

Harry Pihlaja

Itä-Uudenmaan historiallisten harmaakivikirkkojen LVI-tekniikka

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

30.11.2012

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Harry Pihlaja Itä-Uudenmaan historiallisten harmaakivikirkkojen LVI-tekniikka 38 sivua + 2 liitettä 24.10.2012
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tekniikka
Ohjaaja	yliopettaja Olli Jalonen
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena on ollut selvittää Itä-Uudenmaan viiden historiallisen harmaakivikirkon LVI-tekniikan kehitystä 1400-luvulta nykypäivän käytössä oleviin järjestelmiin. Tarkoitus on myös selvittää keskiaikaisen kirkon suojeltua asemaa uudisrakennuskohteena sekä sen perusparannusten ja muutostöiden osalta.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella kirkkosalien sisäilman laatua sekä kivikirkkojen energiankulutusta.</p> <p>Tutkimusta on tehty haastatteleamalla seurakunnan oppaita, niiden kiinteistö- ja talouspäälliköitä, tutustumalla paikan päällä LVI-tekniisiin järjestelmiin järjestelmistä vastaavien henkilöiden kanssa sekä tutustumalla kirkon historiaa käsittävään kirjallisuuteen.</p> <p>LVI-järjestelmien tämänhetkisen tason selvittäminen on ollut suhteellisen helppoa, niiden muutosten selvittäminen keskiajalta nykypäivään on vaatinut enemmän kuin pelkästään historialliseen kirjallisuuteen tutustumista.</p> <p>Opinnäytetyön kirkkosalien sisäilman laatua käsittävistä tuloksista on nähtävissä se, mitä valistunut 2000-luvun kirkossakävijä on voinut aavistaa kirkon tilaisuuksiin osallistuessaan. Näiden tuloksien toivotaan antavan tukea päätöksentekijöille, heidän miettiessä tulevia ilmanvaihdon muutostöitä.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä on jouduttu, alkuperäisistä tavoitteista poiketen, jättämään selvittämättä viiden keskiaikaisen harmaakivikirkon osalta niiden energiatehokkuus ja kokonaisenergiankulutus, E-luku.</p>	
Avainsanat	keskiaika, kirkko, suojelukohde, ilmanvaihto, lämmitys

Author Title Number of Pages Date	Harry Pihlaja HVAC systems of the medieval stone churches in Eastern Uusimaa 38 pages + 2 appendices 24 October 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering
Instructor	Olli Jalonen, Principal Lecturer
<p>The objective of this Bachelor's thesis was to examine the changes in the HVAC systems from the 15th century to present in some a historic gray stone churches in the Eastern Uusimaa region.</p> <p>The objective was also to study the effect of the protected status of the medieval church on the intended renovations.</p> <p>Furthermore, the indoor air in the church halls and the energy consumptions of the gray stone churches were investigated.</p> <p>The study was done by interviewing the guides and the Property and Finance Managers. Moreover, the HVAC systems in the churches were examined with the help of technical staff, and technical drawings. Literature was also studied to find out about the history of the churches.</p> <p>Establishing the current level of the HVAC systems in the churches was relatively easy, but to reveal all the changes from Middle Ages to the present required more than familiarity with written church history.</p> <p>The results show what the church-goer could have guessed: to be revealed, indoor air in the churches is not up to the same level as instructions to new buildings require.</p> <p>The results support decisions regarding future repair works of the ventilation system.</p>	
Keywords	Middle Ages, church, protected building, ventilation, heating

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Kivikirkkojen historia Suomessa	2
2.1	Keskiaikaisen kivikirkon rakentaminen	4
2.2	Kirkkojen LVI-tekniikka keskiajalla	7
2.2.1	Lämmitys	7
2.2.2	Vesi ja viemärointi	9
2.2.3	Ilmanvaihto	10
3	Kirkkojen LVI-tekniikka 2000-luvulla	11
3.1	Helsingin pitäjän kirkko	11
3.1.1	Lämmitysjärjestelmä	12
3.1.2	Vesi- ja viemärijärjestelmät	13
3.1.3	Ilmanvaihtojärjestelmä	13
3.1.4	Rakennusautomaatio	14
3.2	Sipoon Vanha kirkko	15
3.2.1	LVI-järjestelmät	15
3.3	Porvoon Tuomiokirkko	16
3.3.1	Lämmitysjärjestelmä	17
3.3.2	Vesi- ja viemärijärjestelmät	18
3.3.3	Ilmanvaihtojärjestelmä	20
3.3.4	Rakennusautomaatio	22
3.4	Pernajan kirkko	23
3.4.1	Lämmitysjärjestelmä	23
3.4.2	Vesi- ja viemärijärjestelmät	24
3.4.3	Ilmanvaihtojärjestelmä	26
3.4.4	Rakennusautomaatio	26

3.5	Pyhtään kirkko	26
3.5.1	Lämmitysjärjestelmä	27
3.5.2	Vesi- ja viemärijärjestelmät	28
3.5.3	Ilmanvaihtojärjestelmä	28
3.5.4	Rakennusautomaatio	28
4	2000-luvun LVI-tekniiset vaatimukset	29
4.1	Kirkko suojelukohteena	29
4.2	Kirkkojen sisäilman laatu	29
4.2.1	Sisäilmastotavoitteet	30
4.2.2	Viranomaisvaatimukset	31
4.2.3	Mittaustuloksia Helsingin pitäjän kirkosta	33
4.3	Kirkkojen energiatehokkuus	35
4.3.1	Viranomaisvaatimukset	35
4.3.2	Lämmitys- ja sähkökulut sekä vedenkulutusmaksut Helsingin pitäjän kirkossa	36
5	Kirkkojen LVI-järjestelmien tulevaisuudennäkymät	36
6	Yhteenveto	37
	Lähteet	39
	Liitteet	
	Liite 1. Kirkkohallituksen yleiskirje no 3/2000	
	Liite 2. Luettelo haastatelluista, seurakunnittain	

Lyhenteet

ppm	Parts per million. Suhteellinen pitoisuusmitta, joka ilmaisee kuinka monta miljoonasosaa jokin on jostakin.
Pa	Pascal. Paineen mittayksikkö $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ ($1 \text{ N} = 1 \text{ kgm/s}^2$)
cd	Kandela. Mittayksikkö valon intensiteetille, valovoimalle. 1 cd Vastaa suurin piirtein tavallisen kynttilän kirkkautta.
lm	Luumen. Valovirta $1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr}$. Se on valon määrä, jonka valovoimaltaan kandelan valonlähde säteilee steradiaanin avaruuskulmaan: tämä valon määrä lankeaa metrin päästä kartion pohjalle, jonka (pallomainen) pinta-ala on neliömetri.
sr	Steradiaani. Avaruuskulma $= A / r^2$; jossa A on sen pinnan pinta-ala, jonka avaruuskulmaa rajoittavan kartion vaippa erottaa kartion kärki keskipisteenä piirretyn r-säteisen pallon pinnasta.
PEM	Vesijohtoputki, materiaali on lineaarirakenteinen polyeteeni.

1 Johdanto



Kuva 1. Porvoon Tuomiokirkko [1].

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan Itä-Uudenmaan viiden historiallisen harmaakivi-kirkon LVI-tekniikkaa. Kaikki viisi kirkkoa on rakennettu 1400-luvulla ja historian mukaan vielä saman rakennusmestarin tekeminä. Kirkkomaa-alueella sijaitsevien hautausmaiden, huolto- tai wc-rakennusten LVI-tekniikkaa ei tässä käsitellä.

Vantaan kaupungissa on Pyhän Laurin kirkko (Helsingin pitäjän kirkko), Sipoossa on Pyhän Sigfridin kirkko (Sipoon Vanha kirkko), Porvoossa Autuas Neitsyt Marian kirkko (kuva 1, Porvoon Tuomiokirkko), Pernajassa Pyhä arkkienkeli Mikaelin ja Pyhä Erikin kirkko, Pyhtäällä Pyhän Henrikin kirkko.

Opinnäytetyössä ei ole tehty rakenteita rikkovaa tutkimusta, eikä suoritettu mittauksia esim. sisäilman laadun varmistamiseksi erilaisissa kirkon tilaisuuksissa. Pääsääntöinen tutustuminen kirkon LVI-tekniisiin ratkaisuihin on tapahtunut paikan päällä haastattelujen avulla, tutustumalla teknisiin asiakirjoihin ja aikaisempiin mittauspöytäkirjoihin sekä saatuihin kulutustietoihin.

2010-luvulla ovat rakennusten energiankulutuslaskelmat työllistäneet suunnittelijoita aikaisempaa enemmän. Keskiaikaiset harmaakivikirkot ovat kokonaisenergiankulutuksen osalta erilaisessa asemassa ja olisivat sitä myös uudisrakennuskohteena.

2000-luvulla ovat kirkossa järjestetyt musiikkitilaisuudet tulleet yhä suosituimmiksi, varsinkin joulun alla. Kun ketään ei haluta jättää kirkon ulkopuolelle, ovat kirkot useimmiten täynnä, esimerkiksi Porvoossa kaikkia lehtereitä myöten. Ennen kuin tilaisuus alkaa niin lukkari tuulettaa kirkkosalia ovien ja ikkunoiden avulla, mutta kun innokkaimmat ja parhaille paikoille pyrkijät tulevat paikalle jo tuntia ennen tilaisuuden alkua, niin on aistittavissa että sisäilman laatu on jotain muuta kuin rakentamismääräyskokoelman ohjeissa on pyrkimys saavuttaa, jo ennen kuin itse tilaisuus alkaa, vielä kun ylimpiä lehtereitä täytetään. Kun ovet suljetaan talvisin tilaisuuksien ajaksi, niin kirkkosaleissa, joissa ei ole koneellista tulo- ja poistoilmajärjestelmää tai painovoimaista ilmanvaihtojärjestelmää, on tarpeellinen tuuletus tullut estetyksi. Huono sisäilma on usein jäänyt toisarvoiseksi tilaisuuden suosion tai hartauden vuoksi.

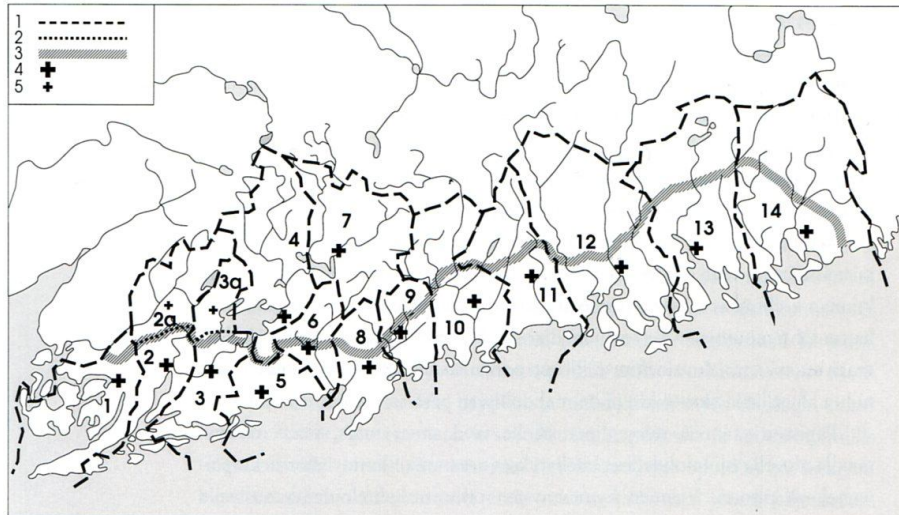
Tämän opinnäytetyön budjetti tutkimusten osalta oli vaatimatonta luokkaa, enkä näinmuodoin tehnyt tutkimusmatkaa Keski-Eurooppaan ja selvittänyt, kuinka siellä katedraalien sisäilman laatutaso on nykyaikaistettu EU-normeihin nähden.

2 Kivikirkkojen historia Suomessa

Keskiajalla on Suomessa rakennettu kivikirkkoja yli sadalle paikkakunnalle, joista kuitenkin kaikki eivät valmistuneet. Suomen vanhin kivirakennus on Jomalan kirkko Ahvenanmaalla. Se suunniteltiin ja muurattiin 1200-luvun lopulla. [4, s. 55.]



Kuva 2. Historiallinen kartta, Nylandia (Uusimaa) vuonna 1666 [2].



