

DIPLOMADOLGOZAT

Fülöp Kinga Melinda
G9YZJ9
Létesítménymérnök MSc
Energetika specializáció

Gödöllő
2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Létesítménymérnök Szak
Energetika specializáció

**A magyarországi templom épületek belső környezeti és
energetikai kérdései**

Belső konzulens: Dr. Szabó Márta
egyetemi docens
Külső konzulens: Molnár Szabolcs
MVM Mátra Energia Zrt.
vezérigazgatói tanácsadó
Készítette: **Fülöp Kinga Melinda**
építőmérnök
G9YZJ9
levelező
Intézet/Tanszék: **Műszaki Intézet**

Gödöllő
2023

MŰSZAKI INTÉZET LÉTESÍTMÉNYMÉRNÖK MESTERSZAK
Energetika specializáció

DIPLOMADOLGOZAT
feladatlap

Fülöp Kinga Melinda (G9YZJ9)

részére

A diplomadolgozat címe:

A magyarországi templom épületek belső környezeti és energetikai kérdései

Feladatkiírás:

A magyarországi – főként egyfunkciós – templom épületekben megfelelő hőmérséklet és páratartalom meghatározása, az optimális fűtési mód kiválasztásának lehetséges folyamata illetve mindezek hatása az emberekre és a műtárgyakra.

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

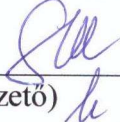
Külső konzulens: *Molnár Szabolcs, MVM Mátra Energia Zrt. vezérigazgatói tanácsadó*

Belső konzulens: *Dr. Szabó Márta egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet*

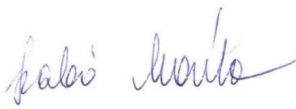
Beadási határidő: 2023. május 2.

Gödöllő, 2023. február 1.

Jóváhagyom

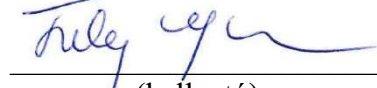


(tanszékvezető)



(szakfelelős)


Átvettem



(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2023. május 1.



(külső konzulens)

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés	6
1.1. Célkitűzések	6
1.2. Áttekintés	7
2. Irodalomelemzés	8
2.1. Energiafelhasználás, -hatékonyság, veszteségfeltárás és energiamenedzsment	8
2.2. Energetikai korszerűsítés, komfortigények zárt terekben	13
2.3. Fűtési rendszerek múltja és jelene a templomokban	16
2.3.1. A múlt	17
2.3.2. A jelen	19
2.4. Műtárgykörnyezeti ismeretek, igények	20
2.4.1. Nem megfelelő környezet esetén jellemző károsodási formák	23
3. Diplomamunka téma feldolgozás	28
3.1. Templom épületek energiafelhasználása	28
3.2. Templom épületek fűtésének célja	29
3.3. Optimális hőmérséklet meghatározása	32
4.1. Magyarországi egy funkciós templomok	34
4.1.1. Elektromos fogyasztási adatok elemzése	34
4.1.2. Tatai Kapucinus templom (Szent Imre plébánia)	38
Ingatlan főbb leíró jellemzői	39
Elektromos és gépészeti rendszerek	41
Templomban található védendő műtárgyak	42
Templomban végzett mérések és vizsgálatok	44
Javasolt beavatkozások és fűtési rendszerek	47
4.1.3. Szent Mihály plébánia templom, Nyergesújfalu	54
Ingatlan főbb leíró jellemzői	54
Elektromos és gépészeti rendszerek	57
Templomban található védendő műtárgyak	62
Javasolt beavatkozások és fűtési rendszerek	62
5. Összefoglalás	69
Nyilatkozatok	79
Felhasznált irodalom	81

Köszönetnyilvánítás

Szeretném megragadni a lehetőséget és írásban is megfogalmazni mérhetetlen hálámat családomnak, két kislányomnak, Kincsőnek és Panninak, férjemnek, Istvánnak akik részesei voltak az elmúlt években azoknak a munkáknak, melyek napról napra erősítették bennem, hogy ezekkel az épületekkel foglalkozni kell, megéri foglalkozni, köszönöm nekik a türelmet és a támogatást, az időt amit adtak nekem, hogy gondolataim „papírra vessem” és most másokkal is megosszam. Köszönöm a Magyar Mérnöki Kamarának, hogy egy olyan külső konzulenszt ismertem meg aki megerősítette bennem azt, hogy ennek a témának van értelme, aki irányt mutatott és végig vezetett a folyamaton, időt szánt rám és a néha elveszett gondolataim összefogására, köszönöm Szabolcs a támogatást, útmutatást. Nélkületek nem ment volna!

Nyergesújfalu, 2023. 05. 02.

Fülöp Kinga Melinda

építőmérnök, beruházás lebonyolító

1. BEVEZETÉS

1.1. CÉLKITŰZÉSEK

Több, mint három éve dolgozom különböző egyházi szervezeteknek külső megbízott projektvezető, illetve beruházás lebonyolítóként, ezáltal sikerült betekintést nyernem a működési rendszerükbe, üzemeltetési és karbantartási szokásaikba. Beruházás lebonyolítóként fontosnak tartom az építési beruházás tervezésekor a későbbi és/vagy jelenlegi üzemeltető bevonását. Szinte minden projekt esetében azzal kellett szembesülnöm, hogy nincs olyan személy, aki az épületegyüttes teljes gépészeti és elektromos hálózatát megfelelően átlátná, fogyasztási paramétereit ismerné és a rendszeres, időszakos karbantartási feladatokat elvégeztetné, legyen ez bármekkora épület is. Helyi szinten akad ugyan karbantartó, de a komplex gondolkodás, a jobbításra való hajlandóság már igencsak hiányos. Napjainkban zajló energiaválság kényszerként hat az egyházi szervezetekre, hogy üzemeltetési szokásaikat drasztikus módon megváltoztassák, még ha ez egyfajta kockázat is jelent az egyházközösség összetartásában vagy a liturgikus szertartások résztvevőinek számában a téli időszakokban.

Dolgozatomban megvizsgálom a magyarországi templomépületek energiafogyasztását, energiafogyasztási szokásait, templomok által – javarészt fűtésre – felhasznált energiamennyiséget, lehetséges fűtési módokat és ezek hatását az emberek komfortérzetére, az épület belső klímájára és ennek nyomán a felbecsülhetetlen értékű műtárgy állományra. Jelen vizsgálatok főként a római katolikus egyház által fenntartott műemléki templomépületekre terjednek ki, mivel a KSH népszámlálási adatai szerint is a legnagyobb vallási felekezetnek számítanak Magyarországon és a legnagyobb vallási közösséget alkotják, jómagam is e közösségtől tudtam használható adatokat és információkat gyűjteni. (ksh.hu, 2011)

Az egyházi rendek, szervezetek Magyarországon – és a világ számos területén is – jelentős épületállománnyal rendelkeznek. Az épületek nagyrésze 100 éves kort is meghaladta már, ezáltal nem mai komfortigényeknek megfelelőek. Egy ekkora épületállomány felújítása jelentős költséget emészt fel, nem beszélve a bennük rejlő védett kulturális értékekről. Hiszem, hogy megfelelő üzemeltetés és állagmegóvásra törekvő szemlélet mellett lehet még több százévig továbbra is fenntartani ezeket az épületeket – a kulturális örökségünk előnyére szolgálva – úgy, hogy az egyik legaktuális kérdést, a karbonsemlegesség elérését is figyelembe vesszük. Diplomamunkámban kitérek arra, hogy ezen épületek mekkora mennyiségű energiát emésztenek fel, ami azért is fontos mert ezt az energiát elő kell

állítani, meg kell termelni és ezt úgy kell tenni, hogy „megvalósuljon az egyensúly a kibocsátott szén-dioxid, illetve a légkörből kivont és szénnyelőkben tárolt szén-dioxid mennyisége között” (Európai Parlament, 2019) a gyermekeink és a közös fenntartható jövőnk érdekében. 195 ország és az Európai Unió is aláírta a Párizsi megállapodást, melyben vállalják, hogy 2050-ig karbonsemlegessé teszik országainkat. Ehhez egy ekkora épületállomány sem kerülheti el, hogy előbb vagy utóbb energiahatékony működésre váltson, és az energiahatékony megoldás ne a templom nyitvatartásában, a hívek távolmaradásában vagy az extra öltözékekben merüljön ki. Céлом egy olyan dokumentum összeállítása amely rámutat arra, hogy a templom épületek energiafogyasztását, üzemeltetési és karbantartási rendszerének felülvizsgálatának szükségességét megfogalmazza, a lehetséges fűtési rendszereket és kiválasztásuk módját bemutassa és ezáltal a belső megfelelő mikroklíma állapot kialakítását elősegítse mindamellett, hogy egy olyan „eszközlistát” fogalmazzak meg mely a tulajdonost, fenntartót segíti az állagmegóvás mellett a kedvezőbb belső klíma kialakításában.

1.2. ÁTTEKINTÉS

Szeretnék kitékinteni az egyházak tulajdonában és üzemeltetésében lévő épületállomány mennyiségére, hogy érzékeltessem a templom épületek csak egy – feltételezhetően kisebb – része azoknak az ingatlanoknak melyekben célzottan foglalkozni kellene az energiagazdálkodással, hatékonyság növeléssel.

Magyarországon több vallási felekezet is jelen van, mint például római katolikus, görög katolikus, református, evangélikus és így sorolhatnám tovább, de az említett közösségek alkotják a vallást gyakorló Magyarországon élő emberek jelentős százalékát. 2011. évben végzett népszámlálás – 2022. évben készülről még nincs adat vallást érintően – szerint a magyarországi lakosság 53%-a, azaz 5,4 millió fő vallotta magát valamely felekezethez tartozónak (KSH, 2014). A vallásukat valójában gyakorló és rendszeresen templomba járó emberek létszámáról nem áll rendelkezésemre pontos adat.

A római katolikus egyház 12 egyházmegyéből áll (*1. ábra*), a görögkatolikus három, a református négy egyházkerületre és az evangélikus pedig szintén három egyházmegyére osztja Magyarország területét. (Wikipédia)

Összes magyarországi templomépületre vonatkozó pontos adatot nem találtam. A katolikus egyházkerületeken belül espereskerületekre és plébániákra oszthatók a területek. Plébániák száma a római katolikus egyházban becsléseim – az egyházmegyék internetes oldalaira támaszkodva – szerint 2000 körüli nagyságrendűek. Ezekon kívül vannak római

katolikus vallást gyakorló női és férfi szerzetesrendek, akik saját templommal és rendházakkal, kolostorokkal rendelkeznek, melyek száma összesen 68 darab. (katolikus.hu)



1. ábra – Magyarország katolikus egyházmegyéi (Wikipédia, 2008)

Van némi átfedés az egyes római katolikus vallást gyakorló egyházközösségek között, de ezektől most szeretnék az egyszerűség kedvéért eltekinteni. Egy másik megközelítési mód alapján, miszerint a KSH (Központi Statisztikai Hivatal) által közölt adatok szerint ma Magyarországon 3155 darab település van, feltételezhetően legalább ennyi, de inkább több templomépülettel biztosan számolhatunk, hiszen 3155-ből Budapest egy település, ahol tudjuk – az Esztergom-Budapest Főegyházmegye weboldaláról –, hogy a Budai- és Pesti-Espereskerületekben csak 86 darab római katolikus plébánia van ami biztosan – egy-kettő kivétellel például repülőtéri lelkeszség – rendelkezik templom épülettel. Az országot járva azt is látjuk, hogy több település is van ahol nem egy vagy kettő templom épület áll a különböző vallásoknak köszönhetően. Bármennyire is szeretnék egzakt számokkal számolni jelen dolgozatomban, becsléseket fogok tudni tenni pontos adatok hiányában, ugyanakkor a nagyságrendek ezek alapján is érzékelhetők lesznek.

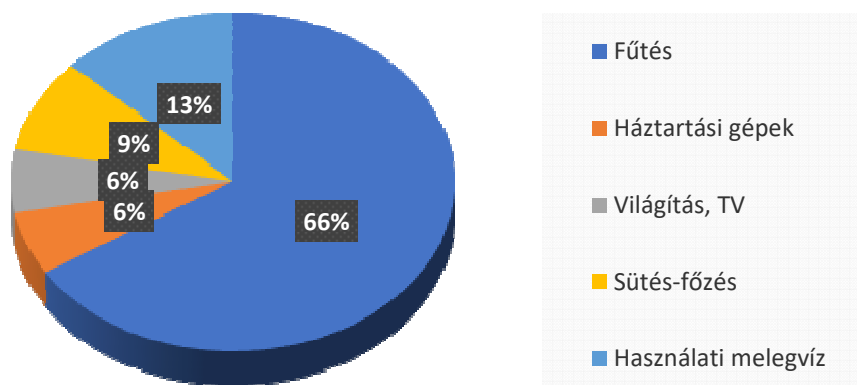
2. IRODALOM ELEMZÉS

2.1. ENERGIAFELHASZNÁLÁS, -HATÉKONYSÁG, VESZTESÉGFELTÁRÁS ÉS

ENERGIAMENEDZSMENT

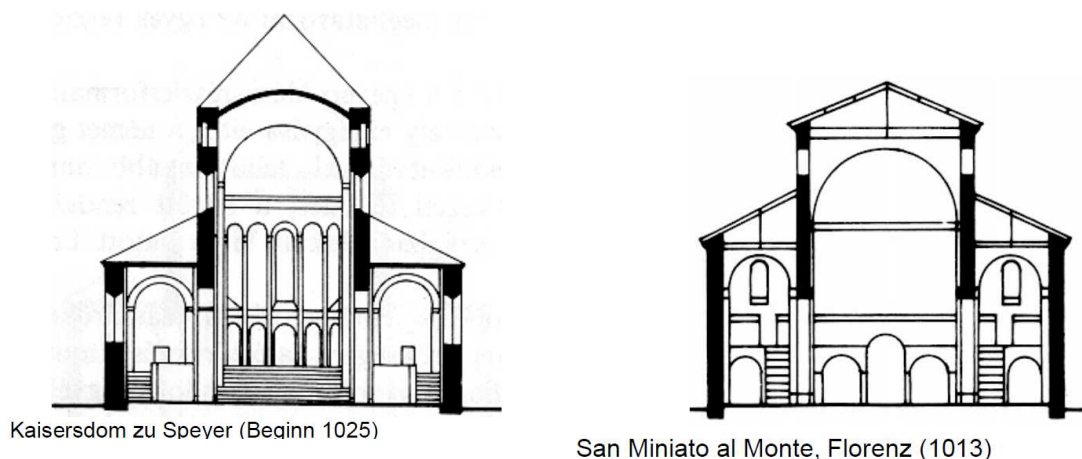
Az épületek energiafelhasználása rendkívül magas a világ számos területén, nincs ez másként hazánkban sem, mára már mindennapi témává vált a klímaváltozásra, a világgazdaságra gyakorolt hatása. Elsősorban környezetvédelmi szempontok miatt fontos a káros terhelőanyag-kibocsátás radikális csökkentésére fókuszálnunk amellyel, hogy

felelősen gondolkodunk legfőképp a gyermekeink jövőjének érdekében. Így az energetika területén dolgozó szakembereknek nem szabad szem elől téveszteni az egyik legfontosabb célt, a fenntartható fejlődést. Ehhez pedig az épületek tervezésekor és a felújítások esetében is tisztában kell lennünk azokkal az arányokkal melyek az épületek energiafelhasználására jellemző hazánkban. (2. ábra)



2. ábra – Magyarország háztartásainak átlagos energiafelhasználása (Molnár, 2017. nyomán)

A történelmi épületek építésének idejében nem volt szó még épületenergetikai kérdésekről, ezek figyelembevételéről, hiszen sok esetben nem is volt igény fűtésre úgy ahogy lehetőség sem. A népi és hagyományos építészetben főként a földrajzi fekvésnek megfelelő tájjeleg figyelhető meg, mint például a tető meredek hajlásszöge – túlzott mértékű hőterhelés megelőzése. (3. és 4. ábra)



3. és 4. ábra – Speyeri dóm (Németország) és San Miniato al Monte (Olaszország) különböző tetőhajlásszögét mutatja

Energetikai kihívások nem csak az épületek jellegéből, az építés korából vagy az építési anyagból, hanem az elhelyezkedésből és az emberi komfortigényekből is adódhatnak. A két

utóbbi esetre reagálva a sűrűn lakott, beépített területeken – városokban – ahol hőcsapdák alakulnak ki jelentősen magasabb hőmérsékletekkel kell számolni a külterületekkel, városoktól távoli, vidéki területekkel szemben. A technológiai fejlődéssel együtt az emberi komfortigény is emelkedett, több klímaberendezés, több gépjármű-használat és így sorolhatnánk tovább azokat a dolgokat melyek „támogatják” a klímaválság kialakulását, de ennél bővebben nem fejteném ki most ezt a területet hiszen ez nem témája a jelenlegi dolgozatomnak. Ugyanakkor a növekvő komfortigény a templomokban is megjelent és foglalkoznunk kell vele.

Amit szeretnék ezek kapcsán mindenképp részletesebben átnézni, elemezni azok az energiahatékonysági szabályozások, hiszen az előbbieken leírt események egyik eredménye kapcsán születtek. (Molnár, 2017) Az épületek energiahatékonyságáról szóló Európai Unió irányelv (2010/31/EU) – módosítása a (EU) 2018/844 irányelv – és az energiahatékonyságról szóló irányelv (EU) 2018/2002 együtt hivatott biztosítani, hogy minden Európai Unió tagállam 2050-ig energiahatékony és dekarbonizált épületállománnyal rendelkezzen. A Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) internetes oldalán találunk listát azokról az érvényben lévő jogszabályokról melyek energiahatékonysági kérdésekben mérvadóak, iránymutatóak és legfőképp kötelező érvényűek bizonyos esetekben. Műemléki épületekre Korm. rendeletben (176/2008. (VI.30.)) találunk olyan előírást – eladás vagy bérbeadás esetén energetikai tanúsítás készítése – melyet alkalmazni szükséges, ugyanakkor kivételként szerepelnek a hitéleti célra használt épületek. Ezek alapján elmondható, hogy jelenleg jogi szabályozás miatt biztosan nem szükséges bármiféle energiahatékonysági beruházást elvégezni a templom épületeken Magyarországon.

Az Anglikán Egyház (The Church of England) 2020-ban kidolgozott egy szabályzatot egyházaik számára melyben segítséget nyújtanak, tanácsokat adnak azzal kapcsolatban, hogy hogyan tudják a net-zero állapot elérését elősegíteni a templomokat fenntartó plébániáknak. Ez egy több részből álló útmutató, ahol kitérnek a fűtési rendszerekkel, napelemmel, elektromos autó töltőpont kiépítéssel, biomassza általi melegvíz előállítással, templom külső (homlokzati) és belső világítás korszerűsítéssel kapcsolatos tudnivalókra, fontosabb kérdésekre. Az útmutató része egy praktikus lépéseket tartalmazó lista, ahol a karbantartás alapjaitól kezdik, onnan, hogy az ereszcsontrák folyamatos tisztítása segít elkerülni az átnedvesedő falakat amiket folyamatos fűtés hiányában lehetetlen kiszárítani. (Archbishop Council, 2020) Egy ehhez hasonló útmutató rendkívül jó segédlet lehetne a magyarországi plébániák számára is ahol nincs feltétlen külső – vagy szervezeten belüli –

mérnök tanácsadó aki folyamatosan odafigyelne az épület fogyasztási adataira, esetleg nincs forrás és lehetőség azonnali beavatkozásra.

Az elmúlt években felújításra került épületek – legjobb tudomásom szerint – az esetek nagy többségében kormány általi támogatási forrásból tudtak csak teljeskörűen megújulni így az ilyen jellegű igényeket már a támogatási összeg meghatározásakor fel kellene vetni – bele kellene kalkulálni – és a beruházás alatt előtérbe helyezni. Fontosnak tartom megemlíteni, hogy a jelenleg kidolgozás alatt álló építésügyet érintő, alapjaiban meghatározó törvények alkalmazása alól nem szabadna kivenni azokat az egyházi épületeket melyek felújítása összetett mérnöki munkát, beruházás lebonyolítót igényelnek. Nincs olyan műemlék templom épület, ahol nem kerül elő művészettörténész, restaurátor egy felújítás kapcsán. Szükség lenne a különböző szakterületek alapos és átgondolt összefogására, az energetikai mérnök, az építész, a szigeteléstechológus, restaurátorok és további szakági feladatokat igénylő tervezők, szakértők jól összehangolt munkájára ahhoz, hogy a lehető legtöbb szempont érvényesülni tudjon, ami meghatározó lehet egy százéves épület következő száz évére a jövőben. Tapasztalataim szerint erősebbek az örökségvédelmi szempontok a műemlék épületek esetében az energiahatékonysági, fenntarthatósági szempontokkal szemben a mai napon. Ez természetesen részben rendben is van mivel fontos védenünk ezeket az épületeket sok esetben még magától a használatjától is, ugyanakkor össze kellene hangolni ezen beruházásokban az örökségvédelmi értékek védelmét az energia felhasználás gazdasági és környezetvédelmi célkitűzéseivel is, hiszen ezek az épületek a nagy légtérnek, óriási belmagasságnak és a korszerűtlen, gazdaságtalan, sok esetben már elavult rendszereknek köszönhetően nagy mennyiségű energiát igényelnek, amik jelenleg főként fűtési rendszerek táplálásához szükséges. Egy energiahatékonyságot célzó beruházás egyben lehetne örökségvédelmi értéket védő beruházás is, szabályozott, jól működő, megújuló energiaforráson alapuló kedvező belső mikroklímát biztosító rendszerrel.

Az energiahatékonyságról szóló 2015. évi LVII. törvény energetikai felülvizsgálatát írja elő a fűtési és légkondicionáló rendszereknek amennyiben azok 70 kW-nál nagyobb effektív névleges teljesítményűek. Több olyan kitétel szerepel a törvényben, amely ezen rendszerek felülvizsgálatát nem tartja szükségesnek, ezeket nem részletezném hiszen a Nemzeti Jogszabálytárban bárki számára ingyenesen elérhetőek. Ugyanakkor egy felülvizsgálat vagy audit nem csak azért szükséges, mert azt egy jogszabály írja elő. Egy energetikai veszteségfeltárás során mindenképpen a jobbíthatóságra törekszünk, elemezni kell „milyen korszerűsítésekkel, energiahatékonyság növelő intézkedésekkel csökkenthető

energiafelhasználásuk, üzemeltetési költségük” (Dr. Zsebik, 2017). Természetesen megfelelő szakértelemmel rendelkező mérnök közreműködése szükséges egy ilyen veszteségfeltáráshoz, ismerni kell a korszerű technológiákat, az épülethez alkalmas rendszereket, energiatakarékos megoldásokat, eszközöket, berendezéseket melyeket műszaki, gazdasági és környezetvédelmi szempontok együttes alkalmazása alapján tud javasolni.

