärjestelmien erilaiset yhdistelmät ovat myös mahdollisia. Sähköisen lattialämmityksen rinnalle voidaan jättää myös vanha patterilämmitin, tai se voidaan korvata nykyaikaisemmalla kuivauspatterilla, jolloin saavutetaan parannusta myös visuaalisella puolella. Käyttövedessä oleva kuivauspatterin olisi tällöin jatkuvasti toiminnassa, ja sähköisellä lattialämmityksellä voitaisiin hoitaa mukavuuslämpö, tai sitä säätämällä voitai-

siin tasoittaa lämmityksen määrää niin kylminä, kuin lämpiminäkin aikoina. Tällaisessa menettelyssä ei kuitenkaan päästäisi eroon käyttövedeen asennetuista lämmittimistä. Uuteen kiertovesiverkoston sähköisen lattialämmityksen rinnalle asennettaessa patterilämmityksellä ei taas saavuteta juurikaan parannusta sen vaatimiin töihin ja kustannuksiin nähden. Mikäli rakennukseen päätetään asentaa uusi kiertovesiverkosto, olisi perusteltua asentaa verkostoon kuivauspatterin lisäksi myös vesikiertoinen lattialämmitys hyötysuhteen parantamiseksi. Huomioitavaa on myös patterilämmityksen rinnalle asennetun sähköisen mukavuuslattialämmityksen mitoittaminen. Onko tällaisissa tapauksissa tarpeen mitoittaa lattialämmitys totutun tehon 100 W/m^2 mukaan?

8 Esimerkkikohte Tempelikatku 13

8.1 Remontin tausta

Työn esimerkkikohteena on Helsingissä sijaitseva As. Oy Tempelikatku 13. Tempelikatdulla sijaitsevan kerrostalon rakennusvuosi on 1924; ja rakennuksessa on yhteensä 19 asuntoa, joiden kokonaishuoneistoala on $1\,740 \text{ m}^2$. Rakennuksessa on kuusi asuin-kerrosta, kellarikerros ja ullakko. Rakennus on liitetty energialaitoksen kaukolämpöverkkoon.

Vuonna 2008 As. Oy Tempelikatku 13 tilasi Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy:ltä vesi- ja viemärijohtojen peruskorjauksen hankesuunnitelman. Suunnittelijoiden edustajana ja projekti-insinöörinä toimi Kari Seitaniemi. Hankkeen projektipäällikkönä toimi insinööri Jukka Sainio. Syksyllä 2008 yhdistyksen edustajat ja suunnittelijat pitivät suunnittelukokouksia, joissa käytiin läpi hankesuunnitelman tavoitteet ja sovittiin remontin laajuus sekä peruslaatutaso. Peruslaatutasolla tarkoitetaan sitä, että osakkaat ovat kylpyhuoneiden ja keittiöiden kalusteiden, varusteiden, materiaalien ja työn laadun suhteen tasavertaisia.

8.2 Peruslaatutaso

Isojen asuntojen kylpyhuoneiden osalta peruslaatutasoon sovittiin LVI-varusteiden osalta sisällytettäväksi WC-istuin, suihkusekoitin, pesuallas, pesuallashana bidee-suihkulla, pesukoneliitäntä, vesikiertoinen kuivausteline ja lattiakaivo. Sähkövarusteiden

osalta pesulaatutasoon sovittiin sisällytettäväksi kattovalo, pistorasiallinen peilivalo ja pesukoneen pistorasia. WC-tilojen osalta peruslaatutasoon sovittiin sisällytettäväksi pesuallas, WC-istuin, lattiakaivo sekä peilivalo pistorasioineen.

8.3 Toteutuneet työt

Hankesuunnitelman, suunnittelukokouksien ja muiden selvitysten pohjalta päädyttiin seuraaviin töihin eri tekniikkojen osalta:

Pohjaviemärit kuvattiin, ja niiden todettiin olevan vielä niin hyvässä kunnossa, ettei niitä tarvittu vaihtaa vaan voitiin käyttää uusia menetelmiä putkistojen uusimiseen ja kunnostaa sukittamalla.

Vanhat kerrosviemärit eli kylpyhuoneiden ja keittiöiden sisäiset viemärit sekä pystyviemärit kerrosten välillä kellarin lattiapinnasta ylöspäin uusittiin siten, että putket purettiin ja tilalle asennettiin uudet putket. Perinteinen putkiremontti massiivisine purkurakoinneen päätettiin toteuttaa, sillä kohteessa olleista viidestä pystylinjasta kaksi oli halkaisijaltaan 70 mm, eikä näihin linjoihin ollut WC:iden liittämismahdollisuutta vaan tilalle vaadittiin halkaisijaltaan suuremmat 110 mm:n putket.

Käyttövesiputket pohjakerroksessa uusittiin nykyisille paikoilleen. Asuntokohtaiset linjat varustettiin uusilla sulkuventtiileillä.

Käyttövesijohdot kerroksissa uusittiin pääasiassa nykyisille paikoilleen. Vanhoissa lämpöjohdoissa eristeenä ollut asbesti purettiin ja eristettiin uudelleen urakan yhteydessä.

Sähkötekniisten uudistuksien kohteina olivat huoneistojen ryhmäkeskukset ja niiden syöttökaapelit, kellarikerroksessa sijaitseva pääkeskus, kellarikerrokseen rakennetun vuokratilan valaistukset ja pistorasiat sekä yleiskaapelointi keskuksineen. Kylpyhuoneissa valaistus sekä pistorasiat uusittiin ja lisättiin pistorasia pesukoneelle sekä kuivausrummulle.

Kylpyhuoneiden lämmitysratkaisussa päädyttiin vesikiertoiseen lattialämmitykseen, sillä kohde oli jo ennestään liittynyt kaukolämpöverkkoon ja sen hyödyntäminen tuntui

luontevalta. Vihreä ajattelutapa kaukolämmön hyväksikäyttämisestä edesauttoi valinnan tekemisessä. Kohteessa päädyttiin uusimaan myös koko lämmönjakopaketti uusine siirtimineen, sillä uuden siirtimen lisääminen vanhaan lämmönjakopakettiin ei ollut mahdollista sen tultua jo elinkaarensa päähän. Lattialämmitystä varten asennettiin uusi verkosto. Lattialämmityksen rinnalle kylpyhuoneisiin asennettiin vesikiertoiset käyttövesiverkoston liitetyt kuivauspatterit. Vesikiertoisien lattialämmityksen termostaattiohjauksen vaatima sähkö otettiin kiinteistökeskukselta.