Karttamerkkien selitys:

1. kirkkopitäjän raja 2. kappeliseurakunnan raja 3. kieliraja uuden ajan alussa
4. pitäjänkirkko 5. kappeli

Kirkkopitäjät ja kappelit:

- 1 Tenhola 2 Pohja 2a Kiskon kappeli
3 Karjaa 3a Karjalohjan kappeli 4 Lohja
5 Inkoo 6 Siuntio 7 Vihti 8 Kirkkonummi
9 Espoo 10 Helsinki 11 Sipoo 12 Porvoo
13 Pernaja 14 Pyhtää

Kuva 3. Uudenmaan seurakuntien alueet 1400-luvun lopussa [3, s. 19].

Kronologiset aikakaudet [4, s. 252.]:

- Rautakausi 400–1200
- Keskiaika 1200–1550
- Uusi aika 1550–1721

Keskiaika oli Suomen kivikirkkorakentamisen kulta-aikaa (kuva 3), ja sitä seurannut uusi aika kivikirkkojen rakentamisessa syvää taantumaa (kuva 2). Keskiajan lopulla oli Suomessa asukkaita alle 300 000. [5, s. 28.]

Harmaakivikirkko oli keskiajalla rakenteeltaan yksinkertainen ja vaatimaton verrattuna Keski-Euroopan katedraaleihin. Kirkot liitetään kirkkoarkkitehtuurissa myöhäisgotiikan suuriin eteläsuomalaisiin hallikirkkoihin ja niistä erottuvaan itäusmaalainen kirkkoryhmään, jonka tyyllisten vaikutteiden vertailukohtana pidetään mm. balttilaista ja pommerilaista kirkkoarkkitehtuuria. [3, s. 42.]

Keskiajalla haudattiin vainajat kirkkoon. Hautaaminen lopetettiin 1700-luvulla. Porvoon hiippakunnassa annettiin määräys seurakunnille kiertokirjeessä vuonna 1772. Keisarillisella määräyksellä vuonna 1822 kiellettiin hautaaminen kirkkoon Suomessa lopullisesti. [3, s. 48.]

Suomen keskiaikaiset kivikirkot saivat harmaakivikirkon luonnehdinnan 1900-luvulla. Arkeologian erikoisasiantuntijan Markus Hiekkasen mukaan nykypäivän ihailtu esille jätetty harmaakivi olisi ollut keskiajalla esteettisesti mahdotonta ja sen aikainen seurakuntalainen olettaisi sen olevan rappiolle jätetty. [4, s. 37.]

2.1 Keskiaikaisen kivikirkon rakentaminen

Seurakunta rakensi kivikirkon sen jälkeen, kun oli ensin rakennettu puukirkko paikkakunnalle. Puukirkko oli kivikirkkoa helpompi ja halvempi seurakuntien rakentaa, mutta yleisesti ottaen niitä ei rakennettu väliaikaisiksi kirkoiksi. Puukirkkojen korvaaminen kivikirkolla on usein tapahtunut vaiheittain. Kivikirkon muuraaminen on ollut suururakka, johon on tarvittu ulkopuolisia ammattilaisia arkkitehtuuriin ja suunnitteluun, sekä muuraustyöhön.

Kivikirkkorakennuksen pääosat ovat runkokuone (kirkkosali), sakaristo ja asehuone. Sakaristo on tila, jossa pappi pukeutuu liturgiseen asuunsa ja siellä säilytetään alttariastiastoa. Asehuone on kirkkosalin eteinen, jossa keskustelu väheni ja hartaus kasvoi siirryttäessä ulkotilasta kynttilävaloon ja valmistauduttiin siirtymään kirkon pyhään tilaan. Vaikka nimi viittaa aseiden säilytykseen, ei se sitä ollut. Tutkija Markus Hiekkänen olettaa nimen tulleen saksankielisestä sanasta Wappenhusz, jonka merkitys on hänelle epäselvä, muttei kuitenkaan viitannut aseeseen vaan hän olettaa sen viittanneen vaakunaan. Termi on omaksuttu keskiajalla ruotsin kieleen ja myöhemmin suomen kieleen. [4, s. 19.]

Kirkon ulko-ovet rakennettiin keskiajalla aukeamaan sisäänpäin ja muutettiin 1830-luvulla turvallisuussyistä ulospäin aukeaviksi [6]. Alkuperäiset ikkunat olivat 1-lasisia, joko vihertävää tai ruskehtavaa ns. metsälasia [4, s. 20.]. Ikkuna-aukkoja on myöhemmin levennetty sekä niihin on lisätty sisäikkunat.

Katto oli keskiajalla tervattu paanukatto, joka pyrittiin pystyttämään mahdollisimman nopeasti, jotta seinämuurit olisivat suojassa sateelta ja päästäisiin sisustustöihin ja holvien tekoon. Lattia on oletettavasti ollut poljettu maapermanto, joka on luovuttanut kosteutta sisäilmaan. [4, s. 146.]

Kivikirkon suunnitteluhanke lienee käynnistynyt seurakunnan kirkonkokouksella, jossa rakennusmestari on voinut olla esittelemässä kivikirkon rakentamista konkreettisesti. Kivikirkon rakentamisessa oli rakennusmestari hankkeen tärkein henkilö joka hallitsi rakentamisen kokonaisuuden. Hän oli arkkitehti, maanrakennusalan insinööri ja geoteknikko, kustannuslaskija, rakennustarvikeluetteloiden laatija, ja työmaalla työnjohtaja, jonka alaisuudessa olivat kaikki työntekijät. [4, s. 30.]

Suomen historiassa on rakennusmestari pysynyt kuitenkin melko tuntemattomana. Tämä ei ole oletettavasti ole johtunut samasta syystä kuin Suomessa 1990-luvun yli-työllistettyjen grynderien kaino pyrkimys ylläpitää matalaa profiilia, vaan tutkija Markus Hiekkänen olettaa keskiajan rakennusmestarien tuntemattomuuden johtuneen rakennusmiesten hurskaudesta. [4, s. 30.]



Kuva 4. Saksalainen rakennusmestari Moritz Ensingerin vuodelta 1482 [4, s. 29].

Rakennusmestarilla (kuva 4) oli päässään rakennusmestarin virkapäähine ja suunnittelijan harppi tunnuksena rinnallaan. Hänen vaakunassaan oli myös harppi.

Itä-Uudenmaan viiden harmaakivikirkon tuntematonta suunnittelijaa kutsuttiin Pernajan mestariksi. Hänen tunnusmerkkinään oli erikoinen 28-jakoinen tähtiholvi kirkkosalin kattoholvissa (kuva 5). [4, s. 57.]

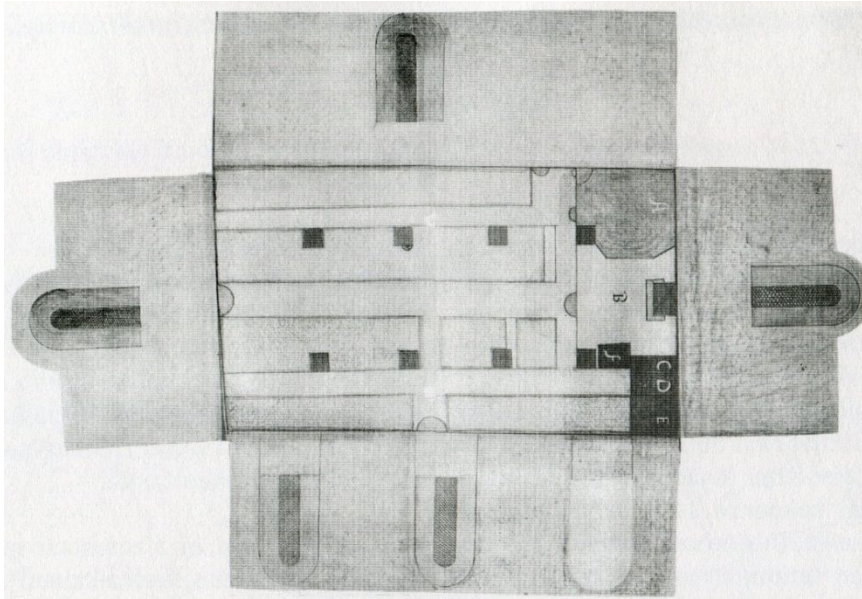


Kuva 5. 28-jakoinen tähtiholvi Sipoon Vanhassa kirkossa [10].

Rakennusmestari noudatti suunnitelmissaan hiippakunnan johdon yleismääräyksiä ja kuunteli seurakunnan edustajien toivomuksia. Suunnitelmiin ja selvitystyöhön kului vähintään muutama kuukausi.

Suunnitelmat käsittivät piirustukset (kuva 6), materiaaliluettelot, kustannuslaskelmat ja oletettavasti myös työselityksen. Tällaista aineistoa on runsaasti Euroopassa, mutta Suomessa ne ovat hävinneet vuosisatojen kuluessa.

Suunnitelmien valmistuttua on rakennuslupa pyydetty piispalta. Myönnettyyn lupaan on todennäköisesti liitetty enemmän tai vähemmän ehtoja mukaan. Myöhemmin, uudemmalla ajalla pyydettiin kirkkohankkeisiin lupaa kuninkaalta tai keisarilta. [4, s. 29.]



Kuva 6. Pohjapiirros Porvoon Tuomiokirkko 1651, merkinnät: A (urut) C, D, E ja F (hautoja) [6, s. 10].

Rahainhankinta, lupabyrokratia ja materiaalien hankkiminen veivät myös aikaa, ja niihin on voinut kulua viisi tai jopa kymmenenkin vuotta. Kirkon rakentaminen on katsottu kestäneen kymmeniä vuosia. [4, s. 44.]

2.2 Kirkkojen LVI-tekniikka keskiajalla

2.2.1 Lämmitys

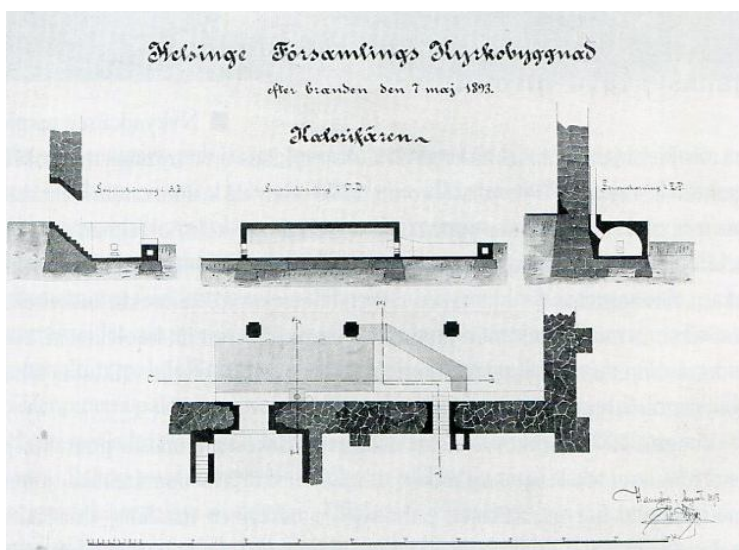
Keskiajalla oli kirkko lämmittämätön ja talvella ei päässyt pakkasesta lämpimään. Kesähelteellä sinne pääsi vilvoittelemaan.

Lämmittäminen alkoi yleistyä vasta 1800-luvun loppupuolella. Kirkkosaleihin hankitut lämmityslaitteet olivat lähes poikkeuksetta pyöreitä rautakamiinoita, joita kutsuttiin rimauuneiksi. Sakaristot lämmitettiin useimmiten kaakeliuunein, asehuoneiden jäädessä ilman uuneja ja lämmitystä.

Kalliimpi ja sen vuoksi harvinaisempi oli ns. kalorifeerilaitos, joka hankittiin mm. Helsingin pitäjän kirkkoon. Kalorifeerilaitoksen (kuva 7) ilmanlämmitysuuneissa, kalorifeereissa, lämmitettiin ilma 35–50 °C:seen ja johdettiin kanavia pitkin sisään kirkkoon ja kirkkosalin lattiakanaviin ja sieltä kirkkosaliin lattiakanavissa olevien virtaussäleiköiden avulla (kuva 8).

Jäähtynyt ilma joko siirrettiin kirkkosalista kanavia pitkin takaisin lämpökammioon uudelleen lämmitettäväksi tai sitten johdettiin ulos kirkkosalin päätyseinistä.