Ahogy dr. Zsebik Albin fogalmaz az Energiagazdálkodás című szakmai lapban, „Az lenne azonban jó, ha a vállalatok nem kötelezettségüket látnák benne és az auditoroktól a veszteségfeltárást keretében minimális díjért a minimumkövetelmények teljesítését kérnék, hanem az érdeküket felismerve az auditorokat a minél nagyobb energia- és költségmegtakarítás lehetőségének feltárására ösztönöznék.” (Dr. Zsebik, 2017) Ezt a részt azért tartottam fontosnak szóról szóra idézni, mert alapjaiban megegyezik az energetika, energiahatékonysági, fenntarthatóság területén megfogalmazott gondolataimmal, miszerint nem azért kell bármit is tennünk mert azt jogi környezet szabályozza vagy nem a minimumra törekvés kell legyen a célunk hiszen hosszútávon a gyermekeink és unokáink jövőjének, életének minősége az ami miatt elsősorban cselekednünk kell.

Az energiafelhasználás csökkentése szükséges az egyházi létesítmények esetében is a lakossági ingatlanokhoz hasonlóan klímavédelmi okok miatt, ehhez azonban az emberiség alapvető berögzült szokásait is fontos lenne változtatni. Az elmúlt időszakban eluralkodó energiaválság okozta energiaárak drasztikus emelkedése nagymértékben hozzájárult, – rákényszerültek az egyházak is arra –, hogy foglalkozzanak az üzemeltetési költségekkel, azok csökkentésére tett intézkedések kidolgozásával. Ugyanakkor a havi kiadások csökkentése hosszú távon nem a spórolással kezdődnek, nem az alacsonyabb hőmérséklet kialakításával és a több ruha felvételével. A templomokban összegyűlő emberek számát nagymértékben befolyásolja a kialakuló hőkomfort, ha kevés ember érkezik a misére kevesebb perselypénz lesz így lehet, hogy kevesebb lett a kiadás, de a bevétel is annak ellenére, hogy az energiafelhasználás mértéke nem feltétlen csökkent. Ezért is fontos rendszerben gondolkodni, összefüggéseiben foglalkozni az energiamenedzsment kérdéseivel. Hiszen amikor energiamenedzsmentről beszélünk akkor egy olyan megoldásban, rendszerben gondolkodunk, ami segít a nagyobb energiahatékonyság elérésében, az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésében és az energiával kapcsolatos kiadások csökkentésében egyaránt. Az energiamenedzsment egy gyűjtő fogalom, folyamatok, technikák és tevékenységek összessége, segítségükkel nagyobb hatékonyság érhető el az energiafelhasználás területén, ezáltal csökkennek a költségek a

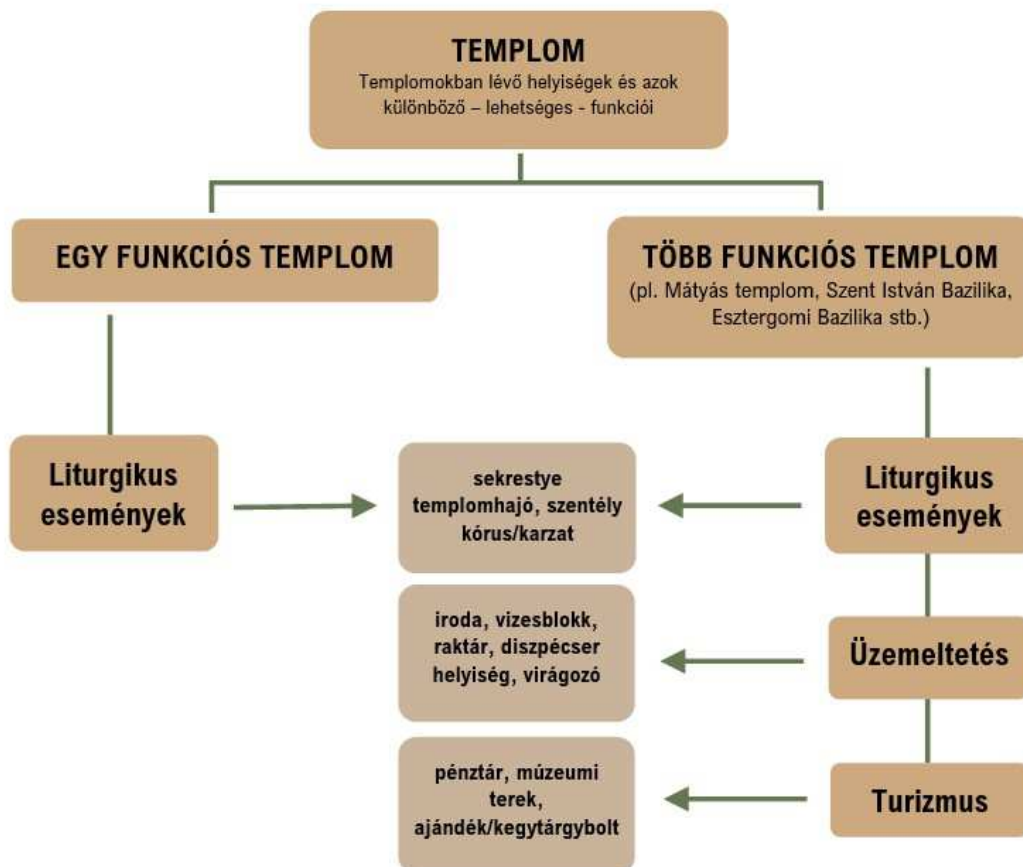
szén-dioxid kibocsátás és a kockázat (Diófási, ismeretlen). Az energiamenedzsment célja optimális, azaz leghatékonyabb kihasználása a rendelkezésre álló erőforrásoknak. Az energiamenedzsment fő szintjei: mérés, rögzítés (pontos idősoros), intézkedések fogyasztás csökkentésére és az egyéb befolyásoló szempontok figyelembevétele. (Csipkés et al., 2018) Nem túl bonyolult lépések ezek, viszont kellő körültekintést és odafigyelést igényelnek, amik hosszútávon biztosan megtérülnek.

2.2. ENERGETIKAI KORSZERŰSÍTÉS, KOMFORTIGÉNYEK ZÁRT TEREKBEN

Manapság a templomok építési száma jelentősen kevesebb a több száz évvel ezelőtti építkezésekhez képest, ennek okán a meglévő akár több százéves épületállomány vizsgálatával kell elsősorban foglalkozni. Szakirodalom keresése közben rá kellett jönnöm, hogy nagyon kevés, sőt inkább egyáltalán nem lehet találni olyan irodalmat amelyben ilyen jellegű épületeket vizsgálna bárki energetika vagy komfortérzet szempontjából, feltételezhetően nem tartották fontos kérdésnek a rövid tartózkodási idő miatt. Ez a rövid tartózkodási idő igaz az egy funkciós templom épületekre, de vannak olyan templom épületeink ahol már több funkcionális igény is megjelenik és tartósan jelen vannak napi 8-10 órában, mint egy munkahelyen. (5. ábra)

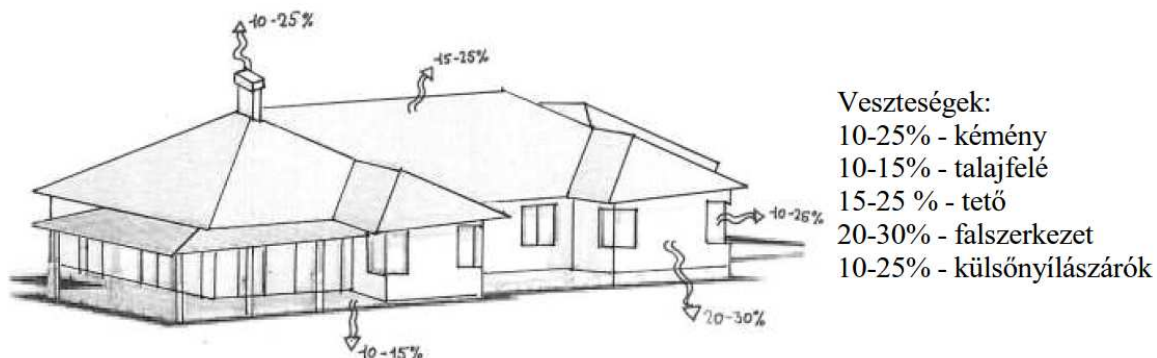
Ugyan az egy funkciós templomok esetében a rövid tartózkodási idő lehet akár 2-3 óra is egy szertartás – mise/istentisztelet, esküvő, keresztelő és így tovább. – előtt, alatt és után a misét tartó pap, sekrestyés, ministránsok részére. Ők javarészt a templomhajóban és a sekrestyében töltik az idejüket. Ezeken a területeken kívül érzékeny lehet még a hideg téli időszakban főként a karzaton eltöltött hosszabb idő az orgonán játszó személynek és a kórusnak, akik nem csak a szertartás idején tartózkodhatnak ezen a területen. Ezért nem elhanyagolható az egy funkciós templomok vizsgálata sem, melyre egy külön pontban – az irodalomelemzésen túl – még vissza fogok térni.

Energetikai felújítás, korszerűsítés esetén az első, ami felmerül az az, hogy készüljön el a termikus burok javítása, azaz a külső homlokzati hőszigetelés, cseréljük ki a nyílászárót, illetve ha még belefér a költségvetésbe nézzük meg a fűtésrendszert is, hátha lehet egy újabb, korszerűbb rendszerre cserélni. Ezeket a megoldásokat egy műemléki épület esetében szinte teljes mértékben el lehet vetni az örökségvédelmi jogszabályok következtében.



5. ábra – Templomokban elvárt, lehetséges funkcionális igények és helyiségek

Hagyományos móddal épült családi házak esetében, ha épületenergetikáról beszélünk akkor az alapgondolat szinte minden esetben onnan indul, hogy energia-mérlegegyenlet és páramérleg, nyereségek és veszteségek felírása, hőveszteség helyek meghatározása. (Jurásek, 2016) (6. ábra)

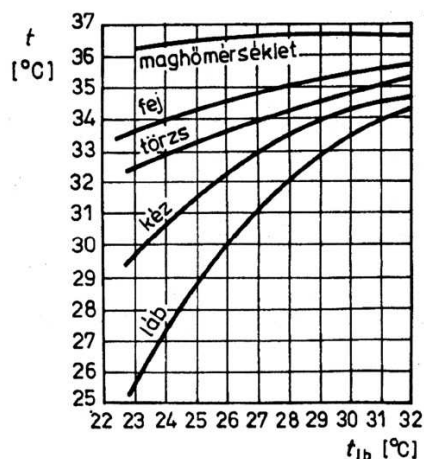


6. ábra – Energiaveszteségek megoszlása hagyományos építési móddal épített családi háznál (Molnár, 2023)

Templom épület esetében a veszteségek megoszlása egészen hasonló lehet, azzal a kivétellel, hogy kéménnyel nem igen kell számolnunk így az arányok eltolódnak.

Ugyanakkor a többi épületszerkezet – fal, padló, nyílászáró, tető – ugyanúgy meg van, bár feltételezhetően más arányokkal jelenik meg. Abban viszont egészen más a helyzet, hogy ezeket a veszteségeket nem tudjuk a családi házzal azonos módon leküzdeni, ezért is beszélünk jóval bonyolultabb helyzetről mikor egy műemlék épületet szeretnénk korunk igényeinek megfeleltetni (nem csak templom épületre gondolva).

Szakirodalom után kutatva találtam rá dr. Kalmár Ferenc doktori cím elnyeréséhez készített értekezésére, melyben az optimális lokális mikroklíma kialakítását vizsgálta épületekben. Kutatásában leírja, hogy ha egy zárt tér minden részében ki is tudnánk alakítani teljesen azonos környezeti paramétereket akkor sem lenne mindenkinek komfortos, mivel minden egyénnek eltérő az igénye, mely igényt több különböző paraméter is befolyásolja. Ezek a paraméterek a következők lehetnek: az emberek kora, neme, társadalmi helyzete, származása, fizikai kondíciója, egészségi állapota. (Dr. Kalmár, 2017) Itt kell leszögezni, hogy nem is célunk minden egyén igényének maximális kielégítése egy-két óra intervallumra, a templomban a rövid ott tartózkodás miatt a kellemes hőérzet kialakítását úgy kell megoldanunk, hogy az emberek ha bemennek a téli időszakban sem veszik le a kabátot, így azokra a területekre kell fókuszálnunk ahonnan mondhatni a legjobban tudunk fájni, mint például láb, kéz, derék. A több funkciós templomok esetében természetesen vannak olyan helyiségek, ahol az előbbieken leírtak nem igazak – üzemeltetést szolgáló vagy turizmushoz kapcsolódó terek – ahol a dolgozók akár egész nap helyhez kötötten tartózkodnak. Ezekben a terekben egy irodai környezetben, más munkahelyen is elvárt komfortigények fogalmazódnak meg, ezáltal olyan gépészeti rendszerek is megjelenhetnek – például szellőzés – melyeknek plusz energiaigénye van.



6. ábra – Bőrhőmérsékletek értékei sugárzó és konvektív fűtés esetén a léghőmérséklet függvényében (Bradtke és Liese, 1952)

2.3. FŰTÉSI RENDSZEREK MŰLTJA ÉS JELENE A TEMPLOMOKBAN

Fűtési rendszerek vizsgálatakor az első kérdés általában, hogy mit és miért kell fűteni. Elsősorban a válasz, komfort kielégítése és a veszteségek fedezése a célja a fűtésnek. Ott kell fűtenünk, ahol a hőveszteséget kell pótolni, ahol olyan hőmérsékletet szeretnénk elérni ami magasabb a környezeti hőmérsékletnél. Egyszerűbben megfogalmazva a fűtés oka, hogy a téli időszakban is alkalmassá kell tennünk a zárt tereket emberi tartózkodásra, azaz a fűtött helyiségünket függetleníteni kell az időjárás körülményektől. A fűtőberendezésekkel kapcsolatban minden esetben vannak alapelvárások – nincs ez máshogy a közösségek által használt épületekben, terekben sem –, fontos, hogy ne rontsa a helyiség levegőjét, ne keletkezzenek káros porok – ez a templomok esetében különösen fontos az orgona működésének szempontjából –, gőzök, gázok és ne ébredjenek zajok, ami szintén rendkívül fontos egy liturgikus szertartás vagy hangverseny, orgona játék közben. Templomok esetében a fűtőtesteknél nem az esztétikum a legmegfelelőbb szó a megjelenésre, hiszen inkább azt szeretnénk, hogy egyáltalán ne jelenjen meg fűtőtest, ami zavaró a belső térben. Jelenleg talán a legfontosabb tényezőnek érezzük a fűtéssel kapcsolatban, hogy minél kevesebb energiát használjon el, legyen gazdaságos vele és itt tenném hozzá, hogy lehetőség szerint ez az energia megújuló energiaforrásból származzon. (Barna et al., 2001) Az Épületgépészet 2000 című szakkönyvsorozatban a szerzők már a 2000-es évek elején feladatként – igaz utolsó körben – említik a fűtéssel kapcsolatban a környezetvédelmet. Azóta eltelt ugyan 22-23 év, apróbb lépéseket tettünk már ezzel kapcsolatban, de még mindig „nem ébredtek fel az emberek”, még mindig nem veszik kellően komolyan a jelenleg fennálló problémákat, sokat beszélünk róla, a marketinges szakemberek is előszeretettel használják már, de még mindig rendkívül sok az ún. greenwashing. („Magyarul zöldre mosás vagy zöldre festés az a reklámstratégia, amikor egy cég környezetbarátnak tette magát vagy egy termékét. A cég azt az illúziót kelti, hogy az adott termék előállítása és használata nem árt a környezetnek, ugyanakkor ez nem így van.” Forrás: lexiq.hu)

Ebben a fejezetben valójában a templomok fűtési rendszereiről szerettem volna szakirodalmi elemzést készíteni, de sajnos ebben a témában elég általános irodalmat találtam csak vagy pedig internetes felületeken a rengeteg padfűtést eladni kívánó cég igencsak rendszertelen vagy felületes leírását. A padfűtések kapcsán megjegyezném, hogy eddig minden padfűtés kialakítás esetében azt tapasztaltam, hogy nem kímélik a padokat, azokat sem amik feltételezhetően műemléki értéket képviselnek és egy értékleltár készítése

esetén biztosan vastagon kiemelt betűvel szerepelnének a dokumentációban, gondolkodás nélkül fúrják, faragják szét azokat a padokat is amik akár százéves múlttal is rendelkezhetnek.

2.3.1. A MÚLT

Szeretnék egy kicsit visszatekinteni a múltba a fűtési megoldások kapcsán, ezért diplomamunkám témájához kapcsolódóan ezt egy olyan szakirodalomból merítve teszem, melyben kifejezetten gyakorlati műemlékvédelemmel foglalkozik a szerző, mégpedig Déry Attila „Öt könyv a régi építészetéről” sorozatának ötödik részében kerülnek elő a különböző fűtési megoldások. A hagyományos fűtési módoktól indulva kiderül, hogy már Kr. e. 550 körül épült egy templom, az epheszoszi Artemisz templom ahol padlóba épített csatornákkal fűtöttek. Ezek alapján elmondhatjuk, hogy a padlófűtésnek igen régre visszatekintő múltja van, mégpedig a római köztársaság korának végétől terjedt el a meleglevegős padlófűtés, így ezek alapján nem mondhatjuk biztosan azt, hogy a templomokban sohasem fűtöttek. A fűtés ugyan szükséges volt, de nem volt kialakult módszer, úgy ahogy füstelvezetés sem. Idővel előkerültek a kandallók a 13. században először, majd a 14-15. században elterjedt széleskörben. A szakirodalom szerint Európa nyugati felében a nyílt tűzterű kandallók, míg Kelet-Európában a zárt tűzterű kályhák voltak jellemzők, amik először teljesen a falban később pedig a fal elé kerültek körülbelül a 15. századtól. Használatuk kényelmetlennek bizonyult, mivel sugárzó fűtésként csak a közvetlen környezetüket melegítették és azt is egyenetlenül. Magyarországon a török kor utánra a 18. és 19. századra datálják tipikus fűtőberendezésnek nevezett falazott és a kerámiaelemekből összeállított kályhákat. A kályhák formája kívül és belül egyaránt idővel változott, átalakult, finomodott. Szintén a 18. században megjelentek az öntöttvas kályhák, melyek előnye a gyors felfűtés volt, de csekély hőtartással és rossz hatásfokkal bírtak. Ezeket a kályhákat is a legkülönbözőbb módokon próbálták kedvezőbb hatásokkal felruházni, elhúzni a faltól, ólombetétekkel kibélelni, a fal tömegét hőtárolónak használni. Az egyszerű kályhákat előlről fűtötték, légszabályozó pedig az ajtó volt. A 18. század második felétől – a vasöntés elterjedésével – a vaskályhák különféle egyedi típusait készítették, mindenféle egyedi szabályozható vagy fix szellőzőnyílással, többféle hőtároló betéttel (homok, beton, kerámia), alsó vagy felső tüzelésű kialakítással. A könyvben szóba kerül még a központi fűtések különböző verziói – vizes, meleg vizes, forró vizes, gőzfűtés –, amiket inkább a kastélyokban használtak, de

az egyházi épületek esetében, mint például a kolostor épületekben tudom elképzelni, hogy előfordulhattak, ugyan én személy szerint nem találkoztam még velük. Központi fűtésekhez szorosan kapcsolódnak a hőleadó berendezések melyek a 19. században még az ún. „vízi kályhák”, lemezelt hengeres vízzel telt csövek voltak. Egészen az 1910-es évekig a radiátorokat nem mutatták meg, inkább vas kandallókat imitáló mintás dobozformába építették be őket, ezt követő években kerültek elő a látható öntöttvas tagos radiátorok. 1930-tól sajtolat, elektromosan hegesztett acéllemez radiátorokat kezdtek gyártani. A hagyományos és központi fűtések mellett a műemlék épületekben még a légfűtések voltak jellemzőek, amik egyenletes meleget és kellemes hőérzetet biztosítottak ugyanakkor gazdaságtalannak számítottak. Ahogy Déry Attila fogalmaz „történeti értelemben légfűtés a forró füstös és/vagy felmelegített levegős padló- vagy falfűtés.” Ezeknél a fűtéseknél a tüzelőhelyiséget a pincében helyezték el, a padlófűtés egy megemelt padlóval üzemelt, füst pedig az épület ellenkező oldalán vagy falba épített járatokon keresztül távozott az épületből. A központi fűtés elve a 12-13. században megjelent a templomokban is vélhetően inkább azokban az esetekben mikor a közvetlen az épülethez kapcsolódóan egy kolostor is megtalálható volt. A hatalmas templomterek kifűtése mindig is kihívás volt, kályhákkal és egyedi padlófűtésekkel próbálkoztak a 19. századig. A légfűtés volt az első, amire azt írják, hogy egyszerű és elfogadható megoldásként működött. A kazántér általában egy oldaltérből, melléképületből működött vagy a szentély alá kerülő helyiségből, ahonnan a kéményt többnyire a torony segítségével vezették ki. Bordás, öntöttvas kazánokat alkalmaztak, melyeket az 1900-as években kifejezetten „templomi” kazánnak neveztek. 20. század elején, ahol szükség volt állandó üzemű kazánra, azokban az épületekben a kazán hőjét szigetelt forróvíz- vagy gőzvezetékkel a templom alatti hőcserélőbe vezették. Az előbbi rendszerekről természetesen az említett könyvben sokkal részletesebb ismertetést lehet találni, mint amilyen mélyen én most ebben a fejezetben foglalkozom velük. Déry Attila a fűtéssel foglalkozó fejezet lezárásaként említi, hogy a gázkandallóknak – melyek tipikusan angol ihletésűek – a 20. század elején, a szecesszió virágzásakor volt egy rövid élete. Irodalomkutatás közben a Magyar Épületgépészet magazin egy 2019. évi számában pont egy ilyen gázkandalló képére bukkantam. (8. ábra) Ebből a gázkandallóból hat darabot ajándékozott a Budai Református Egyházközség az Épületgépészeti Múzeumnak. Ezek a fűtőberendezések Budapesten, a Szilágyi Dezső téren álló református templom belső terét tették komfortossá kb. az 1920-as évektől. Később átalakították őket, automatikával növelték

az üzemeltetés biztonságosságát és piezoelektromos szikrával tették gyújthatóvá az őrlángot. (Magyar Épületgépészet, 2019)



7. ábra – Közel 100 éves gázkandalló a 4 évvel ezelőtt megjelent Magyar Épületgépészet szaklapban (Forrás: megsz.hu)

2.3.2. A JELEN

Ahogy a fejezet első részének végén említettem a jelenleg templomokban alkalmazott fűtésekről kifejezett szakirodalmi cikk, könyv vagy publikáció nem jelent meg legjobb tudomásom szerint. Ugyanakkor internetes források alapján elmondható, hogy a legjellemzőbb fűtési mód jelenleg a padok ülőfelületének fűtése leginkább elektromos fűtőszálakkal, fűtőpárnákkal. Ezen kívül előfordulnak az előttünk helyezett padsor háttámlájára szerelt infra panelek vagy a padok aljára szerelt hőszugárzók is. Abban azonban minden hasonló rendszert kínáló cég egyetért, hogy ezek a legmegfelelőbb, leggazdaságosabb és leggyorsabban kivitelezhető fűtési módok a templomterekben.



