

Templomok fűtésének épületgépész megoldásai Veszprémi Sz. Mihály Főszékesegyház felújítása

Building engineering solutions for heating churches Renovation of St. Michael's Cathedral in Veszprém

CSANÁD Bálint

okl. gépészmérnök

„Őseink hite, a jövő reménye”
Veszprémi Érsekség jelmondata

Abstract

The Archdiocese of Veszprém in Veszprém Castle has commissioned our design company to renovate the St. Michael's Cathedral building, a listed historical monument. The church, which is at least 1100 years old, has undergone several alterations to obtain its present form. My paper describes the plans for the building engineering of the complete interior restoration. In an introduction, I describe the special difficulties of heating churches, and the system of requirements for historic installations and organs. I also discuss a previous heating renovation of a small church, the historic church of St. John the Baptist in Visegrád. The plans include the thermal energy supply and the design of the heating systems of the Veszprém Cathedral. The presented solution includes the specificities of energy-saving operation and heating of churches. Keywords: Monument renovation, air condition of monuments, comfort needs of churches, heating solution for a small church, heating systems in a church building, heating of pews, economical operation.

Kivonat

A veszprémi várban lévő Veszprémi Érsekség a Szent Mihály Főszékesegyház épületének műemléki felújítását az Érsekség a tervezői társaságunktól megrendelte. A legalább 1100 éves műemlék templom többszöri átalakítással érte mai formáját. Szakcikkem, a teljes belső műemléki felújítás épületgépészetének terveit ismerteti. Bevezetőben ismertetem a templomok fűtésének különleges nehézségeit, a műemléki berendezések és orgonák követelmény rendszerét. Kitérek egy kisebb templom -a visegrádi Keresztelő Szent János műemléktemplom- korábbi fűtési felújítására. A tervek tartalmazzák a veszprémi Főszékesegyház hőenergia ellátását és fűtési rendszereinek kialakítását. A közölt megoldás tartalmazza az energiatakarékos üzemeltetés és a templomok fűtésének sajátosságait. Jellemző szavak: Műemléki felújítás, műemléki berendezések légállapota, templomok komfortigénye, kisebb templom fűtési megoldása, fűtési rendszerek egy templom épületben, padosorok fűtése, gazdaságos üzemeltetés.

TEMPLOMOK ÉPÜLETGÉPÉSZETI PROBLÉMÁI

A mai kor kivételével általában a templomok épületgépészeti rendszerek nélkül épültek. Előadásban csak a régi építésű -döntően műemléknek minősített- templomokkal foglalkozunk.

A templomok vízellátási, csatornázási és légtechnikai munkák nem okoznak jelentős problémákat. Ezek döntően csak a kapcsolódó sekrestyékben jelentkezhetnek.

A keresztény vallás elterjedésével már az első évszázadban egyre több templom épült. Persze nem a mai átlagos templom méretére kell gondoljunk. Szent István törvénye szerint minden 10 falunak közös fenntartású templomot kellett építeni. ebből arra következtethetünk, hogy az ő idejében még a falvak tizedében sem állt egyház. Az István kori templomok egyhajós, kisméretű épületek voltak. Ez, továbbá gyenge kivitelezésük adja magyarázatát annak, hogy hamarosan bővítésre, illetve felújításra szorultak, így eredeti állapotában egyetlen, a 11. század első évtizedeiből való falusi templom csak elenyésző számban maradt fenn.

Az építészettörténezszer egyöntetű nézete szerint a fából való építkezés szokása általánosan ismert volt a magyarság körében, s a különböző viszontagságoknak kitett faépületeket csak fokozatosan váltották fel a szilárdabb anyagokból (kő, tégl) készült különböző rendeltetésű építmények.

A téli időszakban való fűtés gondolata fel sem merült akkoriban.

A komolyabb alapanyagból épület román, gót majd barokk stílusban épült nagyobb alapterületű templomokban, székesegyházakban általában nem hoztak létre fűtési rendszereket.

A templomok fűtése alapvetően eltér más fűtési feladattól. A liturgikus épületeknek a funkciója más, mint a legtöbb kommunális építményé.

A Kr. utáni időktől már döntően szakrális funkciója volt a templomoknak. Az egyházi szolgálattevőkön kívül, a jóval nagyobb létszámú hívők tartózkodtak a szertartások alatt.