Kun kalorifeerilaitoksessa ei ollut puhaltimia käytössä, on ilma liikkunut kanavissa lämpötilaeron synnyttämän vedon avulla. Kanavat ovat olleet enimmäkseen muurattuja, mutta niitä on myös tehty rautalevyistä tai laudoista. Niissä ei ole saanut olla ilman kulua haittaavia äkillisiä mutkia tai kuristuksia. Lämmönsäätö on tapahtunut joko rajoittamalla lämpimän ilman virtausta peltien tai venttiilien avulla, tai sitten sekoittamalla lämmitetyn ilman joukkoon kylmää ilmaa, tai säätämällä palamista palamisilman ja savupiipun vedon avulla.



Kuva 7. Detaljpiirustus Helsingin pitäjän kirkon kalorifeerilaitoksesta 1893 [3, s. 111].



Kuva 8. Käytöstä pois jäänyt kalorifeerilaitoksen virtaussäleikkö Helsingin pitäjän kirkon kirkkosalissa [10].

2.2.2 Vesi ja viemärointi

Käsienpesua varten on ollut käsienpesuastiat käytössä. Messun yhteydessä on pappi suorittanut seremoniallisen käsienpesun. Käsienpesuastiat riippuivat ketjussa ja niistä käytettiin nimitystä lavatorium. Vesikannuja on myös käytetty. Niistä käytettiin nimitystä akvamanile. [4, s. 129.]

Kastealtaat olivat suurikokoisia ja jalallisia. Vuonna 524 pidetyssä Leridan kirkolliskokouksessa oli määrätty sen raaka-aineeksi joko kivi tai metalli. Kasteastiasta käytetään nimitystä funtti, ja sen ylimpänä olevasta allasosasta nimitystä cuppa. Kastevetä kului jokaisen kasteen mukana sekä haihtumalla. Vesi lämmitettiin kastetta varten. Vihitty kastevesi seiso i astiassa kasteiden välillä, eikä sitä vaihdettu, vaan lisättiin tarvittaessa. Sen piti kuitenkin olla puhdasta, ja sitä vaihdettiin silloin tällöin sattuneen vauvan pissaamisen tai kakkaamisen vuoksi. [4, s. 116.]

Vihkivesi säilytettiin vihkivesiastiassa, joka oli tehty kivistä. Astia sijoitettiin portaalin pieleen, jotta seurakuntalaisen oli helppo kastaa sormenpäät sisään tullessaan. [4, s. 118.]

Käytetty vesi on kaadettu piscina-nimiseen kaatoaltaaseen, joka on sijainnut alttarin lähellä [4, s. 129]. Jätevesi on luultavasti imeytetty maaperään. Kaatoaltaan tarkkaa sijaintia ei tiedetä, ja se on ainoastaan Naantaln kivikirkossa jäljellä.

Vesikaton ollessa paanukatto on paanujen raosta saattanut tullut pyrylunta ullakolle. Kirkkosalin kattoon on rakennettu vedenpoistoaukot mahdollista ullakolle kertyvää sulamistettä varten [4, s. 44]. Vedenpoistoaukkoja on kutsuttu juorukanaviksi (kuva 9).



Vedenpoistoaukko

Kuva 9. Ullakon vedenpoisto Pyhtään kirkkosalin katossa, ns juorukanava [10].

Sadevesirännejä tai -kouruja ei rakennettu. On oletettavaa, että kirkon lähiympäristön pintavesiä ei poistettu ojittamalla vaan ne imeytettiin maaperään.

2.2.3 Ilmanvaihto

Keskiajalla ennen messun alkua lukkari on avannut ovet ja tuulettanut tilat. Seurakuntalaisten käynti kirkkoon on normaalisti tapahtunut asehuoneen kautta. Asehuone on ollut hämärä paikka, jossa ei ollut ikkunoita. Sen läpi on kuljettu kynttilänvalossa, ja sen tarkoituksena on ollut hiljentää seurakuntalaisten puheensorina ennen astumista sisään, valaistuun kirkkosaliin.

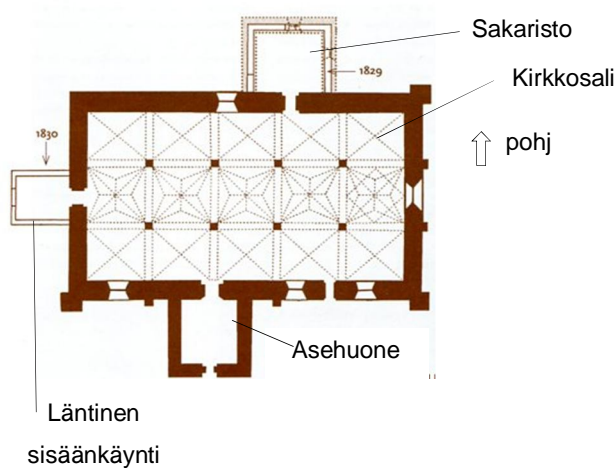
Nykyisin hyvään sisäilman laatuun tottunut kirkossakävijä ei voi kuvitella, miltä kirkkoilma on tuoksunut keskiajalla. Sillä on ollut oma ominaisuus, joka luultavasti on tuntunut tutulta ja turvalliselta seurakuntalaiselle.

Kirkkosalin ilmassa on ollut edellisen tilaisuuden suitsutuksia, mehiläisvahakynttilöiden tuoksua ja savuttavien kynttilöiden nokivanoja, erilaista ruumiillista työtä tekevien elävien ihmisten tuoksua ja kuolleiden ja permannon alle haudattujen ihmisten tuoksua. Poljettu maapermanto on tuonut kosteuden vaihtelujen myötä oman tuoksunsa, ja ilmassa on varmasti ollut askelista johtuvaa pölyä ja talvisin on hengityshöyryn tiivistyminen varmasti näkynyt ilmassa. Myös jyräjät ovat tuoneet oman hajunsa jätöksiensä myötä, ja kesällä on kirkkosalissa ollut hyttysiä ja kärpäsiä. [4, s. 146.]

Messun pituus on ollut noin 45 minuuttia. [4, s. 151.]

3 Kirkkojen LVI-tekniikka 2000-luvulla

3.1 Helsingin pitäjän kirkko



Helsingin pitäjän kirkko on rakennettu 1450 luvulla. Runko huoneen ulkomitat ovat 31 x 19 m. Kirkon lehtereille mahtuu 100 ja kirkkosaliin 430 henkilöä, yhteensä 530 henkilöä [Liite 2, Ritva Alanen].

Helsingin pitäjän kirkko eli Pyhän Laurin kirkko on Suomen suosituimpia vihkikirkkoja. Helsingin pitäjä on ollut vauras ja keskeinen asuinpaikka jo vuonna 1550, kun Helsingin kaupunki perustettiin.

Kirkossa oli tervattu paanukatto vuoden 1893 tulipaloon saakka, joka uusittiin peltikatoiksi ja korvattiin vuonna 1980 kuparisella katolla. Kirkossa oli maapohjainen lattia aina vuoteen 1550 saakka, ja messut suoritettiin seisten. Vuoden 1550 jälkeen saatiin kirkkoon penkit [Liite 2, Heidi Vuorenmaa]. Kirkon asehuone toimii nykyisin varastona.

Kirkkopihalla on hautausmaa, kellotapuli ja yhteinen huoltorakennus, jossa yleisölle on wc-tilat. Wc-tiloissa on koneellinen tulo- ja poistoilmavaihto.

3.1.1 Lämmitysjärjestelmä

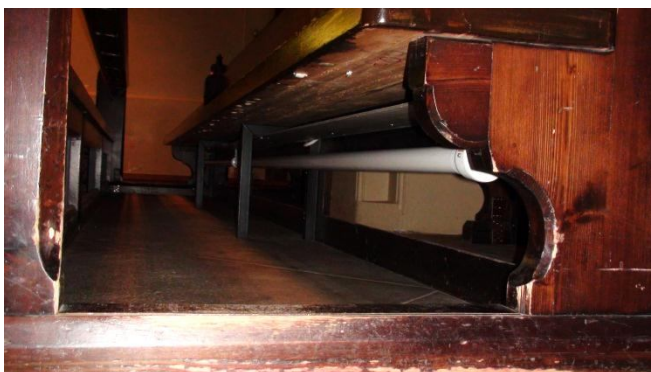
Kirkkosalissa on ollut käytössä kuumailmaperiaatteella toimiva kalorifeerilaitos, joka on hankittu vuonna 1873, ja sen rakentamisesta on vastannut norjalaisyntyinen insinööri Endre Lekve. [3, s. 58.]

Kalorifeerilaitos on käsittänyt kaksi kuumailmauunia, jotka vuoden 1873 asiantuntijalausunnon mukaan olisivat riittäneet lämmittämään kirkkosalin kovallakin pakkasella +18 °C:seen. Käytännössä ovat yksinkertaiset ikkunat, harmaakivimuurit ja holvit vaatineet enemmän tehoa, ja kylmimpinä aikoina on saatu lämpötila nousemaan vain +10 °C:seen. Kirkon vuonna 1893 tuhonnut tulipalo sai alkunsa lämmitysjärjestelmästä, ja kalorifeerilaitos on jouduttu muuraamaan uudelleen palon jälkeen. [3, s. 57.]

Kirkossa on nyt sähkölämmitys. Kirkkosalissa ovat levypatterit ulkoseinillä (kuva 10) ja putkipatterit penkkien alla (kuva 11).



Kuva 10. Sähköinen levypatteri kirkkosalin ulkoseinällä [10].



Kuva 11. Sähköinen putkipatteri penkin alla [10].

3.1.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät

Kirkko on liitetty kunnalliseen vesi- ja viemäriverkostoon vuonna 1973. Palopäällikön määräyksestä on vesijohto asennettu ullakon pikapalopostille. [3, s. 115.] Pikapalopostin vesijohto on sinkittyä terästä. Pikapalopostin yhteydessä on myös 6 kg:n jauhesammutin.

Vuoden 1973 korjauksessa on rakennettu myös wc-tilat sakariston yhteyteen, entiseen kassaholviin. [3, s. 115.] Wc-tilassa on pesuallastason alle asennettu vesimittari sekä 30 dm³:n suuruinen sähköinen lämminvesivaraaja. Kupariset vesijohdot ovat asennettu pinta-asennuksena.

Urkulehterillä on oma itsenäinen ilmankostutinyksikkö uruille. Ilmankostutin on mallia Hygien-2000, ja suhteellisen kosteuden asetusarvo on 45 % . Kuparinen vesijohto on esillä lehterin lattian rajassa, kirkkosalissa se on koteloitu.

Vedenpoistoreiät ullakolta kirkkosaliin, ns. juorukanavat, on tulpattu peltikaton uusimisen yhteydessä, vuonna 1893 [Liite 2, Heidi Vuorenmaa].

Ainoastaan sakariston vesikatolla on sadevesikourut ja -rännit. Veden lätköityminen on nähtävissä läntisen sisäänkäynnin sokkelissa.

Kirkkopiha on varustettu ritiläkannellisin sadevesikaivoin ja -viemärein. Sadevedet oletettavasti johdetaan kunnalliseen sadevesiviemäriin.

3.1.3 Ilmanvaihtojärjestelmä

Kirkkosalissa, asehuoneessa ja sakaristossa ei ole ilmanvaihtoa. Sakariston ilmanvaihdon puuttumisen huomaa, kun tulee ulkoa suoraan sisään sakaristoon. Sisäilma tuntuu kostealta ja hiostavalta, vaikka ulkona ei tuntuisikaan olevan kosteutta ilmassa. Kun sakariston ovi vielä pidetään suljettuna kirkon ollessa kiinni, katkeaa siirtoilmareitti sakaristosta wc-tilaan johtavalle käytävälle, ja näin estetään teoreettinenkin mahdollisuus sakariston raittiin ilman saannille.

Vuoden 1973 korjauksessa rakennettu wc oli varustettu koneellisella poistoilmanvaihdolla, joka myöhemmin korvattiin painovoimaisella poistoilmanvaihdolla [Liite 2, Ritva Alanen].

Kellarin (sähköpääkeskus) tuuletus on järjestetty ovesa olevin virtaussäleiköin.