8.4 Tulos ja vaihtoehtoisten toteutustapojen vertailu

Kohteen kylpyhuoneisiin asennetuilla lattialämmityksillä saavutettiin kohteessa parannusta olemassa olevaan tilanteeseen, joka on korjausrakentamisessa Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy:n tärkein tavoite. Lattialämmityksen tarkoitus on huolehtia kohteen rakenteiden kuivana pysymisestä sekä tilan pääsääntöisestä lämmittämisestä. Lattialämmitys asennettiin omaan piiriinsä irralleen jo olemassa olleesta patteriverkostosta. Tämä menettely mahdollistaa kylpyhuoneen lämmittämisen myös kesäaikaan, jolloin patteriverkosto yleensä suljetaan. Kohteen kylpyhuoneisiin asennettiin myös vesikiertoiset kuivauspatterit, eli niin sanotut rättipatterit. Kuivauspatterit asennettiin pääasiassa ulkonäkösyistä, ja pyyhkeiden tai vastaavien pikaista kuivausta varten. Huomioitavaa on, että mikäli rättipatterit asennetaan tilaan toissijaisena lämmittimenä käyttövesiverkoston, on kuivauspatteri tällöin aina lämmin, eikä sitä voi tai saa sulkea. Käyttövesiverkoston asennettu kuivauspatteri ei myöskään saa olla lämmönluovutusteholtaan 200 W:a suurempi.

Kohteen rakennuksessa on 19 kylpyhuonetta. Tämän insinööritoimiston toteutuksessa on kylpyhuoneet jaettu luonteidensa perusteella kolmeen pelkistettyyn tyyppiin. Näitä tyyppisiä ovat A, B ja C. Tyypin A kylpyhuoneita on 8 kappaletta, tyypin B kylpyhuoneita 6 kappaletta ja tyypin C kylpyhuoneita 5 kappaletta.

A-tyypin kylpyhuoneille on tyypillistä sijoittuminen keskeisesti rakennuksen välikerrokseen, kylpyhuoneet ovat pieniä eikä kylpyhuoneilla ole suuria määriä tai ollenkaan ulkoseiniä. Tyypin A kylpyhuoneiden laskennalliset lämpöhäviöt ovat kylpyhuonetta kohden työssä käsiteltävien kylpyhuonetyyppien pienimmät, 120 W. Liitteessä 1 on lämmi-

tysenergian ja hiilidioksidipäästöjen laskuun tehty taulukko, josta on luettavissa lämmitykseen tarvittavat energiamäärät sekä lämmityskustannukset kuukausitasolla.

Rakennuksen alimpaan kerrokseen sijoittuvat kylpyhuoneet kuuluvat tyyppiin B. Lisäksi tyyppiin B kuuluvat kylpyhuoneet, joille tyypillistä on myös suhteessa tyyppin A kylpyhuoneisiin suuremmat ulkoseinien ja lattian pinta-alat. Tyyppin B kylpyhuoneiden laskennalliset lämpöhäviöt ovat 230 W kylpyhuonetta kohden. Liitteessä 2 on B-tyypin kylpyhuoneen laskelmat kuukausitasolla.

C-tyypin kylpyhuoneet sijoittuvat ylimpään kerrokseen tai ovat niin lattian kuin ulkoseinienkin pinta-alaltaan suurempia kuin aikaisempien tyyppien kylpyhuoneet. C-tyypin laskennalliset lämpöhäviöt ovat 380 W kylpyhuonetta kohden.

Tämän insinööriyön toteutusta varten oltiin yhteydessä kohteessa urakoineeseen Talotekniikka10-yritykseen. Talotekniikka10:ltä pyydettiin eri lämmitystapojen vertailua varten toteutuneen vesikiertoisien lattialämmityksen kustannukset materiaaleineen, rakennetöineen sekä asennuskustannuksineen. Toteutuneen urakkahinnan lisäksi pyydettiin myös hinnat vaihtoehtoisille toteutustavoille. Vaihtoehtoisiksi lämmitystavoiksi valittiin vertailtavaksi sähköinen lattialämmitys, jossa lämmitykseen tarvittava sähköenergia otetaan osakkaan omasta ryhmäkeskuksesta sekä lämmitystavan säilyttäminen patterilämmityksenä. Patterilämmitysvaihtoehdossa vanha patteri olisi korvattu uudella lämpöpatterilla, joka olisi liitetty nykyiseen lämpöjohtorunkolinjaan.

Talotekniikka10:ltä saadut toteutuneet ja arvioidut hinnat eri lämmitystavoille olivat seuraavat:

Toteutunut vesikiertoinen lattialämmitys, kokonaishinta: 55 000 €

Sähköinen lattialämmitys, kokonaishinta: 10 000 €

Patterilämmitys, kokonaishinta: 9 000 €

Kaikkien ilmoitettujen hintojen alv on 0%.

Lämpöhäviöiden perusteella laskettiin kylpyhuone-, kylpyhuonetyyppi- ja rakennuskohdaiset lämmitysenergiakulutukset. Lämmitysenergiaa laskettaessa käytettiin ilmatieteenlaitokselta saatuja lämmitystarvelukuja. Lämmitystarvelukuja kuitenkin korotettiin siten, että voitiin saada todellinen arvio kulutuksesta, jossa kylpyhuonetilan lattialäm-

mitystä käytetään hiukan isommalla teholla, kuin olisi tarpeen lämpöhäviöiden kattamiseksi. Menettelyyn päädyttiin siksi, että lattialämmityksessä kylpyhuoneissa lämmin lattia koetaan mukavamman tuntuksena kuin viileä ja lämmityksen on lämpöhäviöiden kattamisen lisäksi tarkoitus myös haihduttaa lattiapinnalle kertyvä vesi. [11]

