

36. Országos Tudományos Diákköri Konferencia
Had- és Rendészettudományi Szekció
Budapest, 2023. április 18-20.
Nemzeti Közszolgálati Egyetem
Rendészettudományi Kar

**A katedrális, templom épületekben keletkezett tüzeseteknél a
tűzoltói beavatkozások, technikák vizsgálata és a muzeális értékek
mentése. Célkeresztben: a Notre-Dame-i tűz**

Jelige: *Notre-Dame de Paris*

Pályamunka lezárásának időpontja: 2022. június

2023.

Tartalomjegyzék:

1. Célkitűzés	4
1.1. Problémafelvetés	4
1.2. Kutatási módszereim	5
2. Templomépületek történeti és történelmi áttekintése a Notre-Dame de Parison keresztül	6
2.1. Victor Hugo – A párizsi Notre-Dame (és a tűz).....	7
2.2. Harangok és 2001.09.11.	7
2.3. Az építkezés fázisai	8
2.4. Az építkezés részletei	10
2.5. Az építkezés részletei: A tetőszerkezet	11
2.5.1. Tetőhéjázat, beavatkozás, és tűzvédelem	11
2.5.2. Az építkezés részletei: A bordázott boltozat	13
2.5.3. Az építkezés részletei: Ólomüveg ablakok	14
2.5.4. Az építkezés részletei: A Notre-Dame kapui, bejáratai	16
2.6. Főbb történelmi események a Notre-Dame de Paris életében.....	17
2.7. Harang és tűzoltástaktika	18
3. A tűz előtti állapot	21
3.1. A sorsdöntő nap: 2019.04.15.	21
3.1.1. Tűzjelzés	22
3.1.2. Tűzterjedés modellje	23
3.1.3. Kérkezés – felderítés	23
3.1.4. Vonulás.....	24
3.1.5. Fokozat meghatározása és számítás	24
3.2. Franciaországi tűzoltók jogviszonyainak megoszlása.....	26
3.3. Tűzoltói beavatkozás előkészítése	27
3.3.1. Riasztók erők és eszközök, magasból mentők	27
3.3.2. Riasztott erők és eszközök, drónnal végzett felderítés.....	28
3.3.3. Riasztott erők és eszközök, tűzoltó robot és statika	29
3.3.4. Légi tűzoltás alkalmazhatósága és annak vizsgálata	31
3.3.5. Szajna és a táplálás	33
3.3.6. Tűzoltástaktika és bevetett oltóeszközök	34

4. Muzeális értékek mentése	36
4.1. Muzeális értékek és Tűzoltási és Műszaki Mentés Terv	37
4.2. Harangtoronyok védelme	37
4.3. A tűz eloltása megtörtént	40
4.4. Az újjáépítés és támogatások	41
4.5. Az ólom környezeti hatásai	42
4.6. A tüzesetből levont tapasztalatok és tanulságok	42
4.7. Templomban történő tüzesetek lehetséges kiváltó okai	43
4.8. Kitekintés: Az orosz-ukrán konfliktus és a kijevi székesegyház	43
4.9. Kitekintés: Tüzeset az ajkai Szent István király templomban.....	44
5. Saját kísérlet: A tölgyfa égésének vizsgálata természetes és égékésletetett állapotban	46
5.1. A fa égésének folyamata	46
5.2. A tölgyfa égési tulajdonságai és a felhasználás eszközök	46
5.3. Az előégetés tapasztalatai	49
5.4. A kísérleti tapasztalatai	51
5.5. A kísérletből levont következtetések	54
6. Összefoglalás	55

1. Célkitűzés

Dolgozatom célkitűzése, hogy bemutathassam a több százéves, monumentális méretű katedrálisokban keletkezett tüzeseteknél a tűzoltói beavatkozások hatékonyságát, és javaslatokat téve fejleszteni kívánom a tűzoltás taktikai elveit, túlmutatva a gyakorlatban alkalmazott megoldásokon. Mint a dolgozatom címe is mutatja, a fő téma a Notre-Dame-i tüzeset vizsgálata, és tűzoltói beavatkozások tapasztalatainak kivetítése a hazai katedrális épületekre, illetve templomokra.

1.1. Problémafelvetés

Úgy vélem tűzoltói szempontból, magasfokú kockázatot rejtenek a többszáz éves templomok és székesegyház épületek, mivel az őket alkotó éghető szerkezet teljes egészében kiszárad az évtizedek, sőt az évszázadok alatt, illetve a tűzoltási beavatkozásokhoz nagyszámú magasból mentő gépjárműre van szükséges a korlátozott hozzáférés, a magasság leküzdése miatt. Ez a Notre-Dame székesegyháznál sem volt másképp, a tetőszerkezetet alkotó tölgyfa gerenda rengeteg, az időmúltával „csontszárazzá” változott, így az égéshez szükséges feltételek tökéletesen adottak voltak 2019.04.15-én. [1]

Ahogy Párizsban és Kölnben sincs ez másképp, úgy Magyarországon is véleményem szerint kiemelt létesítményekként kell kezelni mind a templomokat, mind a katedrális épületeket is, hiszen nagyon kevés kidolgozott Tűzoltási és Műszaki Mentési Terv van ezekre az épületekre, különösen a nagyobb templomokra, pedig egy alaposan kidolgozott beavatkozást támogató protokoll nagyban segítségére lehet a helyszínre érkező tűzoltásvezetőnek és a tűzoltásban közvetlenül résztvevőknek, és elsőkézből tájékozódhatnak az adott katedrális és templomépület jellegzetességeiről, az épületen belül található magas eszmei értékkel bíró relikviák elhelyezkedéséről.

A templom és a székesegyház közötti különbség abból ered, hogy a templommal ellentétben a székesegyházban van a püspöknek, az ún. püspöki széke, így a székesegyház a püspök székhelye. [2] Véleményem szerint, tűzoltói szempontból a templom és székesegyház közötti

¹ <https://vilagterkep.atlatszo.hu/2019/04/16/a-notre-dame-katasztrofaja-es-ujjaepitese-is-az-allam-es-az-egyhaz-kozos-felelossege/> letöltés napja: 2021.11.26 18:28

² <https://www.cultura10.com/hu/diferencias-entre-iglesia-catedral-y-basilica/> letöltés napja: 2022.01.31. 13:19

különbség inkább a gyakorlati részében releváns, miszerint a gyakorlatban a székesegyház terjedelmesebb épület, mint a templom, ezáltal több veszélyforrásra és éghető anyagra kell számítani a tűzoltói beavatkozások során.

1.2. Kutatási módszereim

A dolgozat elkészítéséhez, illetve a kutatásaim elvégzéséhez:

- Jogszabályokban, internetes forrásokban, illetve szakemberek segítségével kutatómunkát végeztem;
- 2021 év végén a tüzeset helyszínére utaztam, az alapvető információk gyűjtésére, és személyes tapasztalatok bővítése céljából;
- Párizsban tartózkodásom alatt felkerestem egy a Notre-Dame de Paris-hoz közel fekvő tűzoltóságot
- 2022 februárjában felkerestem az ajkai Szent István király templomot, ahol február 5-én az esti órákban kigyulladt a harangtorony;
- Kísérletet végeztem az égéskésleltetővel bevont tölgyfa és a natúr tölgyfa égési folyamatával kapcsolatban.