3.1.4 Rakennusautomaatio

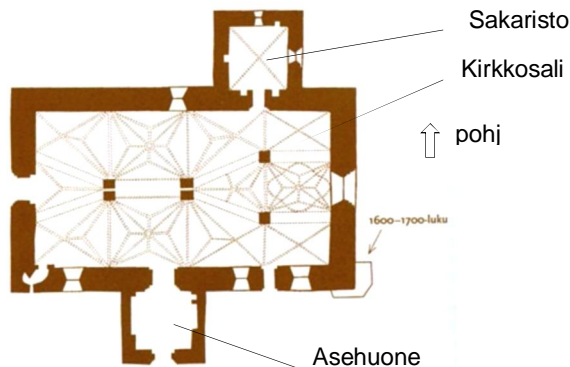
Kirkkosalin huonelämpötilaa säädetään keskitetysti (kuva 12). Kirkon ollessa käytössä pyritään pitämään +18 °C:n huonelämpötilaa, ja kirkon ollessa suljettu pidetään +13 °C:n huonelämpötilaa [Liite 2, Ritva Alanen].

Sakariston ja asehuoneen patterit on varustettu patterikohtaisin termostaatein.



Kuva 12. Kirkkosalin lämmityksen lämpötilasäätimet (poissa/käytössä) etelänpuoleisella seinällä [10].

3.2 Sipoon Vanha kirkko



Sipoon Vanha kirkko on rakennettu vuosina 1450–1454 [7]. Runkohuoneen ulkomitat ovat 26,2 x 15 m [5, s. 471]. Istuinpaikkoja on 170 henkilölle, kirkkoon mahtuu 200 henkilöä [Liite 2, Sini Saarenpää].

Sipoon Vanha kirkko hylättiin käytöstä, kun Sipoossa vihittiin uusi tiilikirkko käyttöön vuonna 1885. Kivikirkko on käytössä vain kesäisin ja suosittu hääkirkko [7]. Kirkkosalissa on mukulakivistä tehty maalattia, joka on ladottu vuonna 1771 sen jälkeen kun siellä kirkkoon haudausmaahan lopetettiin [Liite 2, Sini Saarenpää].

Kirkkopihalla on hautausmaa ja kellotapuli. Kirkkopihan muurin ulkopuolella on kesäisin yleisölle perinteinen kuivakäymälä.

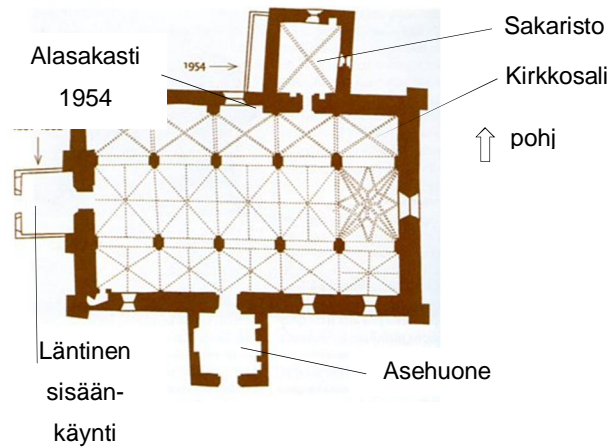
3.2.1 LVI-järjestelmät

Kirkossa ei ole urkuja, ei lämmitystä eikä siellä ole sähköä. Ei myöskään ole vesijohtoa, viemäriä eikä ilmanvaihtojärjestelmää. Ovia pidetään auki myös tilaisuuksien aikana. Ensisammutuskalustona on 6 kg:n jauhesammutin.

Katto on paanukatto. 1600–1700-luvulla kirkon kaakkoisnurkkaukseen tehdyn tukimuurin vuoksi on sadevesikouru, pituudeltaan 3 m, jouduttu asentamaan vesikatolle. Vesikatolla ei muualla ole sadevesikouruja tai -rännejä.

Kirkkopihalla ei ole sadevesikaivoja eikä sadevesiviemärintiä. Pintavedet imeytyvät maahan. Maaperä on muotoiltu rakennuksesta pois päin viettäväksi.

3.3 Porvoon Tuomiokirkko



Ensimmäinen kirkkorakennus on peräisin 1410-luvulta, ja sitä on laajennettu huomattavasti 1440-luvulla. Runkohuoneen ulkomitat ovat 31,9 x 20,7 m [5, s. 459]. Tuomiokirkossa on tilaa 750 henkilölle [Liite 2, Ari Hollming].

Porvoon Tuomiokirkkoon kokoonnutaan jumalanpalveluksiin, konsertteihin ja kirkollisiin toimituksiin, ja se on erityisen suosittu vihkikirkkona. Vuonna 2010 kävi kirkossa 212 800 kävijää, joista suurin osa oli matkailijoita [Liite 2, Ari Hollming].

Kirkko on poltettu useasti tanskalaisten (vuonna 1508) sekä venäläisten (vuosina 1708, 1571 ja 1590) toimesta. Viimeksi vuonna 2006, kotimaisin voimin tehty tuhopolttio tuhosi täysin kirkon kattorakenteet. Vuonna 1941 kirkkoon osui myös lentopommi [6, s. 9; 6, s. 24].

Vuonna 1880 on poistettu vanhat haudat ja lattia uusittu sekä ikkunoihin lisätty sisäikkunat energiansäästösyistä. Ikkunat ovat nyt kaksinkertaisia, puurunkoisia ja avattavia.

Ensimmäiset lehterit on rakennettu 1660-luvulla. Läntinen sisäänkäynti, joka oli rakennettu lukiolaisia varten, sai ladotun tiililattian vuonna 1931 [6, s. 23]. Vuonna 1977 purettiin kirkkosalin puulattia, uusi lattia valettiin ja päällystettiin Oolannin kalkkikivilaatoilla [Liite 2, Kari Nyberg].

Kirkkopihalla on kellotapuli ja puinen pikkukirkko, jossa on yleisölle wc-tilat.

3.3.1 Lämmitysjärjestelmä

Vuonna 1761 on sakaristoon rakennettu tiilinen kaakeliuuni, jota on muutettu vuonna 1828 ja uusittu kamiinaksi vuonna 1888 [6, s. 12; 6, s. 20].

Lämmityskamiinat asennettiin kirkkosaliin vuonna 1864 (kuva 13). Ne korvattiin kalorifeerilaitoksilla vuonna 1881 ja täydennettiin uusilla kamiinoilla vuonna 1899. Kalorifeerilaitos käsitti patteriuuneja, joilla voitiin kirkkoa lämmittää halvemmalla polttoaineella [6].

Vuonna 1930 rakennettiin erillinen lämpökeskus kirkkopihan muurin ulkopuolelle ja samalla kirkkoon asennettiin painovoimaisella kierrolla varustettu vesikeskuslämmitys [6, s. 23]. Kiinteän polttoaineen kattilat uusittiin öljykattiloiksi vuonna 1977 ja samalla asennettiin kirkkosalin uuteen betonilattiaan teräksinen lattialämmitysputkisto sekä vesikiertoiset lämmityspatterit penkkien alle (kuva 14). Lattialämmityksellä pyrittiin säilyttämään peruslämpö, +8 °C:n sisälämpötila, kirkon ollessa käyttämättömänä, ja lämmityspattereilla nostettiin kirkkosalin lämpötilaa +18 °C:seen jumalanpalvelusten tai muun tilaisuuden ajaksi [Liite 2, Kari Nyberg].



Kuva Museovirasto.

Kuva 13. Kamiina kirkkosalin pohjoispäädystä, vuosimallia 1864 [6, s. 38].



Kuva 14. Lämmityspatterit kirkkosalin penkin alla, takana näkyy lattialämmityslenkin sulkuventtiili [10].

Lämpökeskuksen öljykattilat ja -polttimet on uusittu vuonna 2001. Vaikka käyttövesi kehitetäänkin kattilavedestä lämpökeskuksen lämmönsiirtimessä, jonka teho on 150 kW, sieltä ei kuitenkaan johdeta lämmintä käyttövettä Tuomiokirkkoon. Öljykattilat ovat teholtaan 330 kW ja 170 kW ja palvelevat kirkon ja pikkukirkon lisäksi lämpökeskusrakennusta sekä sen viereistä asuntoa. Lattialämmityksen ja patteriverkoston pumppuryhmät on sijoitettu asehuoneen lattian alla olevaan tekniseen tilaan. Sakaristo ja alakastit on varustettu vesikiertoisin lämmityspattereilla. Tiloissa on lisälämmittiminä myös siirrettävät öljytäytteiset sähkölämmityspatterit.

3.3.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät

Porvoon kirkko on liitetty kunnalliseen vesi- ja viemäriverkostoon vuonna 1954, jolloin alakastiin rakennettiin wc-tilat ja pieni keittiö. Tuuletusviemäri on johdettu sakariston vesikatolle [6, s. 26].

Alakastin lämmin käyttövesi kehitetään siivouskomerossa olevalla 30 dm³:n suuruisella sähköisellä lämminvesivaraajalla ja kirkkosalin ylälehterin kaatoaltaan lämmin käyttövesi ylälehterin siivouskomeron 30 dm³:n sähköisellä lämminvesivaraajalla. Vesijohdot ovat kuparia pinta-asennuksena, kirkkosalissa ne kulkevat kotelossa.

Ylälehterin siivouskomerossa on hygropaattiohjattu ilmankostutin mallia Condair CP2 (kuva15), jonka maksimi höyrykehitys on 4 kg/h. Höyry johdetaan urkujen takatilaan höyryjakoputkella.



Kuva 15. Urkujen ilmankostutin, urut vieressä kuvassa vasemmalla [10].

Viiden harmaakivikirkon joukossa on ainoastaan Porvoon Tuomiokirkossa vesiposti kirkon seinällä. Se on asennettu sakariston pohjoisseinälle, katon jälleenrakennustöiden yhteydessä vuosina 2006–2008.

Vesikourut ja syöksytorvet on rakennettu vuoden 1880 korjauksessa. Samassa yhteydessä on rakennettu ensimmäiset lyhyet salaojat pohjoiselle ja läntiselle puolelle. Kirkkopihan kiveys ulotettiin vuonna 1880 aivan seinään saakka [6, s.19]. Vesikourut ja syöksytorvet ovat viimeksi uusittu katon jälleenrakennustöissä 2006–2008 ja on nyt varustettu saattolämmityksellä [Liite 2, Kari Nyberg].

Kirkkopiha on varustettu ritiläkannellisin sadevesikaivoin. Pintavedet johdetaan sadevesiviemärein sekä pintakouruin kirkkopihalta kadulle.

Katon jälleenrakennustöissä 2006–2008 on palonsammutusjärjestelmä uusittu kokonaisuudessaan. Kirkkosali, sekä ullakko ovat varustettu vesisprinkerijärjestelmällä ja vesikatto vesivalelujärjestelmällä. Palonsammutusjärjestelmän liekintunnistimet ovat niin herkkiä, että ne ovat tunnistaneet kirkkopihalla kulkevan soihtukulkueen ja käynnistäneet vesikatolla automaattisen vesivalelun [Liite 2, Kari Nyberg].

Ensisammutuskalustona on kirkkosalissa ja sen lehtereillä kaksi pikapalopostia sekä 6 kg:n jauhesammuttimet kaikissa palo-osastoissa.

3.3.3 Ilmanvaihtojärjestelmä

Vuoden 1880 korjausten yhteydessä on sakariston kellariin asennettu rautainen tuuletusputki estämään kosteutta lahottamasta lattiaa [6, s.20].

1970-luvulla varustettiin kirkkosali koneellisella poistoilmanvaihtojärjestelmällä [6, s.29]. Sen poistopuhallin oli sijoitettu ullakolla ja ulospuhallusaukko oli länsipäädyssä. Katon jälleenrakennustöissä 2006–2008 muutettiin se painovoimaiseksi poistoilmanvaihdoksi [Liite 2, Kari Nyberg].