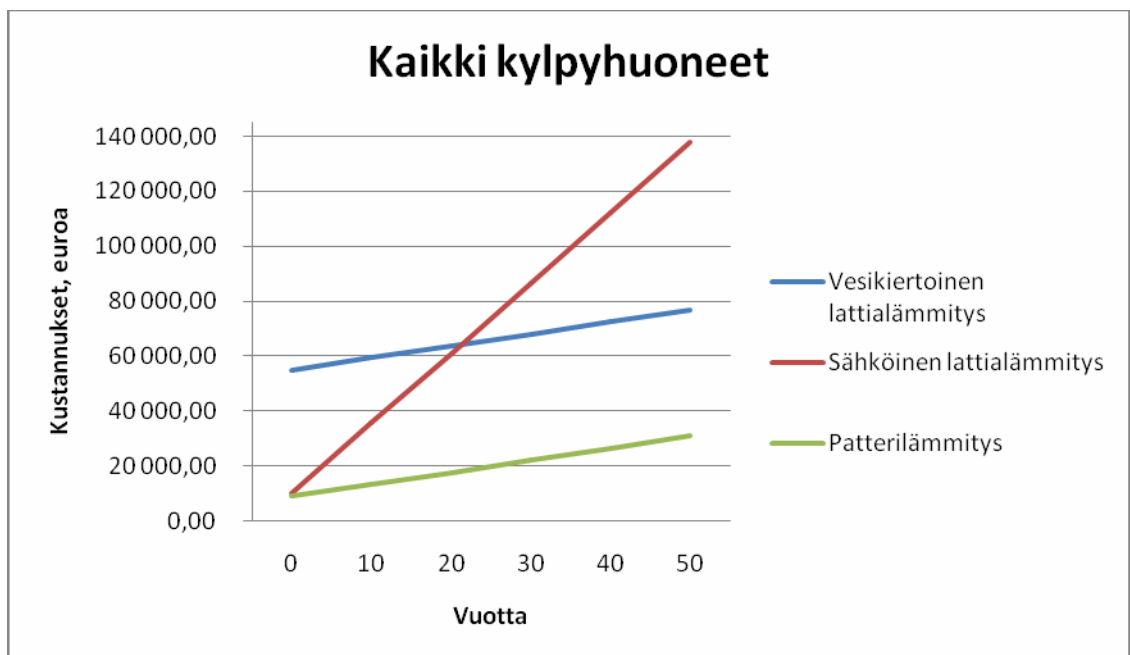
Energiakulutuksen perusteella voitiin laskea lämmitykseen tarvittavan energian hinta sekä lämpöenergian tuottamisessa syntyneet hiilidioksidipäästöt. Hiilidioksidipäästöjä laskettaessa käytettiin Helsingin Energian vuosikertomuksessa 2010 ilmoittamia ominaispäästömääriä. Hankkimiskustannusten sekä energiamaksujen pohjalta laskettiin eri lämmitystavoille takaisinmaksuajat. Tyyppikylpyhuoneiden kokonaiskustannuksia vertailtaessa jaettiin lämmitysjärjestelmän hankkimiskustannukset suhteessa kulloistenkin kylpyhuonetyyppien määrä kaikkia kylpyhuoneita kohden. Sähköenergian kokonaishinta laskettiin sähköenergian sekä sähkön siirtohinnoista. Sähkön laskennallisina hintoina käytettiin Helsingin Energian nettisivuillaan ilmoittamia voimassa olevia perussähkön kokonaishintaa. Kaukolämmön hintana käytettiin Helsingin energian ilmoittamia vuoden 2010 kaukolämmön hintoja. Kaukolämmön hintaan lisättiin laskennoissa vesivirtamaksu. Vesivirtamaksu tasapainotettiin kylpyhuoneiden tilavuuden suhteessa rakennuksen kokonaistilavuuteen. Liittymismaksuja kaukolämpöön tai sähköverkkoon ei näissä laskelmissa otettu huomioon. [12; 13; 14]

Tuloksista voidaan todeta patterilämmityksen olevan odotetusti edullisin lämmitysjärjestelmä jokaiseen kylpyhuonetyyppiin, mutta toisaalta tässä menettelytavassa ei olisi pystytty tarjoamaan parannusta vanhaan järjestelmään ja tilan tehokkaaseen käyttöön. Patterilämmitin oli myös ollut liitettyä olemassa olevaan lämmitysverkostoon, eikä täten olisi tarjonnut kesäaikana kaivattua lämmitystä. Patterilämmityksen hankintakustannus asennustöineen ja tarvikkeineen oli vertailtavien kohteiden pienin, 9 000 €, joka on 90 % sähköisen lattialämmityksen hinnasta ja 16 % vesikiertoisen lattialämmityksen hinnasta. Koska patteriverkosto käyttää lämmönlähteenään vesikiertoisen lattialämmityksen tavoin kaukolämpöä, ei näiden kahden toteutustavan välillä synny eroa elinkaarinsa aikana hankintahintojen eroavaisuutta enempiä, mikäli huoltokustannuksia ei oteta huomioon. Sähköiseen lattialämmitykseen verrattuna patterilämmitys tulee edullisemmaksi jo edullisemman hankintakustannuksiansa takia, ja halvemman energiamuodon käyttäjänä se tulee 50 vuoden ajanjaksolla tarkastellessa 110 815 € halvemaksi sähköiseen lattialämmitykseen nähden.

Vesikiertoinen lattialämmitys on hankintakustannuksiltaan selkeästi kallein vertailuista vaihtoehdoista, sen hinnan ollessa liki 5,5-kertainen sähköiseen lattialämmityksen ja patterilämmittimeen verrattuna. Hankintakustannuksiensa vuoksi vesikiertoinen lattialämmitys tulee olemaan kokonaiskustannuksiltaan kallein vaihtoehto seuraavaa noin 22 vuoden ajanjaksoa tarkastellessa, minkä jälkeen se edullisemman lämmitysenergiansa vuoksi alkaa maksaa investointiaan takaisin sähköiseen lattialämmitykseen verrattaessa.

Sähköinen lattialämmitys on hankintakustannuksiltaan verrattain edullinen, mutta käyttöenergialtaan kallein tässä tarkastelluista vaihtoehdoista. Se olisi ollut koko elinikänsä patterilämmitystä kalliimpi, mutta ensimmäiset noin 22 vuotta vesikiertoista järjestelmää edullisempi.