2. Templomépületek történeti és történelmi áttekintése a Notre-Dame de Paris-on keresztül

A Notre-Dame székesegyház építése 858 évvel ezelőtt, 1163-ban kezdődött az akkori párizsi püspök Maurice de Sully javaslatára, a gótikus építészet jegyében. Az építkezés előkészülete, mint ahogy az építés folyamata is sok verejtéket követelő, embert próbáló feladat volt. Maurice de Sully püspök egy viasztáblán lerajzolta és teljes egészében megtervezte a katedrális amelyet egy korábbi, kisebb méretű székesegyház helyére a Szajna által körültzárt szigetre az ún. Île de la Cité-ra tervezett. Maurice de Sully az építkezés megkezdéséhez engedélyt kellett kérjen az akkori francia uralkodótól, aki akkortájt VII. Lajos francia király volt. [3] A király meggyőzéséhez Maurice de Sully-nek nagy volumenű és ésszerű érvekre volt szüksége, az új székesegyházat illetően, mivel hatalmas anyagi beruházás kellett a munkálatok kivitelezéséhez. VII. Lajos az érveket elfogadta, de az egyetlen problémája volt a székesegyházzal, hogy magasabb lesz a katedrális, mint a Királyi Palota, Párizsban. A püspök azzal győzte meg az akkori francia királyt, hogy a Notre-Dame székesegyház is az uralkodó koronáján fog megcsillanni, mint a legfényesebb gyémánt, tehát a király érdemeit nemhogy csökkenti, épp ellenkezőleg, feljebb emeli. [4] Lényegében a Notre-Dame-i székesegyház fogja szolgáltatni a távoli szemlélőnek a várossziluettet, a város körvonalának középpontját, illetve a hívők körében ún. „number one” lesz.

VII. Lajos francia király az építkezésbe beleegyezett, így 1163-ban megkezdődött a Notre-Dame építése. A székesegyház alapkövét III. Sándor pápa jelenlétében Maurice de Sully helyezte le és áldotta meg, így hivatalosan is megkezdődhettek a munkálatok, az alapkövetételénél jelen volt VII. Lajos francia király is. [5]

A székesegyház alapjának és később szerkezetének tájolása nyugat-kelet irányú az épület hossz tengelyét tekintve, így a felkelő és a nyugvó nap fényei is beborítják a katedrális egészét. [6]

Az épülő székesegyház neve, Maurice de Sully javaslatára lett „Notre-Dame de Paris” amely közvetlen fordítással franciáról magyarra azt jelenti, hogy „Párizsi Mi Asszonyunk

³ <http://historia-cronologia.lapunk.hu/?modul=oldal&tartalom=1203027> letöltés napja: 2021.11.25 17:28

⁴ részletjelenet : „A Párizsi Notre-Dame – Az építőmesterek kora, 21. Médiaklikk” című dokumentum filmből 13:15 Letöltés napja 2021.11.25. 18:12

⁵ <http://historia-cronologia.lapunk.hu/?modul=oldal&tartalom=1203027> letöltés napja: 2021.11.25. 18:45

⁶ <https://www.google.com/maps/place/Notre-Dame-sz%C3%A9kesegyh%C3%A1z/@48.8527988,2.3487058,358m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x47e671e19ff53a01:0x36401da7abfa068d!8m2!3d48.8529682!4d2.3499021?hl=hu> letöltés napja: 2021.11.25 19:22

Székesegyház”. [7] A névadó Szűz Mária tiszteletére választotta a katedrális mai napig is életben lévő és alkalmazott nevét. [8]

2.1. Victor Hugo – A párizsi Notre-Dame (és a tűz)

Egy szövegrészletet szeretnék idézni Victor Hugo könyvéből, ahol tulajdonképpen leírta, hogyan fog a Notre-Dame székesegyház a lángok martalékává válni.

A szövegrészlet a könyv IV. Az ügyetlen jó barát című fejezetében található: *„Minden tekintet a templom tetejére fordult. Rendkívüli látvány tárult elébük. A legfölső galériából, a középső nagy ablakrozsza fölött hatalmas láng csapott fel, szikraörvényt hányva a két torony közé; a szilaj, zabolátlan, hatalmas láng foszlányait a füsttel együtt el-elkapta a szél. A láng tövében, a sötét mellvéd alatt, amelynek lóhereívei tűzvörösre gyúltak, két szörnyepofájú vízköpő okádta szakadatlanul ezt az égő patakot, amelynek zuhataga ezüstösen vált ki az alsó homlokzat sötét háttéréből.”* [9] illetve pár sorral lejjebb *„E rémületes világítótorony bizonyára felébresztette álmából a favágót Bicêtre távoli dombjain, aki elszörnyedve látta, hogy a Notre-Dame tornyainak gigászi árnya ott táncolt előtte a fenyéren.”* [10]

Reflektálva a leírtakra, szinte hihetetlen az a tény, ahogy Victor Hugo hellyel - közzel pontosan leírta a tüzeset cselekménysorozatát, és a XXI. századi hírterjedés miatt nemcsak Bicêtre dombjain, de a föld összes országában megrengette a Notre-Dame de Paris tüzesete az emberek sokaságát, és minden híradás elsődleges, és legfőbb témája lett.

2.2. Harangok és 2001.09.11.

Victor Hugo művének köszönhetően a Notre-Dame de Paris székesegyház a XIX. században úgymond a francia közérdek szívéhez nőtt, és prioritást élvezett a felújítandó épületek körében. Így a műemlék helyreállításának kivitelezését Viollet-le-Duc nyerte el. Munkássága alatt újjáépült a Huszár-torony, felújították a homlokzatokat, a vízelvezetés megoldásaképp a régi vízköpők helyett, újak kaptak helyet. Továbbá az elsötétült ólomüveg ablakokat is felújították, illetve a Déli- és az Északi toronyban akár tonnákban mérhető súlyú, új harangok kaptak helyet. [11]

A harangok közül a legnagyobbat nem cserélték le, mivel állapota rendkívül jó volt, és erősen kötődött a francia történelemhez. A harangot külön elnevezéssel látták el, a neve Emmanuel

⁷ <https://m.nyest.hu/hirek/notre-dame> letöltés napja: 2021.11.26. 18:48

⁸ <https://mult-kor.hu/10-teny-a-notre-dame-rol-20190515> letöltés napja : 2021.11.26. 18:53

⁹ Victor Hugo – A párizsi Notre-Dame (IV. Az ügyetlen jó barát)

¹⁰ Victor Hugo – A párizsi Notre-Dame (IV. Az ügyetlen jó barát)

¹¹ <https://qubit.hu/2019/05/15/a-parizsi-notre-dame-mi-egett-le-es-mit-epitenek-ujra> letöltés napja: 2021.12.13 13:11

lett. Az elnevezését a forrásokra hivatkozva, a Napkirály - XIV. Lajos adta, akinek utasítására a 15. században készült harangot 1681-ben újraöntötték. A harang, összesen 13 tonnát nyomott pontosabban húzott, mivel a Déli Toronyban egy belülről kialakított faszerkezetű harangtoronyban függeszkedett. A harangot csak nagyon ritkán, különleges eseményeknél „üzemelték be” ilyen volt például a királyok koronázása, vagy temetése, illetve a pápa látogatása. Mindenképp ki szeretném emelni, hogy a harang 2001.09.12-én egy nappal a New York-i terrortámadás sorozatot követően, az elhunytak emlékére egy órán keresztül megállás nélkül szólt és dolgozott. [12]

Úgy gondolom, a 13 tonnás harang erőteljes hangjai 2001.09.12-én a rengeteg sebesültért, és elhunytért szóltak, de tűzoltóként különösen is megéri az embert, a New Yorki-i terrortámadásnál a **háromszáznegyvenhárom** életét feláldozó tűzoltóbajtárs, tűzoltókolléga, és az értük kongó harangszó is. [13]

2.3. Az építkezés fázisai

Az alapkövetés követően az alapozási munkák következtek, hiszen ekkora tömeg csak stabil alapokon áll meg. Így a leendő katedrálishoz és annak vázszerkezetéhez, 9 méter mélységű összefüggő árkot ástak, amelyet az Ile de la Cite szigetén korábban álló Saint-Etienne katedrális lebontása során keletkezett törmelékekből töltöttek fel. Az árok mindkét oldalát fapallókkal dúcolták meg. [14]

Az alapozás a támfalak építésével egyetemben nagymértékű energiát emésztett fel, és az anyagi költségei is roppantmód magasak voltak az építkezésnek. Itt a kétkezi munka nagyon sokat számított, és az építőmesterek kora csak itt bontakozott ki igazán. Az építkezéshez Párizs és környékéről érkeztek kőművesek, kőfaragók, és ácsok, akik szakértelmüket és tudásukat nyújtva hozzájárultak a történelmi épület létrehozásához.