Az építményhez tartoznak a szerkezeti elemeken kívül, a szobrok, festmények, mozaik, vagy festett üveglablakok. A templomok jelentős része az évszázadok emberi kultúráját is átadják korunknak. Az őseink örökre hagyott templomok megőrzése és védelme a ma élő és a templomokat gondozó ember feladata, kötelessége.

A teljes templomtér kifűtése a nagy légtér, szigetelés nélküli vastag falak és tetőszerkezet, a szakaszos kihasználás miatt elviselhetetlen költséget jelent a templomok gondozói, az egyházközösségek számára. A karzatot nem számítva, maximum 2,5 m magasság alatt igényelnek a bent tartózkodók fűtést a hideg téli napokban.

A templomtérben lévő nem elektronikus orgonák megfelelő működése csak 16 C° alatti léghőfok, magas relatív nedvességtartalom mellett biztosítható. Az intenzív téli fűtés mellett az igényelt 45 % feletti nedvességtartalom nem biztosítható gazdaságos körülmények alkalmazása esetén. Az orgona működése jelentős hőfokingadozás mellett sem megfelelő. Ugyanilyen a légállapotot igényelnek a festmények és szobrok.

Javasolt légállapot: Az orgonahangszer és több templomban lévő régiség igénye a 45-80% közötti relatív nedvességtartalom, és 12-16 C° közötti léghőmérséklet fűtési idényben. A hőfokingadozást el kell kerülni.

A ma templomba járó hívőknek megvan a komfort iránti igénye, tehát a templomot valamilyen fűtéssel el kell látni.

Milyen humán fűtési igény jelentkezik:

- A templomban tartózkodó hívek utcai öltözékben (tehát pl. téli ruházatban) vannak a térben.
- Rendszerint a hívek ülnek padokban.
- Az egyházi szolgálatot végzők, általában keveset mozognak, és döntően álló helyzetben vannak. Öltözetük többrétegű ruha.
- A fűtési hőmérséklet tartomány 10-16 C° -nál ne legyen magasabb.

Templomi tér igénye:

- A fából készült akár évszázados korú szobrok, festmények, bútorok közel állandó hőfokot igényelnek. Nagy hőfokingadozás rendkívül káros, a műemlékalkotásokra. A 15 -20 C°-os hőingadozásnál már rendkívül veszélyes.
- Ebben segítségre van az épület szerkezete, kis sugárzási nyereség.
- Az akár több évszázados orgonák, de az újonnan gyártottak is csak alacsony hőfokú és viszonylag nagy nedvesség tartalmú térben működnek megfelelően. Ideális hőfoktartomány: 45-80% relatív nedvességtartalom és max 16 C°.

Újabb próbálkozások:

A fosszilis üzemanyagok elterjedésével néhány műemlék templomépület fűtését több-kevesebb sikerrel próbálták megoldani.

Korábban próbálkoztak a légfűtéssel. Ez esetben, padlócsatornáknak vezettek fűtött levegőt a belső terekbe. A száraz és meleg levegő rossz hatással volt a műemléki térre, a berendezésekre,

A térbe állított gáz-vagy olajtüzelésű léghevítők nem tudták a fűtési problémákat kielégítően megoldani. A komfortérzetet csak lokálisan és kismértékben javították.

Az elektromos fűtések különböző változata már többet segített a fűtés területén. Véglegesen jó megoldást ez sem hozott.

Milyen fűtési rendszer a cél:

- A hőt hatékonyan közvetlenül adja át. Alacsony felületi hőmérséklete révén, alulról a padozat alá épített, rejtett hő leadókon keresztül, közvetlenül a hívőknek adja át, nem a kifűthetetlen, nagy templomi légkörnek;
- Az igény szerinti belső hőmérsékletet, és megfelelő relatív nedvességet biztosítsa.

- A templom meghitt légköréhez méltóan hangtalanul és rejtetten működjön;
- A hőleadók alacsony felületi hőmérséklettel üzemeljenek.
- Legyen szakaszosan működtethető, a szertartások, rendezvények programjához igazodva.
- Olcsó megújuló energiával, földgázzal, vagy kedvezményes áramtarifával üzemeljen., Műszakilag igényes kivitelű legyen, és mégis költségkímélő működése legyen.