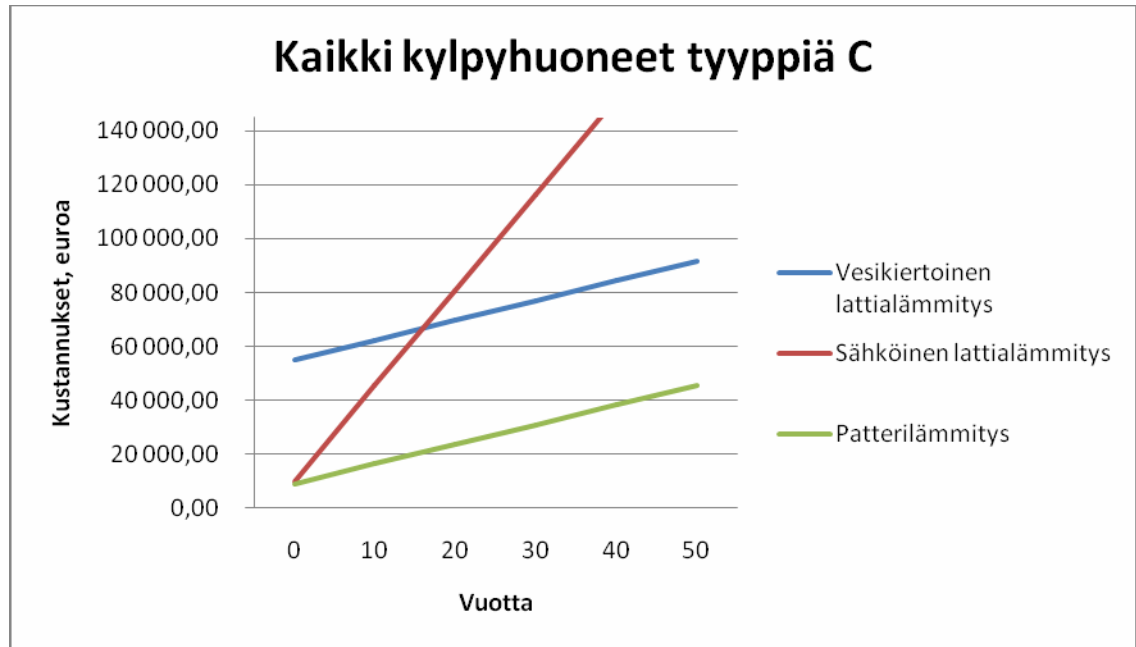
Kuvassa 6 on edellä mainittujen lämmitysmuotojen yhteenlasketut hankinta- ja käyttökustannukset koko rakennuksen osalta ajan funktiona.



Kuva 6. Lämmityksen kokonaiskustannukset ajan funktiona.

Jos kaikki rakennuksen kylpyhuoneet olisivat olleet aikaisemmin kuvailtujen tyypin C mukaisia kylpyhuoneita, olisi lattialämmitys maksanut itsensä takaisin huomattavasti

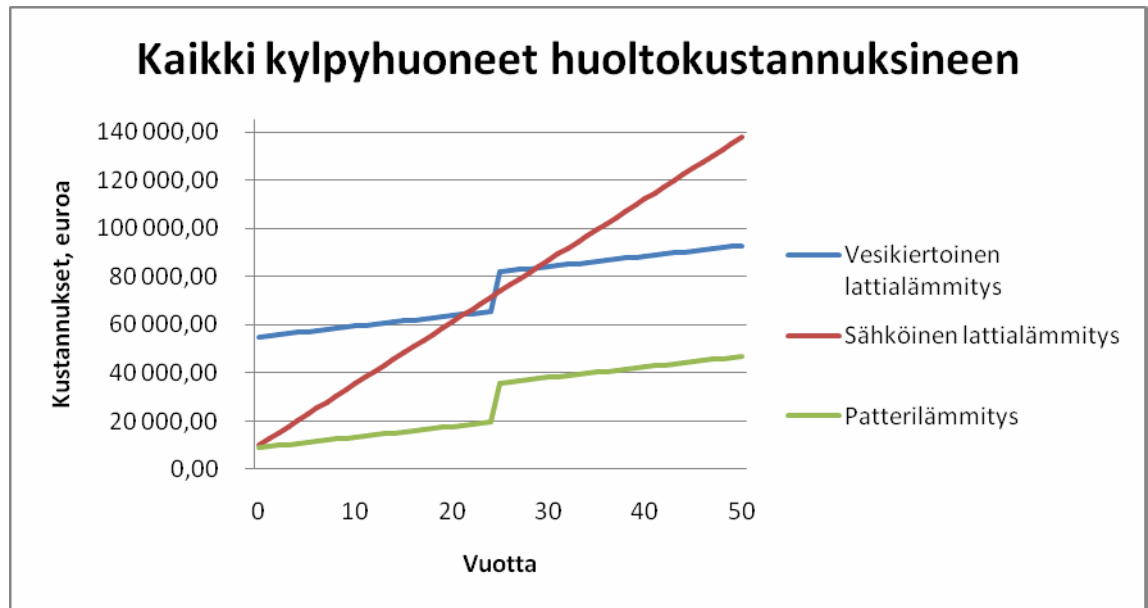
aikaisemmin, noin 16 vuodessa (kuva 7). Voidaankin todeta, että vesikiertoinen lattialämmitys kaukolämpökohteessa tulee sitä kannattavammaksi sähköiseen järjestelmään verrattuna, mitä enemmän kohteessa on lämpöhäviöitä ja lämmitettävää pinta-alaa.



Kuva 7. Kuvitteellinen tilanne, kaikki kylpyhuoneet tyyppiä C.

Mikäli kustannuslaskennassa otetaan huomioon huoltokustannukset, olettaen että asennus on tehty huolellisesti ja on käytetty laadukkaita materiaaleja, on ainoa todennäköinen huoltokohde vesikiertoisen lattialämmityksen lämmönsiirrin. Uuden lämmönsiirtimen laskennassa käytetty hinta on 16 000 € ilman arvolisäveroä. Lämmönsiirrin oletetaan uusittavan 25 vuoden kuluttua käyttöönotosta. Tämä vesikiertoiseen lattialämmitykseen kohdistuva huoltokustannus nostaa järjestelmän todellista takaisinmaksu aikaa 29 vuoteen.