8. ábra – „A templomok hidegek, a hívők melegen öltözve vesznek részt a misén. Jelölik a fűtött padokat, a fázósabbak odaülhetnek” (Forrás: teol.hu)

2.4. MŰTÁRGYKÖRNYEZETI ISMERETEK, IGÉNYEK

Először is tisztáznunk kell mi is a műtárgy, műkincs, mit értünk ezen fogalmak alatt. A hétköznapi nyelvben, ha ezeket a kifejezéseket halljuk egyből egy múzeumra vagy egy aukcióra gondolunk ahol láthatunk szép és nagyon értékes bútorokat, festményeket, vázákat és így tovább, melyeket a jogszabályok, és ezek nyomán a hatóságok „kulturális javaknak”, „kulturális tárgyaknak” neveznek. A 2001. évi LXIV. törvény, mely a kulturális örökség védelméről szól (továbbiakban: Örökségvédelmi törvény) a kulturális javakat a következőképp fogalmazza meg, „az élettelen és élő természet keletkezésének, fejlődésének, az emberiség, a magyar nemzet, Magyarország történelmének kiemelkedő és jellemző tárgyi, képi, hangrögzített, írásos emlékei és egyéb bizonyítékai – az ingatlanok kivételével –, valamint a művészeti alkotások.” A műtárgyfelügyelettel foglalkozó hivatalos internetes oldalon szereplő leírás alapján a műemlékké nyilvánított épületek ingó tartozékai is a védett tárgyak körébe tartoznak. Az egyházi intézmények leltárában – tulajdonában, birtokában – lévő tárgyak is meghatározott védelmet élveznek az Európai Unió szabályozás értelmében. (oroksegvedelem.kormany.hu)

A belső klíma, – azaz a hőmérséklet és páratartalom együttese – a födémek, falfelületek, a berendezések és a felszerelési tárgyak állapotát jelentős mértékben befolyásolja. A relatív páratartalom optimális értékét az emberek esetében 20-55% közötti értékben határozzák meg, a műtárgyak ettől jóval érzékenyebbek és szűkebb értékhatárok között óvhatók meg. (Káldi, 2004)

Templom épületekben leggyakrabban előforduló műtárgyak anyaga a fa, mint például templomi padok, sekrestye bútorok, karzat, szószék, oltárok, szobrok, orgonaszék, stallum és még sorolhatnám, de ugyanúgy találkozhatunk kőből készült elemekkel például keresztelőkút, szobrok, díszítőelemek és más védendő szerkezetekkel is. Vannak viszont olyan műtárgyak, melyek többféle anyagból készültek vagy olyan védett épületrészek, szerkezetek – például falképek, freskók – melyeket szintén védenünk kell a megfelelő környezet kialakításával.

A tárgyak megóvása alatt értjük a helyes tárolás, raktározás, tehát az anyag számára kedvező és egészséges körülmény kialakítását. Ezáltal a legtöbb károsodási folyamatot megelőzhetjük, természetesen azokat kivéve melyek emberi gondatlanságból vagy szándékos rongálásból keletkeznek. A műtárgy környezetén az azt körülvevő léghőmérsékletet, a fényt (és egyéb nem látható elektromágneses sugárzásokat), valamint az élőlényeket (növények, állatok, emberek), azaz az élettelen és élő környezeti tényezőket értjük együttesen, fogalmazta meg Járó Márta vegyész docens a „Múzeumi állományvédelmi füzetek” című kiadványában ahol a legfontosabb műtárgykörnyezeti paraméterek méréseit foglalta össze. A műtárgyakat alkotó anyagokra károsan hatnak a légkör nem megfelelő hőmérséklete, páratartalma, szennyezői, úgy ahogy a fénysugarak és az élő környezet is. Természetesen különböző módon reagálnak a műtárgyak anyaguktól függően a környezeti hatásokra, de legtöbb esetben a különféle károsodások együttesen lépnek fel. Ezek a károsodások megelőzhetők, ha megfelelő hőmérsékletet, páratartalmat és fényviszonyokat teremtünk és azokat meg is tartjuk térben és időben egyaránt. Ha egy tényezőt ezek közül megváltoztatunk, vagy külső behatás által megváltozik, az összes többi is eltolódik. A legfontosabb, hogy minden hirtelen változást kerülni kell, ami a helyiség klímáját befolyásolhatja. A megfelelő környezet kialakításához elengedhetetlen az épület alapos ismerete, csak ezt követően tudunk számukra megfelelő körülményt biztosítani. Mindenképpen mérnöki és restaurátori együtt gondolkodást igényelnek az ilyen feladatok. A templomok vastag falai lassú melegedést és lehűlést biztosíthatnak, így viszonylag állandósult környezeti értékek lehetnének abban az esetben, ha a nyílászárók is megfelelően betöltik szerepük. Ugyanakkor gyakori a falak nedvesedése ezekben az épületekben, amit akár légszárítással gondolhatnánk megoldani, de ezzel szinte felhúzzuk a nedvességet a falakba és még tovább rontunk a helyzeten. Mindenféle változtatás vagy beavatkozás előtt célszerű a klimatikus viszonyok mérése hosszabb időszakon keresztül, Járó Márta javaslata alapján akár hat hónapig.

A Műtárgyfelügyelet oldalán közzétett állagmegóvásra vonatkozó dokumentációkban szereplő táblázatok – melyeket később megtaláltam a Teleki László Alapítvány által 2017-ben kiadott „Útmutató épített és tárgyi örökségünk megóvásához” című kiadványában – nyomán készítettem egy javasolt műtárgykörnyezeti értékeket tartalmazó táblázatot az egyes képzőművészeti alkotásokra vonatkozóan, melyet az *1. számú táblázat* tartalmaz.

1. táblázat – javasolt műtárgykörnyezet

(Készült: Káldi – Várallyay (2004) nyomán)

Tárgy fajta	Megengedett határérték			Optimális érték		
	Hőmérséklet [°C]	Relatív páratart. RH [%]	Megvilágítás [lux]	Hőmérséklet [°C]	Relatív páratart. RH [%]	Megvilágítás [lux]
Fatárgyak	15-25	45-60	150-250	20±2	55±5	150
Festett fatárgyak	15-20	45-60	150-250	20±2	55±5	150
Fém-tárgyak	15-25	40 alatt	nem érzékeny	20±2	20±5	nem érzékeny
Festett fém-tárgyak	15-20	40-50	150-250	20±2	45±2	150-250
Jól kiégetett kerámia	15-30	30-35	nem érzékeny	20±2	45±5	nem érzékeny
Kiégetetlen vagy rosszul kiégetett kerámia	15-30	30-50	nem érzékeny	20±2	35±5	nem érzékeny
Festett kerámia	15-20	30-50	150-250	20±2	35±5	150
Festetlen kő	15-20	30-50	nem érzékeny	20±2	40±5	nem érzékeny
Festett kő	15-25	40-50	150-250	20±2	40±5	150
Könyv						
Papír	15-20	40-55	50-100	20±2	50±5	50
Bőr és pergamen	15-20	40-55	50-150	20±2	50±5	100
Festett bőr és pergamen	15-20	45-55	50-100	20±2	50±5	50
Textíliák	15-25	45-55	50-150	20±2	50±5	50
Üvegtárgyak	15-25	40-50	nem érzékeny	20±2	45±5	nem érzékeny
Vászonra festett olajkép	18-24	40-60	150-250	20±2	45±5	150
Falkép	15-25	40-60	150-250	20±2	45±5	150

A táblázatot látva megállapítható, hogy az **ideális hőmérséklet** a templomokban előforduló műtárgyak számára a **18-20 °C**, a **relatív páratartalom** pedig **45%** lenne. (Járó, ismeretlen) (*1. táblázat*)

2.4.1. NEM MEGFELELŐ KÖRNYEZET ESETÉN JELLEMZŐ KÁROSODÁSI FORMÁK

Minden műtárgy helyreállításához az adott tárgyhoz értő, megfelelő jogosultsággal rendelkező és miniszteri névjegyzékben szereplő restaurátor szakértő szükséges. A restaurálási munkát egy hosszabb előkészítő folyamat előzi meg, mely alatt több dokumentáció készítését, engedély beszerzését és kutatási munkát értünk. Ezek elvégzését követően szintén megfelelő szakértelemmel rendelkező személy végezheti a restaurálást, adott esetben akár egy másik helyszínre szállítva ezzel is a munka alatt szükséges körülményt biztosítva.

2. táblázat – jellemző károsodási formák (részlet)

(Készült: Káldi – Várallyay (2004) felhasználásával)

	Észlelhető hibák, károsodások	A hibák, károsodások lehetséges okai	A hibák, károsodások következményei
FA BERENDEZÉSEK, FATÁRGYAK	biológiai károsodás nyomai: elszíneződés, penészfoltok, gombafertőzés, aktív rovarfertőzés (apró lyukak, frissen kipergett faliszt)	A tárgy huzamosabb ideje nedves körülmények között áll. Nedvesedést okozhatja az épület egyes szerkezeteinek vizedése, a levegő magas relatív páratartalma , a tárgy gondatlan kezelése.	A fertőzés kiterjedhet az egész tárgyra – sőt a helyiség egyéb berendezéseit is veszélyeztetheti -, mechanikai tulajdonságait befolyásolhatja, esztétikailag pedig zavaró hatást kelt.
	Szerkezeti stabilitási probléma, a bútor mozog, recseg-ropog	A csapolások, illesztések, ragasztások meggyengültek, elengedtek. Gomba vagy rovarfertőzés miatt a faanyag állékonysága csökken.	Veszélyezteti a biztonságos használatot.
	Bizonyos részek töröttek, hiányosak, szálirányú repedések jelentek meg, az illesztések elváltak	A faanyag mozgásának következménye. A fában lévő vízmennyiség változásának következtében a	A szerkezet stabilitása meggyengülhet. Esztétikailag zavaró hatást kelt. Az eredeti részek leválhatnak, elveszhetnek.

	A furnérok leválnak a felületről, az intarzia egyes darabjai kipotyognak, a faragott rátétek elmozdulnak, hiányoznak. **	faanyag mozog - zsugorodik, duzzad – így a festékréteg leválik. A levegő hőmérséklete, relatív páratartalma meghatározza a fában lévő vízmennyiséget, így például hideg templom felfűtése – a faanyag gyors száradása – súlyosan károsítja a festést, fémszínezést. *Külső mechanikai hatás eredménye. ** A faanyag nedvesedése (nedves fal, szellőzetlen helyiség, csőtörés stb.)	A ragasztások elválhatnak, az eredeti darabok leeshetnek, elveszhetnek.
FA BERENDEZÉSEK, FATÁRGYAK	A festett felület feltáskásodik, leválik a hordozóról.		Esztétikai károsodás. A faanyag pusztulásának felgyorsulása.
	A két-három deszka alkotta táblás mennyezetkazetták szétválnak alkotóikra.		Esztétikai kár. A kazetták széteshetnek.
	A faberendezés egyes részei feltűnően sötétebbek, égésnyomok fedezhetőek fel rajtuk.	Tűzveszélyes fényforrás (gyertya, mécses stb.) használata túl közel a berendezéshez (oltárhoz, bútorhoz, szoborhoz.) Szakszerűtlenül felszerelt villanyvezetékek, világítótestek működtetése.	A szakszerűtlen világítóberendezések, túl közel helyezett gyertyák tüzet okozhatnak. Az elszíneződés esztétikailag ronthatja az összképet.
FALKÉPEK	Nedvesedési foltok, vízcseppek, esetleg csurgások láthatók a festett felületen.	Vízfoltok - a hordozó felület nedvesedése , Csurgások - az épület beázása vagy páralecsapódás .	Egyszeri vizesedés is nagy kárt okozhat a díszített falfelületen. A víz elősegíti az összes többi károsodási tényező megjelenését. Kedvezőtlen fizikai és kémiai folyamatokat indíthat el, ez a festékréteg leválását, megsemmisülését okozhatja.
FALKÉPEK	A festékréteg a vakolattal együtt vagy felületi pergések formájában leválik.	A hordozó felület nedvesedik. A helyiség páratartalmának változásából adódó nem megfelelő légköri	A festménynek nemcsak az esztétikai élvezhetősége csökken, hanem az idő múlásával maradandó károsodás is éri. A folyamatos, meg nem

		viszonyok. Statikai problémák, épület mozgása. (A falkép technikájától függően a festékréteg leválásának sokféle egyéb oka lehet.)	akadályozott pusztulás a falkép teljes megsemmisüléséhez vezethet.
FALKÉPEK	Só kivirágzás nyomai – foltszerűen megjelenő fehéres lepedék, esetleg körkörös csigavonalú rajzolatok – láthatók a festett felületen.	A hordozó felület – leggyakrabban a talajvíz felszívódása okozta – tartós nedvedesedésnek következménye. Megjelenését okozhatja a környezeti viszonyokban hirtelen beállt változás is.	Az egyik legveszélyesebb és legpusztítóbb „károkozó”. A sókristályok folyamatosan rombolják a festmény felületét. Kisebb kráterek formájában „robbantják” le a festékréteget, súlyosabb esetben már szemmel látható károkat okoznak. A probléma elhanyagolása a falkép teljes pusztulásához vezethet.
	Zöldes, esetleg nyálkás foltok – alga-, moha- zuzmótelepek – láthatók a felületen.	Biológiai, általában erős nedvedesedés okozta elváltozás következménye. Beltérben kialakulhat nem megfelelő világítástesttel való világítás, illetve közvetlen fényhatás miatt is. Ilyen esetben a zöldes foltok elsősorban a fény érte területeken vagy a világítóttestek körül fejlődnek ki.	Károsítók a táplálék megszerzése végett telepednek a falképre. Főlemésztk anyagát, rombolják a felületet. Gyökereikkel, tappancaikkal mélyre hatolnak be és a hordozó vakolatot is roncsolják. Fizikai kártétel mellett kémiai behatás is történik. Probléma elhanyagolása a festmény teljes pusztulásához vezethet.
	Szürkésfekete vagy egyre terjeszkedő rózsaszínes penészfoltok, illetve kicsi, barna, elszórt foltok láthatók a felületen	A gombafajták – így a penész – megtelepedését is legfőképpen a hordozó felület nedvedesése okozza. A kismértékű, barnásfekete, a felületből enyhén kidudorodó foltok rovarpeték, vagy a vakolatban található esetleges organikus anyagok nedvesség hatására történt	A szürkésfekete penészgombák, az esztétikai élvezhetőség befolyásolásán kívül, komoly felületi károkat is okoznak. A kisméretű barnás foltok – ha nem nedvedesedés következményeként jelennek meg – elsősorban esztétikailag zavaróak.

		„átszívódásai.”	
FALKÉPEK	A festett felületen kisebb-nagyobb, általában a festői formákat követő besötétedések, színváltozások láthatók, esetleg a festmény egész felülete besötétedett.	Elváltozásuk sokszor környezeti változásokra vezethető vissza amellet, hogy későbbi átfestések, restaurálások és kezelések nyomai is lehetnek.	Nagymértékben csökken a mű esztétikai élvezhetősége. A mű elveszíti díszítő funkcióját, képzőművészeti értékét.
	A felületen egységes szürke réteg, por látható	Por és egyéb légszennyező anyagok rakódhatnak a felületre.	A légköri változások következményeként (például nedvesedés, felmelegedés-lehűlés) olyan szennyeződési réteg alakulhat ki, amely negatívan befolyásolja az esztétikai megjelenést, és káros kémiai folyamatokat is elindíthat.

Előző táblázatban is látható, hogy a fa műtárgyakra, berendezésekre és szerkezetekre ugyanúgy, mint a falképekre is rendkívül nagy hatással van a légnedvesség. A levegő nedvességtartalma (páratartalma) a benne gázhalmazállapotban jelenlévő víztől származik. A levegőbe a nedvesség – mennyisége nagymértékben függ a hőmérséklettől – a következő módon kerülhet:

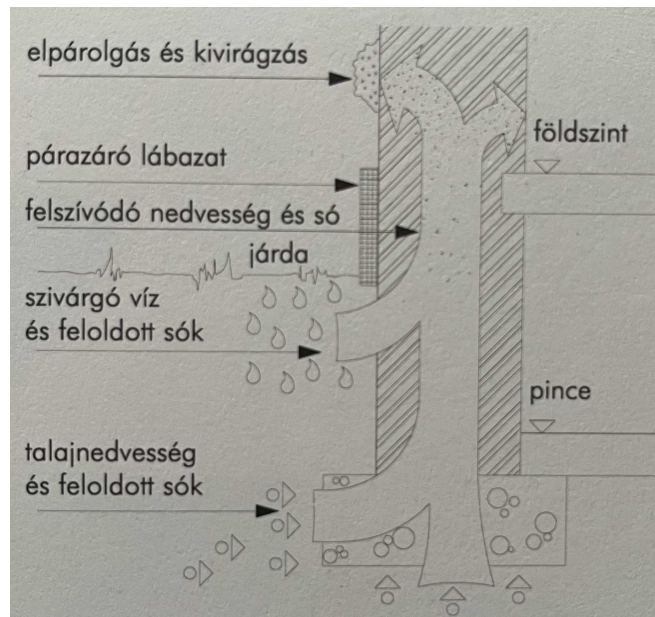
- kívülről (nyílászárókon keresztül bejutó pára),
- a falnedvesség elpárolgásból,
- látogatók által kilélegzett pára,
- takarítás során használt víz elpárolgásából. (Járó, ismeretlen)

A falba jutó nedvesség okának elsősorban a kapilláris felszálló nedvességet szoktuk említeni, ugyanakkor több olyan mechanizmus is van ami a fal nedvességtartalmát növelheti ezen túlmenően (Frössel, 2006):

- szivárgó- vagy lejtővíz megjelenése a földdel érintkező falakban,
- higroszkópos vízfelvétel,
- vízfelvétel kondenzáció és kapilláriskondenzáció során,
- falat áztató csapadékvíz, vagy hibás víz-szennyvíz cső a falban.

A szigetetlen vagy nem megfelelő szigetelésű falak vízzel érintkezve, a víznyomás vagy a kapilláris felszívódás következtében vízzel telítődnek. Ezt az esetet a falazat

beázásának nevezzük. Ha a szerkezet a nedvességet alulról kapja, az előzőhöz hasonlóan kapilláris felszívódás alakul ki és a víz a falban egyre magasabbra jut fel, ezt az esetet a falazat felázásának szoktuk hívni. Az elpárolgás lehetősége határozza meg a vízfelszívódás magasságát. Az elpárolgás hőmérséklet, a levegő nedvességtartalmának és a széljárásnak – levegő mozgásnak – a függvénye, ezáltal nyáron kevesebb télen pedig több a nedvesség a falban.



9. ábra – Felszívódó nedvesség a falakban (Bajza, 2006)

A kőből készült díszítőelemek, kőtagozatok és a templomterekben lévő kőelemek szintén érzékenyek a tartós nedvességre és a közvetlen fényhatásra, többféle elszíneződés, foltosodás alakulhat ki rajtuk a sókivirágzás és biológiai elváltozás következtében megtelepedő növények mellett.

Az előbbieken kívül kevésbé feltűnő módon, de fém tárgyak és szerkezetek is vannak, melyekre szintén erős hatást gyakorol a belső környezet minősége, a nedvesség és a légszennyező anyagok is. Talán az egyik legérzékenyebb anyagok a textíliákon kívül – 1. számú táblázatban is látható – a fém tárgyak (rácsok, korlátok, fűtőberendezések, épületdíszek, szobrok, nyílászárók szerkezetei, vasalatok, áldoztató tányérok, kelyhek, úrfelmutatók, ostyatartó dobozkák, fémkeresztek stb.), a felületükön kialakult védőrétegeket megbonthatják a nedvesség és a légszennyező anyagok együttes hatására kialakult savak és lúgok. Ezeken kívül nem szabad elfelejtenünk a különböző textíliákat sem, melyek főként a miseruhák értékes hímzésekkel, rátétekkel és anyagokból készültek.

Ahogy a felsorolásokból is látszódik rendkívül nagy mennyiségű védendő érték található ezekben az épületekben is, nem csak a múzeumokban és egyéb kiállítóterekben ahol most már többségében szabályozott körülmények között igyekeznek tárolni a hasonló kulturális örökségi értékeinket.

3. DIPLOMAMUNKA TÉMA FELDOLGOZÁSA

3.1. TEMPLOM ÉPÜLETEK ENERGIAFELHASZNÁLÁSA

Templomokban található energiafogyasztók a következő rendszerek lehetnek:

- elektromos dugaljak, világítás,
- harangvezérlés,
- hangosítás, elektromos orgona,
- fűtési rendszer(ek),
- riasztó.

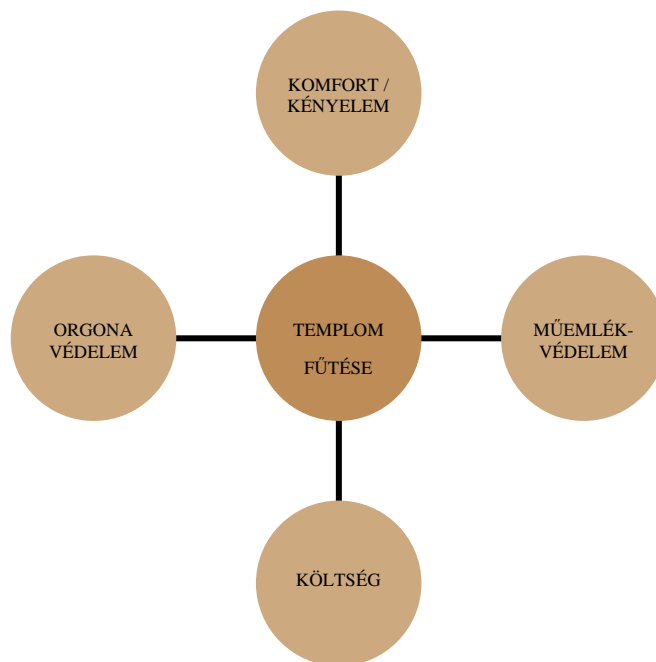
A többfunkciós templomokban ezek a rendszerek még kiegészülhetnek a következőkkel:

- gépészeti rendszerek (légtechnika – szellőzés, hűtés, melegvíz előállítás, szennyvíz átemelő stb.),
- beléptető, kamera rendszer, IT-hálózat, internet,
- szabályozás – épületfelügyeleti rendszer,
- tűzjelző,
- egyéb speciális rendszerek (például fűtőpatronos falszárító, mint például a Mátyás templom falaiban).

Dolgozatom írásakor két egyfunkciós templom adataihoz kaptam hozzáférést, ezeket volt lehetőségem bejárni. Mindkét épületben a legnagyobb fogyasztó a fűtési rendszer és a világítás, következő fejezetekben a fűtési rendszerek vizsgálatára és összehasonlítására fogok kitérni, mivel az irodalomelemzés részben is látható volt, hogy ezek határozzák meg a bent tartózkodó emberek komfortérzetét és befolyásolják a műtárgyak állapotát legnagyobb mértékben.