Épületfizika:

Az előírt hővédelmi rendeletek hatálya nem terjednek ki a műemlék és helyi védelem alatt álló épületekre. Az energiahatékonyságra vonatkozó minimum követelmények betartása a műemléki vagy a helyi védettséget megalapozó kialakítás az épület megváltoztatását is eredményezné. Hőszigetelést csak a felszedett padló szerkezet alatt lehet elhelyezni.

A fűtési hőigény meghatározása számítással csak lényegesen sok egyszerűsítő feltétel miatt nem lehet pontos. A számítás csak a tartózkodó térre való korlátozással ad felhasználható értéket.

Egy korábbi tervezési feladat



Egy korábbi tervezési munkám a visegrádi Plébánia Templom fűtési rendszerének kialakítását volt 1998-ban, mely kivitelezése még az évben megtörtént. A Keresztelő Szt János tiszteletére szentelt templomot 1756-ban átépítették. A mai, barokk stílusú, műemlék jellegű templomot (310m²) 1773-82 között építették

A templomban a tervezés időszakában 2 db 6 KW-os ELEKRHERMAX kandalló működött. Terveinkben egy zárt rendszerű falikazánnal állítottunk elő viszonylag alacsony hőmérsékletű fűtővizet. A falikazánt a sekrestyében lehetett elhelyezni, külső fal légbeszívó és füstgázvezető szett alkalmazásával.

A teljes padozat megbontására, padlófűtés kialakítására a műemléki környezet és a gazdasági megfontolások nem adtak lehetőséget.

A kazántól kb. 10 m hosszan a felbontott padlólapok alatt szerelt a szigetelt fűtési csőpár. A templomban lévő két padsor 1-1 oldalán lévő lábazatára szereltük a csőpárt, melyet az asztalosmester eldobozolt. A padokon belül a boka és a térd magasságában egy NÁ 50-es fűtési csőregisztert szereltünk melynek hőleadó felületét 1!2"-os acélcsővel megnöveltük.

Igy a hőátadás konvektív és a lábhoz lehető legközelebb legyen a csőfűtőtest

A helyi kőműves és asztalos mester és a fűtészrelő szakember végezte a kivitelezést, a plébános úr folyamatos fellenőrzése mellett.

A tervezés és a kivitelezés a gázszolgáltató és a műemléki hatóság engedélyével zajlott le.

A fűtés a mai napig megelégedéssel üzemel. A leghidegebb télen sem mértek 8 C⁰ alatti hőmérsékletet, és fűtési üzemben nem volt 12 C⁰ feletti meleg a templomban.

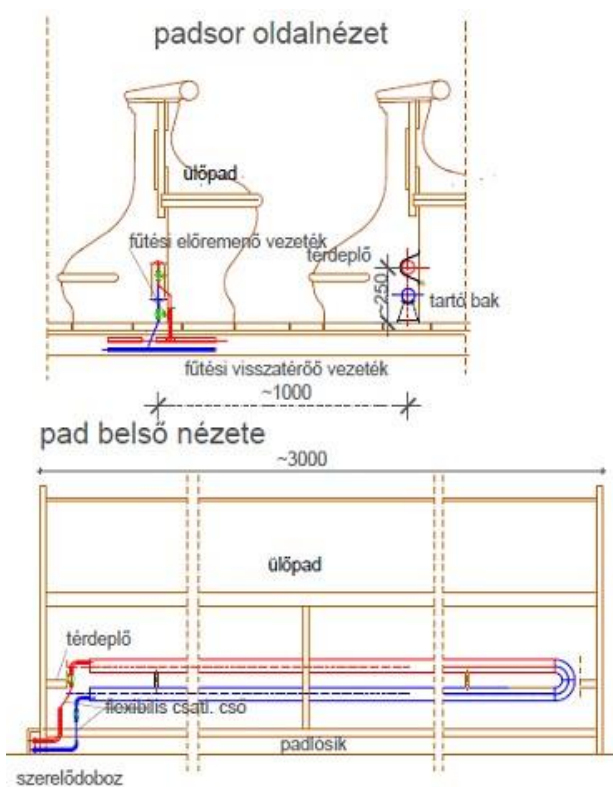
Kivitelezés előtt:



Az árán látszik a fűtés nélküli pad.