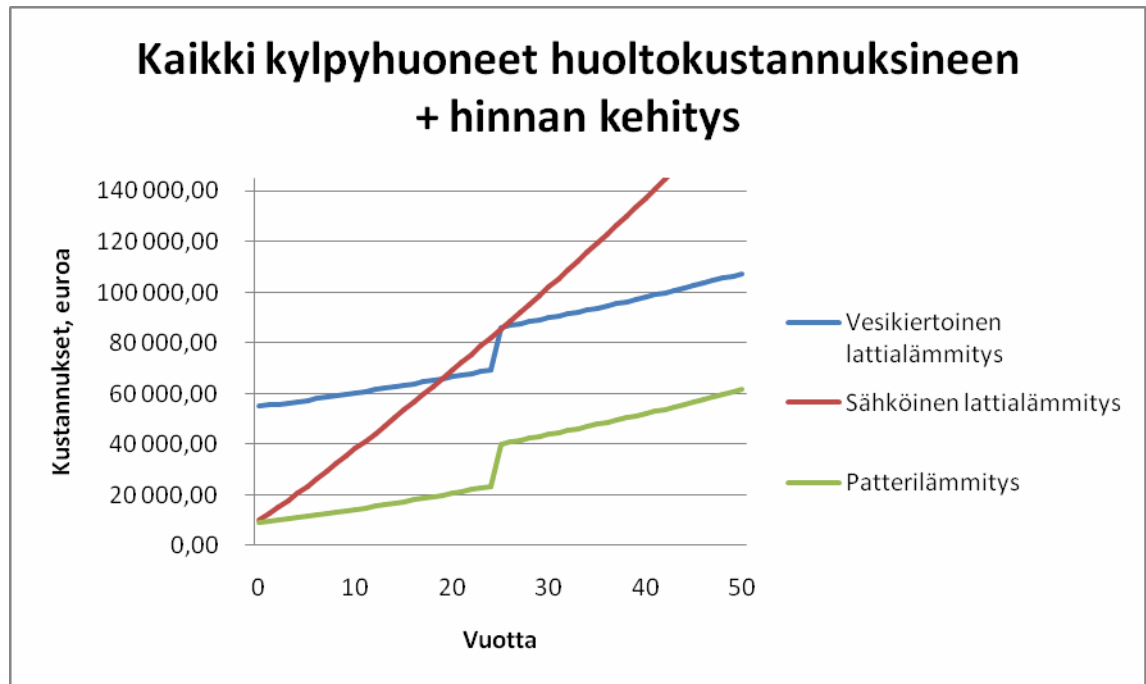
Kuvassa 8 on kuvattuna kokonaiskustannukset sisältäen hankinta- ja käyttökustannukset sekä vesikiertoisen järjestelmän lämmönsiirtimen vaihtotyöstä koituvat arvioidut kustannukset ajan funktiona. Patterilämmityksen ollessa vesikiertoiseen järjestelmään kytkettynä kohdistuvat huoltokustannukset myös tähän vaihtoehtoon.



Kuva 8. Kokonaiskustannukset lämmönsiirtimen vaihtokustannus mukaan luettuna.

Energioiden hinnan kehityksen suunta on ollut viime vuosina selkeästi ylöspäin. Pitkiä takaisinmaksuaikoja mietittäessä tulisi myös tämä tekijä ottaa huomioon. Energiateollisuus ry on tilastoinut kaukolämmön hintoja tyyppitaloissa eri paikkakunnilla, ja näiden tilastojen perusteella voidaan laskea kaukolämmön kehittyneen Helsingin energian alueella viimeisessä viidessä vuodessa keskimäärin 6,23 % vuosittain. Sähkön hinta samalla alueella on kasvanut viimeisessä viidessä vuodessa Energiamarkkinaviraston tilastojen tietojen mukaan keskimäärin 4,66 %. [15; 16]

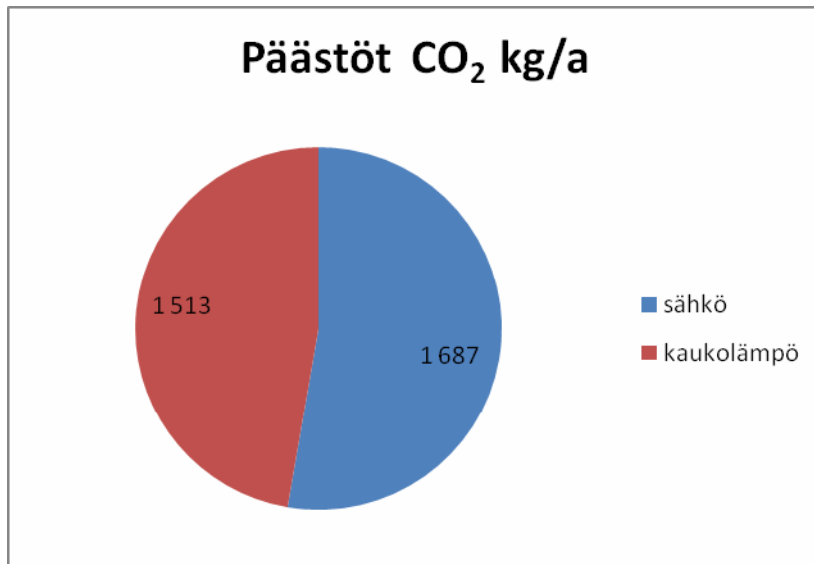
Jos oletetaan kaukolämmön ja sähkön hintojen kehityksen jatkuvan samanlaisena myös seuraavat 5 vuotta, ja nousu olisi tämän jälkeen kaukolämmöllä 1,5 % ja sähköllä 1 % vuodessa. Jos oletetaan sähkösiirto ja vesivirtamaksujen säilyvän samoina ja otetaan huomioon lämmönsiirtimen huoltokustannukset 25 vuoden jälkeen, säilyy takaisinmaksuaika vesikiertoisella lämmityksellä verrattain samana kuin aikaisemmissakin tapauksissa. (Kuva 9)



Kuva 9. Kokonaiskustannukset huoltokustannuksineen, hinnan kehitys huomioituna.