Mivel a Szajna körülöleli a szigetet, a földrajzi adottságot kihasználva, hajóval is lehetett szállítani az építőanyagokat, mint például: az épület falait alkotó mészkövet, cementet, homokot, később tölgyfagerendákat, harangokat és az ólmot. Meg szeretném jegyezni, hogy a Szajnának nemcsak az építkezés ideje alatt, hanem a Notre-Dame-i tüzeset idején is kiemelt jelentősége lesz.

¹² <https://heavy.com/news/2019/04/notre-dame-great-bell-emmanuel/> letöltés napja: 2021.12.12. 13:25

¹³ <https://www.katasztrofavedelem.hu/29/hirek/255817/husz-eve-erte-terrotramadas-az-egyesult-allamokat> letöltés napja: 2021.12.13. 13:49

¹⁴ részletjelenet : „A Párizsi Notre-Dame – Az építőmesterek kora, 21. Médiaklikk” című dokumentum filmből 19:00 Letöltés napja 2021.11.26. 21:00

Az építkezés kezdetétől számolva majd' 20 évvel később 1182-ben az elkészült főoltárt 1182-ben felszentelte az akkori pápai legátus, Henri de Château-Marçay és Maurice de Sully püspök, és figyelmével mindezt végig kísérte II. Fülöp francia király. A székesegyház vázfalai ekkorra már olyan magasak voltak, hogy kitűntek a párizsi lakóépületek sokasága közül. [15] Az 1200-as évek elejére a már elkészült főoltár épületéhez hozzáépítették a főhajót, amelyet elsőként támfalak, támpillérek nélkül terveztek megépíteni, de a nagytömegű katedrális a saját súlya alatt összerogyott volna, így a főhajóval párhuzamosan külső támívekkel erősítették meg a katedrális vázszerkezetét, amely az építmény keltette belső energiákat a földbe vezette és kohéziót kialakítva stabilan tartotta a főhajót. A főhajót keresztezve megépítették az ún. kereszthajó, és így felülnézetből és a tervek alapján az Úr tiszteletére a katedrális formázza a Szent Keresztet, melyen Jézus szenvedett. A főhajóhoz hozzáépítették a nyugati homlokzaton, a főbejáratok fölé magasodó 2 tornyot mai nevén északi, és déli tornyot, amelyek 1245-ben készültek el, és 69 méter magasságban törnek az ég felé. Az építkezést a tornyok elkészültét követően pontosan 100 évvel később 1345-ben fejezték be. [16] A székesegyház monumentális méreteiről már önmagában a paraméterei is tanúbizonysággal szolgálnak. A katedrális teljes hossza 128 méter, legnagyobb szélessége, tehát a kereszthajók oldalirányú hossza összesen 48 méter. [17]

Ekkor még a Notre-Dame de Paris székesegyházon még nem ékeskedett, a főhajó és kereszthajó képzeletbeli metszetében az oly híressé vált, templom torony melyet a franciák csak „La flèche”-nek neveznek, amely közvetlen fordítással annyit tesz: A nyíl, vagyis a Huszár-torony, amely 2019.04.15-én történt tüzeset során, a tüzeset intenzitásának csúcspontjánál összeomlott. A Huszártorony melynek építését a 19. században fejezték be, magasságát tekintve a földszínétől számolva 96 méteres magasságra rúgott. [18]

A 2019.04.15-én a megsemmisült La flèche előtt, a 13. és 18. század között, egy kisebb templomtorony volt a képzeletbeli metszéspont fölött, amelyet 1250 környékén építettek, és 5 harangnak adott helyet, de 1786 és 1792 között lebontották és ezt követően megkezdték a Huszár-torony építését. [19]

¹⁵ <https://rubicon.hu/cikkek/a-notre-dame-evszazadai> letöltés napja: 2021.11.26 22:22

¹⁶ <https://qubit.hu/2019/04/16/a-hugenottakat-a-jakobinusokat-mindket-vilaghaborut-es-meg-a-pupos-harangozot-is-tulelte-a-vilag-egyik-legcsodalatosabb-epulete-a-parizsi-notre-dame> letöltés napja: 2021.11.27 15:37

¹⁷ https://hvg.hu/tudomany/20190416_parizs_notre_dame_tuz_infografika letöltés napja: 2021.11.28. 11:15

¹⁸ https://fataj.hu/archiv/2021/02/171/202102171_Evszazados-tolgy-a-Notre-Damhoz.php letöltés napja: 2021.11.28 11:37

¹⁹ <https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/la-fleche/> letöltés napja: 2021.11.29 12:47

Érdekességgként megszeretném jegyezni, hogy hazánkban is közel van akkora méretű építmény, mint a Notre-Dame de Paris – szélességében 1 méterrel, magasságát tekintve 4 méterrel még nagyobb is – amely pedig az Esztergomi Bazilika, pontosabb nevén Nagyboldogasszony- és Szent Adalbert főszékesegyház, amely 118 méteres hosszúsággal és 49 méternyi szélességgel büszkélkedhet a teljes magassága pedig 100 méter. [20]

Az Esztergomi Bazilika építése jóval a Notre-Dame de Paris megépítése után, a 19. században kezdődött és ebben az évszázadban be is fejeződött, az alapköveteléseire 1822-ben került sor és az építése 1892-ben fejeződött be. [21]

A vizsgált időszakokban a párizsi és az esztergomi székesegyház között, magasságában az Esztergomi Bazilika a nagyobb, hiszen a Notre-Dame de Paris székesegyház legnagyobb magassága a 14. században a tornyok csúcspontja, tehát 69 méter volt, később pedig a 19. században a Huszártorony 96 méteres magasságig emelte.

A gigantikus méretek szemléltetésére a fent ismertetett székesegyházon túlmenően, még 2 további hazai székesegyháznak szeretném parametrikus adatait egy táblázatban bemutatni, a vizsgált időszak 2019.04.14-e a Notre-Dame-i tüzesetet megelőző nap, hiszen ekkor még a katedrális épületén díszelgett a Huszár-torony.