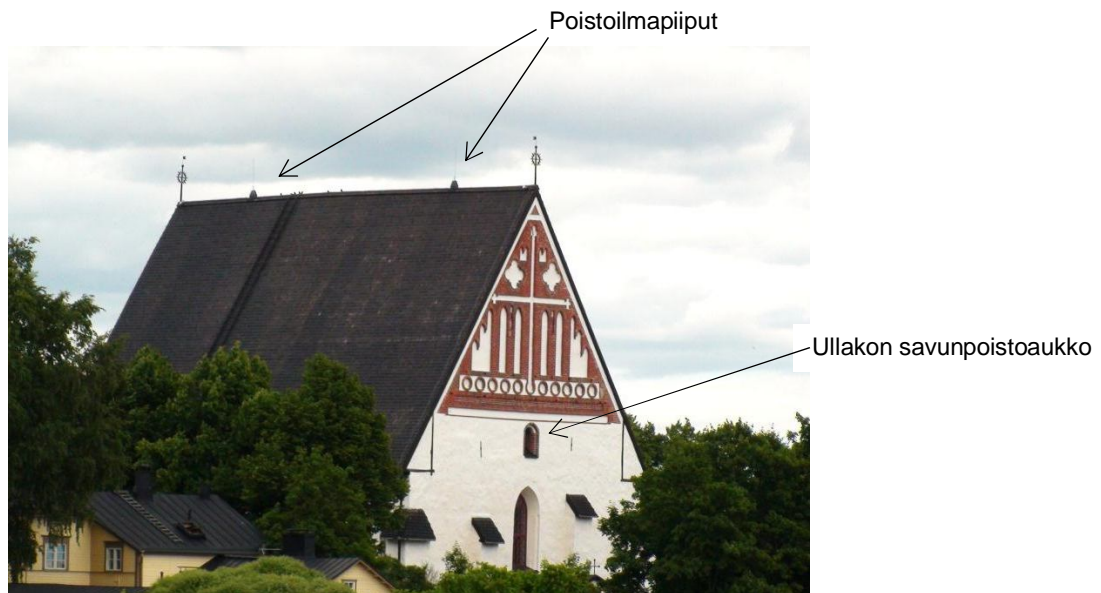
Kirkkosalissa on yksi iso poistoilmalaite (kuva 16), joka on yhdistetty ullakolla olevaan kokoojakammioon, josta poistoilma johdetaan kahdella paloeristetyllä $\varnothing 250$ EI60-poistoilmakanavalla katon harjalle, itä- ja länsipäädyissä oleville poistoilmapiipuille. Ulospuhallusaukon ja kirkkosalin lattian välinen etäisyys on noin 25 m. Painovoimaista ilmanvaihtoa tehostetaan lämmittämällä kanavia itsesäätyvillä lämmityskaapeleilla.



Kuva 16. Poistoilmalaite $\varnothing 600$ kirkkosalin katossa. Sprinkler-suutin kupolin keskellä [10].

Katon jälleenrakennustöissä 2006–2008 on ullakkoa palvelemaan asennettu savunpoistopuhallin. Savunpoiston ulospuhallusaukkona käytetään puretun koneellisen poistoilmanvaihdon ulospuhallusaukkoa (kuva 17).

Sakaristo ja asehuone ovat ilman ilmanvaihtoa. Asehuoneessa on ollut käytössä viime vuosituhannella tuuletusaukot katon rajassa. Ne ovat nyt peitetty.



Kuva 17. Melko huomaamattomat poistoilmapiiput Porvoon Tuomiokirkon katon harjalla [10].

Katon jälleenrakennustöissä 2006–2008 on alakastin ilmanvaihto uusittu koneelliseksi tulo- ja poistoilmanvaihdoksi, ilman lämmöntalteenottoa [Liite 2, Kari Nyberg]. Ulkoilmakanavassa on sähkölämmitin. Käyttäjä pystyy paikan päällä säätämään tuloilmavirtaa ja sen lämpötilaa. Keittiössä on kiertoilmaliesituuletin.

Asehuoneen lattiassa on tekninen tila lämmityksen pumppuryhmille. Tilan ilmanvaihto on toteutettu lämpötilaohjatuilla tulo- ja poistopuhaltimilla (kuva 18), kuten myös saka-riston viinikellarin ilmanvaihto. Viinikellarin ilmanvaihtosuunnitelmassa on kirkon pohjoisseinällä sekä raitis- että poistoilmakanavat, mutta paikan päällä on vain yksi muurattu hormi (kuva 19).



Kuva 18. Asehuoneen teknisen tilan tuuletushormit. Vieressä asehuoneen sprinklerputket [10].



Kuva 19. Viinikellarin poistoilmahormi kirkon pohjoisseinällä [10].

3.3.4 Rakennusautomaatio

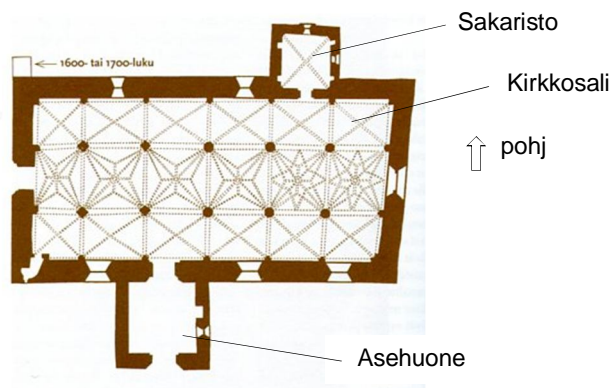
Rakennusautomaatiojärjestelmällä ohjataan kirkon lämmitysjärjestelmiä ulkolämpötilan mukaan säätämällä menoveden lämpötilaa halutuksi. Lattia- ja patterilämmityksen asetusarvot ovat $+18^{\circ}\text{C}$, kirkon ollessa käytössä. Kun lämmityspatterissa ei ole termostaattisia patteriventtiileitä ja lattialämmityslenkeissä on kertasäätöventtiilein, niin kirkon sisälämpötilan säätö tapahtuu ainoastaan säätämällä lämmitysverkostoon menevän veden lämpötilaa. Hyvin toimiakseen se edellyttää lämmitysverkoston tasapainotusta, laskelmin ja vesivirtojen mittauksin. Kun kirkko ei ole käytössä pudotetaan sisälämpötilaa luultavasti 5°C :lla [Liite 2, Kari Nyberg].

Rakennusautomaatiojärjestelmällä ohjataan sadevesikourujen saattolämmitystä ja kirkkosalin painovoimaisen ilmanvaihdon tehostusta. Poistoilmakanavan kokoojakammio sekä ullakkokanavat on varustettu itsesäätävällä sähköisellä saattolämmityskaapelilla, jotka kytkeytyvät päälle, kun kirkko on käytössä ja ulkolämpötila laskenut alle asetusarvon [Liite 2, Dan Tallberg].

Rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa hygrostaatin avulla urkujen ilmankostutinta, pitäen ilman suhteellisen kosteuden tasaisena, uruille sopivana [Liite 2, Kari Nyberg].

Alasakastin, asehuoneen teknisen tilan ja viinikellarin ilmanvaihtolaitteita ei ole liitetty rakennusautomaatiojärjestelmään. Niiden ohjauskytkimet ovat alasakastin ryhmäkeskuksessa.

3.4 Pernajan kirkko



Sakaristo on rakennettu 1410-luvulla, ja asehuone 1440-luvulla. Runkohuoneen ulkomitat ovat 32 x 16,5 m [5, s. 451]. Kirkossa on tilaa noin 500 henkilölle [Liite 2, Taika Sahlsten].

Kirkon perustukset on rakennettu kalliolle. Kirkkosalin lattia on kivilaatoitettu keskeltä, muuten puulattia. Vainajien hautaaminen kirkkoon on lopetettu 1600-luvun lopulla [Liite 2, Taika Sahlsten].

Kirkkoa ympäröi hautausmaa. Kirkkopihan pohjoispuolella, muurin ulkopuolella on huoltorakennus jossa on yleisölle wc-tilat.

3.4.1 Lämmitysjärjestelmä

Kirkossa on sähkölämmitys. Sähköputkipatterit ovat penkkien alla (kuva 20), urkulehteritasollakin, sekä myös kirkkosalin ulkoseinillä (kuva 21). Kiinteästi asennetut öljytäytteiset sähkölevypatterit ovat kirkkosalissa (kuva 22), asehuoneessa sekä sakaristossa. Vanhasta kamiinalämmityksestä on jäljellä vielä ullakon länsiseinällä purkamatta jääneet savuhormit.



Kuva 20. Sähköputkipatteri kirkkosalin penkin alla [10].



Kuva 21. Kaksi sähköputkipatteria ulkoseinällä, ikkunan alla [10].



Kuva 22. Öljytäytteinen sähkölevypatteri kirkkosalissa [10].

3.4.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät

Sakaristoon on rakennettu kaatoallastaso 1890-luvulla. Kaatoaltaalle myöhemmin asennettu vesijohto on oletettavasti johdettu kaivosta kirkkopihan ulkopuolelta, sen pohjoispuolelta.

Kirkko on liitetty kunnalliseen vesijohtoverkkoon 1900-luvun lopulla, ja kylmävesijohto on johdettu kirkkopihan muurin ulkopuolella olevasta huoltorakennuksesta, eristettynä vesijohtoelementtinä (PEM-muoviputki), jossa on itsesäätyvä lämmityskaapeli. Vesimitari on huoltorakennuksessa.

Lämminvesi kehitetään 15 dm³:n suuruisella sähköisellä lämminvesivaraajalla, joka on sijoitettu kaatoallastasokaappiin. Vesijohdot ovat kuparia ja kulkevat kirkkosalissa lattiakotelossa, ja urkulehterillä esillä lattian rajassa.

Urkulehterillä on uruille oma ilmankostutin (kuva 23) ja kirkkosalin podiumilla flyygelille samanlainen ilmankostutin (kuva 24). Ne ovat avoimin vesisäiliön ja vaativat työlästä huoltoa. Niiden uusimista höyrykostuttimiin on harkittu [Liite 2, Marko Holmberg, Mona Lindfors].



Kuva 23. Ilmankostutin urkulehterillä, säiliön mitat 500 x 500 x 1200 [10].1



Kuva 24. Flyygelin ilmankostutin kirkkosalin podiumilla [10].

Kirkon vesikatolta ei löytynyt tuuletusviemäriä eikä sisätiloista alipaineventtiiliä. Vesikatton sadevesikourut ja -rännit on tehty puusta ja tervattu. Kattovedet johdetaan ja valutetaan imeytyskaivoihin. Kirkkopihalla ei ole sadevesikaivoja tai -viemäreitä.

Ensisammutuskalustona on 6 kg:n jauhesammuttimet, pikapaloposteja ei ole.

3.4.3 Ilmanvaihtojärjestelmä

Kirkossa ei ole ilmanvaihtojärjestelmää. Kirkkosalia tuuletetaan ennen tilaisuuksien alkamista ja niiden jälkeen [Liite 2, Katarina Jungner-Sunden].

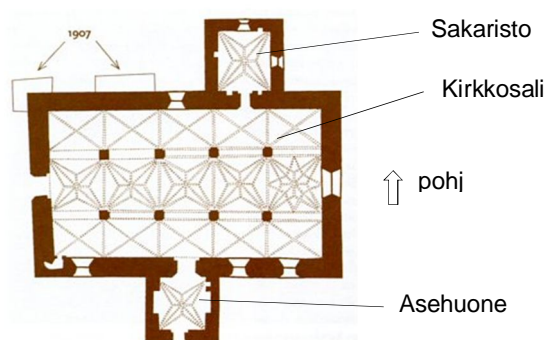
3.4.4 Rakennusautomaatio

Lämmityskaudella kun kirkko ei ole käytössä, pidetään kirkkosalin lämpötila noin +13 °C:ssa. Kirkkosalin sähköpattereille on yhteinen huonetermostaatti. Jumalanpalveluksia ja muita tilaisuuksia varten nostetaan lämpötilaa +18 °C:seen, kytkemällä lisälämmitys päälle käsin [Liite 2, Marko Holmberg].

Asehuoneen, sakariston ja urkuparven sähkölevypattereilla on patterikohtaiset termostaatit. Urkuparven sähköpatterin asetusarvo on +25 °C.

Kostuttimilla on oma analoginen säätöautomaatiikka, ja suhteellisen kosteuden asetusarvoksi on asetettu 58 %.

3.5 Pyhtään kirkko



Pyhtään kirkko on rakennettu 1460-luvulla. Runkohuoneen ulkomitat ovat 27,5 x 16,5 m [5, s. 465]. Kirkossa on tilaa arviolta 500 henkilölle. Kirkossa pidetään arviolta kolme tilaisuutta vuodessa, jolloin henkilömäärä nousee 400. Jumalanpalvelusten aikana henkilömäärä on 16–20. Viikonloppuisin kirkko on joskus järjestöjen käytössä [Liite 2, Pakkanen].