3.2. TEMPLOM ÉPÜLETEK FŰTÉSÉNEK CÉLJA ÉS KÖVETELMÉNYEI

Hétköznapi nyelven fogalmazva a templom épületekben lévő fűtés kialakításának egyik fő célja az, hogy ne fázzanak a bent tartózkodó emberek és az, hogy az értékes műtárgyaknak is megfelelő környezetet alakítsunk ki a téli időszakban. Szakmai nyelven is megfogalmazva a fűtés célja, hogy a zárt tereket hideg időben is emberi tartózkodásra alkalmassá tegyük, azaz függetlenítsük a meteorológiai körülményektől a fűtött helyiség hőmérsékletét (Barna et al., 2001) Az emberi tartózkodásra alkalmassá tétel mellett ugyanakkor a 2.4. pontban látható, hogy ugyanannyira, de még inkább fontos (lenne) a megfelelő klíma kialakítása a kulturális örökség védelmének szempontjából. Sok esetben az egyszeri beruházási költséget vagy a havi üzemeltetési költséget érezzük túlzott mértékűnek egy templom fűtési rendszerében gondolkodva, ugyanakkor ezek az összegek egy olyan templomban ahol rendkívül sok a páratartalomra, nedvességre érzékeny műtárgy ott a restaurálás költségéhez, időtartamához és annak megszervezéséhez képest eltörpülhet egy ilyen jellegű kiadás.



10. ábra – Templomfűtés szükségességének oka

A hőtermelő és a hőleadó berendezésekkel szemben különböző elvárásokat fogalmazhatunk meg a templom épületek esetében. Amennyiben a hőleadó, azaz a fűtőtest oldaláról nézem úgy a következő elvárásoknak kell megfeleljen a berendezés:

- ne rontsa a helyiség levegőjét,

- ne keletkezzenek káros porok, gőzök vagy gázok,
- ne legyen zajos,
- higiénikus, jól tisztítható legyen,
- ne keletkezzen zavaró légáramlás, huzatjelenség,
- és az egyik legfontosabb szempont egy műemléki épületben, hogy esztétikus kialakítású legyen vagy akár ne is látszódjon.

A felsorolásban szereplő első kettő elvárás, ami a belső levegő minőségére vonatkozik, azaz minden olyan nem termikus jellemzője a komfort terek levegőjének, ami az ember közérzetét befolyásolhatja. A harmadik kritérium, amely a fűtőtestre vonatkozik önmagában zavaró lehet egy monoton hanghatás formájában, ugyanakkor emellett a liturgiát teljesen élvezhetetlenné is teheti, ha nem halljuk az orgona hangját, a kórust vagy a misét celebráló pap mondanivalóját.

Mindezek mellett természetesen vannak elvárásaink magával az energiát előállító, hőtermelő berendezéssel is – ami nem a templomtérben jelenik meg, – hiszen szeretnénk ha gazdaságosan üzemeltethető lenne.

Mindezek mellett mikor egy új fűtési rendszer kialakításán vagy a régi cseréjén gondolkodunk, akkor olyan szempontok is előkerülnek, hogy a kiépítése mennyi munkával, pénzzel és nem utolsó sorban idővel jár. Végezetül semmiképp sem szeretnénk már elmenni amellett a szempont mellett, hogy plusz ponttal értékelhető egy rendszer ha megújuló energiaforrást használ, jelenleg nagyon fontos szempont lehet a hosszútávú jövőnkbe fektetve még ha ezt gazdasági oldalról nem is egyértelműen érezzük. Természetesen az egyes szempontok különböző súllyal szerepelnek minden templom esetében.

Minden templom épülethez kapcsolódó fűtési rendszer kialakítása egyedi, úgy ahogy két teljesen egyforma környezetben elhelyezkedő, egyforma kialakítású és azonos belső térrel vagy tartalommal rendelkező templom sincs, ezáltal nincs egy általános megoldás amit alkalmazni lehetne minden templom épület esetében. A hőtermelés és a hőelosztás módját és lehetőségeit az adott épülethez kell kialakítani minden esetben. Tervezés előtt a következő kérdésekre adott válaszokat kell figyelembe vennünk, megfontolnunk, hogy el tudjuk dönteni szükséges-e az adott templom épületbe fűtési rendszer kialakítása, írta a szerző egy 2014-ben készült németországi tanulmányában. (Scholz, 2014)

3. táblázat – Fűtési rendszer szükségességét segítő kérdések

(Készült: Scholz (2014) nyomán)

Miért van szükség a fűtésre?	Van e hőszigetelés a templomban bárhol? (nem műemlék épület esetén)
Az egész templomteret fel kell melegíteni?	Külső falak szigetelhetők?
Milyen követelmények vannak műemlékvédelmi szempontokat nézve?	Tető vagy a földém szigetelése kialakítható?
Elegendő, hogy az imádkozók „ne fagyjanak meg” a hideg időjárás esetén?	Lehet-e az ablakba hőszigetelt üveget beépíteni?
Hogyan használják a templomot?	Mennyire értékes a templom?
Hány órát használják hetente?	Műemlék épület?
Hány látogató érkezik a liturgikus eseményekre?	Vannak értékes festmények, falképek, szobrok vagy egyéb műtárgyak a belső térben?
	Van e templomban orgona, amennyiben igen rendelkezik e védelemmel?

Miután meghoztuk a döntést, hogy szükséges fűtési rendszer, kiválasztásakor több tényezőt is figyelembe kell venni:

- Milyen energia áll rendelkezésre? (fosszilis, megújuló vagy elektromos)
- Összekapcsolható-e a fűtési rendszere más épület fűtési rendszerével? (plébánia, közösségi ház, rendház, óvoda, iskola vagy egyéb egyház létesítmény)
- Templom belső terét fűteni kell-e? (főként a műtárgyak, értékes berendezések igénylik a közel állandó, stabil hőmérsékletet)
- Elég e ott fűteni, ahol az emberek ülnek, tartózkodnak?
- Milyen belső klímát szeretnénk elérni? (hőmérséklet és páratartalom meghatározása)

Már a fűtési rendszer megtervezésekor fontos figyelembe venni – és a megbízóban is tudatosítani –, hogy a kiépítést követően nagyon fontos a szabályozása a rendszernek. Szabályozni kell a hőmérsékletet, páratartalmat, az épület szellőzését az energiafogyasztás optimalizása érdekében.

3.3. OPTIMÁLIS HŐMÉRSÉKLET MEGHATÁROZÁSA

Műtárgyak számára optimális hőmérsékletet és páratartalmat tudjuk a 2.4. fejezetben lévő táblázatból. Ismétlésként „az **ideális hőmérséklet** a templomokban előforduló műtárgyak számára a **18-20 °C**, a **relatív páratartalom** pedig **45%** lenne.”

Az emberek számára megfelelő hőkomfortot a hőmérséklet, a nedvesség és a légmozgás határozza meg. A hőérzetet a levegő hőmérséklete, annak térbeli és időbeli eloszlása, a környező felületek közepes sugárzási hőmérséklete, a levegő relatív nedvességtartalma, illetve a vízgőz parciális nyomása, a levegő sebessége, az emberi test hőtermelése, hőleadása, hőszabályozása és ezeken kívül még a ruházat hőszigetelő képessége, párolgást befolyásoló hatásának összessége befolyásolja.

Az optimális hőmérséklet meghatározás egyik módja a Fanger diagramok segítségével történhet. „Fanger a hőegyensúlyi egyenlet alapján dolgozta ki a komfortdiagramokat, amelyek alkalmazhatók a belső környezet méretezésére hőérzeti szempontból.” (Dr. Kalmár, 2013) A diagramokban a zárt térben tartózkodók kora, neme és etnikai adottságai nincsenek figyelembe véve. Téli időszakban a templomterekben az emberek nem vetkőznek le, állandó fűtés hiányában ugyanabban a ruházatban ülnek le amiben az utcán sétálnak, azaz a ruházat hőszigetelő képességére vonatkozóan a 4. táblázatban megadott 1,5 clo értéket vehetjük figyelembe.

4. táblázat – Különböző ruházatokra vonatkozó adatok

(Forrás: Dr. Kalmár, 2017)

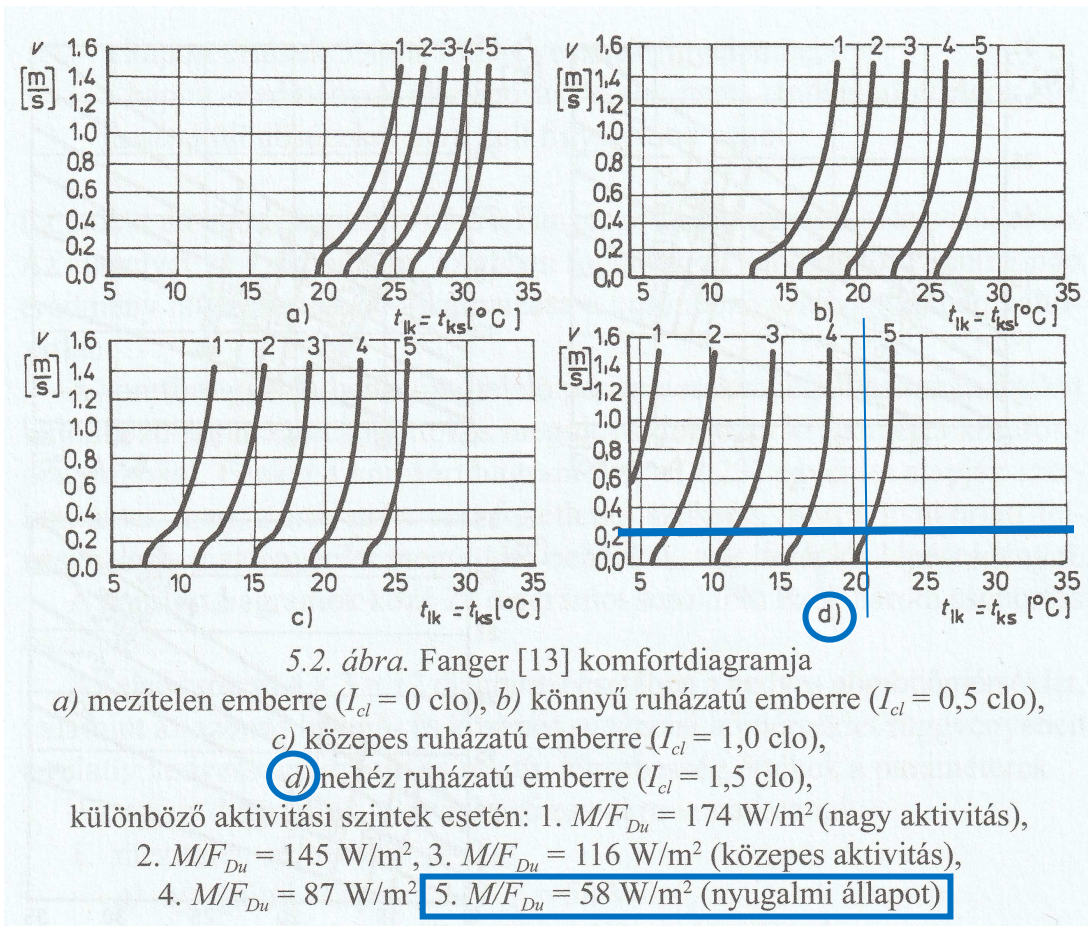
Ruházat	I _{cl}
Mezítelen	0
Short	0,1
Tipikus trópusi ruházat: sort, nyitott nyakú ing rövid ujjal, könnyű zokni és szandál	0,3-0,4
Könnyű nyári ruházat: hosszú szárú nadrág könnyű anyagból, nyitott nyakú ing, rövid ujjak	0,5
Könnyű munkaruha: sort, gyapjúzokni, pamut munkaing és munkanadrág	0,6
Tipikus üzletember-ruházat	1,0
Tipikus üzletember-ruházat + pamutkabát	1,5
Nehéz, tradicionális európai üzletember-ruházat: pamut alsónemű hosszú ujjakkal és szárral, ing, gyapjúzokni, cipő, öltöny, beleértve nadrágot,	1,5

kabátot és mellényt	
Könnyű sportöltözet: pamuting, nadrág, sort, zokni, cipő és szimpla viharkabát	0,9
Nehéz téli öltözet, igen hideg területeken (sarkvidék)	3-4

A műemléki templom épületek ablaka általában nem nyitható, ezáltal a nyári melegben is nehezen alakítható ki légmozgás természetes úton. Levegőmozgást leginkább a nem megfelelő fűtőtest megválasztásánál tapasztalhatunk ezekben a terekben – az egyfunkciós templom épületekben főként -, de tudjuk, hogy ezeket kerülni kell, mivel felkavarják a port, ami nem tesz jót a műtárgyaknak és az orgonának sem. Ezáltal a kellemes hőérzethez tartozó 0,2 m/s maximális értékkel számolhatunk, ahogy az ASHRAE (Amerikai Épületgépészek Szövetsége) 55:2004 szabvány rögzíti az ISO 7730-as szabványból átvéve. Nyugalmi állapotban a metabolikus hő, azaz az M/F_{DU} értéke 58 W/m². (Dr. Kalmár, 2017) A levegő ideális relatív páratartalmát 40 és 60 % közötti értékre szokták tenni, de mivel a műtárgyaknak ideális **relatív páratartalom a 45%**, ezáltal ezzel az értékkel fogok most számolni.

Ismert adatok összefoglalása:

Ruházat hőszigetelő képessége	I_{cl}	1,5	clo
Légáramlás sebessége	v	0,2	m/s
Relatív páratartalom	RH	45	%
Metabolikus hő	M/F_{DU}	58	W/m ²



11. ábra – Fanger komfortdiagramja (Forrás: Bánhidi, 2017)

4.1. MAGYARORSZÁGI EGY FUNKCIÓS TEMPLOMOK

4.1.1. ELEKTROMOS FOGYASZTÁSI ADATOK ELEMZÉSE

Kettő darab – számomra elérhető – magyarországi egy funkciós templom elektromos áram fogyasztását vizsgáltam meg az elmúlt időszakban. Mindkét templom Komárom-Esztergom megyében található, az egyik Tatán, a másik pedig Nyergesújfalun. A tatai kapucinus templom elektromos fogyasztási adatait 2022. október óta rögzítettem havi illetve heti rendszerességgel, melyekről a következő táblázatot készítettem. Ebben a táblázatban látható, hogy októberben kezdtem a méréseket, a téli időszakban folyamatos volt egészen márciusig, azaz a hivatalos fűtési szezonra végig rendelkezem fogyasztási adatokkal. A nyári időszakban természetesen kevesebb a fogyasztás, hiszen az elektromos padfűtések nem használják, ugyanakkor viszonylag sokáig kitolódik a használatuk. Az épület hőtehetetlenségéből adódóan lassan melegszenek fel a falak, sokáig tartják a hideget és ehhez a falakban jelen lévő nedvesség is erősen hozzájárul. A nyári melegben viszont

ezeknek a vastag falaknak is köszönhetjük, hogy úgy érezzük kellemes a hőmérséklet a templom belső terében.

5. táblázat – elhasznált elektromos áram mennyisége a tatai kapucinus templomban

(Forrás: saját leolvasás)

Leolvasás időpontja	Óraállás [kWh]	Előző leolvasás óta elhasznált mennyiség [kWh]	Havi fogyasztás [kWh]
2022.10.13.	30 980		
2022.11.15.	31 304	320	320
2022.12.13.	31 532	228	228
2023.01.10.	31 780	248	248
2023.02.07.	32 046	266	
2023.02.14.	32 121	75	341
2023.02.21.	32 198	77	
2023.02.28.	32 273	75	
2023.03.07.	32 372	99	
2023.03.14.	32 519	147	398
2023.03.21.	32 644	125	

Az 5. táblázatban látható, hogy októberben kezdtem a méréseket, a téli időszakban folyamatos volt, egészen március végéig rendelkezem fogyasztási adatokkal. A nyári időszakban természetesen kevesebb a fogyasztás, hiszen az elektromos padfűtéseket nem használják, ugyanakkor viszonylag sokáig kitolódik a használatuk. Az épület hőtehetetlenségéből adódóan lassan melegszenek fel a falak, sokáig tartják a hideget és ehhez a falakban jelen lévő nedvesség is erősen hozzájárul. A nyári melegben viszont ezeknek a vastag falaknak is köszönhetjük, hogy úgy érezzük kellemes a hőmérséklet a templom belső terében.

Ezek alapján a **havi villamos energia fogyasztás átlagát körülbelül 300-350 kWh, az éves 3600-4200 kWh** körüli értékkel veszem figyelembe.

A másik vizsgált templom a Nyergesújfalun található Szent Imre plébániához tartozó római katolikus templom. Itt nem rendszeres leolvasásokból dolgoztam, a havi számlákból szerettem volna kiindulni, de sajnos becsült adatokat diktáltak be havonta, viszont az éves

elszámoláshoz tartozó számlába a Plébános úr engedelmével betekintést nyertem. Az elszámolásból látható, hogy kettő darab mérőórával rendelkeznek, melyekből egyik a templom a másik pedig a sekrestye fogyasztását méri.

Itt szeretném megjegyezni, hogy az órák leolvasása nem egy nagy feladat, de mivel nincs „gazdája” a feladatnak, így marad a havi átlag amivel számolnak, viszont így nem derül ki, hogy mennyivel több a fogyasztás a hidegebb téli időszakokban és mennyi az ami az egyéb elektromos rendszerek áramfelvétele. Ugyanakkor a két külön órának és a 2022. évben drasztikusan megemelt áraknak köszönhetően kiderült, hogy igenis fontos foglalkozni azzal a kérdéssel, hogy milyen a fűtés az épületben. De ezt majd a következő pontban fogom kifejteni mikor az templom épületet ismertetem, most visszatérnék a fogyasztási adatokhoz.

6. táblázat – Templom és sekrestye éves elszámolás, villamos energia fogyasztás (Forrás: Szent Mihály Plébánia, Nyergesújfalu)

Elszámolási időszak	Induló mérőállás	Záró mérőállás	LM	Fogyasztás
2021.04.22. - 2022.04.20.	21 742	26 907	Leol	5 165 kWh
2021.09.14. - 2022.04.20.	0	4 576	Leol	4 576 kWh

A 6. táblázatban látható, hogy az első mérőóra szerinti éves villamos energia fogyasztás mennyisége 5165 kWh. A másik mérőóra – ami a sekrestyéhez tartozik – leolvasás alapján 4576 kWh fogyasztásra vonatkozó összeget számlázott le a szolgáltató a 2021. szeptember és 2022. április közötti időszakra, azaz nem egész évre időközi óracseré miatt. A sekrestye fűtése nem elhagyható, hiszen itt öltöznek a ministránsok, a misét vezető, celebráló pap, itt gyűlnek össze előtte és utána a rövidebb adminisztratív feladatok elvégzésére, szorosan a templom része ez a helység is. A 2021. évre nézve az éves fogyasztása a plébániának – a plébánia épület teljesen külön független ingatlan a templomon és sekrestyén kívül még – minimum 9741 kWh volt.

Előző adatok alapján számítva a templom havi átlagfogyasztása 430 kWh. A sekrestyében időközben megváltozott fűtési módnak köszönhetően 2022 év első felében, négy hónap alatt elhasznált elektromos áram körülbelül 2600 kWh volt, és az év második feléről sajnos már nincs adatom, ezért feltételezésem szerint átlag 100 kWh-val számolva nem tévedünk nagyot. Ezeket összesítve 2022-ben 3200 kWh még az mennyiség, amennyivel még ezt az

épületrészt el kellett látni. Egész évre és az egész épületre tekintve nagyjából 8300 kWh fogyasztással számolhatunk.

A kiszámolt, mért, leolvasott adatok alapján a két templom elektromos áram fogyasztása:

- Kapucinus templom, Tata - 3600-4200 kWh/év
- Szent Mihály templom, Nyergesújfalu - ~8300 kWh/év

Ezek alapján a következő számításaimhoz éves átlag 6000 kWh fogyasztást fogok figyelembe venni egy templomra vonatkozóan.

 15.1.1.44. Villamosenergia-ellátás

Év	Szolgáltatott villamosenergia, ezer kWh		Fogyasztók		Egy háztartási fogyasztóra jutó évi villamosenergia-fogyasztás, kWh
	összesen	ebből: háztartások részére	összesen	ebből: háztartási	
1990	32 252 412	9 188 665	4 784 433	4 374 697	2 114
1991	30 129 285	9 768 108	4 842 461	4 422 077	2 221
1992	28 966 838	10 513 809	4 894 909	4 460 486	2 367
1993	27 720 394	9 720 594	4 934 404	4 490 303	2 172
1994	28 038 708	9 842 220	4 966 760	4 513 525	2 186
1995	28 630 261	9 787 218	5 018 503	4 562 666	2 157
1996	29 419 999	10 056 445	5 049 741	4 583 295	2 199
1997	29 573 099	9 782 190	5 074 674	4 598 998	2 131
1998	29 758 007	9 679 096	5 085 150	4 604 273	2 103
1999	30 056 290	9 837 766	5 110 010	4 678 585	2 120
2000	30 866 196	9 785 709	5 127 827	4 727 952	2 081
2001	31 691 103	10 129 344	5 155 315	4 813 069	2 123
2002	32 554 030	10 555 692	5 215 643	4 875 772	2 179
2003	33 302 298	10 921 573	5 269 042	4 910 272	2 232
2004	33 740 643	10 863 587	5 283 884	4 919 809	2 210
2005	33 535 488	10 918 431	5 351 773	4 922 034	2 219
2006	34 725 550	11 077 161	5 397 285	4 981 472	2 237
2007	35 307 655	10 945 440	5 465 194	5 027 478	2 187
2008	35 089 018	11 243 942	5 475 333	5 033 778	2 235
2009	33 273 098	11 285 066	5 534 757	5 081 555	2 231
2010	33 918 864	11 034 067	5 546 482	5 078 024	2 172
2011	34 252 445	10 873 658	5 539 050	5 064 238	2 144
2012	34 063 781	10 620 131	5 550 067	5 068 857	2 096
2013	34 205 699	10 579 156	5 531 510	5 036 275	2 094
2014	34 715 054	10 426 080	5 522 251	5 043 628	2 069
2015	35 760 576	10 672 427	5 552 973	5 052 239	2 114
2016	36 037 650	10 719 963	5 577 941	5 058 402	2 121
2017	37 230 647	10 972 310	5 605 711	5 073 335	2 166
2018	37 874 393	11 024 546	5 632 324	5 128 880	2 161
2019	38 106 299	11 161 799	5 667 195	5 153 372	2 171
2020	37 853 127	11 734 422	5 712 190	5 181 370	2 271
2021	39 799 043	12 294 470	5 760 463	5 225 807	2 363

12. ábra – Központi Statisztikai Hivatal összefoglaló tábla (STADAT) villamosenergia-ellátásra vonatkozóan (Forrás: ksh.hu)

Biztosan tudjuk a KSH adataiból, hogy Magyarországon 3155 település van összesen, ezek alapján feltételezzük, hogy mindenhol van legalább egy darab templom, ami azt jelenti, hogy ha egy templom esetében átlagosan 6000 kWh/év fogyasztással számolok akkor a templom épületek által felhasznált energia 18 930 000 kWh, azaz 18 930 MWh évente.

Szintén a KSH adatait alapul véve 2021-ben (13. ábra) az egy háztartási fogyasztóra jutó évi villamosenergia fogyasztás mennyisége 2363 kWh. A 18 930 MWh fogyasztás, 8011 háztartás vagy lakás fogyasztásának felel meg.