1.sz. táblázat: Több katedrális adatainak összehasonlítása, Forrás: szerző

A Székesegyház neve	külső hossza	külső szélessége	magassága
Notre-Dame de Paris	128 méter	48 méter	96 méter
Esztergomi Bazilika	118 méter	49 méter	100 méter
Szent István Bazilika - Budapest Forrás: [22]	86 méter	55 méter	96 méter
Szegedi Dóm Forrás: [23]	80,8 méter	51 méter	81 méter

2.4. Az építkezés részletei

A már elkészült váz szerkezeteket, tehát a főhajót és a kereszthajót, és a katedrális nyugati homlokzatán található tornyokat, illetve a főoltárt szükségesnek látták, lefedni, mivel a fedetlen katedrális ki volt téve az időjárás viszontagságainak. A tetőszerkezet megépítése után

²⁰ <https://funiq.hu/2374-esztergomi-bazilika> letöltés napja: 2021.11.28. 11:44

²¹ <https://www.bazilika-esztergom.hu/hu/toertenet> letöltés napja: 2021.11.28. 11:58

²² <https://funiq.hu/2926-szent-istvan-bazilika-budapest> letöltés napja: 2021.11.28. 12:06

²³ <https://szegedidom.com/blog/szegedi-dom-bemutakozas/> letöltés napja: 2021.11.28. 12:10

indulhattak a munkálatok a belső boltozat elkészítéséhez, így a tetőszerkezet kialakítása a födémtől függetlenné vált, a vázszerkezet tartja a tető terhet, kötőgerendás kivitelben. Amennyiben a tető és a boltozat megépítési sorrendje fordítva történt volna, az évekig is eltartó építkezés alatt a közvetlen napsütés, a csapadék és a fagy erőteljesen károsíthatta volna a boltozatot, illetve a katedrális belső szerkezetét. A tető elsődleges, funkcionális feladatán túlmenően még statikai szerep is hárult a tetőszerkezetre, hiszen összefogta az épület vázszerkezetét, továbbá a kész fedélszékek kifejezetten stabilnak bizonyultak ahhoz, hogy a boltozat megépítésében részt vegyenek, azaz a nagytömegű mészkövek megmozgatásához szükséges daruknak biztos, stabil helyet adott. [24]

A boltozat megépítése előtt szükségessé vált a hajókat elválasztó falazatot megépíteni, melyek stabilitásáról és teherhordó szerepéről a rendkívül híres és díszes Korinthuszi oszloprend alapján megépített oszlopok gondoskodtak. [25]

2.5. Az építkezés részletei: A tetőszerkezet

A megépült Notre-Dame falainak tetőszerkezetét tölgyfagerendák alkották egész pontosan 1300 köbméternyi tölgyfagerenda, melyet a fasokaságból adódóan erdőnek neveztek el. A tölgyfákat Párizs környéki erdőkből hozták, melyeknek nagy része több százéves lábonálló fa volt, amelyek kiválóan megfeleltek az építési aspektusoknak, a Notre-Dame de Paris tetőszerkezeténél.

Csak a főhajón végig futó tetőhossz 100 méter hosszúságú, szélessége pedig 13 méter, a kereszthajón futó tetőhossz pedig 40 méter hosszúságú lett. A tető magassága 10 méternyi volt, a lejtése pedig felettebb meredeknek mondható 55°-os szöget zárt be a tetőgerinc és az épület oldalfalai között.

2.5.1. Tetőhéjazat, beavatkozás, és tűzvédelem

A tetőhéjazatot az akkortájt jól bevált és könnyen megmunkálható és Párizs környékén hozzáférhető vékony ólomlapok alkották és borították, amelyek 5 milliméter vastagságúak

²⁴ <https://archeologia.hu/gotika-a-stilus-ami-tuzben-szuletett> letöltés napja: 2021.11.28. 12:32

²⁵ <https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/larchitecture-interieure/#> letöltés napja: 2021.11.29. 00:11

voltak. Összesen 1326 darab ólomlap alkotta a tetőhéjazatot, ezáltal a tetőfedés súlya tonnákban volt mérhető, szám szerint 210 tonna volt. [26]

Úgy vélem az ekkora lejtésű tetősík kialakítása azért volt indokolt, mert a 2385+ 954 négyzetméternyi tetőfelület jó vízgyűjtőként funkcionált esőzések, havazások idején. Egyrészt a lehulló csapadéknak a tetőn végig gördülve sebessége megnő, a katedrálistól távolabb ér földet, másrészt a téli időszakban minél kevesebb hó tapad meg a katedrális tetején a meredeksége miatt, ezzel is csökkentve a terhelést és visszaszorítva a hőteher nagyságát. Így 2019.04.15-én a tüzeset napján, már csak önmagában az ólomból készült tetőhéjazat, több ízben, markánsan megnehezítette a hatékony tűzoltói beavatkozást, például nehézséget okozott a támadó és védő sugaraknak, mivel azokon a helyeken nem tudták oltani, védeni, és hűteni a tetőszerkezetet, ahol még az ólomlapok épek voltak, illetve a sugarakból, monitorokból, vízágyúkból kiáramló víz nyomása sem volt elegendő ahhoz, hogy tulajdonképp lyukat üssön a még ép tetőhéjazatba és a tűzoltással megbízott tűzoltó által célszerűnek tartott helyre jusson.

Ellenben, például, ha a tetőhéjazatot fazsindely alkotta volna, véleményem szerint a tűzoltó sugarak rövidebb idő alatt, hatékonyan beavatkozhattak volna mivel a magas hőmérséklet hatására a tűz által koncentrált helyen pillanatok alatt a fazsindely teljesen leégett volna, és a másodlagos kár sem lett volna akkora, mint az ólom esetében, mivel 100 kilogrammnyi száraz fa eléégését követően 0,2-2 kg hamu maradt volna vissza. [27]

A másik probléma az ólomfedéssel úgy gondolom az volt, hogy az ólomlapok megolvadásáig a keletkezett hőenergia és füst csak korlátozottan volt képes távozni a tetőszerkezetből, így a magas hőmérséklet a tetőszerkezetben akkumulálódott és első sorban oldalirányban terjedhetett, elsődlegesen tartva a tetőgerinc magasságát és teljes hosszát, és tűzfalak, hő és füstelvezető hiányában a tűzterjedés a fedélszék szerkezetében rendkívül gyorsan megvalósulhatott, hiszen a fedélszéket esetlegesen tagolttá tevő, és tulajdonképp zsilipelő tűzfalak és a hő és füstelvezető hiányában minden körülmény tökéletesen adott volt a tűz terjedéséhez.

Véleményem szerint, ha a tetőhéjazaton célzottan a hő és füst elvezetéshez alkalmas, tűz esetén automatikus módon, vagy kézi működtetéssel nyitható nyílászárók lettek volna, a tűz terjedésének sebessége kisebb intenzitással valósult volna meg.

²⁶ <https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/la-charpente/#> letöltés napja: 2021.11.29. 00:27

²⁷ Dr. Restás Ágoston ÉGÉS- ÉS TŰZOLTÁSELMÉLET egyetemi jegyzet 64. oldal 1.8.4-es pont – Hamu ; letöltés napja: 2021.12.03. 23:07

Természetesen a műemlék épület mivolta miatt, a külső átalakítások erősen szabályokhoz kötöttek, de személy szerint úgy gondolom, a megelőzés sokkal fontosabb és költséghatékonyabb, mint a tűz miatt keletkezett károk nagysága és a helyreállítási munkálatok költsége.