Asehuone muutettiin hautakappeliksi 1671–88, samalla sen vesikatto sai barokkikatteen. Se on palautettu asehuoneeksi 1790, mutta vesikattoa ei muutettu takaisin. Vuonna 1907 on pohjoisseinän tueksi rakennettu tukimuurit vastapainoksi pohjaveden laskulle. Vuonna 1951 on lattia uusittu betoni- ja tiililattiaksi, ja samalla on poistettu yli 50 hautaa [Liite 2, Pakkanen].

Kirkkopihalla on hautausmaa, kellotapuli ja huoltorakennus, jossa on yleisölle wc-tilat.

3.5.1 Lämmitysjärjestelmä

Kirkkosali sai kamiinalämmityksen vuonna 1907 [9]. Tietoa siitä, milloin lämmitys muutettiin sähkölämmitykseksi, ei ole julkistettu, mutta on oletettavaa, että jotain muutoksia tapahtui vuoden 1951 kunnostuksessa, ja viimeistään vuoden 1997 kunnostuksessa.

Kirkkosalissa ja urkulehterillä on sähkölevypatterit seinillä ja penkkien alla. Asehuoneessa ja sakaristossa ovat sähkölevypatterit seinällä (kuva 25).



Kuva 25. Sähkölevypatteri asehuoneen seinällä [10].

3.5.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät

Kirkossa ei ole vesi- eikä viemärijohtoja, eikä uruille ole ilmankostutinta. Ensisammustuskalustona on 6 kg:n jauhesammuttimet.

Kirkkopiha on varustettu ritiläkannellisin sadevesikaivoin ja -viemärein. Oletettavasti sadevedet johdetaan kirkkopihalta maastoon, missä on virrannut joki 1400-luvulla.

3.5.3 Ilmanvaihtojärjestelmä

Kirkossa ei ole ilmanvaihtojärjestelmää. Kirkkosalia tuuletetaan ennen tilaisuuksien alkua. Sisäänkäynnit ovet sulkeutuvat automaattisesti [Liite 2, Pakkanen].

3.5.4 Rakennusautomaatio

Lämmityksen säätöjärjestelmä on perinteinen viime vuosituhannella asennettu analoginen säätöjärjestelmä (kuva 26).



Kuva 26. Lämmityksen käyttökytkin ohjauskeskuksessa [10].

Lämpötilan asetusarvo lämmityskaudella on +13 °C, kun kirkko ei ole käytössä. Jumalanpalveluksia ja muita tilaisuuksia varten nostetaan huonelämpötilaa +18 °C:seen muuttamalla käsin lämmityksen ajastinkellon asetuksia [Liite 2, Pakkanen]. Kirkkosalin sähköpattereita ohjataan yhteisellä termostaatilla. Asehuoneen, sakariston ja urkuparven sähköpatterit on varustettu patterikohtaisin termostaatein. Osa urkuparven sähköpatterien termostaateista oli asetettu +25 °C:seen. Se on liian korkea ja kuivattaa urkujen puuosia.

4 2000-luvun LVI-tekniset vaatimukset

4.1 Kirkko suojelukohteena

Suomessa keskiaikaiset harmaakivikirkot ovat lakisääteisesti suojeltuja rakennuksia. Kirkollisten rakennusten suojelusta on säädetty kirkkolaisissa (635/64). Suojelusäädös sisältyy vuoden 1994 alusta voimaan tulleen kirkkolain 14 luvun viidenteen pykälään, jossa mainitaan, että kirkollinen rakennus, joka on rakennettu ennen vuotta 1917, on suojelunalainen. Lisäksi mainitaan että kirkkohallitus voi määrätä sitä nuoremman kirkollisen rakennuksen suojeltavaksi, jos suojeluun on sellainen syy, jonka johdosta vastaavan rakennuksen suojelusta voitaisiin päättää rakennussuojelulain (60/85) mukaan. Pykälässä mainitaan vielä että kirkkohallitus voi tehdä suojelua koskevan päätöksen myös tuomiokapitulin, seurakunnan, tai museoviraston aloitteesta. Lisäksi pykälässä on täsmennys siitä että rakennuksen suojelu kohdistuu myös sen kiinteään sisustukseen, siihen liittyviin maalauksiin ja taideteoksiin sekä piha-alueeseen. Mikäli kirkko on rauniona, niin sitä suojelee muinaismuistolaki vuodelta 1963.

4.2 Kirkkojen sisäilman laatu

Ilmanvaihdon avulla pyritään poistamaan ensisijaisesti ihmisten aiheuttamia epäpuhtauksia asuin- ja toimistotiloissa [15].

Kynttilät liittyvät kristilliseen juhlaperinteeseen, adventtiaikaan ja joulun. Kynttilät on tehty joko hiilivety pohjaisista vahoista tai geeleistä. Yleisimmin kynttilät ovat steariinisista, joka on steariinihapon ja palmitiinihapon seos, ja parafiinista, joka koostuu raskaammista hiilivedyistä. Kynttilän palaessa sen hiilivety molekyylit reagoivat hapen kanssa. Liekki sulattaa vahaa, joka muuttuu nestemäiseksi ja nousee pitkin sydäntä. Osa vahan hiilivetyketjuista höyrystyy matkalla ja kulkeutuu liekin pinnalle palamaan. Kynttilässä palaa kaasu eikä kiinteä vaha. Kynttilöiden palaminen ei aina ole täydellistä eivätkä kaikki molekyylit ehdi hapettua hiilidioksidiksi ja vedeksi, jolloin huoneilmaan tulee häkää sekä noki- ja pienhiukkasia, alle 2,5 millimetrin tuhannesosan kokoisia. Epätäydellinen palaminen näkyy kynttilän lepattavana tai käryttävänä liekinä.

2000-luvun alussa julkaistu hollantilaistutkimus arvioi kynttilöiden polton heikentävän joidenkin kirkkojen sisäilman laatua joulun aikaan. Pienhiukkaspitoisuudet ylittivät EU:n asettaman suosituksen yli kymmenkertaisesti.

Tanskalaisen Politiken-lehden teettämän tutkimuksen mukaan huoneessa poltettava kynttilä nostaa huoneilman hiukkaspitoisuuden viidessä minuutissa pitoisuuteen 300 000 ppm. Samassa artikkelissa todettiin, että vuonna 2005 oli tanskalainen Statens Byggeforskningsinstitut todennut steariinikynttilän palamisesta tulevan enemmän hiukkasia kuin tupakan polttamisessa tai ruoankäystä [16].

Kynttilän valovoima on noin 1 cd, ja se tuottaa noin 13 lm näkyvää valoa sekä 40 W lämpöä. Porvoon Tuomiokirkossa on esillä yli 100 kynttilää. Vaikka ne kaikki eivät palaakaan yhtä aikaa, ne luovuttavat kuitenkin palaessaan merkittävästi hiilidioksidia ja pienhiukkasia sisäilmaan.

Urut ovat hienomekaaninen laite, johon sään vaihtelut, talven kuiva ilma ja kesän kosteus, vaikuttavat. Kosteuden ja lämpötilan nopeat muutokset rasittavat sen puuosia. Lämmin ja kuiva ilma aiheuttaa niissä halkeilua.

Kirkon urkutoimikunnan suomalaisille seurakunnille vuonna 1997 antaman ohjeen, historiallisten urkujen suojelusta, mukaan tulisi lämpötila urkulehterillä pitää kohtuullisena, mieluummin alle +20 °C:ssa ja kosteus mahdollisimman vakiona.

4.2.1 Sisäilmastotavoitteet

Sisäilmastoluokitus [15] on tarkoitettu käytettäväksi asetettaessa sisäilmastotavoitteita, jotka koskevat tavanomaisia työ- ja asuintiloja (toimisto- ja julkiset rakennukset, koulu-, päiväkotit ja asuinrakennukset sekä muut vastaavat rakennukset). Huoneiden poikkeuksellisia sisäilmastotavoitteita ja erityistilojen vaatimuksia ei luokituksessa esitetä, vaan ne on määriteltävä tapauskohtaisesti luokkia valittaessa. Sisäilmastoluokitus on tarkoitettu rakennuskohteen käyttäjän, omistajan, rakennuttajan ja suunnittelijoiden apuvälineeksi sisäilmaston tavoitetasojen määrittämisessä. Luokituksessa määritellyt tavoitetasot kuvaavat nykytiedon mukaan terveyden ja viihtyisyyden kannalta turvallisia, viranomaisvaatimuksia korkealaatuisempia sisäilmasto-olosuhteita.

Luokitus on tarkoitettu ensisijaisesti uudisrakennuskohteiden sisäilmastotavoitteiden asettamiseen, mutta soveltaen sitä voidaan käyttää myös perusparannushankkeen tavoitteiden asettelussa.

Sisäilmastoluokitus on kolmitasoinen, ja se ei ole viranomaisohje [15].

S1: Yksilöllinen sisäilmasto, CO₂-pitoisuus <750 ppm

Tilan sisäilman laatu on erittäin hyvä, eikä tiloissa ole havaittavia hajuja. Lämpöolot ovat viihtyisät eikä vetoa tai yllälämpenemistä esiinny. Tilan käyttäjä pystyy yksilöllisesti hallitsemaan lämpöoloja.

S2: Hyvä sisäilmasto, CO₂-pitoisuus <900 ppm

Tilan sisäilman laatu on hyvä, eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Lämpöolot ovat hyvät. Vetoa ei yleensä esiinny, mutta yllälämpeneminen on mahdollista kesäpäivinä.

S3: Tyydyttävä sisäilmasto, CO₂-pitoisuus <1200 ppm

Tilan sisäilman laatu ja lämpöolot täyttävät rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset.

Korkeat hiilidioksidipitoisuudet alentavat keskittymiskykyä, aiheuttavat päänsärkyä ja väsymystä. Yleensä ilma on koettu väsyttäväksi jo alle 1200 ppm:n pitoisuuksilla.

Kirkkohallituksen yleiskirjeessä no 3/2000 kehoitetaan ylläpitämään tasaista sisäilman lämpötilaa ja kosteutta [LIITE 1].

4.2.2 Viranomaisvaatimukset

CO₂-pitoisuus

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto määräykset ja ohjeet 2012, kohdassa 2.3.1.1 ohjeistetaan sisäilman hiilidioksidin pitoisuuden arvoksi, tavanomaisissa sääoloissa ja huonetilan käyttöaikana, yleensä enintään arvoon 2160 mg/m³ (1200 ppm) [12].

Viranomaismenettelyissä on käytäntönä ollut tyydyttävä sisäilmastotaso S3, 1200 ppm.

Ulkoilmavirta

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 [12, liite 1/taulukko 8] on esitetty kirkkosalin ulkoilmavirran ohjearvoksi 6 dm³/s henkilöä kohti, ja muiden yleisötilojen ulkoilmavirran ohjearvoksi 5 dm³/s huonetilan neliometriä kohti, sekä ilman liikenopeudeksi 0,20 m/s (talvi/kesä) ja äänitasoksi 33/38 dB LA,eq,T/LA,max, lisämaininnalla että ilmanvaihdon tarpeenmukaisen käytön on oltava mahdollista.

Kirkon ollessa käyttämättömänä on tilassa vuotoilmanvaihtoa. Vuotoilmavirta syntyy tuulen ja lämpötilaerojen synnyttämistä paine-eroista.

Esimerkki kirkkosalin vuotoilmavirrasta

$$q_v = q_{50} \cdot A_{VAIPPA} / (3600 \cdot x) \quad [14, \text{kaava 3.8}]$$

$$q_{50} = n_{50} \cdot V / A_{VAIPPA} \quad [14, \text{kaava 3.9}]$$

q_v , vuotoilmavirta, m³/s

q_{50} , rakennusvaipan ilmanvuotoluku, m³/(h·m²)

n_{50} , rakennuksen ilmanvuotoluku 50 Pa:n paine-erolla, $n_{50} \approx 2/h$ [14, taulukko 3.2]

A_{VAIPPA} , rakennusvaipan pinta-ala, alapohja mukaan lukien, m²

V , rakennuksen ilmatilavuus, m³

x , kerroin, joka yksikerroksisille rakennuksille on 35

Porvoon Tuomiokirkolle saadaan $A_{VAIPPA} \approx 3115 \text{ m}^2$, $V \approx 9070 \text{ m}^3$, $x=35$, $n_{50} \approx 2/h$

ja rakennusvaipan ilmanvuotoluvuksi $q_{50} = 5,8 \text{ m}^3/(h \cdot \text{m}^2)$

ja vuotoilmavirraksi $q_v = 0,143 \text{ m}^3/s$

Arvioitu vuotoilmavirta on 143 dm³/s, joka viranomaismääräysten mukaan olisi riittävä ulkoilmavirta 24 henkilölle kirkkosalissa.