Nagykőrös az 50. azaz utolsó település abban a listában amit az interneten találtam azzal kapcsolatban, hogy melyik településen hány darab lakás van. 2021. január 1-jei adatok alapján Nagykőrösön 10 611 lakás található, de ha másik településhez szeretném hasonlítani akkor azt is mondhatom, hogy Cegléden vagy Szigetszentmiklóson lévő háztartások fele fogyasztásával egyezik meg az az energia mennyiség körülbelül, amit az országban található templomok elhasználnak. (Wikipédia, 2021) Természetesen ez a számítás több feltételezésen is alapul, így pontos adatokat csak és kizárólag akkor kaphatnánk, ha tudnánk az összes templom épület mennyiségét és a valós fogyasztási adataikat, de még akkor se lenne könnyű dolgunk hiszen vannak olyan templomok amelyek kolostor, plébánia épülettel közös fogyasztási mérőn vannak és nem elektromos árammal fűtenek, hanem más energiahordozó segítségével működik a fűtési rendszerük. Ezt a számítást, összehasonlítást azért tartottam fontosnak bemutatni, hogy érzékelhető legyen foglalkozni kell ezekkel az épületekkel, energiafelhasználásukkal és energiahatékonyságukkal hiszen ez csak egy töredéke azoknak az ingatlanoknak melyek hitéleti tevékenységekhez kapcsolódnak és egyházi fenntartásúak, ugyanakkor az energiafogyasztásuk nem elhanyagolható.

4.1.2. TATAI KAPUCINUS TEMPLOM (SZENT IMRE PLÉBÁNIA TEMPLOM)

A Magyar Kapucinus Delegáció megbízásából jelenleg is beruházás lebonyolítóként dolgozom, feladatom a Tatán és Gödöllő-Máriabesnyőn található rendház és templom – Máriabesnyőn Bazilika – teljeskörű felújításának és funkcionális átépítésének előkészítése, illetve azon kivitelezési munkák koordinálása melyek támogatási forrásból ezévben még megvalósulhatnak, ezáltal minden információ és adat a munkám során végzett felmérésekből, kutatási munkákból és dokumentációk elkészítéséből származó adat.

INGATLAN FŐBB LEÍRÓ PARAMÉTEREI:

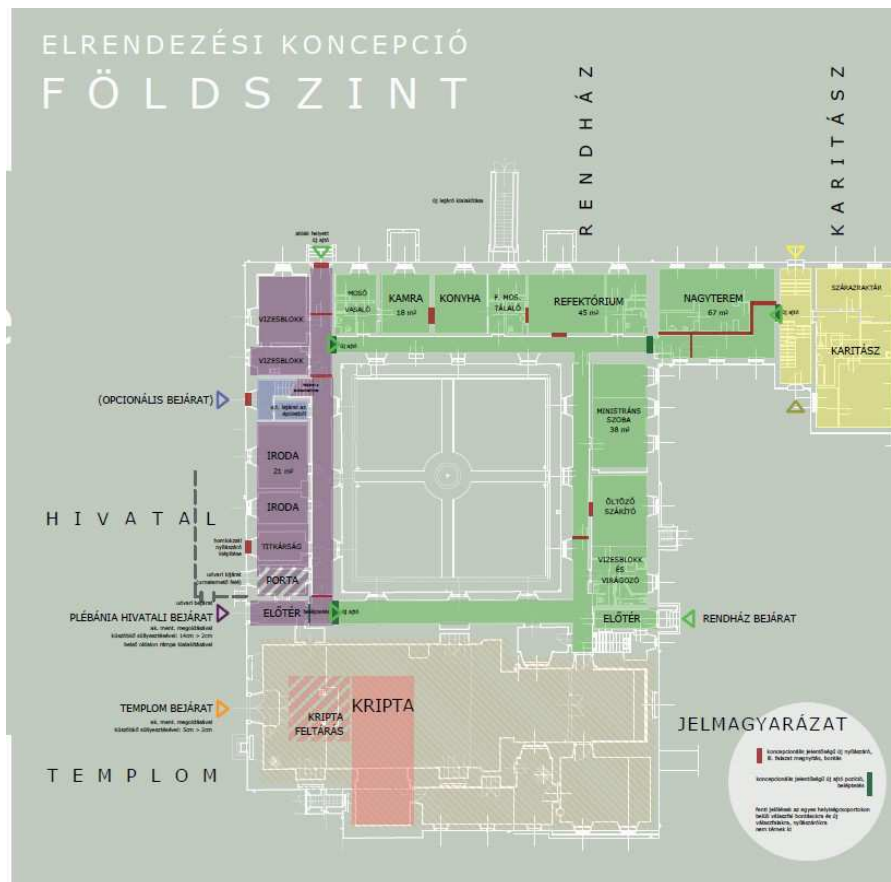


13. ábra – A tatai kapucinus rendház és hozzátartozó templom légifelvétele tetőfelújítás előtt (Forrás: saját felvétel)

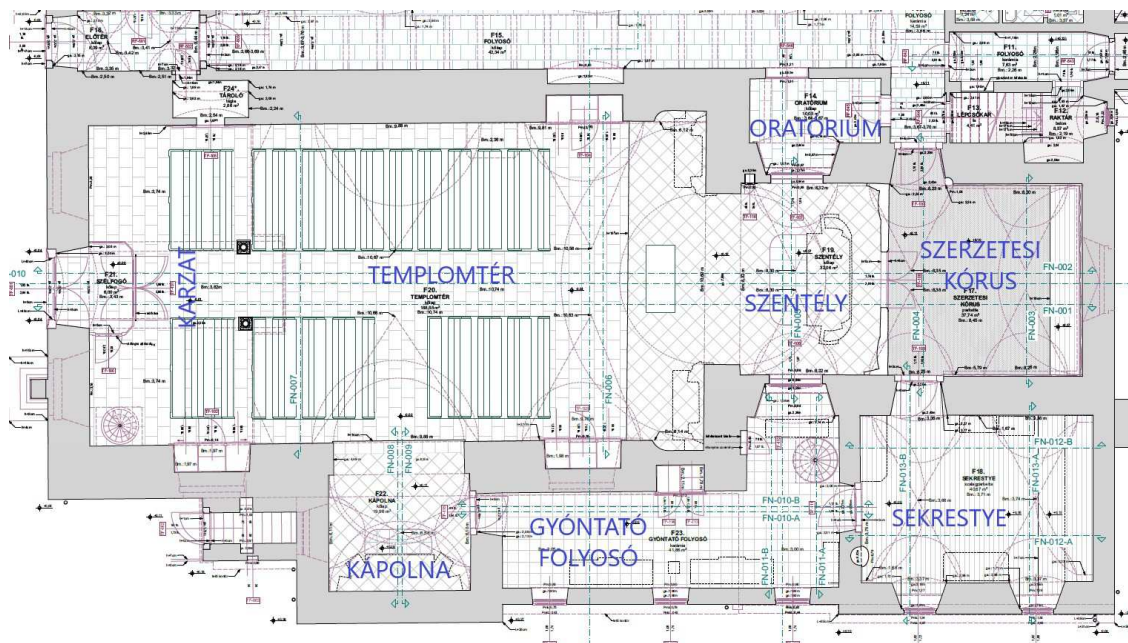
Komárom-Esztergom megyében, Tatán a Bartók Béla u. 1. 2447/25 hrsz. alatt található a Magyar Kapucinus Delegáció tulajdonában lévő rendház és a hozzátartozó templom. (14. ábra) Az épületegyüttes jelenleg a Győri Egyházmegye (Komáromi Esperesi Kerület) használatában van, Tatai Szent Imre Plébánia néven működik, ahonnan a Plébános úr Agostyán, Baj, Vértestolna, Dunaalmás, Dunaszentmiklós, Neszmély, Szomód és Tata települések hitéleti és egyházi tevékenységét látja el. A teljes épületegyüttes műemléki védettséget élvez – templom és a rendház is. (Műemléki törzsszám: 2428, védelem éve: 1958) A templom és a rendház jelentős része is a 18. században épült, barokk stílusú, az Esterházy család által épített és patronált építmény. Bár a rendházat az 1980-as években átalakították, közbenső födémet kicserélték, padlásfödémét átépítették, falakat mozgattak át, néhol még őrzi a barokk stílusjegyeket, de ezen épületrésszel diplomamunkám során nem kívánok foglalkozni.

A templom és a szorosan hozzátartozó helyiségek – templomtér, szentély, szerzetesi kórus, sekrestye, gyóntató folyosó, kápolna – hasznos alapterülete 370 m² plusz a karzat 40 m², míg a rendház (kolostor) hasznos alapterülete 2400 m² (pince, földszint és emelet). A templom és a rendház fűtési és elektromos rendszere egymástól teljesen függetlenül

működik, saját mérőórával rendelkeznek mindkét épületrész. (15. ábra) Templom befogadóképesség 150 fő, a Tűzvédelmi Műszaki Leírás szerint.



14. ábra – A tati kapucinus rendház és hozzátartozó templom földszinti alaprajza, Tripartitum Építésműhely felújítási és átalakítási koncepcióterve (2022)



15. ábra – A tati kapucinus templom alaprajza

ELEKTROMOS ÉS GÉPÉSZETI RENDSZEREK

A templom villamos és világítás korszerűsítésére 2016-ban készült „Villamos kiviteli tervdokumentáció” alapján, melyet követően a kivitelezési munkát 2019-ben elvégezték részben az elkészült tervek szerint–helyszíni tapasztalatok mutatják–némi módosítással. A pontos változtatásokat egyelőre nem ismerjük, jelenleg is zajlik a felmérés a megvalósulási tervdokumentáció elkészítéséhez, mivel ezt a kivitelezést végző vállalkozó elfelejtette elkészíteni. 2016-ban a tervezési feladatok között szerepelt az erősáramú villamos hálózat kialakítása, világítástechnika, információtechnika hálózat tervezése (UTP és Koaxiális hálózat RACK szekrény és csatlakozási pont között), hangosítás, harangvezérlés, meglévő padfűtés integrálása, riasztó rendszer kialakítása. A tervezett rendszerek majdnem mindegyike megvalósult, a harangvezérlés a tavalyi évben befejezett tetőfelújítással együtt mikor egy új huszártorony készült, melyből a harangot kiszereztük, felújítottuk és az új vezérléssel, járom szerkezettel együtt visszahelyeztettük.

Templom fűtési „rendszere”

Míg a rendház egy részében távhőről, másik részében egy kondenzációs gázkazánról fűtenek, a templomban kizárólag elektromos padfűtés került kialakításra illetve a kóruson mobil elektromos szőnyegfűtés van elhelyezve. Sekrestyében és a szerzetesi kórus helyiségben látszódnak a nyomai korábbi radiátoros fűtés kialakításának, de mára már ezeket teljesen megszüntették, helyette a sekrestyében szintén egy mobil elektromos fűtőberendezést találtam.



16. ábra – Padfűtés a tatai templomban (Forrás: saját felvétel)



18. ábra – Elektromos szőnyegfűtés a kórusra (Forrás: saját felvétel)

A hívek és a plébánia dolgozók elmondása alapján is rendkívül kevés a téli időszakban a padfűtés és ez meglátszik a misére érkező emberek számán is. Tehát az emberi komfortérzet semmiképp sem kerül kielégítésre tapasztalatok szerint.

TEMPLOMBAN TALÁLHATÓ VÉDENDŐ MŰTÁRGYAK (ÉRTÉKLELTÁRI ELEMÉK)

A templom egyszerű külső homlokzatának látványa után a belső térben megdöbbenve néz körül az emberek jelentős része. Kiemelkedően sok a fabútorok, műtárgyak száma, ezzel együtt a nagyméretű vászonképek is a templom méretéhez képest. Falképből ugyan nincs túl sok védendő érték a tulajdonos és a restaurátori kutatások szerint, mivel a kapucinusok inkább az egyszerű fehér fal hívei, mintsem a gazdagon díszített falaké.

„A hosszan hátranyúló szentély terét két részre osztja a retábulum-szerűen megjelenő, a szentély teljes szélességét és magasságát beépítő, több részes főoltárfal, amely közepén előreugrik, mellette kétoldalt nyílások vezetnek az oltár mögötti kórushoz (oratóriumhoz), a szerzetesek számára fenntartott, kialakított közösségi imatérhez.” idézet Kövesdi Mónika által készített Művészettörténeti dokumentációból, melyről az alábbi képet készítettem a szerzetesi kórushelyiségből, méretéből adódóan egy ajtó magasságnyi rész a kép alsó részén nem is látszódik. Ez az oltár pontosan a huszártorony alatt található, ebben a helyiségben még látszódik a kézzel húzható haranghoz szükséges kötél boltozaton történő átvezetése.



19. ábra – Templomhajó és az oldalkápolna a kórusról fényképezve a tati kapucinus templomban (Forrás: saját felvétel)



20. ábra – Kórus és templom főbejárat az oltár mögül fényképezve a tati kapucinus templomban (Forrás: saját felvétel)



21. ábra – Faszervezetű főoltár hátsó oldala a szerzetesi kórus felől fényképezve (Forrás: saját felvétel)

A templomhajóban lévő padsorok, falhoz rögzített/falba épített szószék, fából készült kórus (galéria) szerkezete, a kóruson lévő orgona, az oldalkápolnában lévő oltár mind értékleltári elemek azokkal a vászonképekkel és bútorokkal együtt, amelyek az oratóriumban (szerzetesi kórus), sekrestyében és a gyóntató folyosón találhatóak.

TEMPLOMBAN VÉGZETT MÉRÉSEK ÉS VIZSGÁLATOK

2022. májusában Szecskő Heléna és Higi Balázs helyszíni mintavételek és laboreredmények alapján faldiagnosztikai szakvéleményt készített a templom és a rendház épületéhez kapcsolódóan. Ezek a vizsgálatok és a szakvélemény is azt a célt szolgálták, hogy az épületegyüttes felújítására vonatkozó tervdokumentációt megalapozott vizsgálatok és eredmények után tudjuk megtenni.

Már a tetőfelújítási munkákat megelőzően láttam, hogy szinte a teljes épület csapadékvíz elvezetése nincs megoldva az épület körül. A tetőről érkező függőereszeket összefogó lefolyócsövek mind megállnak az épület lábazatánál ahol minden víz tovább halad lefelé a talaj felé szilárd burkolat és szigetelés hiányában.

A faldiagnosztikai szakvélemény készítéséhez szükséges mintavételek helyszíni fúrásakor meglepődve tapasztaltuk, hogy a falazat anyaga mésztufa, a helyiek által használt nevén „tatai porhanyó”.

Szakértő kollégák a mintavételi hely környezetében vizsgálta meg a helyiség levegőjének légállapotát 2022. májusban, 2023. áprilisában egy egyszerűbb eszközzel (TFA BEL-AIR Funk-Thermo-Hyrometer-el), de jómagam is megnéztem a templom hőmérsékletét és páratartalmát, melyet a következő táblázatba rögzítettem. Mérésem napján a templom ajtó folyamatosan nyitva volt szellőztetés céljából a napsütéses időjárásnak köszönhetően és a fűtött rendház felé lévő ajtó is. Mérésem időpontjában a külső hőmérséklet 17 °C fok volt és a templom előtt mért páratartalom 21%-os.



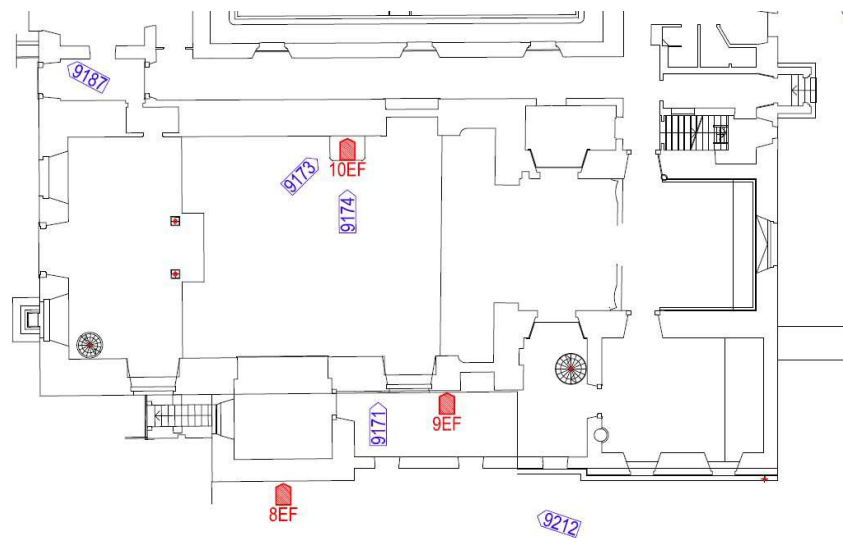
22. ábra – templom előtti parkolóban, Bartók Béla u. 1. szám előtt készült mérés
(Forrás: saját felvétel)

7.táblázat – Hőmérséklet és páratartalom mérés a templomban

	Mérés helye	Mérés időpontja	RH [%]	t [°C]	w [g/kg]
1.	nyugati fal szószék alatt	2022. május	52,7	9,8	3,944
2.	kórus alatt, bejárat közelében	2023.04.04.	37	15,9	-
3.	oltár előtt, első padsornál	2023.04.04.	39	14,9	-
4.	főoltár mellett	2023.04.04.	41	19,2	-
5.	szerzetesi kórus (oratórium)	2023.04.04.	39	20,3	-



23. ábra – templomtérben történt helyszíni mérések (Forrás: saját felvétel)



24. ábra – Mintavételi helyek a faldiagnosztikai vizsgálatához (Szecskő, 2022)

7. furatsor						
7EK	mész tufa	23,2	3,8	16,4%	9,9	
7EB	mész tufa	23,2	2,5	10,8%	-	
7FK	mész tufa	23,2	0,5	2,2%	9,5	
7FB	mész tufa	23,2	0,7	3,0%	-	
8. furatsor						
8BK	mész tufa	23,2	6,9	29,7%	9,5	
8BB	mész tufa	23,2	7,1	30,6%	-	
8CK	mész tufa	23,2	17,9	77,2%	9,3	
8CB	mész tufa	26,3	26,3	100,0%	-	
8DK	mész tufa	23,2	6,6	28,4%	9,7	
8DB	mész tufa	23,2	6,4	27,6%	-	
8EK	mész tufa	23,2	9,7	41,8%	9,5	
8EB	mész tufa	23,2	8,1	34,9%	-	
8FK	mész tufa	23,2	5,6	24,1%	9,3	
8FB	mész tufa	23,2	4,8	20,7%	-	
9. furatsor						
9EK	mész tufa	23,2	8,0	34,5%	9,1	
9EB	mész tufa	23,2	6,1	26,3%	-	
9FK	mész tufa	23,2	0,4	1,7%	9,6	
9FB	mész tufa	23,2	0,5	2,2%	-	
10. furatsor						
10EK	mész tufa	23,2	5,4	23,3%	10,3	
10EB	mész tufa	23,2	3,2	13,8%	-	
10FK	mész tufa	23,2	1,7	7,3%	10,1	
10FB	mész tufa	23,2	2,6	11,2%	-	

*- nitrition kimutatható

telítettség:
2/2019. ÉPMI

0-20%	légszáraz
20-40%	kissé nedves
40-60%	nedves
60-80%	erősen nedves
80-100%	vizes

25. ábra – Laboratóriumi nedvességmérés eredményei (Szecskő, 2022)

A templom épületet érintően a falazatból három helyen vettem mintákat a szakértői vélemény elkészítéséhez, a szószek alatt a belső térben – ahol a hőmérséklet és páratartalom mérés is történt – a gyóntató folyosón és az oldalkápolna falán a külső homlokzat felől. (25. ábra)

A 18. és 19. számú ábrán látható, hogy a 8. számú mintavételi helynél, ami az oldalkápolna külső homlokzati falához tartozik kaptuk a legnagyobb telítettségi értékeket. Az épületen ezen részén sem megoldott a tetőről érkező csapadékvíz elvezetése, a megfelelő burkolat a lábazat mellett eltűnt és a növényzet gyökere is vélhetően bevezeti a vizet az épület fala alá.

JAVASOLT BEAVATKOZÁSOK ÉS FŰTÉSI RENDSZEREK

Elsősorban javasolt a falak nedvesedésének megszüntetése a külső csapadékvíz elvezető rendszer megoldásával. Ezt követően vagy ezzel együtt az utólagos fal és alépítményi szigetelések elkészítése, lábazatok nedvesség elleni védelmének kialakítása.




Mivel a templom padlóburkolatát a 90-es években – elmondások alapján – egy hét alatt változtatták meg, azaz a korábbi burkolatra rákerült az új burkolat (ezt feltárások is

igazolják), ezért a padlólapok nem értékleltári elemek és a tulajdonos sem ragaszkodik hozzá, azaz egy felújítás alkalmával felbontható, cserélhető lenne. Ezen tények ismeretében a padló szigetelése a fal utólagos szigetelésével folytonosságban kialakítható. Ez azt is jelenti, hogy egy padlófűtési rendszer kialakítása nem önmagában egy jelentős többletköltséggel kialakítható beruházás lehetne.

Tata városában a Tatai Erőmű Kft. távhő hálózatát jelenleg is megújuló energiaforrásból – biomassza fűtőmű – fedezi, a rendház épületében (ahogy korábban említettem) kiépítésre került már egy távhő rendszert szolgáló hőközpont, ezáltal adott az épületben azon energiatermelő rendszer is mely – részben – megújuló energiából állít elő fűtéshez illeszthető hőenergiát. A távhő hálózaton kívül rendelkezésre áll gázvezeték is az épületbe, mely jelenleg is biztosítja a meleget a rendházban használt területeken egy kondenzációs gázkazán segítségével. A még szóba jöhető megújuló energiaforrást felhasználó fűtőberendezés, egy hőszivattyú lenne, de jelen esetben a műemlék épületből adódóan a berendezés kültéri egységét egy olyan helyen kellene elhelyezni ahol nem látható, ugyanakkor megfelelő légcsere biztosítható. Ilyen hely viszont nincs az épületben.