Padok előtt látszik a hőtárolós el. készülék



Kivonatos tervrajz

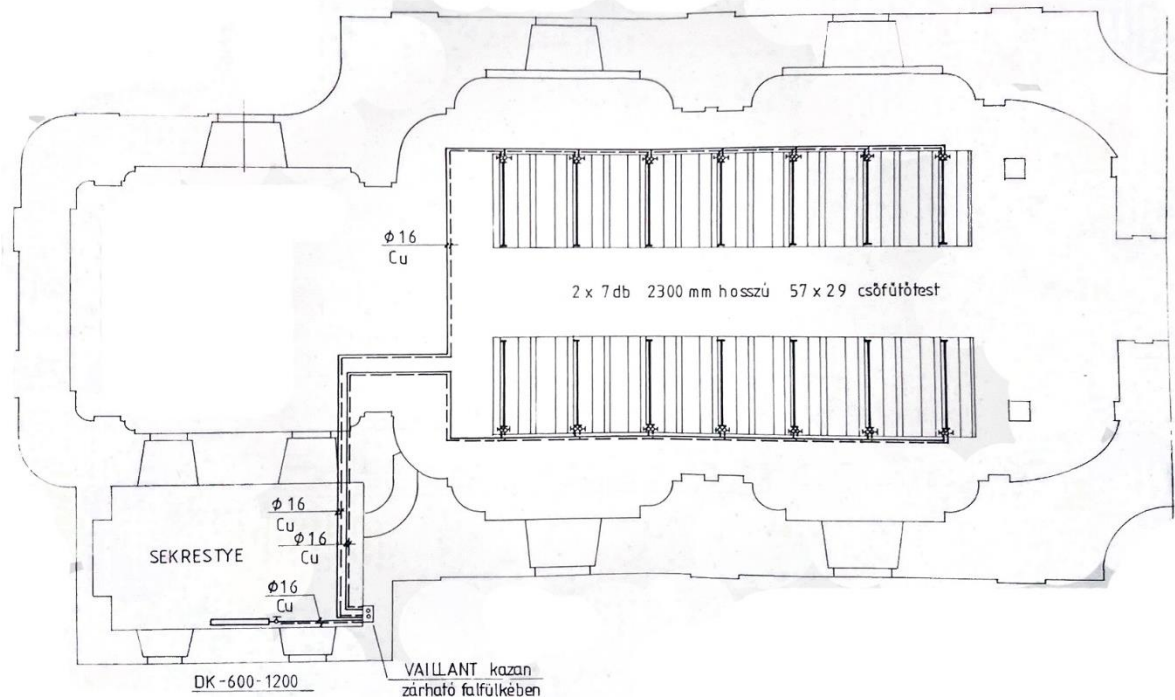


Elkészült állapot

A tervezett fűtővíz 50/40 C°. A padok környezetében tervezett rendszer 7000 W hőt tud leadni. A templom területe ~400m². Jellemző méreti hosszában 30m, szélességben 14m.

Időközben a falikazánt kondenzációs kazánra cserélték, ami jelentős energiamegtakarítást eredményezett.

Templom alaprajzán a padok elhelyezése és a fűtés vázlata.



VESZPRÉMI SZENT MIHÁLY FŐ-SZÉKESEGYHÁZ FŰTÉSI MUNKÁI



Az épület ismertetése és a felújítási munkák leírása az építész kollegák (Páll Anikó és Papp Róbert előadásában hallható.

Meglévő állapot:

Közművek

A bazilika gázhálózata az Érsekség gázvezetékéhez kapcsolódik. Önálló gázbekötése az épületnek nincs. A vízhálózat kapcsolódik az egyházi területen lévő mért vízvezetékre.

Hőenergia ellátás

A Szent Mihály Főszékesegyház főhajójának szintje (+0,00 m) alatti altemplom (-3,40 m) oldalrekeszében van a hőközpont. A hőközpont 28 m² alapterületű. Itt volt elhelyezve a bazilika fűtését ellátó berendezés. Két gázkazán üzemelt a hőközpontban.

A gázkazánok, fűtési melegvizet állítanak elő, melyet teljes templomi tér fűtésére használják fel. A fűtés korábban légfűtés jellegű volt a székesegyház földszintjén.

A csatornázás és az esővíz elvezetést a Várterület közművek korszerűsítésével foglalkozó kollegák megoldották.

Új munkák:

Bontási munkák

A teljes épületgépész hálózatot a kivitelezés során elbontották.