A képzeletbeli fazsindely fedéssel ellentétben az ólom esetében a helyzet teljesen másképp festett, mivel másodlagos károkat okozott a hőhatásra megolvadt fém, a bordázott boltozatokra hullott majd később a katedrális belső tereibe is, illetve a katedrális köré is hullottak a felforrósodott, megolvadt ólomdarabok, gyakorlatilag ezzel is veszélyeztetve az ott beavatkozó tűzoltó erőket. Az ólomnak a fával ellentétben van egy külön aspektusa is, amely annyit tesz, hogy a magas hőmérséklet hatására párologni kezd, és mérgező gőzöket és gázokat bocsájt ki, amely külön veszélyforrást jelent a beavatkozó erőkre, illetve a helyszín közelében tartózkodókra, és szélsőséges esetben kialakulhat az ún. ólommérgezés nevezetű betegség is. [28]

Bár a tetőszerkezet így nyeregtető formájú, de nem teljesen az mivel, a kereszthajó tetőszerkezete átszelte azt, szintén nyeregtetős kialakítással, illetve a főhajón végig futó tetőszerkezethez a keleti oldalon fél-kúptető csatlakozott, ami tulajdonképp zárta a tetőszerkezetet, és formássá tette azt.

2.5.2. Az építkezés részletei: A bordázott boltozat

A katedrális belső terének áthidalására több bordázott boltozatot építettek, amelynek technológiája ekkortájt még forradalmi ötletekre várt.

Egy adott boltozat elhelyezkedésétől függően több (4-6 számú) bordából áll. A boltozatok alapjait először fából megépítették, melynek súlya a pillérekre nehezedett majd a fából készült bordázott boltozatot a kőfaragók által készített kövekkel egyesével kirakták, úgymond ráépítették a fára a kőből készült bordázatot. Miután a félgömb alakú bordázat csúcspontjához az utolsó mészkő építőanyag is helyére került, a bordázat befejezéséhez egy a helyszínen faragott több ágú zárókő is a helyére került. A bordázatra épült 1 sor vastagságú téglakupola fedte be a boltozatot. [29]

Véleményem szerint a téglasorból készült boltozatfedés statikailag a bordázatot tartotta, és építészstilisztikai szempontból pedig a mennyezetet alkotta, de ezen túlmenően nagy

²⁸ <https://www.webbeteg.hu/cikkek/elsosegely/9386/az-olommergezes-tunetek-es-veszelyforrasok> letöltés napja: 2021.12.03. 23:17

²⁹ National Geographic : Notre-Dame- Újjáépíteni a csodát c. dokumentumfilm 17:07 , letöltés napja: 2021.11.27. 16:20

teherhordó szerep nem hárult rá. De mindezekon kívül a fent említett tulajdonságoknál még fontosabb, hogy tűzvédelmi szempontból a kőből készült boltozatfedés kifejezetten jónak mondható, mivel kialakításának és a nem éghető alkotóelemeinek köszönhetően a tüzeset idején lehulló, izzó és parázsló részeket megfogva- és fenntartva egy adott ideig, majdhogynem vízszintes tűzfalként funkcionált, és védte a fő illetve kereszthajó belső tereit, a muzeális értékeket mentőket illetve az ott beavatkozókat.

A teherhordó főszerepet maga a bordázat játszja. Úgy vélem a bordázott boltozat megépítése külön szakértelmet igényelt, a zsaluként szolgáló faszerkezet megépítéséhez ácsokra volt szükség, a kövek faragásához kőfaragókra, és a boltozat megépítéséhez pedig kőművesekre. Így, itt is mint az építés többi szakaszában több szakma komplexitása eredményezte a végeredményt. A bordázott boltozatok személtetése egy a 21. századi fényképen, a főhajó és a kereszthajó találkozásánál.



1. ábra a bordázott boltozat Forrás: Notre-Dame de Paris hivatalos weboldala [30]

2.5.3. Az építkezés részletei: Ólomüveg ablakok

A gótikus stílust kifejezve és tovább bővítve, az épület – a többi katedrálishoz képest - vékony mész-kőfalainak köszönhetően, a lehetőség adott volt nagyméretű ablakok beépítéséhez. Erre szükség is volt, hiszen a nagy, méterben mérhető átmérőjű ablakokon átszűrődő napfény tulajdonképp bevilágította és fénnnyel árasztotta és árassza el a katedrális egészét. A beépített ún. rózsablakok elkészítéséhez felhasználtak több mint 25000 darab színezett üvegdarabot. A

³⁰ <https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/larchitecture-interieure/#> letöltés napja: 2021.11.27. 17:40

legértékesebb színezett üvegdarab a sötétkék színű, melynek elkészítéséhez kobaltport használtak, de az üvegdarabok pontos összetétele és készítési folyamata mai napig is titkos. Annyi bizonyos, hogy a kobaltpor nem éghető, viszont a porát belélegezve súlyos egészségügyi problémákat vethet fel, így az ablakok megközelítésénél csakúgy, mint a tűzoltás többi szakaszában is légzőkészülék használata alapvető és kötelező érvényű volt. [31]

A többi színhez, mint például a vöröshöz vas, mangán és rézporokat használtak. Az üvegdarabokat ólommal erősítették egymáshoz, és az emberi szemmel is érzékelhető képeket formáztak, mint például a királyok képmását. [32]

Véleményem szerint az üvegdarabokat azért ólomszálakkal fogatták össze és részesítették előnyben mivel az ólom, könnyen megmunkálható és formázható fém, továbbá nem korrodál és ezzel együtt időtálló.

A katedrálisban található rózsablakok teljes területe / felülete a tűzvész előtt megközelítette az ezer négyzetmétert, az évszázadok alatt számos ablakot restauráltak, mivel az időjárás viszontagságai következtében az üvegdarabok elszíneződtek, és elsötétültek. A 18. századi a restaurálása során a technikai részletek lehetővé tették, hogy a kobaltpor alkalmazásán kívül az afganisztáni bányákban bányászott ún. „lapis lazuli” vagyis másneven a lazurit nevezetű ásványkővet és főképp annak porát alkalmazzák az új sötétkék színű üvegdarabok elkészítéséhez, a felújítás részeként. A számos ólomablak közül egy rózsablakot szeretnék kiemelni, amelynek az átmérője 13 métert tesz ki, ez pedig a déli rózsablak, amely a déli keresztalj falazatán ékeskedik.

A rózsablakot Jean de Chelles tervezte, majd Pierre de Montreuil építész fejezte be, az 1250-es évek környékén. A rózsablakon fellelhető ábrázolt személyek a 12 próféta, de a körablak középpontjából kifelé haladva ábrázolják az Új- és Ószövetség főbb jeleneteit, mint például az Egyiptomba menekülést, vagy a Salamoni döntést. [33]

³¹ https://www.merckmillipore.com/HU/hu/product/Cobalt-powder.MDA_CHEM-112211 letöltés napja: 2021.12.23. 10:02

³² részletjelenet : „A Párizsi Notre-Dame – Az építőmesterek kora, 22. Médiaklikk” című dokumentum filmből 11:00 Letöltés napja 2021.11.29. 13:37

³³ <https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/les-vitraux/#> letöltés napja: 2021.11.29. 14:24

Megszeretném jegyezni, hogy a 2019.04.15-én történt tűzvészben sajnálatos módon néhány ablak megsemmisült, mint például a déli kereszthajó oromfalazatán lévő rózsablaak is, amely a 13 méter átmérőjű rozetta ablak fölött helyezkedett el. [34]

Véleményem szerint az ólomszálak által egybetartott üvegdarabok a tüzeset idején, rövid idő alatt megsemmisültek. A felettebb magas hőszugárzás hatására az üvegrögzítésére szolgáló ólom hamar folyékony, cseppfolyós halmazállapotba változhatott, mivel olvadáspontja rendkívül alacsony a fémek körében, hiszen 326 Celsius fokon már cseppfolyóssá válik. [35] Ezen kívül pedig úgy vélem, hogy a több évszázadnyi korosságú üveg sem volt képes hosszú ideig a hőszugárzásnak ellenállni, egyrészt a tartószerkezete meggyengülése miatt másrészt a magas hőmérsékletváltozás hatására belső energiája, és ezáltal molekuláris rezgésszáma olyan mértékben megnőtt, hogy anyagi szerkezete megváltozott és ezáltal szétrepesztett.