8.táblázat – Különböző fűtési módok összehasonlítása

Fűtési mód		Előny	Hátrány
1a.	padlófűtés- távhő	<ul style="list-style-type: none"> • nincs megjelenő fűtőttest • nem vesz el helyet a belső térből • többféle padlóburkolattal kialakítható • nincsenek látszó kábelek • biztonságos • lassan reagál (nincs lökéshullám) • szabályozható • nem zajos • szolgáltatás biztonság • alacsony üzemeltetési költség • hozzájárul a környezetvédelemhez 	<ul style="list-style-type: none"> • bontás-építés: idő, költség • lassan reagál (téli üzembe helyezés)
1b.	padlófűtés- kond. gázkazán	<ul style="list-style-type: none"> • nincs megjelenő fűtőttest • nem vesz el helyet a belső térből • többféle padlóburkolattal kialakítható • nincsenek látszó kábelek • biztonságos 	<ul style="list-style-type: none"> • bontás-építés: idő, költség • lassan reagál (téli üzembe helyezés) • ÜHG kibocsátás • elektromos áram szükséges a

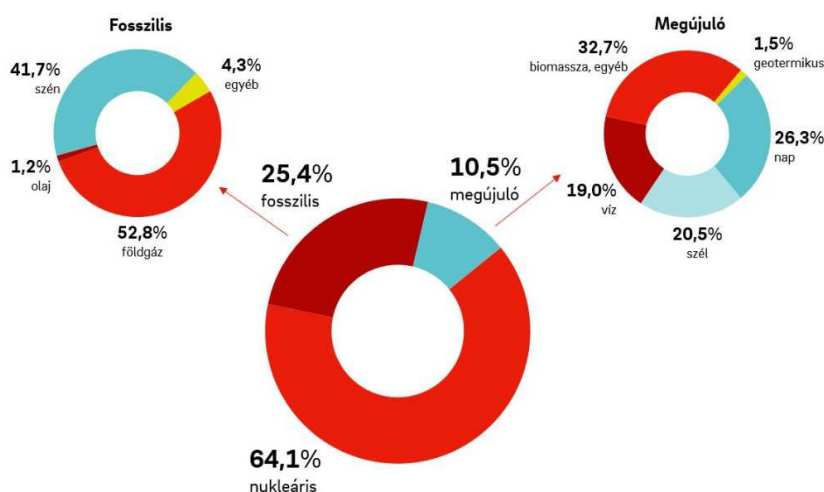
		<ul style="list-style-type: none"> • lassan reagál (nincs lökéshullám) • szabályozható • nem zajos • égéstermékéből is hőt tud nyerni (hatásfok) 	működéséhez
2.	<p>padfűtés ülésfűtés</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • közvetlenül a testet melegíti • gyorsan melegszik • nem szükséges hozzá nagy átépítés, beavatkozás • nem igényel karbantartást • nem zajos 	<ul style="list-style-type: none"> • értékes padokat fűtjük meg a rögzítéshez, vezeték elvezetéshez • templom légterét nem melegíti • elektromos áram szükséges a működéséhez
3.	<p>infra hősugárzók</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • magasabb hőérzet • nincs felszálló por, nem zajos 	<ul style="list-style-type: none"> • nem esztétikus inkább ipari • elektromos áram szükséges a működéséhez
4.	<p>pad alatti hősugárzók</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • nem szükséges hozzá nagy átépítés, beavatkozás • lábnál kellemes meleget ad • lefelé áramló hő szétosztását segíti dupla sugárzó (SH padfűtés) 	<ul style="list-style-type: none"> • nem esztétikus • elektromos áram szükséges a működéséhez • értékes padokat fűtjük meg a rögzítéshez, vezeték elvezetéshez • lábszárat melegít csak

Mindezek alapján készítettem egy érzékenység vizsgálatot a szóba jöhető fűtési módokra vonatkozóan. Azokat a fűtési módokat kizártam melyek egyértelműen nem megfelelő esztétikummal rendelkeznek vagy zajosak (példáullégbefűvők).

Négy paraméter alapján értékeltem a szóba jöhető fűtési módokat:

1. **Műtárgyvédelem:** ezalatt a szabályozható levegő hőmérséklet és megfelelő páratartalom kialakításának lehetőségét értem, mely a műtárgyak hosszútávú állagmegóvását szolgálja.
2. **Hőkomfort:** benttartózkodók számára kialakított hőérzet, komfortérzetet vettem figyelembe.

3. Esztétika: a hőleadó esztétikusan kialakítható, esetleg egyáltalán nem látszódik.
4. Fenntarthatóság: mennyire környezetbarát az adott rendszer, milyen arányban használ megújuló energiaforrást az energiatermeléshez, előállításához. A távhő szolgáltató, Tata Energia Kft. internetes oldalán található információk alapján „két 4 MW teljesítményű földgáztüzelésű és egy 5 MW teljesítményű biomassza tüzelésű kazán 1800 lakás és 10 közintézmény számára biztosítja a nagyrészt megújuló erőforrásokból termelt hőenergiát.” (tavho.veolia.hu/tata) Elektromos áram szolgáltató az E.ON Hungária Zrt. Energiamix 2021. évi közvéleménykutatása alapján 10,5%-ban megújuló, 25,4%-ban fosszilis és 64,1%-ban nukleáris energiaforrást használt fel a villamosenergia termelésre. (eon.hu, 2023)

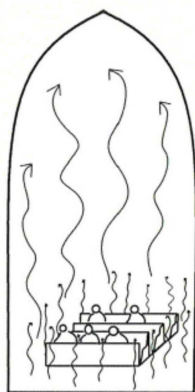


26. ábra - 2021-ben az értékesített villamosenergia termelésére felhasznált elsődleges energiaforrások részaránya (Forrás: eon.hu)

A vizsgálatnál nulla és egy közötti értéket kaphat az adott paraméterre vonatkozóan a vizsgált fűtési mód. Az egyes szemléleti módokat én határoztam meg az általam fontosnak vélt elvárások alapján a vizsgált templomi adottságait, körülményeit figyelembe véve.

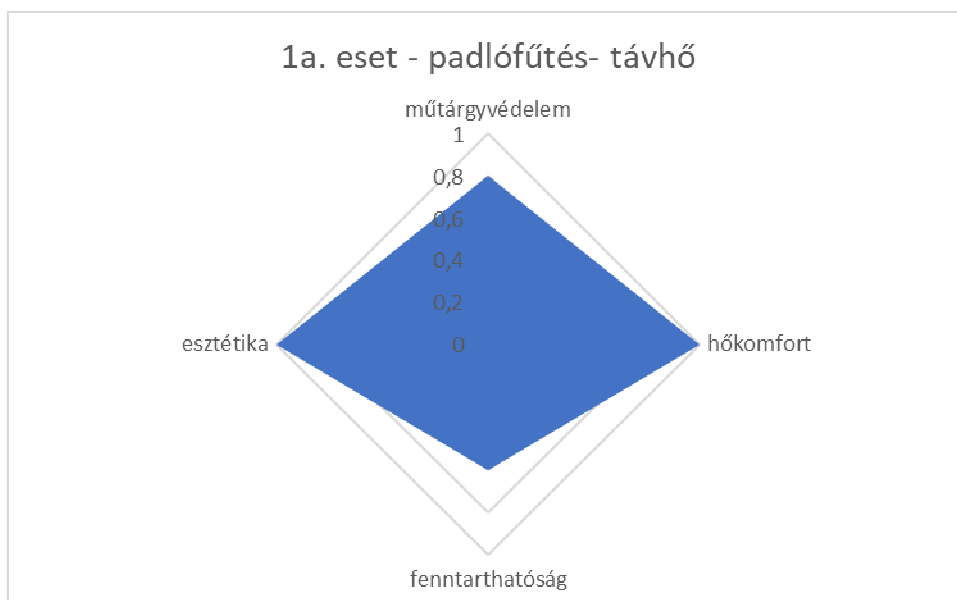
PADLÓFŰTÉS

Mivel a vizsgált templomban tervezés alatt van a padló felújítása, cseréje ezért mindezt figyelembe véve már csak egy „apró” lépés az új aljzat kialakításánál a fűtési csövek lefektetése. Természetesen nem ennyire fekete-fehér a helyzet, mivel várhatóan az eredeti burkolat a jelenlegi alatt van és nem tudni milyen állapotban de ezen tények vizsgálata nem dolgozatomban tárgya.

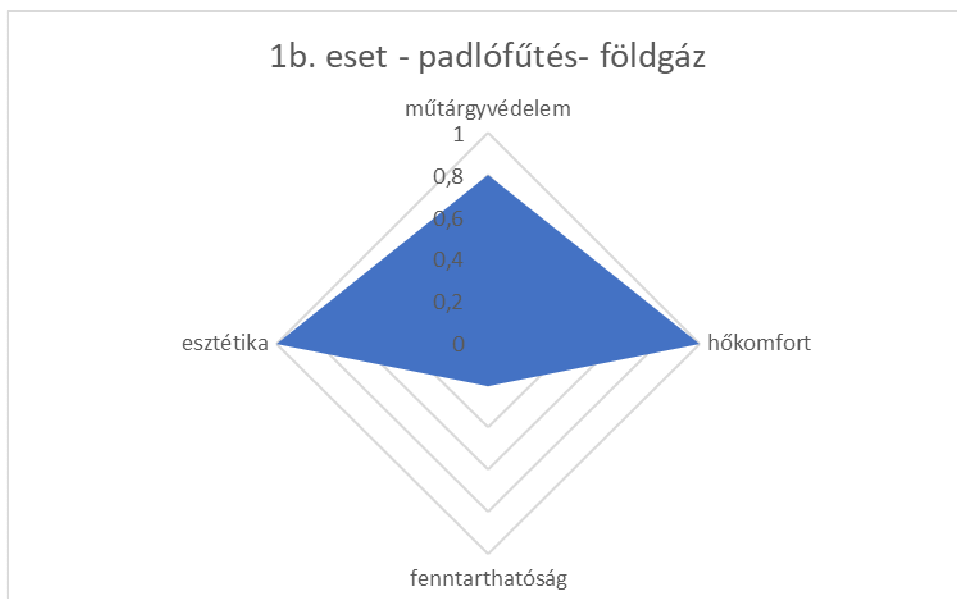


27. ábra – meleg levegő útja padlófűtés esetén
(ismeretlen forrás)

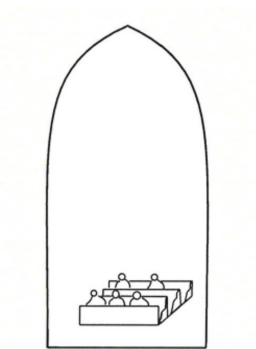
1a. távhő rendszerről működtetve



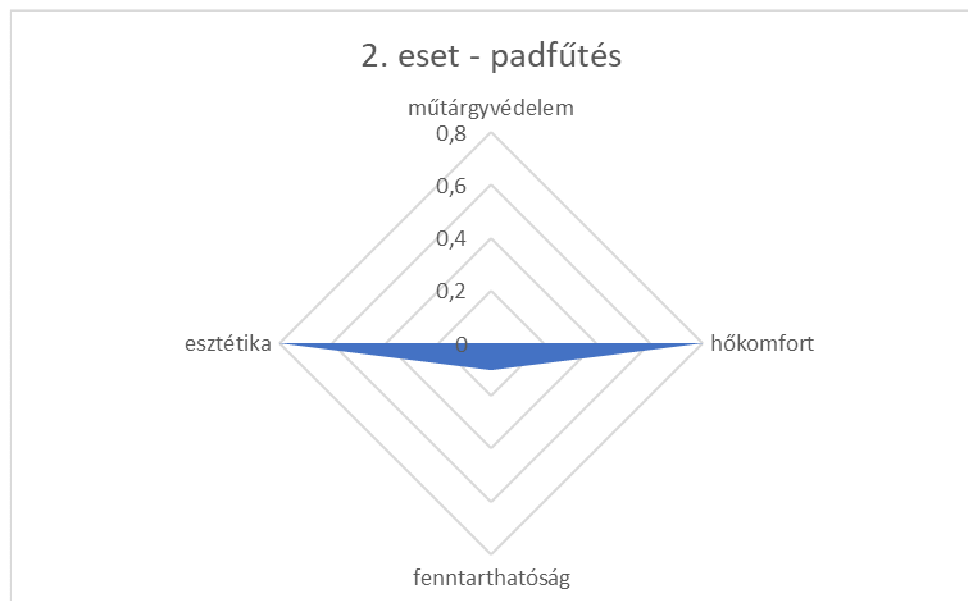
1b. kondenzációs gázkazánnal



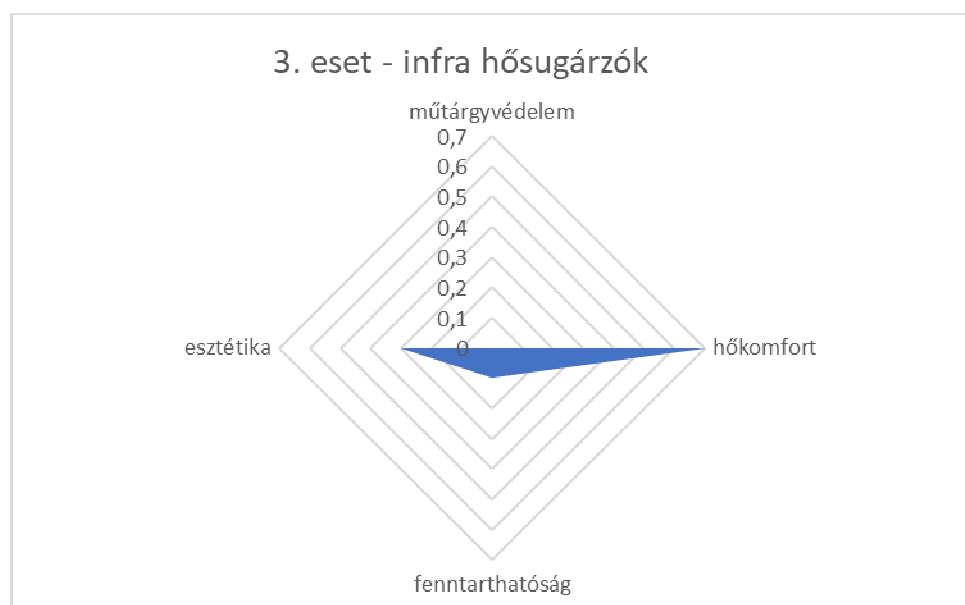
PADFŰTÉS / ÜLÉSFŰTÉS



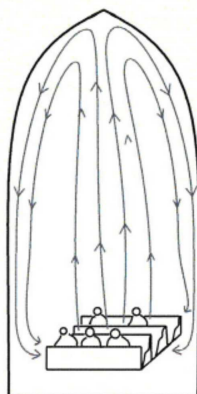
28. ábra – meleg levegő útja padfűtés esetén – nincs légmozgás
(ismeretlen forrás)



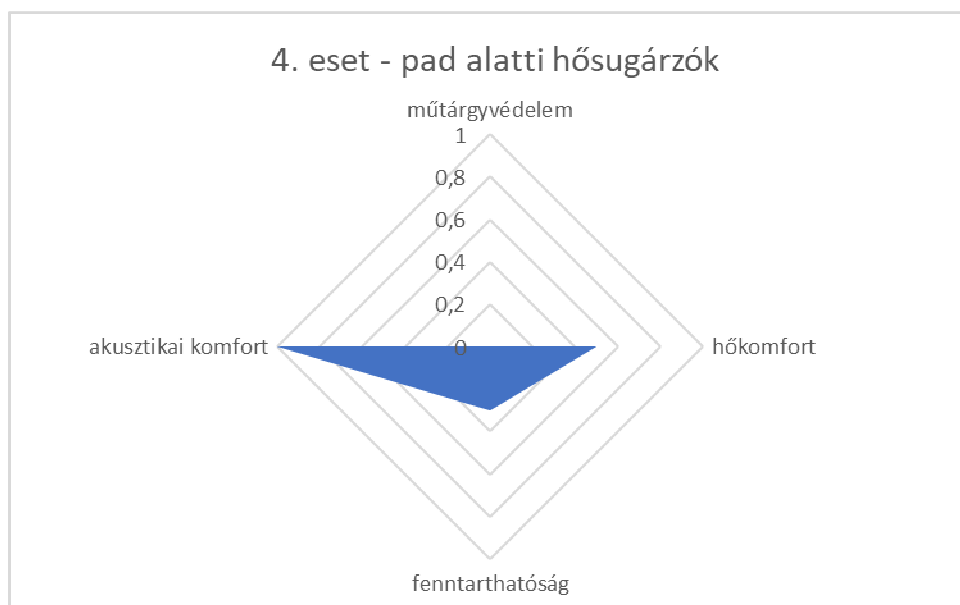
INFRA HŐSUGÁRZÓK



PAD ALATTI HŐSUGÁRZÓK



29. ábra – meleg levegő útja padfűtés esetén – nincs légmozgás
(ismeretlen forrás)



Összefoglalva az előbbieken látható diagrammokat, a műtárgyak védelme a legfontosabb szempont a tatai kapucinus templom optimális fűtési rendszerének kiválasztásában. Az optimális fűtési rendszer az 1a esetben látható padlófűtés kialakítása távhő ellátással az általam végzett érzékenység vizsgálat szerint, mivel ebben a diagrammban kapjuk a legnagyobb területű négyszöget. Meg kell még vizsgálnunk annak lehetőségét is, hogy a kóruson szükséges-e kiegészítő fűtési rendszer vagy esetleg egy beépíthető szintén padlófűtés. Ehhez jelenleg nem áll rendelkezésemre elegendő adat, az előzőekhez hasonló módon a fő szempontok figyelembevételével koncepcionálisan meghatározható az optimális fűtési mód ezen területen is.

A megfelelő fűtési rendszer kialakítása előtt viszont fontos megoldani az épületről érkező és épület körül beszivárgó csapadékvizet elvezetését, a falak utólagos nedvesség elleni

szigetelését. Mindezek nélkül az új fűtési rendszer szabályozása félrevezető lehet, hiszen úgy kell megoldani a levegő páratartalmának beállítását, hogy közben a falakból folyamatos nedvesség párolog. Mindezek együttes megoldásával fogunk tudni csak megfelelő belső környezetet kialakítani az épületbe érkező embereknek és bent levő értékes műtárgyaknak.

4.1.3. SZENT MIHÁLY PLÉBÁNIA TEMPLOM, NYERGESÚJFALU

Másodiknak választott templom a Nyergesújfalun található római katolikus templom, melyhez személyesen is kötődöm, jelenleg is ebben a városban élek családommal, így a hideg időjárás okozta kellemetlen hőérzetet van szerencsénk rendszeresen megtapasztalni a belső térben. A települést 1989-ben nyilvánították várossá, lakosságának száma 7348 fő a legfrissebb adatok szerint. (nyergesujfalu.hu, 2023) A városban nincs másik templom sem katolikus, sem más valláshoz kapcsolódóan. Téli időszakban a szomszédos településen Bajót-Péliföldszentkereszten egy jóval kisebb templomhoz tartozó, ugyanakkor megfelelő komfortérzetet biztosító kápolnában van lehetőség misén részt venni.

A nyergesújfalui Szent Mihály templomról jóval kevesebb információval és adattal rendelkezem, mérések elvégzésére sem volt lehetőségem ezért a látottak, hallottak és saját tapasztalataim alapján fogom elkészíteni a következő elemzést és leírást.

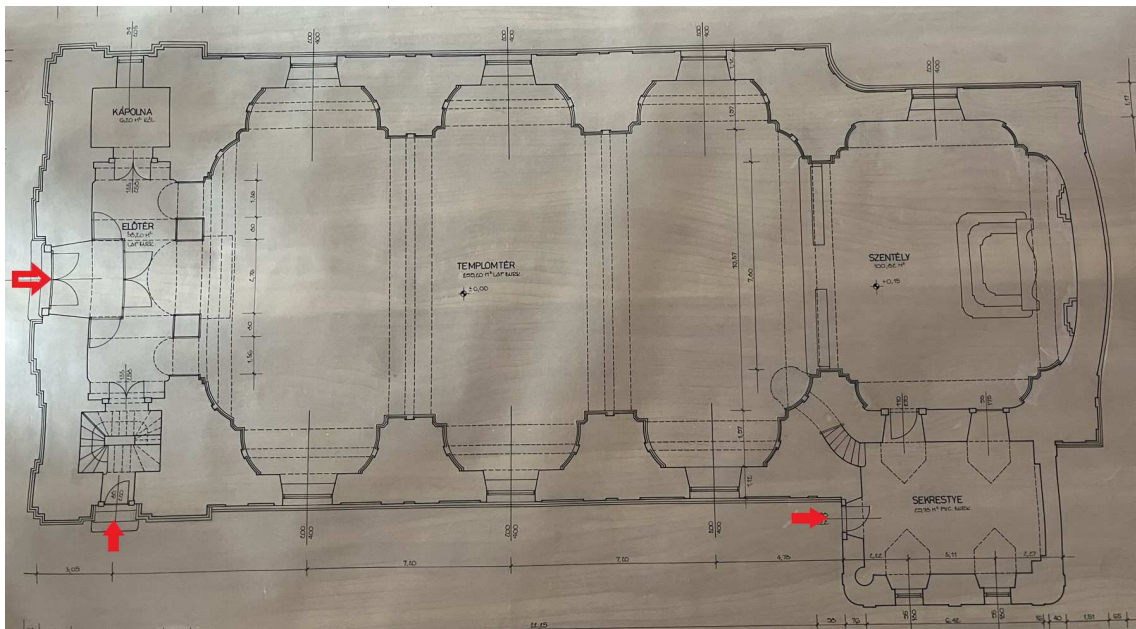
INGATLAN FŐBB LEÍRÓ PARAMÉTEREI:

Komárom-Esztergom megyében, Nyergesújfalun a Kossuth Lajos u. 59. 82 hrsz. alatt található a Nyergesújfalui Szent Mihály Plébánia tulajdonában lévő műemléki védelemmel rendelkező 1779-ben épült római katolikus templom. (Műemléki törzsszám: 2508, védelem éve: 1958) (30. ábra) A templomot 1966-ban renoválták és új liturgikus terét 1976-ban alakították ki. A templomot és a plébániát Don Bosco Szalézi Társasága vette át az Esztergom-Budapesti Főegyházmegyétől a bajóti és a mogyorósbányai templommal és plébánia ellátásával együttesen.

A templom – kápolna, előtér, templomtér, szentély, sekrestye–hasznos alapterülete 473 m² plusz a kórus és egy hozzátartozó raktár 38 m². A templom befogadóképessége körülbelül 200 fő, az általam számolt ülőhelyek alapján (20 padsor két oldalon). Az előtér és templomtér elválasztására egy üvegfal és ajtó szolgál jelenleg, melynek zárása nem szorosan illeszkedő.



30. ábra – Nyergesújfalui Szent Mihály Plébánia, római katolikus templom légifelvétele
(Forrás: White Raven, Jenei András felvétele)



31. ábra – Nyergesújfalui Szent Mihály Plébánia, római katolikus templom alaprajza
(Forrás: saját felvétel eredeti tervről, 2023)



32. ábra - Nyergesújfalui Szent Mihály templom belső tere a kórusról fényképezve
(Forrás: saját felvétel, 2023)



33. ábra–Nyergesújfalui Szent Mihály templom belső tere a szentély irányából fényképezve
(Forrás: saját felvétel, 2023)

Templom használata:

A templomot télen és nyáron is használják, az egyházközösség részére hétköznap reggel egy alkalommal, szerdai napon reggel hét órakor, péntek-szombat és vasárnap délután 6 órakor és vasárnap délelőtt fél 11-kor tartanak misét, ezek alapján egy héten öt alkalommal. Természetesen az ünnepi időszakokban ez változik, több alkalommal nyílik ki a templom ajtaja.

A templom és a plébánia a Don Bosco Szalézi Társaság üzemeltetésében van, akik egy hat, illetve nyolc osztályos középiskolát is működtetnek a plébánia szomszédságában, ezáltal katolikus iskolához híven rendszeresen részt vesznek a diákok liturgikus szertartásokon ebben a templomban hétköznap.

Az előbbi alkalmakhoz hozzáadódnak még az esküvők és a keresztelők, illetve a kóruspróbák melyek helyszíne szintén a templom, bár előbbiből a téli időszakban rendkívül kevés van – talán a hőmérsékletnek is köszönhetően.

Ezek alapján látható, hogy a templom használata – főként a hivatalos időpontban tartott misék száma – igencsak szűkre van már szabva, nincs minden hétköznap, ami a kisvárosi létszámnak is köszönhető vagy egyszerűen így szokták meg az emberek, a közösség, ezen kívül pedig a rohanó életünk részébe sem férne bele több alkalom.

Ezek alapján körülbelül 44 órát van használatban a templom épülete egy hónapban a téli időszakban is.