Vízellátás-csatornázás

Az északi sekrestyéhez kapcsolódva WC-mosdó tér egy kis helyiségben van. Itt egy WC berendezés, mosdó és átfolyós vízmelegítő található.

Az északi lépcső terében egy kézmosó és átfolyós vízmelegítő van elhelyezve.

A berendezések állapota az akkori kor technikai állapotát tükrözi. Mai követelményeknek műszaki és esztétikai szempontból nem felel meg az épületgépész hálózat. Teljes felújítás az igény

Fűtési rendszer

Épület fűtési hőigénye: 132 kW

A számítást a tartózkodási zónára vettem súlyozottan figyelembe. A helyiségben tartózkodók és a világítás hőnyereségével nem számoltam, tehát a csúcsgigényt határoztunk meg. A bent tartózkodók teljes hőleadása téli öltözetben 73 W, a komfortélelet számítása szerint. Az előzetes egyeztetések szerint 300 fővel számolva a főszékesegyház gyakorlatilag telt állapotban van. Ebben az esetben a hívók és az egyházi szolgálat hőleadása 22 kW.

A belső világítás teljesítmény ~10 kW, melyből a legkorszerűbb világítást figyelembe véve mintegy 6 kW hőtermelést vettünk figyelembe.

A szükséges fűtési energiát az Érsekség hőközpontjából kapja a templom. A korábbi hőközpontban történik a fűtési víz hőfokának transzformálása. A Főszékesegyház részére hőcserélő segítségével állítjuk elő a bejövő 70/50 C° fűtési vízből a 40/30 C° szekunder fűtési vizet. Gyakorlatilag a teljes templomter padlófűtéssel rendelkezik. Az orgona gyártója nem írt elő ajánlott hőmérsékletet, azonban fontos, hogy minden hőmérsékleten a 45-80% közötti kell tartani.

Hőenergetikai számítások

Téli hővesztés: 130.8 kW

Felületfűtés összteljesítménye: 59 kW

Szerkezet jellege: nehéz ($m^2 > 400 \text{ kg/m}^2$)

Szennyezettségi zóna: tiszta, vidéki

Hőterhelés maximum 17 órákor: 48.8 kW

Helyiségek alapján számolva: 733 kg/m²

Tájolás: 308°

Energetikai számítás

Fűtött térfogatot határoló felület: 2455.4 m²

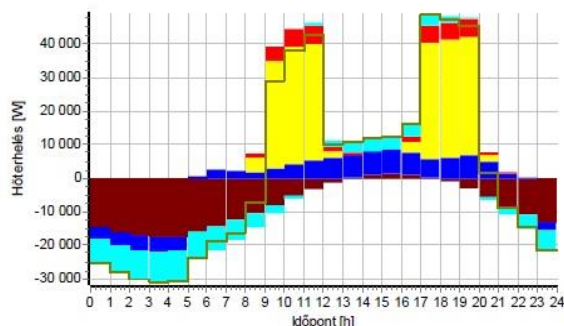
Számított fajlagos veszteség: 0.565 W/m³K

Használat jellege: folyamatos

Fűtött épület(rész) térfogat: 5941.8 m³

Megengedett fajlagos veszteség: 0.191 W/m³K

Nyári hőterhelés



Határoló szerkezetek	92 W
Üvegezett felületek	5608 W
Emberi hőleadás	34916 W
Világítás hőleadása	5015 W
Filtráció	3132 W
Anyagmozgásból származó	0 W
Egyéb hőterhelés	0 W

Terveinkben a belső hőfok általában 12 C°, a sekrestyékben 18 C°. A belső tér relatív nedvesség tartalmát nem szabályozzuk, mivel a fűtési idényben az alacsony belső hőmérséklet miatt a páratartalom várhatóan 40% feletti.

Padlófűtési körök:

Helyiségrésze neve [-]	Helyiség hővesztése [kW]	Fűthető felület [m ²]	Padlófűtés e [kW]
Szentély	22.4	97.7	12.2
Északi mellékhajó	15	70.9	8.9
Főhajó	36	83.7	10.5
Déli mellékhajó	15	71.6	9
Belépő	4.2	26.5	3.3

Rétegrend: vb. alaplemez, 10 cm hősziget, gyári rendszer lemez, 4 cm esztrich, 2 cm kő.