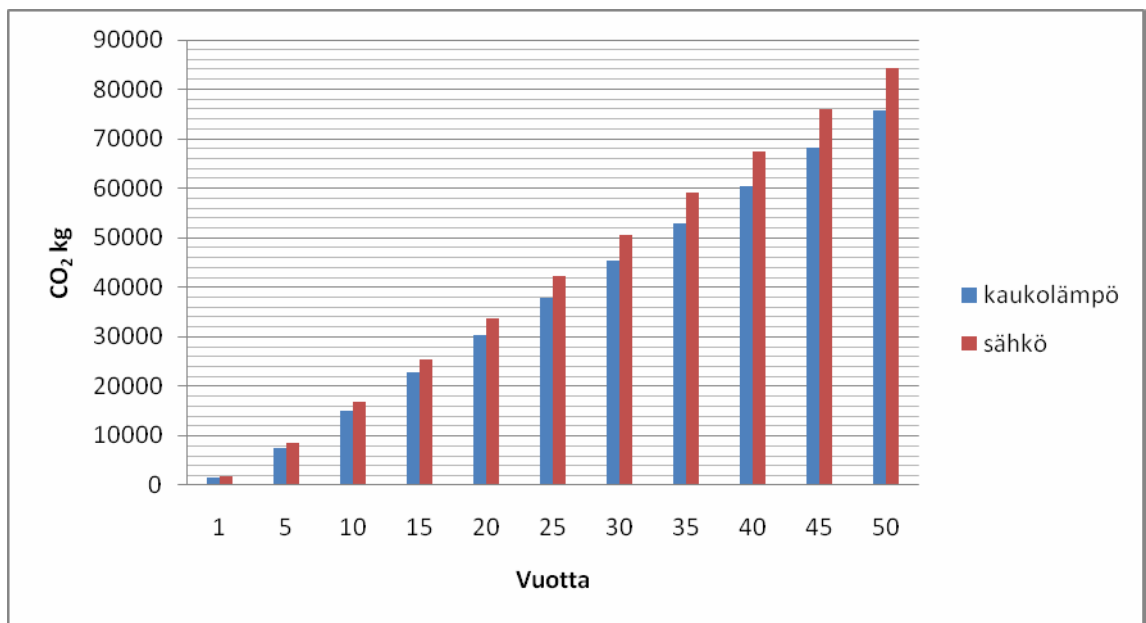
Koska hinnankehityksestä ei voida olla varmoja ja laskennassa on liian monta muuttuvaa tekijää, ei edellistä laskentaa voida pitää kuin korkeintaan suuntaa antavana.

Helsingin energian ilmoittamat hiilidioksidipäästöt sähkölle ja kaukolämmölle ovat energian määrään sidottuja ominaispäästöjä. Energian kulutus kylpyhuone- ja rakennuskohtaisesti on sama, olipa lämmitysjärjestelmä sähköinen tai vesikiertoinen. Tämän vuoksi hiilidioksidipäästöjen suhde säilyy tarkasteltavasta ajanjaksosta riippumatta muuttumattomana. Kuvassa 10 on esimerkkikohteen lämmityksestä vuodessa kertyvät hiilidioksidipäästöt rakennuskohtaisesti toteutuneelle kaukolämmölle ja vaihtoehtoiselle sähköiselle lämmitysjärjestelmälle.



Kuva 10. Hiilidioksidimainospäästöt rakennuskohtaisesti

Kuvassa 11 on tarkasteltu kokonaispäästöjä 50 vuoden ajanjaksolla.



Kuva 11. Hiilidioksidimainospäästöt 50 vuoden ajanjaksolla

Sähkön vuotuisten ominaispäästöjen ollessa korkeammat, kasvaa kokonaispäästöjen määrä kaukolämpöä hyödyntävään lämmitykseen nähden jokaista käyttövuotta kohden. Kaukolämpöä käytettäessä ovat kokonaishiilidioksidipäästöt 50 vuoden jälkeen 8 700 kg pienemmät kuin sähköisessä järjestelmässä. Suomen henkilöautojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt ovat noin 180 g/km matkustajaa kohden. Kaukolämpöä

käytettäessä säästetyt hiilidioksidipäästöt vastaavat siis noin 48 333 km:n ajoa. Maapallon ympärysmittan ollessa noin 40 000 km, vastaa tämä 1,2 kierrosta maapallon ympäri. [17]

Helsingin energian vuosikertomuksen mukaan vuonna 2010 myydyistä sähköistä hiilidioksidivapaata oli 82 %. Kaikki hiilidioksidipäästöt on laskettu ilmoitettujen ominaispäästöjen mukaan, eikä tätä osuutta ei ole otettu laskennassa huomioon.

9 Yhteenveto

Työhön tehtyjen selvitysten ja laskelmien perusteella voidaan yksinkertaistettuna todeta, että vesikiertoinen järjestelmä tulee putkiremonttikohhteessa kylpyhuoneen lämmitysratkaisuna sitä kannattavammaksi, mitä enemmän kohteen kylpyhuoneissa on lämpöpölväitä ja mitä suurempia nämä on. Yksiselitteistä laskentakaavaa eri lämmitysvaihtoehtojen vertailuun ei voida tehdä, sillä tulevaisuuden hinnankehitys ja järjestelmien vaatimat huoltotyöt ovat korkeintaan vain arvailtavissa.

Kohteeseen toteutettavan remontin luonne myös määrittelee vahvasti sen, kuinka paljon eri lämmitysratkaisuja varten joudutaan tekemään lisätöitä. Mikäli kohteen kaikki viemäriputket päätetään pinnoittaa eikä kylpyhuoneiden rakenteita täten tarvitse purkaa yhtä laajasti kuin perinteisellä kaavalla toteutettavassa remontissa, ei lattialämmityksen asentamiseen vaadittavan lattian purku ole ehkä luontevin ratkaisu.

Hankinta- ja asennushinnat ovat kohdekohtaisia, ja lämmitysenergiakustannukset vaihtelevat kylpyhuoneittain niiden luonteen mukaan. Samoin kaukolämmön ja sähköenergian hinnat vaihtelevat paikkakuntaakohtaisesti. Myös osakkaan sähkösopimuksen luonne on huomioon otettava seikka kokonaiskuvaa tarkastellessa. Osakkaalla saattaa olla sopimus niin sanotusta vihreästä sähköstä, jossa sähköenergian hinta saattaa olla korkeampi sen tuottamisesta aiheutuviin hiilidioksidipäästöihin nähden, eikä tällöin päästöjen suhdakaan kaukolämpöön verrattuna ole tässä työssä esiteltyjen mukainen.

On perusteltua kuitenkin tarkastella kaikkia lämmitysratkaisuja niin kokonaiskustannuksien kuin hiilidioksidipäästöjenkin osalta. Mikäli putkiremontin kohteena oleva yhtiö ei

ole aikaisemmin liittynyt kaukolämpöverkoston, nousee vesikiertoisen järjestelmän takaisinmaksuaika entisestään.