Vuotoilma ei kuitenkaan ole verrattavissa Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 määritelyyn huonetilan tuloilmaan. Vuotoilma ei vuoda tasaisesti kirkkosaliin eikä sekoitu yhtä tehokkaasti huonetilaan, ja se virtaa talvisin viileämpänä oleskeluvyöhykkeellä kuin tuloilma. Ilma kuitenkin vaihtuu kirkkosalissa silloin kun kirkkoa ei käytetä, ja se lyhentää tarvittavaa tuuletusaikaa ennen kirkon seuraavaa tilaisuutta.

Lämpötila

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 [12, taulukko 1] ohjeistetaan kirkkosalin huonelämpötilan ohjearvoksi +18 °C.

Kosteus

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 [12, kohta 2.3.2.1] ohjeistetaan alhaisesta sisäilman suhteellisesta kosteudesta aiheutuvien haittojen vähentämiseksi välttämään lämmityskauden aikana tarpeettoman korkeita huonelämpötiloja.

Samassa kohdassa on maininta että mikäli sisäilman suhteellinen kosteus ylittää arvon 45 %, kun huonelämpötila on +21 °C ja ilman paine on 101,3 kPa, kostutetaan ilmaa vain painavista syistä.

Urkulehterien ilmankostuttimet ovat kuitenkin tulkittavissa painavaksi syyksi, koska kirkkolaissa (635/64) mainitaan kirkkorakennuksen suojelun kohdistuvan myös sen kiinteään sisustukseen, siihen liittyviin maalauksiin ja taideteoksiin sekä piha-alueeseen. Urkuja suojellaan yhteisessä kategoriassa maalausten ja taideteosten kanssa.

4.2.3 Mittaustuloksia Helsingin pitäjän kirkosta

Mittaustilanteessa on kirkkosalia tuuletettu tilaisuuksien aikana ja eri tilaisuuksien välillä, avaamalla ikkunat ja ulko-ovet läpivedon aikaansaamiseksi [Liite 2, Maija-Liisa Sahlblom].

Hiilidioksidipitoisuus, CO₂

Helsingin pitäjän kirkossa tehtyjen sisäilman hiilidioksidipitoisuuden mittausten perusteella vaihteli hiilidioksidipitoisuus välillä 400 ppm ja 2600 ppm [11].

CO₂-pitoisuuksien vaihtelut: [11].

- 500–2500 ppm, mittausjaksolla 17.4. – 29.4.2003
- 500–2100 ppm, mittausjaksolla 13.6. – 27.6.2003
- 400–2500 ppm, mittausjaksolla 10.10. – 24.10.2003
- 400–2600 ppm, mittausjaksolla 10.12. – 24.12.2003

Hiilidioksidipitoisuus on riippuvainen henkilömäärästä, sekä poltettujen kynttilöiden määrästä, ja myös tilaisuuden kestosta.

Henkilömäärä / CO₂-pitoisuus kirkkosalissa: [11].

- 30–40 hlö, CO₂-pitoisuus nousee arvoon 600 – 700 ppm
- 120 hlö, CO₂-pitoisuus nousee arvoon 1500 ppm
- 700 hlö, CO₂-pitoisuus nousee arvoon yli 2500 ppm

Ilman tuuletusta säilyy Helsingin pitäjän kirkon kirkkosalissa jäännöshiilidioksidipitoisuus lähes vuorokauden. Kun useita tilaisuuksia on peräkkäin, ei tuuletuksella saada kirkkosalia riittävän raikkaaksi seuraavaa tilaisuutta varten [11].

Lämpötila

Helsingin pitäjän kirkon kirkkosalin lämpötila on melko tasainen välillä 19–21 °C, muina aikoina paitsi kesällä, jolloin lämpötila nousee yli 25 °C:n. Pieni lämpötilan vaihteluväli sisälämpötilassa johtuu kivikirkon massiivisesta rakenteesta. Pitempi hellejakso kesällä nostaa sisälämpötilaa, ja sen jäähtyminen on hidasta [11].

Kosteus

Kirkkosalin sisäilman kosteus vaihtelee ulkoilman kosteuspitoisuuden ja tilaisuuksien henkilömäärän mukaan. Sisäilman kosteus on mittausjaksoilla kuitenkin ollut tasaista ja keskimäärin 30-40 % suhteellista kosteutta [11].

4.3 Kirkkojen energiatehokkuus

4.3.1 Viranomaisvaatimukset

Mikäli seurakunta haluaisi rakentaa uuden harmaakivikirkon, tulisi suunnittelijan laatia kirkosta energiaselvitys, joka liitettäisi mukaan viranomaisille meneviin suunnitteluasiakirjoihin. Energiaselvitystä tehtäessä ei siinä kuitenkaan tarvitse huomioida energiatehokkuusluvulle, E-luvulle, mitään rajoituksia, koska vaatimuksia sille ei ole. Samoja vaatimuksia hyvän energiatehokkuuden saavuttamiseksi kuin on asuin-, toimisto-, liike-, majoitus-, opetus- ja sairaalarakennuksilla [13, kohta 2.1.4].

Ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten energiatehokkuuden parantamisessa korjaus- ja muutostöiden yhteydessä annetaan hankkeen toteuttajalle valintoja jotta saataisiin parannettua rakennuksen, rakennusosien tai teknisten järjestelmien energiatehokkuutta. Määräykset eivät kuitenkaan koske rakennuksia, joita käytetään hartauden harjoittamiseen ja uskonnolliseen toimintaan [8, 1§ 8]). Tämä asetus on luonnosasteella eikä sitä ole vielä vahvistettu, mutta oletettavasti vahvistuksen jälkeen eivät kyseiset määräykset tule koskemaan historiallisten harmaakivikirkkojen korjaus- ja muutostöitä.

Rakentamismääräyskokoelman osassa D3 [13, kohta 2.6.1.1] on määritelty ilmanvaihdon osalta koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähkötehosta, joka saa olla enintään $2,0 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$, ja koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähkötehosta, joka saa olla enintään $1,0 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$.

Kuitenkin mainiten, että ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho voi olla edellä mainittuja suurempi, jos esimerkiksi rakennuksen sisäilmaston hallinta edellyttää tavanomaisesta poikkeavaa ilmastointia [13, kohta 2.6.1.2]. Rakennuksen ilmanvaihdon poistoilmasta on otettava lämpöä talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 45 % ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä [13, kohta 2.6.2]. Nämä määräykset tulee ottaa huomioon kun suunnitellaan ilmanvaihtojärjestelmää kivikirkkoon, ja haetaan rakennuslupaa rakennusvalvontaviranomaiselta.

4.3.2 Lämmitys- ja sähkökulut sekä vedenkulutusmaksut Helsingin pitäjän kirkossa

Helsingin pitäjän kirkon kerrosala on 735 m² ja rakennustilavuus on 6 700 m³. Taulukossa 1 esitetyissä kulutusmaksuissa on mukana kirkkopiha-alueella olevat hautausmaa, kellotapuli ja huoltorakennus. Taulukon alimmalle riville on laitettu vertailun vuoksi kyseisille vuosille Vantaan lämmitystarveluvut.

Taulukko 1. Lämmitys- ja sähkökulut sekä vedenkulutusmaksut euroina, vuosina 2003-2011 [17] [18] [19].

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Lämmitys	7651	6595	5192	6429	7008	6722	7804	10654	10113
Sähkö	5402	7806	8283	5485	7382	8087	9516	8361	7702
Vesi	716	725	879	825	655	864	679	1096	
Hki-Vantaa S ₁₇	4149	4272	4078	4379	4189	4074	3949	4629	3669

Porvoon Tuomiokirkko

Porvoossa, kirkkopihalla olevien Tuomiokirkon, pikkukirkon ja kellotapulin, sekä kirkkopihan ulkopuolella olevien huoltorakennuksen ja yhden asunnon osalta, ovat vuosittaiset kustannukset kevyeen polttoöljyyn noin 34 000 €, ja sähköön noin 9 500 €. Porvoon Tuomiokirkon pohjapiirustuksesta mitattu huoneala on 570 m² ja bruttoala 750 m². Tuomiokirkon bruttotilavuus on noin 11 800 m³.

5 Kirkkojen LVI-järjestelmien tulevaisuudennäkymät

Vaikka tulevaisuuden ennustamisen sanotaan olevan vaikein ennustamisen muodoista, ei kuitenkaan vaadi suuria ennustajan lahjoja väittää, että harmaakivikirkkojen energiankulutus ja energiatehokkuusluvut tulevat näyttämään suurempaa roolia tulevaisuudessa.

Suoran sähkölämmityksen tai öljylämmityksen tilalle uudet lämmitysmuodot tuo harkinnan alle niiden taloudellisuus. Lämmitystehon ollessa moninkertainen pientaloon nähden ei yhtä taloudellisesti kannattavaa vaihtoehtoa ole jokaiselle seurakunnalle tarjolla. Valtiontalouden tilanne on osana ratkaisemassa ajankohtaa lämmitysjärjestelmän muutostöille, mutta ehkä suurin kynnys kuitenkin on samaan aikaan tehtävien investointien kokonaiskustannukset.

Porvoon Tuomiokirkon siirtymisestä öljylämmityksestä maa- tai kaukolämpöön on Porvoon Seurakunnassa harkittu. Maalämpöjärjestelmän urakkatarjous on kertaalleen hylätty, oletettavasti korkeiden hankintakustannusten vuoksi. Energialaitoksen kaukolämpöjohdot ovat taas liian kaukana kirkosta, ja liittyminen niihin nostaisi liittymismaksun liian korkeaksi [Liite 2, Kari Nyberg].

Urkujen toiminnan kannalta tulee kosteus pitää mahdollisimman vakiona. Yleensä kirkkojen urkulehtereillä on ilmankostuttimet käytössä. Ilmankostuttimista tulevat höyrykostuttimet korvaamaan avoimin vesialtain varustetut ilmankostuttimet.

Sisäilmastoluokitusten tullessa uudisrakentajille tutummaksi, sekä sisäilman epäpuhtauksien tullessa yleisemmin keskustelunaiheeksi kodeissa ja työpaikalla, tulevat odotukset hyvästä kirkon sisäilmasta kasvamaan.

Sipoon Vanha kirkko on minun mielestäni viihtyisä paikka, vaikka se on LVI-teknisesti lähinnä alkuperäistä asuaan. Se on kuitenkin nyt steriilimpi kuin keskiajalla. Sieltä ei tavoita aitoa keskiaikaisen kivikirkon ominaisuutta, vaikka en ehkä sitä tuoksua tunnustaisikaan.

2010-luvulla ovat alkuperäiset keskiaikaiset kivikirkot ominaishajuineen vain turisteja varten, ja aktiivinen kirkossakävijä tai kirkossa työskentelevä seurakuntalainen on valvetunut vaatimaan muuta.

6 Yhteenveto

Tällä vuosituhatluvulla on LVI-suunnittelijoita aikaisempaa enemmän työllistänyt rakennusten lämmitysenergian nettotarpeen selvittäminen. Suojeltujen harmaakivikirkkojen osalta on ostoenergian kulutuksen seuranta jäänyt seurakuntien taloushallinnon osalle.

Historiallisen harmaakivikirkon ilmanvaihtojärjestelmän muuttaminen koneelliseksi tulo- ja poistoilmajärjestelmäksi lämmöntalteenotolla, on iso ja kallis investointi, jossa LVI-suunnittelukustannuksetkin ovat normaalikohdetta suuremmat.