A tervezett szigetelés vastagságát és az esztrich réteget a kivitelezés során nem lehetett mindenhol tartani. A padlófűtés rendszerének gyártója, ezeken a helyeken kisebb szerkezeti vastagságot produkált, így az egységes a padlófűtés megjelenítése.

Nagyobb fűtési egységek

Hőközpont:

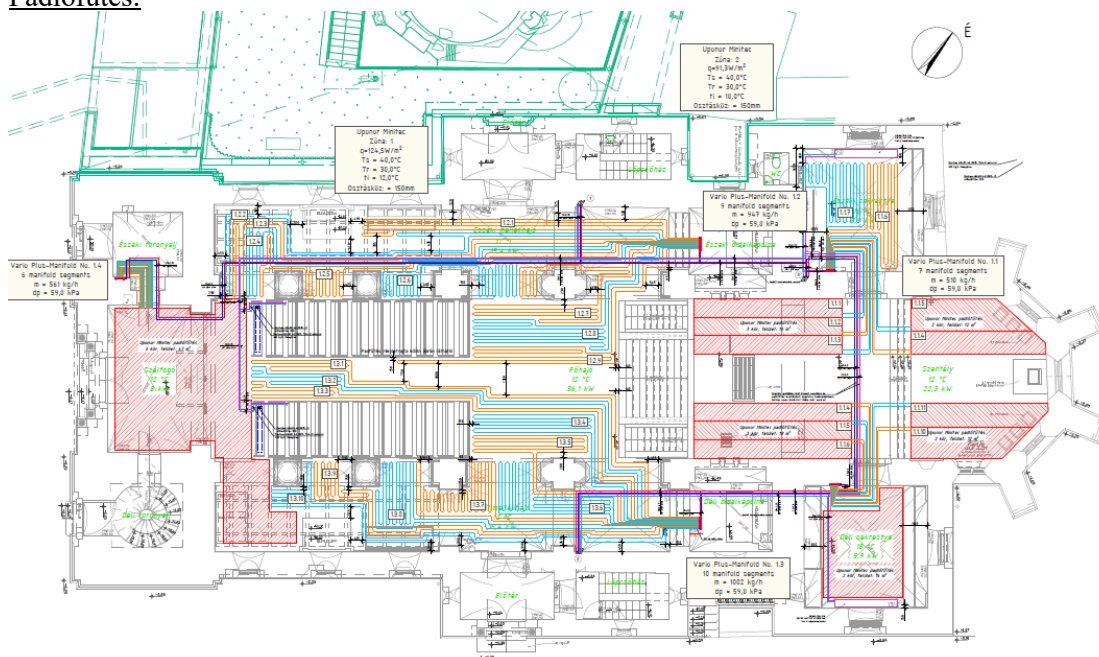
A régi kazánházban létesült a Főszékesegyház hőellátását biztosító hőellátási rendszer. A templom melletti teljesen felújított Szt. György kápolna fűtését ellátó vezetékrendszer innen ágazik le a szomszédos épülethez.

A szükséges fűtési energiát az Érsekség hőközpontjából kapja a templom. A kapott fűtési víz 70/50 C° hőfokparaméterrel rendelkezik.

A korábbi hőközpontban történik a fűtési víz hőfokának transzformálása. A Főszékesegyház részére hőcserélő segítségével állítjuk elő 40/30 C° secunder fűtési vizet.

A teljes templomtér jelentős része padlófűtéssel rendelkezik. Kiegészítő fűtési rendszerek hőleadói ventilációs készülékek. Ezért a fűtési azonos bemeneti hőfokú minden fűtési körben. Az egyes fűtési rendszerek önálló szabályozással rendelkeznek.

A fűtési körök szabályozása biztosítja az energiatakarékos üzemeltetést. A fűtés szabályozása az egyes terekben, térben és időben eltérhet. Így elérhető, hogy csak a használt részekben üzemeljen a fűtés az igényeknek megfelelően.

Padlófűtés:

A templomtérben a hőérzeti és műszaki elvárások szerint padlófűtés alkalmazása indokolt.

Elsősorban a tartózkodási helyek fűtése a célszerű. A belső térben az építészeti felújítás a padlóburkolat cseréjét is tartalmazta, tehát adott volt a padlófűtés. A kivitelezés nehézségei a padlófűtés szerelésénél is

jelentkeztek. Volt olyan hely, ahol a boltozat magassága miatt az általánosan használt rendszerlemez nem fért el, ezért ott csak vékonyabb szigetelést lehetett alkalmazni.