ELEKTROMOS ÉS GÉPÉSZETI RENDSZEREK

Gépészeti rendszer nem található az épületben, vizesblokkot nem tartalmaz az ingatlan, csak és kizárólag elektromos áramfogyasztás történik a következő rendszerek, berendezések által:



34. ábra – Nyergesújfalui Szent Mihály templom elektromos fogyasztói

Világítás és csatlakozóaljzatok

A villamos elosztószekrény a sekrestyében található, minden elektromos berendezés kismegszakítója itt érhető el, kapcsolható, míg a betáp vezeték a kórusra felvezető ajtó mögött a lépcső aljában van a mérőórákkal együtt. Az elosztó szekrényből látható, hogy a templomban a világítási rendszer és a dugaljak a lehető legtöbb felé szétbontásra kerültek, minden terület külön kapcsolható az alábbiak szerint:

9. táblázat – világítási áramkörök szétbontása az elosztószekrényben

Szentély	Templom	Egyéb
mennyezet	belső hajó áldoztató	előtér kupola
jobb oldal	belső hajó rács	bejárat
bal oldal	belső hajó mennyezet	előtér
főoltár	belső hajó oltárok	torony feljáró
főoltár kép	közép hajó jobb	templom sekrestye
szembe miséző	közép hajó bal	külső világítás
	közép hajó mennyezet	utcai homlokzat világítás
	közép hajó oltárok	
	hátsó hajó jobb-bal	
	hátsó hajó mennyezet	
	körvilágítás	

Harangvezérlés

A templomtoronyban három harang található, mindhárom rendelkezik elektromos vezérléssel, feltételezhetően még a 1990-es vagy a 2000-es évek elején beépített vezérléssel, pontos adatot nem találtam, de az elosztó dobozból és a kismegszakítók típusából és színéből erre következtettem.

Fűtés

Komfortérzetet befolyásoló elektromos berendezések a fűtésre szolgáló különböző beépített, falra szerelt és mobil eszközök az épületben jelenleg.

10. táblázat – Fűtött területek és fűtési módok az egyes helyiségekben

	Helyiség neve	Fűtési mód
1.	Előtér	nincs fűtés
2.	Kápolna	nincs fűtés

3.	Templomtér	padfűtés a fix padokban
4.	Szentély	nincs fűtés
5.	Sekrestye	elektromos hőtárolós kályha (2022 első feléig) fali elektromos fűtőtest (2022-ben került felszerelésre)
6.	Kórus	fali és egyéb mobil elektromos fűtőtestek
7.	Raktár	nincs fűtés

Templomtér fűtése – padfűtéssel

Jelenlegi padfűtés az 1990-es évek elején került kialakításra. Ez a fajta fűtési mód rendkívül kellemetlen és a gyerekek szempontjából nézve még veszélyes is lehet, mivel a csőfűtőszál előtt még nincs semmiféle fizikai védelem, védőrács kialakítva. Feltételezem energiatakarékossági szempontból került úgy kiépítésre, hogy minden padsorban külön kapcsolható, nem központilag és nem több padsorral együttesen működik. Kétállású kapcsolóval működtethető, ki- és bekapcsolt állapotba lehetséges, nem szabályozható. Templomban a padsorok négy részre vannak bontva, egy blokkban nyolc ülőrész van egy közös padozathoz rögzítve.



35. és 36. ábra–Nyergesújfalui Szent Mihály templom padfűtése

(Forrás: saját felvétel, 2023)

11. táblázat – Padfűtés mennyisége

Padsorok mennyisége	40 darab
Padsor szélessége	2,5 m
Fűtőszál hosszúsága	2,3 m
Összes fűtőszál hossza	kb. 92 fm



37. ábra–Nyergesújfalui Szent Mihály templom padfűtése kialakítása, kapcsolója (Forrás: saját felvétel, 2023)

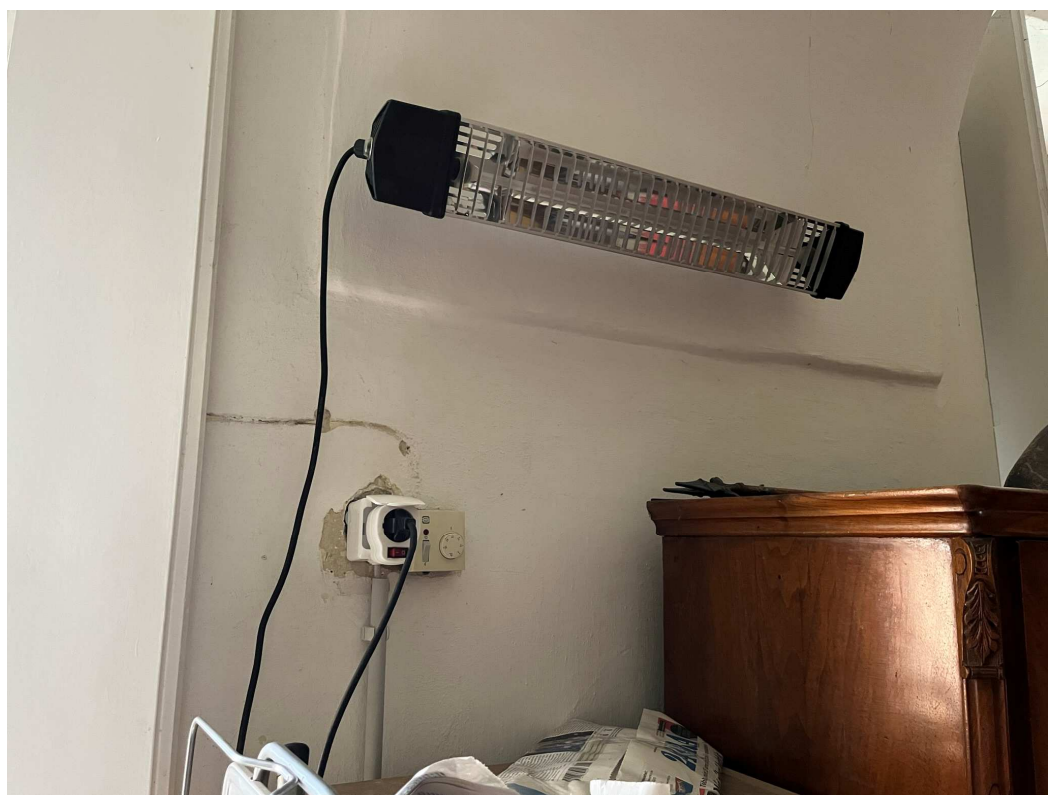
Sekrestye és kórus fűtése

Jelen dolgozat 3.2.1. részében az elektromos fogyasztási adatok elemzésekor már említettem, hogy a sekrestye elektromos fogyasztása egészen a 2022-es év első negyedévének végéig szinte megegyezett a templomban lévő összes elektromos fogyasztással. Ennek oka a következő, 21. számú ábrán látható hőtárolós kályha volt. Gyerekkoromban az általános iskolában pontosan ilyen berendezések voltak, nagyon szerettük mert kellemes meleg volt, jó volt rajta ülni, akkor még nem is sejtettem milyen mennyiségű energiát használnak el. A tavalyi évben kialakult rendkívül nagymértékű energiaáremelés végleg nyugdíjba küldte gyermekkorom szeretett fűtési eszközét, amit természetesen mai fejjel már nem sajnálok.

Szokták mondani a „szükség nagy úr” és a hideg kellemetlen hatással bír az emberi komfortérzetre, így előkerültek a különböző fali és mobil fűtőtestek a sekrestyében és a kóruson is. A kóruson egészen szép számban a legkülönbözőbb típusok bemutatóját láthatjuk (40. ábra), ez is mutatja, hogy igény van a fűtésre és ha nincs rendszer, nincs szabályzás akkor hoznak mindent és bármit, ami egy kicsit is elviselhetőbbé teszi azt az egy, kettő vagy akár három órát, amit ezeken a területeken eltöltenek.



*38. ábra – Nyergesújfalui Szent Mihály templom sekrestye fűtése 2022. évig
(Forrás: saját felvétel, 2023)*



*39. ábra – Nyergesújfalui Szent Mihály templom sekrestye új fűtése 2022-től
(Forrás: saját felvétel, 2023)*



40. ábra – Nyergesújfalui Szent Mihály templom kórus fűtőberendezései
(Forrás: saját felvétel, 2023)

TEMLOMBAN TALÁLHATÓ VÉDENDŐ MŰTÁRGYAK

Ehhez a templomhoz kapcsolódóan nem sikerült művészettörténész által készített értékleltárt találnom, ugyanakkor elegendő egyszer bemennünk és láthatjuk, hogy festmények, szobrok, fa oltár, freskók a mennyezeten és így tovább sorolhatnám azokat a kulturális örökségvédelmi értékeket, melyeket az utódaink számára meg kellene őriznünk. Az utolsó látogatásom alkalmával dolgozatomban szereplő képeket készítettem, mikor egy a plébánián dolgozó hölgy csatlakozott hozzám és elmesélte, hogy az elmúlt évben két műtárgyat sikerült restauráltatni, az oltárt és egy festményt, ennek a kettőnek az összege is közel 2 000 000 Ft-ba került, de erre volt most lehetőség adományokból, perselypénzből. A nem megfelelő hőmérséklet és páratartalom itt is „dolgozik” és nem a műtárgyak javára.

JAVASOLT ENERGIAHATÉKONYSÁGOT, KOMFORTÉRTETET ÉS MŰTÁRGYVÉDELMET CÉLZÓ BERUHÁZÁSOK

Az épület belső terében a lábhatók mentén minimális nedvesedésre utaló nyomot láttam a lábhatati részben. Feltárások, mintavétel nem készült, így pontos információk hiányában nem állapítható meg egyértelműen, hogy a falak nedvesek lennének. A padlóburkolat állapota jelentősen repedezett, töredezett, vélhetően nem eredeti, nem építés korabeli (1700-as évek), egyes lapok eltérő színéből feltételezhető, hogy már ezeket a

lapokat is cserélték, ezáltal padlófűtés kialakítása esetén kevés rá az esély, hogy védett burkolattal kellene számolni. A padsorok alatt lévő padozat utólag került beépítésre, mára rendkívül kopott állapotú ezért elbontásának szintén nincs akadálya.

Elérhető – hálózati–energiaforrás a város területén, a templom közelében:

- villamos energia (E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt.)
- földgáz (FGSZ Földgázz szállító Zrt., MVM Égáz-Dégáz Földgázhálózati Zrt.)
- távhő (DISTHERM Távhőszolgáltató Kft. /Veolia csoport/)

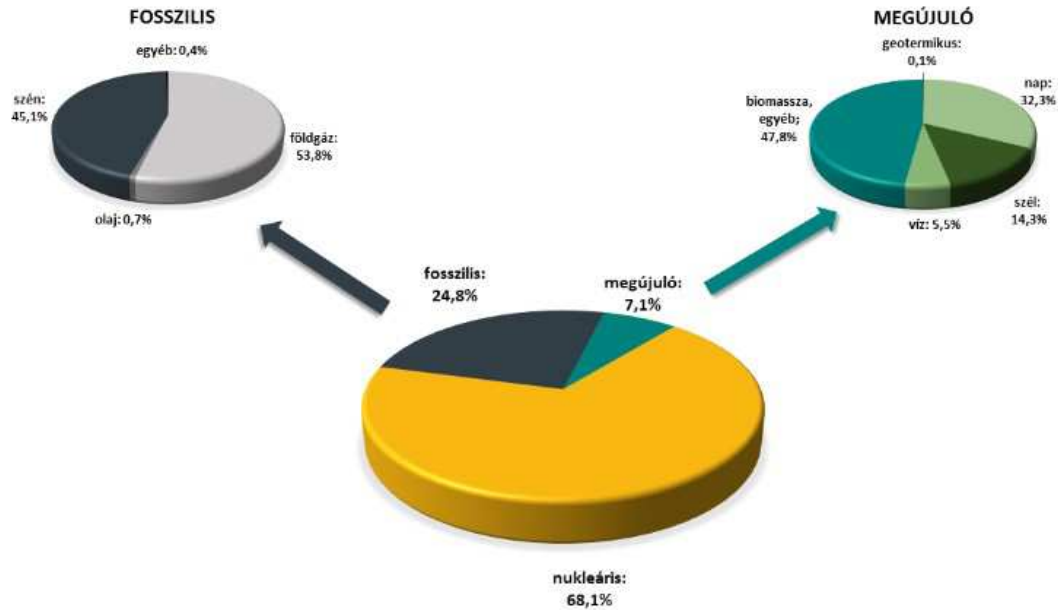
A távhő szolgáltató internetes oldalán nem nyújt elérhető adatot az értékesített hőenergia termelésre felhasznált elsődleges energiaforrások részarányáról, ezáltal nem tudtam megállapítani, hogy hány százaléka megújuló energiaforrás. A hőközpont (kazánház) épületét kívülről megtekintve viszont egyértelműen látható, hogy gázvezeték látja el a hálózatot. (33. kép) A városon belül ugyan van elérhető távhőszolgáltatás, de nem került kiépítésre a templom irányába a hálózat. 1,3 km-re található az utolsó ellátott épület (iskola), a hőközpont pedig 2 km-re.



41. ábra – Nyergesújfalu, DISTHERM Kft. kazánház

(Forrás: google.com/maps)

A templom épületbe jelenleg egyetlen energiahálózat került bevezetésre, a villamosenergia, melyet korábban az E.ON Áramszolgáltató Kft. biztosított, akit az MVM Next Energiakereskedelmi Zrt. váltott 2022. szeptemberében. A jelenlegi szolgáltató energiamix adatai az alábbi ábrán látható, melyről leolvasható, hogy 24,8%-ban fosszilis, 68,1%-ban nukleáris és 7,1%-ban megújuló energiaforrásból állította elő a 2021-ben általa értékesített energiát.



42. ábra–2021-ben az értékesített villamosenergia termelésére felhasznált elsődleges energiaforrások részaránya (Forrás: mvmnext.hu)

A központi hálózaton keresztül elérhető energiaforrásokon túl szóba jöhető energiaforrás lehet még a geotermikus hőszivattyú, mivel a templom épület körül viszonylag nagy a rendelkezésre álló szabad zöld terület, ami szintén a plébánia tulajdonában van.

A tatai kapucinus templom lehetséges fűtési módjainak vizsgálatánál szereplő 8. számú táblázat a következő módosítással átvehető. (12. táblázat)

Az 1. esetben szereplő padlófűtés kialakítása

- a) geotermikus hőszivattyúval
- b) kondenzációs gázkazánnal

Ahhoz, hogy a megfelelő fűtési módot ki tudjuk választani meg kell vizsgálni milyen műtárgyak, értékleltárban szereplő tárgyak vannak az épületben. Amennyiben ezek száma nem akkora mennyiségű, hogy az állandó hőmérséklet tartást igényelne, úgy az emberek benttartózkodása alatti hőkomfort igények lesznek a mérvadók.

A hőszivattyús rendszer reagálási ideje lassú, nagy a felfűtendő felület tömege, ezáltal a templom használat előtt jóval szükséges már bekapcsolni. Ami ebben az esetben hátrányt jelent. Ugyanakkor a talaj feltételezhetően alkalmas lenne, mivel ezen a területen jellemzően nedves, agyagos és homokos talaj található, ami lényegesen több hőt képes szolgáltatni, mint a száraz, porózus kőzetek. Ugyanakkor egy tervezést megelőző talajvizsgálat mindenképpen szükséges ahhoz, hogy kiderüljön egyáltalán a tervezésbe érdemes e belekezdeni.

12. táblázat – Különböző fűtési módok összehasonlítása

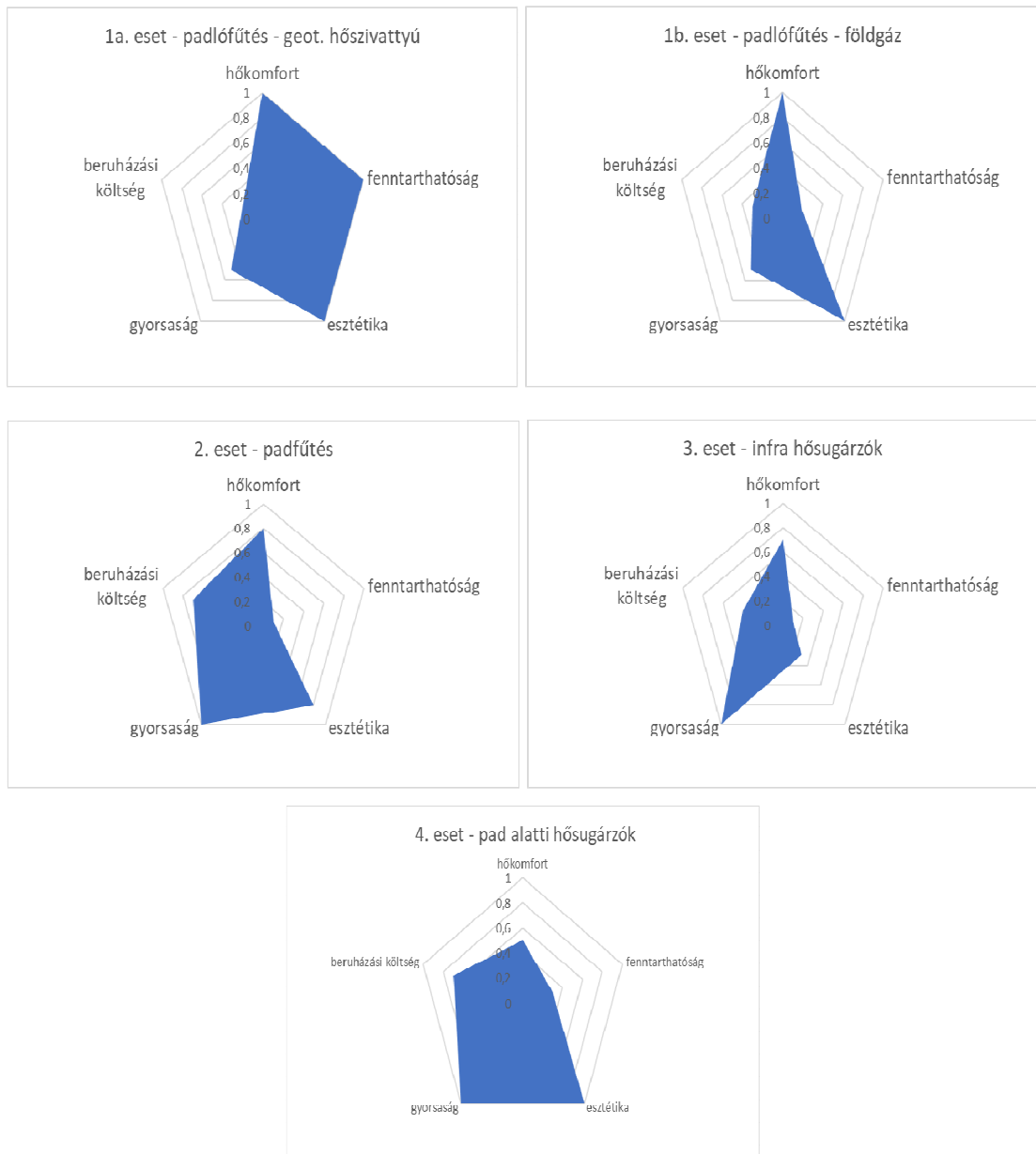
Fűtési mód		Előny	Hátrány
1a.	padlófűtés- geotermikus hőszivattyú	<ul style="list-style-type: none"> • nincs megjelenő fűtőtest • nem vesz el helyet a belső térből • többféle padlóburkolattal kialakítható • nincsenek látszó kábelek • biztonságos • lassan reagál (nincs lökéshullám) • szabályozható • nem zajos • szolgáltatás biztonság • alacsony üzemeltetési költség • alacsony karbantartás igény • hozzájárul a környezetvédelemhez 	<ul style="list-style-type: none"> • bontás-építés: idő, költség • lassan reagál (téli üzembe helyezés) • elektromos áram szükséges a működéséhez • fúrás engedélyköteles és előtte talajvizsgálat szükséges
1b.	padlófűtés- kond. gázkazán	<ul style="list-style-type: none"> • nincs megjelenő fűtőtest • nem vesz el helyet a belső térből • többféle padlóburkolattal kialakítható • nincsenek látszó kábelek • biztonságos • lassan reagál (nincs lökéshullám) • szabályozható • nem zajos • égéstermékéből is hőt tud nyerni (hatásfok) 	<ul style="list-style-type: none"> • bontás-építés: idő, költség • lassan reagál (téli üzembe helyezés) • ÜHG kibocsátás • elektromos áram szükséges a működéséhez
2.	padfűtés ülésfűtés	<ul style="list-style-type: none"> • közvetlenül a testet melegíti • gyorsan melegszik • nem szükséges hozzá nagy átépítés, beavatkozás • nem igényel karbantartást • nem zajos 	<ul style="list-style-type: none"> • értékes padokat fűrják meg a rögzítéshez, vezeték elvezetéshez • templom légtérét nem melegíti • elektromos áram szükséges a működéséhez
3.	infra hősugárzók	<ul style="list-style-type: none"> • magasabb hőérzet • nincs felszálló por, nem zajos 	<ul style="list-style-type: none"> • nem esztétikus inkább ipari • elektromos áram szükséges a

			működéséhez
4.	pad alatti hőszugárzók	<ul style="list-style-type: none"> • nem szükséges hozzá nagy átépítés, beavatkozás • lábnál kellemes meleget ad • lefelé áramló hő szétosztását segíti dupla sugárzó (SH padfűtés) 	<ul style="list-style-type: none"> • nem esztétikus • elektromos áram szükséges a működéséhez • értékes padokat fűrik meg a rögzítéshez, vezeték elvezetéshez • lábszárat melegít csak

A vizsgálatok előtt a legfontosabb kérdésben a tulajdonosnak egy művészettörténész szakértő bevonása mellett el kell döntenie, hogy olyan fűtési módra van igény, ami folyamatos üzemű, állandó hőmérsékletet és páratartalmat biztosít vagy elegendő csak a liturgikus események alatt fűteni. Vizsgálatom során az időszakos fűtés biztosítását feltételeztem. Mindezek alapján az érzékenység vizsgálatnál a következő 5 szempont alapján végeztem el a vizsgálatot a lehetséges fűtési mód kiválasztásához.

1. Hőkomfort: benntartózkodók számára kialakított hőérzet, komfortérzetet vettem figyelembe.
2. Esztétika: a hőleadó esztétikusan kialakítható, esetleg egyáltalán nem látszódik.
3. Fenntarthatóság: mennyire környezetbarát az adott rendszer, milyen arányban használ megújuló energiaforrást az energiatermeléshez, előállításához.
4. Gyorsaság: mennyire gyorsan érhető el a benntartózkodók számára megfelelő hőérzet.
5. Beruházási költség: mekkora munkával jár a fűtési mód kialakítása. (Minél nagyobb annál közelebbi az érték a 0-hoz, mivel annál rosszabb)

A vizsgálatnál nulla és egy közötti értéket kaphat az adott paraméterre vonatkozóan a vizsgált fűtési mód. Az egyes szemléleti módokat én határoztam meg az általam fontosnak vélt elvárások alapján a vizsgált templomi adottságait, körülményeit figyelembe véve.