2.5.4. Az építkezés részletei: A Notre-Dame kapui, bejáratai

Az épület nyugati homlokzatán, a két darab 69 méter magasságú torony alatt helyezkedik el az épület főbejárata, 3 darab kapu.

Az összes kapu, a gótika vonásait követve faragott mészkőből áll, így különböző díszes formákkal tündököl. A kapuk külön elnevezéssel bírnak, balról jobbra haladva az első kapu neve: A Szűz kapuja, melyet Szűz Mária tiszteletére neveztek el. [36] A középső kapu neve az Utolsó Ítélet kapuja. [37] A 3. kapu neve pedig a Szent Anna kapuja. [38] Az ún. főbejáratokon kívül az épület északi homlokzatán, a kereszthajó végződésénél szintén található egy díszes kapu, külön elnevezése nincs, azonosítani az északi homlokzat és a kolostor kapujaként ildomos. E kapu fölött a mészkövet egymásután következő boltívek formájára faragták, hasonlóan, mint a nyugati homlokzatnál lévő 3 kapun, és felette illetve mellette oromzatként háromszög formájú díszítések találhatók. [39]

³⁴ <https://www.independent.co.uk/news/world/europe/notre-dame-fire-cathedral-before-after-paris-cause-damage-a8872051.html> letöltés napja: 2021.11.29. 14:28

³⁵ Dr. Restás Ágoston ÉGÉS- ÉS TÚZOLTÁSELMÉLET egyetemi jegyzet 15. oldal 1.2.2-es pont – Cseppfolyós (folyékony) anyagok; letöltés napja: 2022.02.18. 22:10

³⁶ <https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/> letöltés napja: 2021.11.29 18:12

³⁷ <https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/> letöltés napja: 2021. 11.29. 18:14

³⁸ <https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/> letöltés napja: 2021. 11.29. 18:15

³⁹ <https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/> letöltés napja: 2021.11.29. 18:19

Az északi homlokzaton még egy külön nyílászáró található, ez az ún. Vörös Ajtó feladatát tekintve a kanonokok számára lehetővé tette a katedrálisba való belépést a mellette fekvő kolostorból. [40]

Még egy fontos kapu van mindezekon kívül, amely a déli kereszthajó végződésénél található, a neve: Szent István kapu, amely elnevezés Harding Szent Istvánra utal. [41] Úgy hiszem, a nyílászárók szerepe a tűzoltói beavatkozásnál is kulcsfontosságú volt, mivel a felbecsülhetetlen értékű muzeális tárgyak, műkincsek és ereklyék mentésénél ezeken keresztül tudtak a beavatkozó erők tevékenykedni és a katedrális boltozatát belülről adott esetben tűzoltórobot által hűtősugárral védeni, ezzel is kizárva a beavatkozók sérüléseinek kockázatát.

2.6. Főbb történelmi események a Notre-Dame de Paris életében:

Elsősorban pontszerű felsorolás alapján szeretném részletekben összefoglalni azokat a történeti és történelmi eseményeket, amelyek meghatározó szereppel bírtak a katedrális életében.

- 1239. Szent Lajos - IX. Lajos és Krisztus töviskoszorúja
- 1431. VI. Henrik angol király koronázása
- 1804. Bonaparte Napóleon császárrá koronázása
- 1811. Napóleon fiának keresztelője
- 1831. Victor Hugo – A párizsi Notre Dame
- 1844 Eugène Viollet-le-Duc építőmester munkássága

A székesegyház méreteit és jellegét tekintve kiválóan alkalmas volt és nagyszerű lehetőséget kínált különböző rendezvények megtartására.

Az évszázadok sűrűjében azonban több francia városban épült katedrális, például Reimsben és Chartres-ben, de nemcsak francia földön, hanem például a mai Németország területén fekvő Kölnben is épült egy monumentális mértékkel rendelkező főszékesegyház a Kölni Dóm. Mindezen épületeken kívül, természetesen több katedrális is megépült és ezek együttes hatására a Notre-Dame székesegyház kikerült a perspektíva középpontjából. A történelem viharos századjai hatással voltak a székesegyházra is. 1239-ben IX. Lajos, II. Balduin latin császártól megvásárolta a töviskoronát, amely állítólagosan Krisztuson volt a kereszten való szenvedése alatt. Korabeli becslések alapján a

⁴⁰ <https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/> 2021.11.29. 18:36

⁴¹ <https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/> 2021.11.29. 18:42

töviskorona akkori megvásárlási ára a Notre-Dame székesegyház felépítési költségeinek kétszeresére rúgott. [42]

A 2019.04.15-i tüzeset idején a töviskoszorú, mint muzeálisérték és felbecsülhetetlen eszmeiértékű tárgy mentése volt az elsődleges feladata a beavatkozó erőknek. Bonaparte Napóleon császárrá koronázása előtt korábban egyszer történt még koronázás a katedrálisban, egész pontosan 1431-ben VI. Henrik angol királyt koronázták meg a Notre-Dameban a százéves háború befejezésével. [43]

A Notre-Dame székesegyházban koronázták császárra, a Korzikán született kiváló hadvezért, Bonaparte Napóleont. VII. Pius pápa koronázta meg, pontosabban Napóleon koronázta meg saját magát, mivel a jelenlévők legnagyobb meglepetésére Napóleon kiemelte a pápa kezéből a koronát és saját fejére illesztette azt.

Bonaparte Napóleon koronázását követően, 7 évvel később 1811-ben itt keresztelték meg Napóleon fiát is. [44]

A katedrális a koronázást, és keresztelőt követő évszázadokban sem tett szert nagy érdeklődésre, így a Notre-Dame de Paris kiszorult helyzetben volt, és az állapota évről évre rohamosan romlott, az anyagi források a látogatottság és felkapottság hiányában elapadtak. Így mind ennek tudatában kézenfekvő volt a francia író, Victor Hugo számára, hogy egy képzeletbeli, emberi érzéseket mélységében felkavaró történetet készítsen a székesegyházról 1830-ban. A könyv egy romantikus regény, melyben olyan szereplők bukkannak fel, mint a legendás Esmeralda és Quasimodo. [45] A könyv hatására a Notre-Dame székesegyház látogatottsága, kulturális, továbbá vallási szerepe is megnőtt, így újabb felújításokon esett át, újra formázni kezdte önmagát, a 13. században tündöklő katedrális.

2.7. Harang és tűzoltástaktika

Tűzoltástaktikai szempontból véleményem szerint, a harangok a tüzeset idején a Notre-Dame de Paris épületét tekintve, időzített bombaként funkcionáltak, mivel a kiterjedt tűz veszélyeztette az épület nyugati homlokzatán fekvő, egyenként 69 méteres Északi és Déli tornyot is. A tűz, ha áttérjed az Északi vagy a Déli toronyra, vagy ha akkora hőhatás érte volna

⁴² részletjelenet : „A Párizsi Notre-Dame – Az építőmesterek kora, 21. Médiaklikk” című dokumentum filmből 49:00 Letöltés napja 2021.12.04. 20:46

⁴³ <https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/histoire/les-grands-evenements/> letöltés napja: 2021.12.03. 12:57

⁴⁴ <https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/histoire/les-grands-evenements/> letöltés napja: 2021.12.04. 20:50

⁴⁵ Victor Hugo - A párizsi Notre Dame

a tornyokat, akkor a harangok támaszát adó fából készült harangtorony statikai szerepét elveszítve, hasonlóképp a Huszár-toronyhoz, a saját súlya alatt pillanatok alatt összeroskadt volna és ezzel egyidejűleg a lezúduló akár 13 tonnás harangok az Északi és Déli torony összeomlását idézte volna elő, veszélyeztetve a beavatkozókat, illetve az épületet tekintve mérhetetlen nagyságú károsodást idézett volna elő. Mivel a harangokat az akusztika szabályai szerint, a 69 méteres tornyok felső részébe helyezték el, így a hőhatásnak azon belül a hőterjedésnek és a hősugárzásnak extrémén ki volt téve. Különösen úgy, hogy az 50 méteres magasságban terjedő tűz, a magasságból fakadó szél miatt rendkívül gyorsan terjedt a tornyok felé.