Sekrestyék fűtése:

Az északi és déli szekretyéket kiegészítő fűtéssel láttuk el, figyelembe véve, hogy ezekben irodai jellegű munkavégzés, bent tartózkodás is megvalósul. A helyiségekben hőleadóként belső keringtetésű fan-coilt lehet alkalmazni. A készülékek falra szerelhető kivitelűek. Működése csak a helyiség használatakor indokolt.

Gyóntatófülkék fűtése:

A kisméretű fülkében a gyóntató atyák folyamatosan ülő helyzetben vannak akár egy órán át is. A téli hidegben a padlóra állított elektromos hőszugárzó (max 1 kW) biztosítja a megfelelő közérzetet.

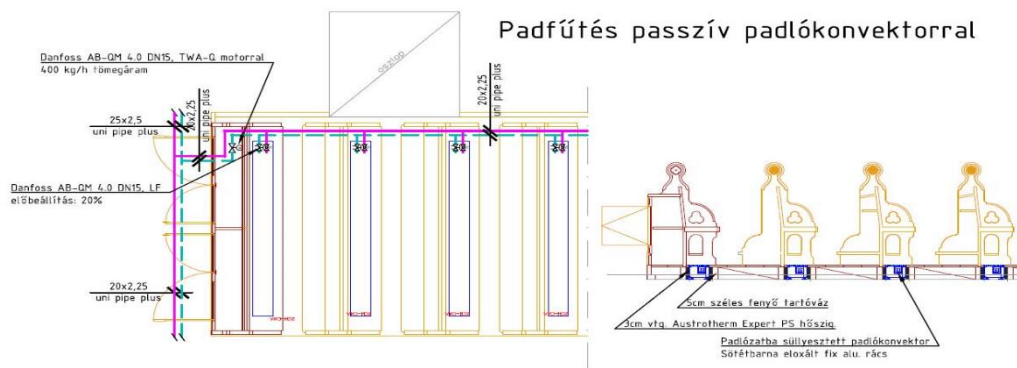
Padsorok fűtése:

A padokban ülők a padlófűtés konvekciós és sugárzási hőleadását nem érzik, ezért a padokat kiegészítő fűtéssel kell ellátni.

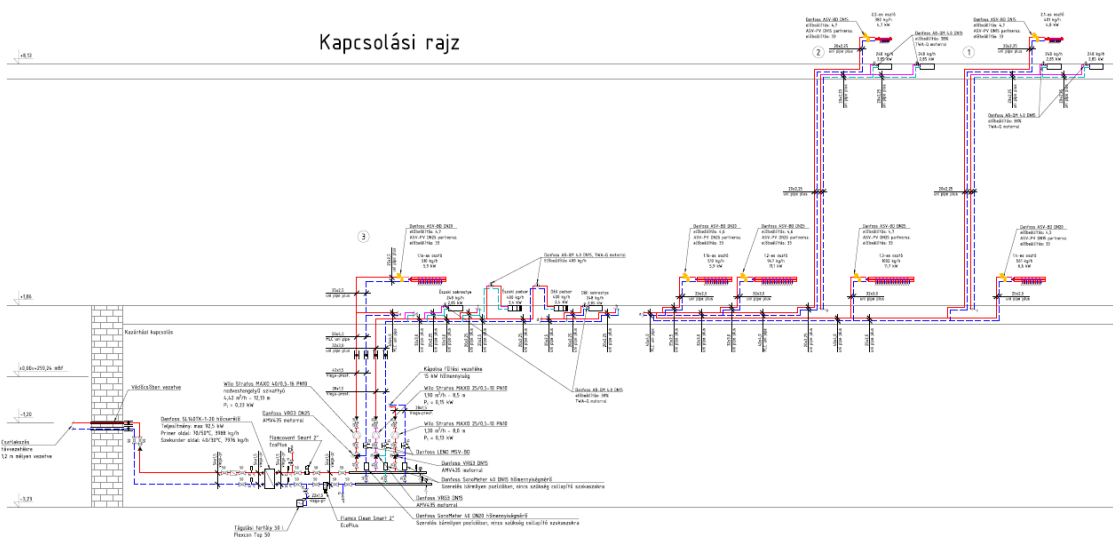
A Székesegyházban 2 db ülőpad rendszer van.