43. ábra – A vizsgált fűtési módok érzékenységvizsgálata
(Forrás: saját munka)

Lemérve a diagrammokon kialakult területeket a következő sorrend alakult ki:

1. padlófűtés - geotermikus hőszivattyú
2. pad alatti hőszugárzók
3. padfűtés
4. padlófűtés – kondenzációs gázkazán
5. infra hőszugárzók

Az általam felállított szempontok fontosságát, és azok súlyát figyelembe véve a legkedvezőbb fűtési mód a geotermikus hőszivattyúval ellátott padlófűtés lenne.

Természetesen ez nem azt jelenti, hogy a tulajdonos is ezt a megoldást választaná, hiszen a választásnál lehet, hogy fontosabb szempont lenne nála a beruházási költség – a rendelkezésre álló összeg–és kevésbé fontos a fenntarthatósági szempont. Ugyanakkor az általam javasolt fűtési mód egyértelmű előnye lenne, hogy megújuló energiaforrást használ, a téli üzem elindítása után állandó hőmérséklet és páratartalom alakítható ki megfelelő szabályzás mellett, alacsony a karbantartási költsége, az esztétikai kialakítása egyértelműen a legkedvezőbb, hiszen semmi nem látható belőle a templomtérben.

További energiahatékonyságot növelő beruházások és elvégzendő feladatok:

- világítás korszerűsítés (lámpák, dugaljok cseréje, világítás tervezés),
- fűtés kialakítása a kóruson, sekrestyében és a templom előterében,
- harang vezérlés felülvizsgálata,
- jelenlegi padfűtések, kóruson és sekrestyében lévő fűtőeszközök megszüntetése.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Magyarország a klímavédelemről szóló 2020. évi XLIV. törvényben vállalta, – több másik célkitűzés mellett – hogy az üvegházhatású gázok kibocsátását legalább 40%-al csökkenti 2030-ig az 1990. évhez képest, 21%-ra növeli a bruttó végső energiafogyasztásban a megújuló energiaforrás felhasználását. Ehhez a vállaláshoz az egyházi épületek is hozzá tudnának járulni, ha a tulajdonukban vagy üzemeltetésükben lévő épületek átfogó veszteségfeltárása, energetikai felülvizsgálata megtörténne. A közelítő számításokból is látszik, hogy a templom épületekben felhasznált energia mennyisége globális szinten jelentős, ezen épületek átfogó felülvizsgálata és felújítása energiahatékonysági szempontokat figyelembevéve sem maradhat ki a jövőbeni – 2050-ig tartó – klímastratégiai tervből.

A műemléki épületek, melyek ahogy a műemlékvédelemről szóló törvény is fogalmaz „hazánk történelmének, kultúrájának és művészetének pótolhatatlan örökségét képezik”, védelmük, állagmegóvásuk közös érdekünk. „Fenntartásuk, jelentőségükhöz méltó használatuk és az egész társadalom számára való hozzáférhetővé tételük közérdek.” (1997. évi LIV. törvény a műemlékvédelemről) Ahhoz, hogy ezeknek az épületeknek és a bennük rejlő felbecsülhetetlen értékű műkincseknek megfelelő környezetet tudjunk biztosítani – mindamelllett, hogy komfortossá téve használjuk is őket – jelentős mennyiségű energiát kell felhasználnunk. Ezt az energiát – törvényi kötelezettségvállalás nélkül is – jól átgondolt, épülethez, környezeti adottságokhoz illeszkedő, megújuló energiaforrást felhasználó rendszerből kell kinyernünk.

Diplomadolgozatom témájának megfogalmazásakor még úgy véltem, hogy az emberek számára megfelelő kellemes téli légállapot kialakítása lesz a mérvadó egy templom belső környezetének vizsgálatában és paramétereinek meghatározásában. Minden fellelt irodalom és vizsgálat, elemzés elvégzése után már fontosabbnak tartom, hogy azokban a templomokban ahol műemléki értékleltárt képező pótolhatatlan tárgyak, elemek jelennek meg, ott azon kulturális örökségek állapotának védelme jóval fontosabb és meghatározóbb a belső környezet elvárt paramétereinek kialakításában. Az említett tárgyak, értékek felújítása, sok esetben pénzügyileg is nagyobb beruházást jelentenek, mint egy jól működő fűtési rendszer kialakítása és folyamatos üzemeltetése, ugyanakkor több esetben az értékük, jelentőségük pénzben akár fel sem mérhető. Ezen nézetemmel nem vagyok egyedül – hiszen rendkívül sok műemléket védő szakértő vagy egyszerűen kedvelő ember van az országban azokon kívül akik hivatásukból adódóan is foglalkoznak ezen épületekkel és

tárgyakkal –, és mivel az emberek által elvárt komfort szint emelkedésével a fűtés nélkül működő templom épületek mára már elképzelhetetlenek, így nem tudunk egy ekkora épületállományt figyelmen kívül hagyni energiateljesítési adatokat figyelembevéve. Mindezeket végig gondolva állítottam össze a következő listát arra vonatkozóan, hogy milyen tennivalók vannak vagy lennének a – egyfunkciós–templomépületek felülvizsgálata és felújítása kapcsán. Az alábbi lista meghatározó részei azon épületekre is használható, ahol a tulajdonos nem akar állandó üzemű fűtést kialakítani mivel nincsenek az épületben értékes alkotások, vagy mert azok amik vannak időközönkénti felújításuk alkalmával sem jelentenek megterhelő kiadást az egyházközösségnek.

13. táblázat – Az épület állapotát óvó, energiateljesítést növelő karbantartási feladatok, felújítási javaslatok és teendők listája

I.	Rendszeres – karbantartási–feladatok (minden műemlék épület esetében)	Javasolt alkalmak száma
1.	Ereszcsatornák rendszeres karbantartása (tisztítása, hiányzó elemek pótlása, növényzet eltávolítása), nedvesség épületbe való bejutásának megakadályozása	évente legalább kétszer / nagyobb viharok után is akár
2.	Tető rendszeres átvizsgálása <ul style="list-style-type: none"> - héjazaton folytonossági hiány – félrecsúszott, repedt, lyukas - padlástér, fedélszerkezet, földem, lépcsők, létrák átnézése 	évente legalább kétszer / nagyobb viharok után évente legalább egyszer (faanyagvédelmi szakértő, tartószerkezeti szakértő bevonásával bevonásával)
3.	Törött ablaküvegek javítása (hővesztés megakadályozása), nyíló ablakok szoros záródásának ellenőrzése	
4.	Épület körüli csapadékvíz elvezető rendszer kamerás vizsgálata, tisztítása	évente legalább egyszer javasolt a csapadékvíz rsz. esetében ha nincs lombfogó a rendszerben
5.	Fogyasztási adatok gyűjtése, elemzése	havonta egyszer
II.	Elmaradt karbantartásokból, építési hibából adódó vizsgálatok, munkák	Vizsgálat szükségessége
1.	Tetőtér szellőzésének vizsgálata	befüledt, páradús levegő korhadást, gombásodást okozhat

		a szerkezetben
2.	Hiányzó ereszcatornák, lefolyócsövek pótlása	falazat tartós nedvességét okozhatja
3.	Szabadon lévő fűtésűcsövek szigetelése	hővesztesség megakadályozása
4.	Ajtón lévő rések szigetelése vagy függöny, szélfogó elhelyezése	huzathatás, káros légmozgás elkerülése
5.	Nedves falak szigetelése, kiszárítása	mintavétel, laborvizsgálat, szigeteléssterv
6.	Épület körüli szennyvíz-, csapadékvíz és vízhálózat felülvizsgálata	amennyiben valahol hiba van a rendszerben (törött, nem megfelelő lejtésirány) visszajuthat a nedvesség az épületbe, szerkezeteibe
III.	Fejlesztés, beruházás	Lehetséges mód
1.	Megújuló energiaforrás használata – villamosenergia	van-e olyan épület a templom közelében ahol elhelyezhető napelem? pl. plébánia
2.	Fűtési rendszer szabályozhatóságának kialakítása (használatához igazított működés)	szertartások idejére magasabb hőmérséklet, egyéb időben alacsonyabb temperáló, még nem káros paraméter beállítása (kettő között max. 6 °C különbség)
3.	Világítás korszerűsítése, LED-es fényforrásokra csere	kevesebb energiafelhasználás
4.	Födém / boltozat megfelelő szigetelés kialakítása	(környezetbarát) fűjt szigetelések pl. újrahasznosított papír alapanyagból birkagyapjú hőszigetelés kőzetgyapot

		hőszigetelés üveggyapot hőszigetelés
5.	Külön fűthető terek kialakítása pl. mobil üvegfalal	előtér, kórus leválasztása (ezekben a helyiségekben kevesebb értékes műtárgy miatt kisebb hőmérséklet tartható)
6.	Nem értékleltári nyílászárók felújítása	hőszigetelő üveg beépítése vagy a nyílászáró korszerűbbre cserélése
7.	Fűtési rendszer felújítása, korszerűsítése vagy cseréje (Legfontosabb beruházás, hiszen a templomok energiafelhasználásának legjelentősebb tényezője)	megfelelő tervező és szakértő bevonásával (energetikus, épületgépész)
8.	Tetőfelújítás (rossz állapotú tető esetén mindenképpen fontos a tartós beázás elkerülése érdekében)	megfelelő tervező (építész, tartószerkezeti tervező) bevonásával
9.	Utólagos vízszigetelés kialakítása – beázások megszüntetése után/mellett (nedves falak megszüntetése)	számos lehetőség áll rendelkezésre pl. injektálás, mindenképpen szigetelőtechnológus, szakértő bevonása szükséges a legmegfelelőbb technológia kiválasztásához
10.	Hatékonyabban működő fűtési rendszer kialakítása (ha nincs lehetőség megújuló energiaforrással működő fűtési mód kialakítására)	pl. kondenzációs gázkazán a korábbi hagyományos gázkazán helyett
11.	Padlófűtés kialakítása, ha a padlóburkolat felújítása kerülne egyébként is sorra	gépésztervező bevonása
12.	Elektromos autó töltő kialakítása, ha van saját parkolója a templomnak (bevételi forrás is lehet)	elektromos tervező / kivitelező bevonása

Mindenképpen szeretném felhívni a figyelmet arra, hogy a műemlék épületen történő bármilyen beavatkozás megfelelő szakértelemmel rendelkező mérnököt igényel. Minden esetben az illetékes örökségvédelmi hatósággal szükséges felvenni a kapcsolatot, akinek törvényi jogánál fogva beleszólása van az épületben és annak környezetében történő bárminemű átalakításba, felújításba. Ezért sorrendben a legfontosabb lépések a következők egy műemléki épületet érintő beruházás kapcsán:

1. tudományos kutatás és értékleltár készítése,
2. műszaki állapotvizsgálat,
3. tervezési program összeállítása és tervezés,
4. engedélyeztetés,
5. építőipari kivitelezés és képzőművészeti restaurálás,
6. karbantartás.

Az utolsó lépés bármely épület esetében semmiképp nem elhanyagolható, hiszen egy épületet folyamatosan „ápolni” kell, hogy hosszú távon életben maradjon.

SUMMARY

Hungary has committed to reducing greenhouse gas emissions by at least 40% by 2030 compared to 1990 levels, and increasing the use of renewable energy sources to 21% of gross final energy consumption, among other objectives, in the 2020 XLIV. law on climate protection. Church buildings could also contribute to this commitment if a comprehensive loss analysis and energy review were conducted on the buildings they own or operate. Approximate calculations show that the amount of energy used in church buildings is significant on a global scale, and the comprehensive review and renovation of these buildings must take into account energy efficiency in the future climate strategy plan until 2050. Historic buildings, which, as the law on the protection of monuments states, "represent the irreplaceable heritage of our country's history, culture, and art," are of common interest for their protection and preservation. "Their maintenance, appropriate use, and accessibility to the whole society are of public interest" (Law LIV of 1997 on the protection of monuments). In order to provide the appropriate environment for these buildings and the priceless works of art they contain—while making them comfortable to use—a significant amount of energy needs to be used. Without any legal obligation, we need to extract this energy from a well-thought-out renewable energy source system that is tailored to the building and environmental conditions. When I formulated the topic of my thesis, I thought that creating a suitable comfortable winter air condition for people would be the key factor in examining and determining the parameters of the internal environment of a church. After reviewing all literature and conducting analyses, I now believe that protecting the condition of cultural heritage in those churches where irreplaceable objects and elements form part of the inventory is much more important and decisive in shaping the expected parameters of the internal environment, as the renovation of these objects and values often requires greater investment than establishing and continuously operating a well-functioning heating system. At the same time, in many cases, their value and significance cannot be measured in financial terms. I am not alone in this view—there are many experts and enthusiasts in the country who protect monuments and those who, by profession, deal with these buildings and objects—and with the increasing comfort level expected by people, a heating system without energy consumption is becoming increasingly important.

14. table - List of maintenance tasks, renovation suggestions, and to-do's aimed at preserving the building's condition and increasing energy efficiency.

II.	Regular maintenance tasks (for all historic buildings)	Recommended frequency
1.	Regular maintenance of gutters (cleaning, replacement of missing elements, removal of vegetation), prevention of moisture from entering the building	at least twice a year / also after major storms
2.	Regular roof inspection <ul style="list-style-type: none"> - checking for continuity gaps in the covering– displaced, cracked, or perforated - inspection of the attic space, roofing structure, ceiling, stairs, and ladders 	at least twice a year / also after major storms at least once a year (with the involvement of a wood protection expert, and a structural engineer)
3.	Repairing broken window panes (to prevent heat loss), checking the tightness of opening windows	
4.	Camera inspection and cleaning of the rainwater drainage system around the building	recommended at least once a year for rainwater systems, and if there is no foliage catcher in the system
5.	Collecting and analyzing consumption data	once a month
II.	Inspections and work resulting from missed maintenance and construction errors	Necessity of inspection
1.	Examination of attic ventilation	Stagnant, humid air can cause decay and fungal growth in the structure
2.	Replacing missing gutters and drainpipes	Can cause sustained moisture in the masonry
3.	Insulation of exposed heating pipes	to prevent heat loss
4.	Insulation of gaps on doors or placement of curtains, windbreaks	to prevent drafts and harmful air movement
5.	Waterproofing and drying of damp walls	sampling, laboratory analysis, waterproofing plan
6.	Review of sewage, rainwater and water supply network around the building	in case of any issues in the system (broken or improper slope), moisture can seep back into the building and its

III.	Development, investment	Possible ways
1.	Use of renewable energy sources – electric energy	Is there any building near the church where solar panels can be installed? e.g. parsonage
2.	Establishment of heating system controllability (operating according to usage)	Setting higher temperature during ceremonies, lower temperature during other times, setting non-harmful parameters (maximum 6°C difference between them)
3.	Modernization of lighting, replacement with LED light sources	Less energy consumption
4.	Proper insulation of ceiling/vault	(environmentally friendly) blown insulation, e.g. from recycled paper material Sheep wool thermal insulation Mineral wool thermal insulation Fiberglass thermal insulation
5.	Design of separately heated spaces, e.g. with mobile glass walls	Separation of foyer and choir (These spaces can be kept at a lower temperature due to fewer valuable artworks)
6.	Renovation of non-inventory windows	Installation of heat-insulating glass or replacement of windows with more modern ones

7.	Renovation, modernization or replacement of the heating system (The most important investment, as it is the most significant factor in the energy consumption of churches)	Involvement of appropriate designers and experts (energy expert, building services engineer)
8.	Roof renovation (Important to prevent persistent leakage in case of poor condition)	Involvement of appropriate designers (architect, structural designer)
9.	Creation of secondary water insulation–after/alongside the elimination of leaks (Elimination of damp walls)	Numerous options are available, such as injection, but an insulation technologist and expert are needed to select the most appropriate technology
10.	Establishment of a more efficient heating system (If there is no possibility to create a heating mode with renewable energy sources)	For example, a condensing gas boiler instead of the previous traditional gas boiler
11.	Establishment of underfloor heating if the floor covering is to be renovated anyway	Involvement of mechanical engineers
12.	Establishment of an electric car charger if the church has its own parking lot (Could also be a source of revenue)	Involvement of an electrical designer / contractor

I would like to draw attention to the fact that any intervention in a monument building requires an engineer with appropriate expertise. In all cases, it is necessary to contact the competent heritage authority, who has the legal right to intervene in any alteration or renovation in the building and its surroundings. Therefore, the most important steps in an investment related to a monument building are as follows:

1. Scientific research and inventory creation
2. Technical condition assessment
3. Compilation of a design program and design
4. Permitting
5. Construction and fine arts restoration

6. Maintenance.

The last step is by no means negligible for any building, as a building must be continuously maintained to survive in the long run.

NYILATKOZAT

Alulírott Fülöp Kinga Melinda, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Létesítménymérnök MSc szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: Nyergesújfalu, 2023. 05. 01.



Hallgató


NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év május hó 02 nap



Belső konzulens

***Kérjük a megfelelőt aláhúzni!**

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Fülöp Kinga Melinda
A Hallgató Neptun kódja: G9YZJ9
A dolgozat címe: A magyarországi templom épületek belső környezeti és energetikai kérdései
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: Műszaki Intézet

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2023 év május hó 2 nap


Hallgató aláírása

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. 2015. évi LVII. törvény az energiahatékonyságról
2. A 2001. évi LXIV. törvény a kulturális örökség védelméről
3. Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/844 irányelve (2018. május 30.) az épületek energiahatékonyságáról szóló 2010/31/EU irányelv és az energiahatékonyságról szóló 2012/27/EU irányelv módosításáról, Az Európai Unió Hivatalos Lapja, 2018., L 156/75
4. Bajza József (2003,2006): Szemrevételezéses épületdiagnosztika, TERC Kereskedelmi és Szolgáltató Kft., 2006, 65. p.
5. Barna L. – Barótfi I. – Bánhidi L. – Fodor A. Cs. – Garbai L. – Homonnay Gy. – Mészáros F. – Zöld A. (2001): Épületgépészet 2000 szakkönyvsorozat, Fűtéstechnika II, Épületgépészet Kiadó Kft. Budapest, 2001, 13. p.
6. Csipkés M. – Pusztai L. – Nagy L. (2018): Energiamenedzsment térhódítása Magyarországon, International Journal of Engineering and Management Sciences (IJEMS) Vol. 3. (2018). No. 1, 72.-79. p.
7. Déry Attila (2020): Öt könyv a régi építészetéről – Gyakorlati műemlékvédelem, 5. Festések, burkolatok, üvegek, szigetelések, gépészet, XVI. Gépészet, 361-419
8. Diófási Áron–Diófási Orsolya, SURVIVE ENVIRO Nonprofit Kft. (ismeretlen): Energiamenedzsment, Energiamenedzsment az Egyesült Királyságban
9. Dipl.-Ing Uwe Scholz (2014): Kirchenheizungen, 2014, Ingenieurgruppe HSK GmbH
10. Dr. Chapon Miklós (2019): Közel 100 éves gázkandalló, Magyar Épületgépészet, LXVIII. évfolyam, 2019/12. szám, 18. p.
11. Dr. Kalmár Ferenc (2013): A belső környezet minősége, TERC Kiadó, 2013
12. Dr. Zsebik Albin (2017): Az energiagazdálkodás tervezése és értékelése, szakreferenci jelentések, KLENEN Energiagazdálkodás, 58. évf. 2017. 1-2. szám, 3.-8. p.
13. EON Hungária Zrt. (2023): Energiamix, <https://www.eon.hu/hu/rolunk/egyetemes-szolgáltato/energiamix-eas.html>
14. Építési és Közlekedési Minisztérium (2023): Állami építési beruházások rendjéről szóló törvény, www.kormany.hu
15. Frank Frössel (2006): Falak utólagos víztelenítése és szigetelése, TERC Kereskedelmi és Szolgáltató Kft., 2006, 29.p.
16. Hertelendy Zsolt (2022): Energetikai gépészeti szakági tervfejezet Kapucinus rendház és templom energetikai korszerűsítésének koncepciótervéhez

17. ifj. Czinege Károly (2017): Korszerű elektromos épületfűtések, épületgépészeknek!, www.megsz.hu
18. Járó Márta (2001): Megelőző konzerválás múzeumi kiállításokon és raktárakban, Erdélyi Magyar Restaurátor Füzetek
19. Járó Márta (2005): A legfontosabb műtárgykörnyezeti paraméterek mérése, Múzeumi állományvédelmi füzetek
20. Jurásek Janka (2016): Kerekasztal beszélgetés az épületenergetika aktualitásairól, Molnár Szabolcs előadása, Energetika Szakkollégium, 2016
21. Káldi Gyula – Várallyay Réka (2004): Útmutató épített és tárgyi örökségünk megóvásához, Kulturális Örökségvédelmi Hivatal, Teleky László Alapítvány, 2004, (<https://oroksegvedelem.kormany.hu/allagmegovas-mutargyak-gondozasa-kezelese2>)
22. Kövesdi Mónika – Kiss Vendel (2021): Művészettörténeti kutatási dokumentáció – A tatai rendház és templom, 2021
23. Központi Statisztikai Hivatal (2014): 2011. ÉVI NÉPSZÁMLÁLÁS, 10. Vallás, felekezet
24. Központi Statisztikai Hivatal (2022): Összefoglaló táblák, 15. Környezet, kommunális ellátás, Kommunális ellátás, 15.1.1.44. Villamosenergia-ellátás (1990-2021), https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0044.html
25. Molnár Szabolcs (2015): Az épületek energiatakarékosságának jövőbeni lehetőségei, ENELKO, Arad (RO), konferenciakiadvány
26. Molnár Szabolcs (2017): Az épületek energiahatékonyságának fejlődése, KLENEN Energiagazdálkodás, 58. évf. 2017. 1-2. szám, 40.-43.p.
27. Műtárgyfelügyelet, Fogalmak (<https://oroksegvedelem.kormany.hu/fogalmak-mho>)
28. Rádi R. D. (2018): A jövő energiátárolása – Fázisváltó anyagok, <https://alternativenergia.hu/a-jovo-energiatarolasa-fazisvalto-anyagok/82483>
29. Szecskő Heléna – Higi Balázs (2022): Tatai Kapucinus rendház és templom Faldiagnosztikai szakvélemény, 2022. május
30. Tata Energia Kft. (2023): Zöld energia Tatának, <https://tavho.veolia.hu/tata/rolunk-tata>
31. The Church of England (2022): Faculty Amendment Rules 2022 (Net-Zero), www.churchofengland.org
32. Tózsér Anett (2019): A magyar társadalom mentális egészségi állapotának bemutatása, Polgári Szemle, 15. évf. 4-6. szám, 2019, 370–382., DOI: 10.24307/psz.2019.1224

33. Váradi Szabolcs, Józsa Péter (2015): Műemlék jellegű épületek fűtése – Templomok, energy.hu/hirek
34. Váradi Szabolcs, Józsa Péter (2015): Műtárgy védelem energetikai szempontból, energy.hu/hirek
35. Wikipédia (2021): Magyarország legnagyobb települései a lakások száma szerint, https://hu.wikipedia.org/wiki/Magyarorsz%C3%A1g_legnagyobb_telep%C3%B1%C3%A9sei_a_lak%C3%A1sok_sz%C3%A1ma_szerint
36. <https://czinege.hu/blog/templomi-padfutes-templomok-infracutes/>
37. <https://elektromosfutes-tervezoknek.hu/blog/milyen-az-idealis-templomi-padfutes/>
38. <https://www.templomfutes.hu/>
39. <https://iparifutesek.hu/templomfutes-padfutes-infracutes/>
40. <https://infrapiac.hu/templomfutes/>