Lähteet

- 1 Yritys. Verkkodokumentti. Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy.
[<http://www.maaskola.fi/index.php?id=2>]
Luettu 16.4.2011.
- 2 Mäkiö Erkki, Malinen Maarit, Neuvonen Petri, Sinkkilä Jyrki, Tuunanen Anna-Maija ja Saarenpää Jukka. 1990. Kerrostalot 1940–1960. Porvoo: Rakennustietosäätiö.
- 3 Sainio Jukka. Erityisasiantuntija. Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy. Sähköpostikeskustelu. 5.4.2011.
- 4 Laksola Jaakko. 2007. Onnistunut putkistoremontti. Osa 2 – tekniset vaihtoehdot. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- 5 Picote tuote-esite. 2010. Picote Oy Ltd.
- 6 Putkiremontissa voi piillä myrkkypommi (WWW-dokumentti.) Taloussanomien.
[<http://www.taloussanomien.fi/asuminen/2011/05/17/varo-putkiremontissa-voi-piilla-myrkkypommi/20116928/139>]
Haettu 17.5.2011.
- 7 Lattialämmitys. Verkkodokumentti. Uponor Suomi Oy.
[<http://www.uponor.fi/Ratkaisut/Talotekniikka/Lattialammitus.aspx>]
Luettu 8.3.2011.
- 8 Rakennusten energiakulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. 2007. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D5. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 9 Ohjelmistot. Riuska. Verkkodokumentti. Insinööritoimisto Olof Granlund Oy.
[<http://www.granlund.fi/palvelut/granlund-ohjelmistot/riuska/>]
Luettu 10.4.2011
- 10 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. 2007. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D1. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 11 Lämmitystarveluvut. Verkkodokumentti. Ilmatieteen laitos
[<http://ilmatieteenlaitos.fi/lammitystarveluvut>]
Luettu 12.5.2011

- 12 Sähkö-hinnastot. Verkkodokumentti. Helsingin Energia.
[http://www.helen.fi/hinnasto/sahkohinnasto_kokonais_kodit.pdf]
Luettu 12.5.2011
- 13 Lämpö-hinnastot. Verkkodokumentti. Helsingin Energia.
[<http://www.helen.fi/hinnasto/lampomaksut.pdf>]
Luettu 13.5.2011
- 14 Helen-konsernin vuosikertomus 2010. Verkkodokumentti. Helsingin Energia.
[<http://www.helen.fi/vuosi2010/index.html>]
Luettu 13.5.2011
- 15 Sähkön hinnan kehitys. Verkkodokumentti. Energiamarkkinavirasto.
[<http://www.energiamarkkinavirasto.fi/data.asp?articleid=2464&pgid=67>]
Luettu 16.5.2011
- 16 Kaukolämmön hinta. Verkkodokumentti. Energiateollisuus ry
[<http://www.energia.fi/fi/tilastot/kaukolampotilastot/kaukolammonhinta>]
Luettu 16.5.2011
- 17 Suomen henkilöautojen keskimääräinen päästö ja energiankulutus matkayksikköä kohden vuonna 2009. Verkkodokumentti. VTT
[<http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloliikenne/tieliikenne/henkilootot/hayht.htm>]
Luettu 27.5.2011



Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy
Kaupintie 16, 00440 Helsinki
Puh.+358 9 540 7230, Fax. +358 9 503 1704

ENERGIANKULUTUS JA CO₂ PÄÄSTÖT

Työnumero

Päivämäärä

11.5.2011

AS. OY Tempelikatu 13

Laatinut

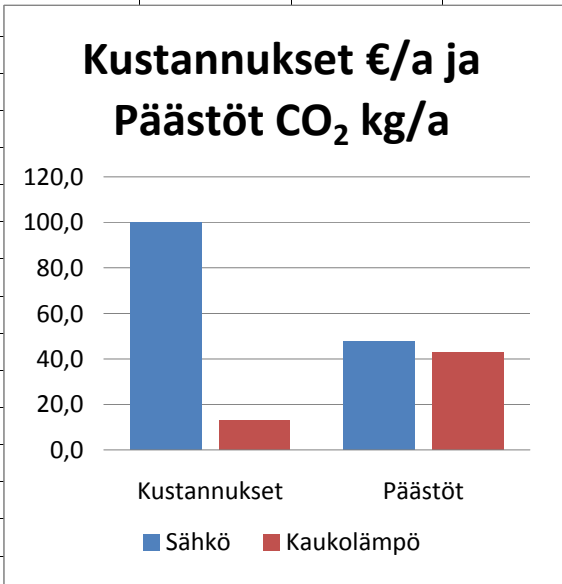
Liite

Kylpyhuone malli A

K.Salmi

1

Lähtötiedot (rakennus)		arvo	yksikkö	Lähtötiedot (energia)		hinta	päästö
lämmitettävä pinta-ala		2,5	m ²	lämmitysenergia	€MWh	26,23	CO ₂ g/kWh
lämmitettävän tilan korkeus		2,5	m	sähköenergia		105,25	126
lämmitettävä tilavuus		6,25	m ³	vesivirtamaksu		0,27	€/kk
mitoitettava lämpötilaero		46	°C	perusmaksu		5,02	€/kk
lämmitystarveluku		6054	Kd			alv.0%	
Lämmitys		arvo	yksikkö	Lämmitystarveluvun tasoitus			
kokonaislämpöhäviöt		0,12	kW	5°x365pvä/12kk		152	Kd/kk
Energian tarve	lämmitys-	kylpyhuone	kaukolämpö	sähkö-			
Lämmitettävä	tarveluku	lämmitys	energia	energia			
kuukausi	Kd	MWh	€	€			
tammikuu	843	0,0528	1,65	10,58			
helmikuu	799	0,0500	1,58	10,29			
maaliskuu	745	0,0466	1,49	9,93			
huhtikuu	554	0,0347	1,18	8,67			
toukokuu	317	0,0199	0,79	7,11			
kesäkuu	170	0,0106	0,54	6,14			
heinäkuu	156	0,0098	0,52	6,05			
elokuu	179	0,0112	0,56	6,20			
syyskuu	337	0,0211	0,82	7,24			
lokakuu	516	0,0323	1,11	8,42			
marraskuu	654	0,0410	1,34	9,33			
joulukuu	783	0,0490	1,55	10,18			
yhteensä	6054	0,3790	10,21	100,13			
Lämmityskustannukset				Päästöt (CO₂)			
Käytetty	kulutus	ominais	kustannus	Käytetty	kulutus	ominais	päästö
energia	kWh	kWh/m ³	€/a	energia	MWh	CO ₂ g/kWh	CO ₂ kg/a
sähkö	379,03	60,65	100,13	sähkö	0,3790	126	48
kaukolämpö	379,03	60,65	13,12	kaukolämpö	0,3790	113	43