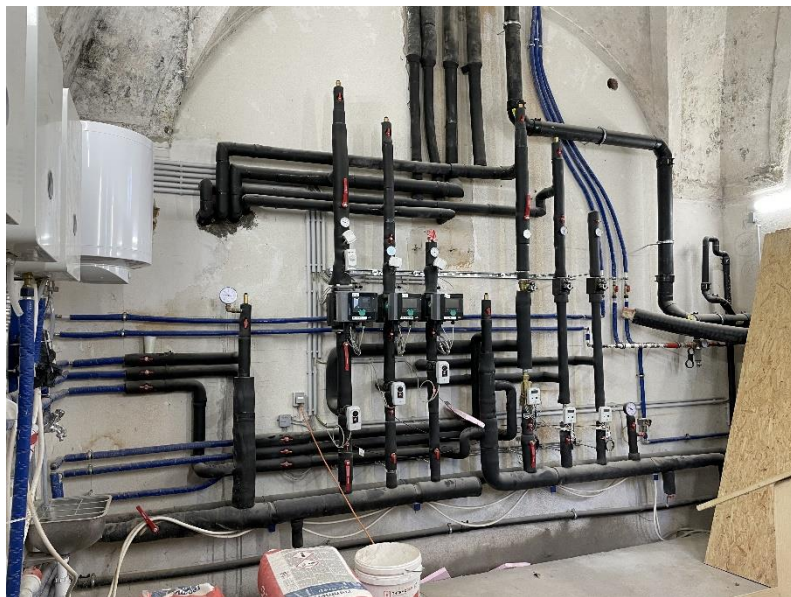
Hőmérsékletre legérzékenyebb része az embereknek a lába, ezért a konvektorok a lábat fűtik. Az építész terv tartalmazza a padlókonvektor elhelyezését és a fölötte lévő terelőlap méreteit, a rajtalévő áttörésekkel együtt. A padsorokba 2050 mm hosszú konvektorok lesznek elhelyezve. Összesen 2x10 konvektor szerelhető be a templom padsoraiba. A konvektorok 40/30 C°-os vízzel üzemelnek. A takarékos üzemvitel érdekében a padfűtés motoros szeleppel leállítható, melyek a padsorok utolsó padjánál, a poroltók számára kialakított szekrényekben kapnak helyet. A konvektorok csővezetékének csatlakozásánál DANFOSS AB-QM szelepet alkalmazunk 20%-os előbeállítási értékkel.

A padsorok közötti egyenletes hidraulikai elosztást a tárolórekeszeknél telepített 1-1 db DANFOSS AB-QM 4.0 DN 15, TWA-Q motoros szeleppel lehet szabályozni, és elzárni szükség esetén.



Csőhálózat:





1000 éves falak között egy mai hőközpont, amelyet a régi kazánházban alakítottunk ki.

A padlófűtési körök alapvezetéke a padlóban szerelt. A fűtési körök „tichelmann” rendszerben vannak felfűzve az alapvezetékre. A fűtött részek önálló szabályozással rendelkeznek. Az egyes fűtött felületek a kihasználtságtól függően kapcsolhatók il. szabályozhatók. A fűtési víz időjárásfüggő szabályozással rendelkezik. A fűtési körök szabályozása biztosítja az energiatakarékos üzemeltetést. A fűtés szabályozása az egyes terekben, térben és időben eltérhet. Így elérhető, hogy csak a használt részek-ben üzemelje a fűtés az igényeknek megfelelően.

TERVEZÉSI MUNKA ÖSSZEFOGLALÁSA

Egy csodálatos, többszáz éves templom –Főszékesegyház- felújítását terveztük, melynek kivitelezési munkái 2023 évben-befejeződtek. A kivitelezési munkák a műemléki hatóságok indokolt szigorú felügyelete mellett folytak. A kivitelezés során történt feltárások többször indokoltá tették a tervektől kissé eltérő szerelést. A tervtől való eltéréseket a helyszíni művezetések segítségével a tervezési elképzeléseinkhez tudtuk igazítani.

A kivitelezés során megvalósult egy korunk igényeihez és a műemléki környezethez méltón illeszkedő épületgépészeti rendszer, mely reméljük, hosszú idő át illik a várnegyed környezetébe és szolgálja a hívek igényeit.

A felújított Szent Mihály Főszékesegyház:



2024 tavasza