Vantaan, Porvoon, Loviisan ja Pyhtään seurakuntien talouspäälliköitä tulee tulevaisuudessa työllistämään kivikirkkojen lämmitys- tai ilmanvaihtojärjestelmien muutosten kus-

tannusarviot. Niiden toivoisi olevan LVI-alan asiantuntijoiden laskemia, ja pitkällä tähtäimellä sihtaavien talouspäälliköiden hyväksymiä. Hätköiden tehdyt ratkaisut eivät sovellu näin pitkäikäisiin rakennuksiin.

Harva osasi ennustaa vuosituhannen vaihteen ravintoloiden sisäilman laatutason nopeaa kehitystä paremmaksi tupakkalain myötä. Ehkä saamme lähitulevaisuudessa ihastella keskiajan historian havinaa 2000-luvun LVIA-tekniikan ilmapiirissä.

Lähetän kiitokset Vantaan, Porvoon ja Pernajan seurakuntiin, mukavasta yhteistyöstä. Olisin toivonut saavani kiittää myös Pyhtään, Loviisan ja Sipoon seurakuntia, mutta nyt en saanut siihen mahdollisuutta. Tämän opinnäytetyön ollessa oma yksityinen selvityshanke, se olisi vaatinut pitempiäaikaista yhteistyötä kyseisten seurakuntien kanssa. Tätä yhteistyötä ei minulla tämän insinöörityön puitteissa kuitenkaan ollut mahdollista saavuttaa, ja ennalta kaavailemani vertailutaulukko kivikirkkojen energiatehokkuusluvuista ja energiankulutuksista jäi pois.

Lähteet

- 1 Porvoon suomalainen seurakunta. 2012. Verkkodokumentti.
<<http://www.porvoonseurakunnat.fi/fi/yhtyma/toimitilatkiinteistot/kirkot+ja+kappelit/tuomiokirkko/>> Luettu 1.9.2012.
- 2 Jyväskylän yliopiston digitaalinen julkaisuarkisto / Historialliset kartat. 2012 Verkkodokumentti. <<https://jyx.jyu.fi>> Luettu 1.9.2012.
- 3 Knapas, Marja Terttu (toim.): Vantaan Pyhän Laurin kirkko Helsingin kirkko St Lars 500 Tutkielmia kirkon historiasta. Vantaan Seurakunnat, Vantaa 1994.
- 4 Hiekkänen, Markus: Suomen kivikirkot keskiajalla. Otava, Helsinki 2003.
- 5 Hiekkänen, Markus: Suomen keskiajan kivikirkot. Suomalaisen kirjallisuuden seura, Helsinki 2007.
- 6 Rahonen, Ulla & Sonninen, Tiina (toim.): Porvoon tuomiokirkko, jälleenrakennustöiden dokumentointi 2006–2008. Konservointi T.Sonninen Oy, Espoo 2010.
- 7 Sipoon suomalainen seurakunta. 2012. Verkkodokumentti.
<<http://www.seurakunta.composer.fi/articles/1781/>> Luettu 1.9.2012.
- 8 Asetusluonnos rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Luonnos 4.6.2012 .Ympäristöministeriö 2012. Verkkodokumentti.
< <http://www.ymparisto.fi/>> Luettu 1.9.2012.
- 9 Pyhtään seurakunta. 2012. Verkkodokumentti.
<<http://www.pyhtaanseurakunta.fi/>> Luettu 1.9.2012
- 10 kuva Harry Pihlaja.
- 11 Ins.tsto BigMan, Helsinki. Tutkimustuloksia vuodelta 2003, Helsingin pitäjän kirkko. Mittausjaksot 17.–29. huhtikuuta, 13.–27. kesäkuuta, 10.–24. lokakuuta ja 10.–24. joulukuuta. Vantaan seurakuntayhtymän luvalla.
- 12 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 13 Rakennusten energiatehokkuus. 2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D3. Helsinki: ympäristöministeriö.

- 14 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. 2012. luonnos 28.9.2010. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D5. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 15 LVI-ohjekortti 05-10440 Sisäilmastoluokitus 2008.
- 16 <http://yle.fi/uutiset/kynttilan_polttaminen_saastuttaa_huoneilman/5462952> Verkkodokumentti. 3.12.2011 klo 14:25, päivitetty 8.6.2012 klo 19:52. Luettu 1.9.2012.
- 17 Lämmityskulut 2003-2011.ods, päiv:3.2.2012. Vantaan seurakunta / Maija-Liisa Sahlbom sähköposti 17.09.2012.
- 18 Sähkökulut e 2003-2011.ods, päiv:21.2.2012. Vantaan seurakunta / Maija-Liisa Sahlbom sähköposti 17.09.2012.
- 19 Vesimaksut e 2003-2011.ods, päiv:3.2.2012. Vantaan seurakunta / Maija-Liisa Sahlbom sähköposti 17.09.2012.

Liite 1

Kirkkohallituksen yleiskirje no 3/2000



1 (2)

- Sisältää:
1. Kirkkoneuvoston jäsenen esteellisyydestä tilinpäätöksen käsittelyssä kirkkovaltuustossa
 2. Kirkkorakennukset ja sisäilman kosteus

1. KIRKKONEUVOSTON JÄSENEEN ESTEELLISYYDESTÄ TILINPÄÄTÖKSEN KÄSITTELYSSÄ KIRKKOVALTUUSTOSSA

Korkein hallinto-oikeus on antanut päätöksen (1999:36) koskien Kuntalain 52 § perusteella valtuutettujen esteellisyyttä osallistua tilinpäätöksen ja vastuuvapauden käsittelyyn kunnanvaltuustossa. Kyseinen Kuntalain säännös on yhteneväinen Kirkkolain 7 luvun 5 § kanssa. Säännöksen mukaan valtuutettu on esteellinen käsittelemään asiaa, joka koskee henkilökohtaisesti häntä. Kuntaliitto on omilla tulkinnoissaan lähtenyt siitä, että tilivelvollinen (mm. kunnanhallituksen jäsen) on aina esteellinen käsittelemään tilinpäätöstä valtuustossa. Sen sijaan Korkeimman hallinto-oikeuden päätöksessä todetaan, että koska tilivelvolliseen kohdistuvaa muistutusta ei ole tehty, ei päätös ole koskenut kunnanhallituksen jäsenenä tai varajäsenenä toiminutta valtuutettua siten henkilökohtaisesti kuin Kuntalaissa tarkoitetaan. Oikeuskäytännössä on siten otettu linja, jonka perusteella voidaan todeta, että kirkkoneuvoston jäsen tai varajäsen ei ole esteellinen käsittelemään tilinpäätöstä ja vastuuvapauden myöntämistä kirkkovaltuustossa elleivät tilintarkastajat ole tehneet muistutusta tilivelvollista kohtaan.

2. KIRKKORAKENNUKSET JA SISÄILMAN KOSTEUS

Kaikissa lämmitettävissä rakennuksissa sisäilman suhteellinen kosteus laskee lämmityskauden aikana mikäli kosteutta ei erikseen säädetä tai muilla keinoin tasata. Kirkkorakennuksen viikoittainen käyttörytmi tuottaa lisäksi usein oman sisäilman kosteuden vaihtelunsa. Kosteuden vaihtelu rasittaa erityisesti puurakenteita ja tasainenkin alhainen ilmankosteus haurastuttaa kaikkea orgaanista kuitua sisältävää materiaalia kuten tekstiilejä, paperia ja puuta. Toisaalta paikallinenkin liiallinen kosteus muodostaa olosuhteet joissa home- ja lahottajasisienet ryhtyvät toimiaan. Puun kosteuden ylittäessä 18 painoprosenttia on lahoamisen riski olemassa. Kyseisten materiaalien kannalta turvallisin olosuhde on n. 50%:n tasainen ilman kosteus.

Urut ovat kosteusvaihteluille erityisen arkoja koska ne sisältävät puuosia joiden ehjyys ja muototarkkuus on urkujen toiminnan kannalta välttämätöntä. Kun kyseiset osat ovat yleensä maalamattomia ja suhteellisen ohuita seuraavat ne sisäilman kosteuden vaihteluita erityisen herkästi. Urkujen sijainti lehterillä jossa lämpötilan ja siten myös kosteuden vaihtelut ovat muuta kirkkosalia suuremmat korostaa edelleen ongelmaa. Joissakin seurakunnissa on urkujen säilymisen varmistamiseksi ryhdytty kostuttamaan sisäilmaa ja ilmankostuttimia on ryhdytty myymään seurakunnille käyttäen urkujen suojelua markkinoinnin perusteena.

Ennen 1800-luvun loppupuolta rakennetut kirkot on alun perin tehty lämmittämättömiksi. Tästä johtuen niiden tiiveyteen ei ole rakennettaessa kiinnitetty huomiota. Harvasta ja vaikeasti ilmatiivistettävästä rakenteesta johtuen näissä kirkoissa usein huomattava ilman virtaus kirkkosalista ullakotilaan. Virtausta tehostaa kirkkosalien tavallista suurempi korkeus. Jäähdyessään lämmin ja kostea ilma helposti luovuttaa vettä joka jopa voi näkyä ullakon osien huurtumisena pakkaskautena. Urkujen kostuttamiseksi kirkon sisätilaan tuotu vesi on todetusti ollut syynä ullakon ja seinien yläosien lahoamiseen ja siitä aiheutuvaan kalliiseen korjaustarpeeseen.

Kirkkorakennuksen kosteusolosuhteiden parantaminen ja tasaaminen tulisi aloittaa liiallisen ja hallitsemattoman ilman vaihtumisen estämisellä. Ylä- ja alapohjan lisäksi myös ikkunoiden, erityisesti mahdollisten korkealla sijaitsevien ikkunoiden, tiiveyteen kannattaa kiinnittää huomiota. Tiivistäminen tulee tehdä ajatellen ilmavirtauksia, sen sijaan nk. kosteussulkujen tekemiseen tulee ryhtyä vain aivan erityisistä syistä. Lämmityksen säätäminen niin että lämpötilaa lasketaan kosteuden laskiessa (joka käytännössä tarkoittaa kirkon ollessa kylmänä vuodenaikana tyhjillään) on myös kosteusvaihteluiden vähentämiseksi hyödyllinen toimenpide. Lämpötilaa ei kuitenkaan ole syytä laskea missään kirkon osassa alle +5 asteen mikäli kirkko ei jatkuvasti ole lämmittämätön. Mikäli kostuttamiseen joudutaan turvautumaan tulee se rajoittaa urkukaappiin ja muutenkin välttämättömimpään. Mikäli kostutinta käytetään tulee myös järjestää kirkon ullakon ja alustan rakenteiden kosteustilan järjestelmällinen seuranta.

KIRKKOHALLITUS

Risto Junttila

Matti Halttunen

Liite 2

Luettelo haastatelluista, seurakunnittain

Helsingin pitäjän kirkko, Vantaan seurakuntayhtymä

- Heidi Vuorenmaa, kesäopas
- Maija-Liisa Sahlblom, rakennuttaja insinööri
- Ritva Alanen, vahtimestari

Sipoon Vanha kirkko, Sipoon seurakunnat

- Sini Saarenpää, kesäopas,
- (Timo Yrjönen, kiinteistöpäällikkö, useista yrityksistä huolimatta ei haastattelu)

Porvoon Tuomiokirkko, Porvoon suomalainen seurakunta

- Sari Mankinen, hallintojohtaja
- Dan Tallberg, kiinteistöpäällikkö,
- Kari Nyberg, työnjohtaja,
- Ursula Blomqvist, arkistonhoitaja
- Annina Kyrklund, kielenkääntäjä,
- Christer Öberg, talonmies,
- Ari Hollming, vahtimestari

Pernajan kirkko, Loviisanseudun seurakuntayhtymä

- Robert Lemberg, kirkkoherra
- Taika Sahlsten, kesäopas
- Marko Holmberg, työnjohtaja
- Katarina Jungner-Sunden, vahtimestari
- Mona Lindfors, talouspäällikkö/Loviisan seurakunta

Pyhtään kirkko, Pyhtään seurakunta

- Arja-Inkeri Joas, talouspäällikkö
- (Kari Kasurinen, seurakuntamestari, ei lupaa haastatteluun)
- Pakkanen, kesäopas

Lisäksi vielä yhteydenottoja

- Helsingin kaupungin Rakennusvalvontavirasto / Petri Perkiömäki

Kaikki haastattelut ovat tapahtuneet 31.5. – 2.10.2012 välisenä aikana.

Tarkempia tietoja haastattelun ajankohdista saa opinnäytetyön tekijältä.