Mindennek tudatában úgy gondolom, hogy a szerencsére ritkának mondható, hazai katedrális és templomtűzeknél is célzottan a harangtornyokat – templomtornyokat kell védeni, a tűzoltásvezetőnek intézkednie kell hűtősugarak alkalmazására.

Hazai szabályozásban a „**39/2011 (XI.15) BM rendelet a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól**” 32. paragrafusának 2. pontjának „g” részében, van egy ehhez kapcsolódó részlet, bár nem a tűzoltásvezető hanem a sugárvezető kötelességei közé van sorolva miszerint: *„tűzoltáskor elsősorban azokat a szerkezeteket oltani, védeni, amelyek égés vagy hősugárzás hatására szilárdságukat elveszíthetik, és a szerkezet összeomlását idézhetik elő.”*

Hazai viszonylatban, úgy gondolom, ezen szabályozás elméleti síkja ebben a helyzetben válhat több dimenzióssá, és fonódhat össze a gyakorlattal a térrel az idővel, és persze a tűzoltói beavatkozással. Fontos a lehető legszéleskörűbb felderítés, mivel a legtöbb esetben a templomtornyokban vagy azok alatt, műemlékek ezeken belül festmények, relikviák, orgonák helyezkedhetnek el, így a támadó és védő (hűtő) sugarakat célszerű szakaszosan működtetni, amikor a beavatkozás olyan fázisában vagyunk. A szakaszos működtetéssel egyidőben, hőkamerás méréseket szükséges végezni, ezzel biztosítható, hogy csak a szükséges mennyiségű oltóanyagot használjuk, kerülve a másodlagos károk, a vízkárok okozásának a lehetőségét. Mint minden tűzesetnél, amely olyan épületegyüttesben van, amelyben számítani lehet elektromosáram jelenlétére, úgy a templomoknál is intézkedni kell a közművek kiszakaszolására, különösen az elektromos leválasztásra, mivel a tapasztalatot azt mutatják, hogy a legtöbb templomban a harangot automatika vezérli. Ez az automatika 3 módon is képes lehet veszélyeztetni az esetlegesen, közvetlenül a harang mellett beavatkozó tűzoltó erőket.

- Az első veszélyforrás maga az elektromosáram jelenléte, amennyiben nem történt meg az elektromosleválasztás, a vízzel való oltás, illetve hűtés következtében a beavatkozók áramütést szenvedhetnek.
- A második veszélyforrás, a harang funkcionális szerepe következtében, az ingamozgás miatt akár fizikai sérülést okozhat a beavatkozó tűzoltóknak.
- A harmadik veszélyforrás is tartós károsodást idézhet elő a beavatkozók tekintetében, hiszen a működőképes harang közvetlen közelében meglehetősen magas decibeltartomány tapasztalható és mérhető, ennek következtében a harang közelében tevékenykedő tűzoltók halláskárosodást szenvedhetnek.

Úgy vélem, a tűzoltásvezetőnek lehetőség szerint a helyismerettel rendelkezőktől információkat kell gyűjteni a templomról, például, hogy az áramtalanítást követően nincs-e más tápforrás, ami esetlegesen a harangot, harangokat működtetheti.

3. A tűz előtti állapot

A Notre-Dame de Paris székesegyház a tüzesetet megelőző években reneszánszát élte. Párizs egyik szimbólumává vált, éves szinten milliók keresték fel az építészeti remekművet. Különböző források szerint évente 14 millió látogató kereste fel a székesegyházat. [46] Az alábbi képen jól látható, hogy az épület körül szűk utcák vannak, problémát jelenthetnek a beavatkozó egységek gépjárműveinek, különös tekintettel a magasból mentő szereknek a telepítésére, a felállítási és működési helyek kijelölésére.

Ezen kívül, a fényképen látható, hogy az épület vázszerkezetén a függőleges tűzterjedés lehetősége szinte kizárt, hiszen a homlokzat nagy részét az ólomüveg ablakok kivételével, mészkő alkotta. További veszélyforrás, hogy az épület körül lévő fák és fakoronák, a lehulló izzó és parázsló részek miatt lángra lobbanhatnak. A tűzvédelem egy formája is megmutatkozik az alábbi képen, hiszen látható, hogy a magaslati pontokon villámhárítók találhatók.



2. ábra A Notre Dame de Paris székesegyház a tűz előtti állapotában Forrás: [47]

3.1. A sorsdöntő nap: 2019.04.15.

A székesegyházban a tüzeset napján és azt megelőzően már egy éve felújítási munkák folytak, többek között a Huszár-toronyban történtek felújítások, és a Notre-Dame de Paris vázszerkezetének tetején lévő szobrokat is felújították.

⁴⁶ <https://www.magyarKurir.hu/hirek/nyolcszazotven-eves-parizsi-notre-dame> letöltés napja: 2021.12.23. 10:22

⁴⁷ <https://www.shutterstock.com/video/clip-21298483-aerial-view-paris-notre-dame-cathedral> letöltés napja: 2021.12.18. 17:56

Az épületben a restaurálás kivitelezése miatt fém állványzatot építettek, amely körülölelte a Huszár-tornyot. A székesegyház tetőszerkezetében alapesetben elektromos áram nem volt, azonban a felújítási munkák következtében a munkagépek működtetéséhez elkerülhetetlen volt az elektromosáram jelenléte, akár akkumulátoros gépek formájában is. A tűz keletkezési oka egyelőre még nem meghatározott, személy szerint úgy gondolom, hogy a felújítási munkálatok, mint a tüzet kiváltó okok között potenciális helyen szerepel.

3.1.1. Tűzjelzés

A tüzeset első jelzése a párizsi tűzoltóságokhoz – műveletirányításhoz - 18:51 órakor futott be, pedig a Notre-Dame de Paris tetőszerkezetében lévő tűzjelző már 18:20 órakor jelzett, és a jelzés pontos helyét az ott lévő biztonsági őrök nem tudta beazonosítani, így értékes perceket veszítve a katedrális megmentéséből, mivel a tűzjelző lokálisan működött, tehát a jelzés nem futott be közvetlenül a párizsi tűzoltóságokra és műveletirányításra. [48] Hazai viszonylatban az **54/2014. (XII.5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról** – továbbiakban **OTSZ** - ezt a hibafaktort kizárja, így a tűzoltóságok ügyelei, és a tűzoltósági műveletirányítások időkéselem nélkül értesülnek, adatlapot kap a tűzjelzésről, és annak pontos helyéről, idejéről, kiértesítendő személyek adatairól.