Insinööri toimisto Leo Maaskola Oy
Kaupintie 16, 00440 Helsinki
Puh.+358 9 540 7230, Fax. +358 9 503 1704

ENERGIANKULUTUS JA CO₂ PÄÄSTÖT

Työnumero

Päivämäärä

11.5.2011

AS. OY Tempelikatu 13

Laatinut

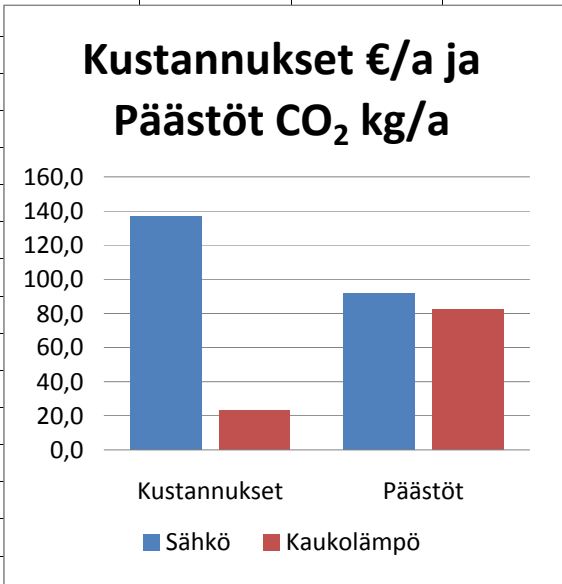
Liite

Kylpyhuone malli B

K.Salmi

2

Lähtötiedot (rakennus)		arvo	yksikkö	Lähtötiedot (energia)		hinta	päästö
lämmitettävä pinta-ala		3,2	m ²	kaukolämpöenergia	€MWh	26,23	CO ₂ g/kWh
lämmitettävän tilan korkeus		2,5	m	sähköenergia		105,25	126
lämmitettävä tilavuus		8	m ³	vesivirtamaksu		0,34	€/kk
mitoittava lämpötilaero		46	°C	perusmaksu		5,02	€/kk
lämmitystarveluku		6054	Kd			alv.0%	
Lämmitys		arvo	yksikkö	Lämmitystarveluvun tasoitus			
kokonaislämpöhäviöt		0,23	kW	5°x365pvä/12kk		152	Kd/kk
Energian tarve	lämmitys-	kylpyhuone	kaukolämpö	sähkö-			
Lämmitettävä	tarveluku	lämmitys	energia	energia			
kuukausi	Kd	MWh	€	€			
tammikuu	843	0,1012	2,99	15,67			
helmikuu	799	0,0959	2,85	15,11			
maaliskuu	745	0,0894	2,68	14,43			
huhtikuu	554	0,0665	2,08	12,02			
toukokuu	317	0,0381	1,34	9,02			
kesäkuu	170	0,0204	0,87	7,17			
heinäkuu	156	0,0187	0,83	6,99			
elokuu	179	0,0215	0,90	7,28			
syyskuu	337	0,0405	1,40	9,28			
lokakuu	516	0,0619	1,96	11,54			
marraskuu	654	0,0785	2,40	13,28			
joulukuu	783	0,0940	2,80	14,91			
yhteensä	6054	0,7265	19,39	136,70			
Kustannukset				Päästöt (CO₂)			
Käytetty	kulutus	ominais	kustannus	Käytetty	kulutus	ominais	päästö
energia	kWh	kWh/m ³	€/a	energia	MWh	CO ₂ g/kWh	CO ₂ kg/a
sähkö	726,48	90,81	136,70	sähkö	0,7265	126	92
kaukolämpö	726,48	90,81	23,13	kaukolämpö	0,7265	113	82





Insinööri toimisto Leo Maaskola Oy
Kaupintie 16, 00440 Helsinki
Puh.+358 9 540 7230, Fax. +358 9 503 1704

ENERGIANKULUTUS JA CO₂ PÄÄSTÖT

Työnumero

Päivämäärä

11.5.2011

AS. OY Tempelikatu 13

Laatinut

Liite

Kylpyhuone malli C

K.Salmi

3

Lähtötiedot (rakennus)		arvo	yksikkö	Lähtötiedot (energia)		hinta	päästö
lämmitettävä pinta-ala		6	m ²	kaukolämpöenergia	€/MWh	26,23	CO ₂ g/kWh
lämmitettävän tilan korkeus		2,5	m	sähköenergia		105,25	113
lämmitettävä tilavuus		15	m ³	vesivirtamaksu		0,59	€/kk
mitoittava lämpötilaero		46	°C	perusmaksu		5,02	€/kk
lämmitystarveluku		6054	Kd			alv.0%	
Lämmitys		arvo	yksikkö	Lämmitystarveluvun tasoitus			
kokonaislämpöhäviöt		0,38	kW	5°x365pvä/12kk		152	Kd/kk
Energian tarve	lämmitys-	kylpyhuone	kaukolämpö	sähkö-			
Lämmitettävä	tarveluku	lämmitys	energia	energia			
kuukausi	Kd	MWh	€	€			
tammikuu	843	0,1672	4,97	22,61			
helmikuu	799	0,1584	4,74	21,69			
maaliskuu	745	0,1477	4,46	20,57			
huhtikuu	554	0,1099	3,47	16,58			
toukokuu	317	0,0629	2,23	11,64			
kesäkuu	170	0,0337	1,47	8,57			
heinäkuu	156	0,0309	1,40	8,28			
elokuu	179	0,0355	1,52	8,76			
syyskuu	337	0,0668	2,34	12,05			
lokakuu	516	0,1023	3,27	15,79			
marraskuu	654	0,1297	3,99	18,67			
joulukuu	783	0,1553	4,66	21,36			
yhteensä	6054	1,2003	32,07	186,57			
Kustannukset				Päästöt (CO₂)			
Käytetty	kulutus	ominais	kustannus	Käytetty	kulutus	ominais	päästö
energia	kWh	kWh/m ³	€/a	energia	MWh	CO ₂ g/kWh	CO ₂ kg/a
sähkö	1200,27	80,02	186,57	sähkö	1,2003	126	151
kaukolämpö	1200,27	80,02	38,51	kaukolämpö	1,2003	113	136