Az OTSZ 154. paragrafusának a) és b) pontja a következőképp szól: Beépített tűzjelző berendezést, beépített tűzoltó berendezést kell létesíteni”

- a) a 14. mellékletben foglalt táblázatban meghatározott esetekben vagy
- b) ahol azt a fennálló veszélyhelyzetre, az építmény nemzetgazdasági, műemlékvédelmi vagy adatvédelmi jellegére, az építményben tartózkodók biztonságára, a tűzoltóság vonulási távolságára, valamint a létfontosságú rendszerelem védelmére tekintettel a tűzvédelmi hatóság előírja.

A 14. mellékletben foglalt táblázat meghatározott esetébe beletartozik többek között a templom, zsinagóga, imaház, más hitéleti rendeltetés. A jogszabály olyan kitételt tesz, a fentieket illetően, hogy 100 fő helyiség befogadó képesség felett tűzjelző berendezés szükséges az önálló rendeltetési egység területén. Véleményem szerint nemcsak 100 fő befogadó képesség felett lenne célszerű a tűzjelző berendezés alkalmazása a templomokban, hiszen egy olyan

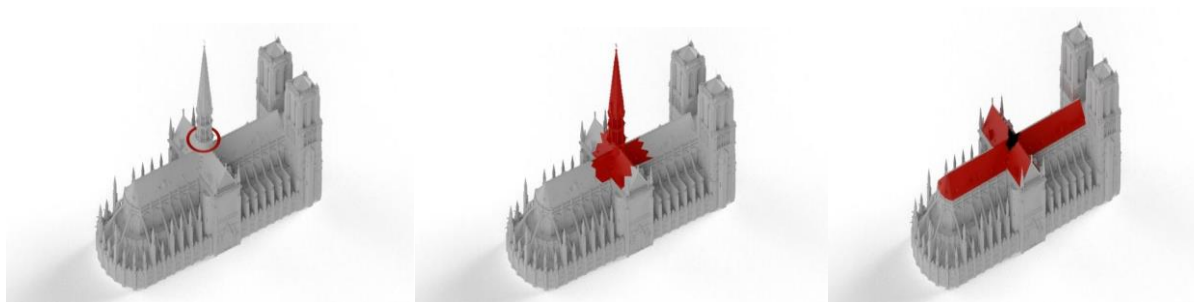
⁴⁸ National Geographic – Notre Dame – Versenyfutás a lángokkal; részletjelenet: 04:24 letöltés napja: 2021.12.23. 12:17

időszakban, amikor nincs Szentmise az épületben, és abszolút nincs ott tartózkodó személy a kiterjedt tűzterjedés veszélye magasabb, mint ahol tűzjelző berendezés üzemel.

Visszatérve a Notre-Dame de Paris tüzesetéhez, érdekesség, hogy a tűzjelzés idején éppen Szentmise volt a katedrálisban, de a felújítási munkákkal aznap már végeztek. A tűzjelzők aktív jelzése miatt az épületet kiürítették, a misén tartózkodó személyek az épületet elhagyták, a hajókban még nem volt észlelhető a fejük felett 50 méterre tomboló veszély. [49]

3.1.2. Tűzterjedés modellje

Az alábbi képsorozaton a tűzterjedése látható. A képsorozat első részéből kivehető, hogy a tűz a Huszár-torony közelében keletkezett, majd tulajdonképp kör alakban terjedt a fő és a kereszthajó fedélszékén, majd felvette a fő és a kereszthajók tetőszerkezetének teljes hosszát, és előidézte a Huszár-torony ledőlését.



A képsorozaton a kezdeti és a kifejlődött tűz terjedése látható. Forrás: [50]

3.1.3. Kierkezés - felderítés

Elsőként az V. kerületi tűzoltóságot riasztották a helyszínre, amely közúton a Google Maps alapján 1900 méterre van a katedrálisról, így a kiderkezési idő rövid volt.

A francia tűzoltóságnál a Magyarországon alkalmazottaktól eltérően, külön parancsnoki autóval vonul a tűzoltásvezető-szolgálatparancsnok, így az V. kerületi szolgálatparancsnok ért ki a leghamarabb. [51] Észlelte, hogy a tűz intenzitása kibontakozóban van, így további rajokat kért a helyszínre, és összesen 400 tűzoltó lett riasztva a Notre-Damehoz. [52] Az V. kerület fecskendői szintén kiderkeztek, a beavatkozó állomány felhatolt kereszthajó északi

⁴⁹ National Geographic – Notre Dame – Versenyfutás a lángokkal ; részletjelenet: 03:30 letöltés napja: 2021.12.23. 12:18

⁵⁰ <http://vedelem.hu/hirek/0/2714-notre-dame-%E2%80%93-elmaradt-a-latvanyos-tuzoltas> letöltés napja: 2022.02.18. 11:27

⁵¹ National Geographic – Notre Dame – Versenyfutás a lángokkal ; részletjelenet: 05:15 letöltés napja: letöltés napja: 2021.12.23. 12:43

⁵² <https://www.pompierparis.fr/fr/news/interventions/incendies/feu-a-notre-dame-de-paris> letöltés napja: 2021.12.23. 13:56

részében lévő kiszögelléshez, csigalépcsőn keresztül, közvetlen a tetősík mellé és 2 darab sugárral próbálkoztak a tűz oltásával.

3.1.4. Vonulás

A riasztott szerek Párizs és környékéről érkeztek a Notre-Dame de Paris székesegyházhoz, a vonulási idő hosszabbodott mivel a tavaszi időszakban Párizsban a csúcsforgalom még bőven kitart 19:00 órákor is. Természetesen a nézelődő emberrengeteg is nehezítette a vonuló szerek mielőbbi kiérkezését, mivel a nagy füstfelhő annyira lekötötte az emberek figyelmét, hogy gyakorlatilag voltak olyan utcák, amelyeken útzárt okoztak a nézelődő katasztrófaturisták. Ennek kiküszöbölésére a rendőrség több helyen lezárta az útszakaszt a nézelődők elől, a beavatkozó erők vonulási útvonalának a biztosítására. Úgy vélem, egy hazai nevezetesség kiterjedt tüzesete során szintén számolni kell, és lehet ezzel az akadállyal, mint a beavatkozás többi részénél, így a vonulásnál is közvetlen segítségére lehet a rendőrség a tűzoltóknak.

3.1.5. Fokozat meghatározása és számítás

Összességében a 400 tűzoltó annyit tesz, hogy hazai viszonylatban a 39/2011. (XI.15.) BM rendeletben meghatározottak szerint hazánkban az „V”-ös riasztási fokozat a legnagyobb, amelyben a beavatkozáshoz 6-nál több raj lett riasztva. Az V-ös fokozat mindig kiemelt, hiszen II-es fokozattól kezdődően a Katasztrófavédelmi Művelti Szolgálat [53] (továbbiakban: KMSZ) protokoll szerint vonul a helyszínre, ami különleges szernek számít, emiatt már II-es fokozattól kezdődően kiemelttel illetjük a fokozatot.

A fokozatok, és a riasztható tűzoltók száma (raj) hazai viszonylatban a fenti jogszabály által, az alábbi módon vannak szabályozva:

- I-es a riasztási fokozat, amelyben a beavatkozáshoz legfeljebb 2 raj, amely félrajokkal is kiadható,
- II-es a riasztási fokozat, amelyben a beavatkozáshoz 2,5-3 raj,
- III-as a riasztási fokozat, amelyben a beavatkozáshoz 3,5-4 raj,
- IV-es a riasztási fokozat, amelyben a beavatkozáshoz 4,5-6 raj,
- V-ös a riasztási fokozat, amelyben a beavatkozáshoz 6-nál több raj riasztása szükséges.

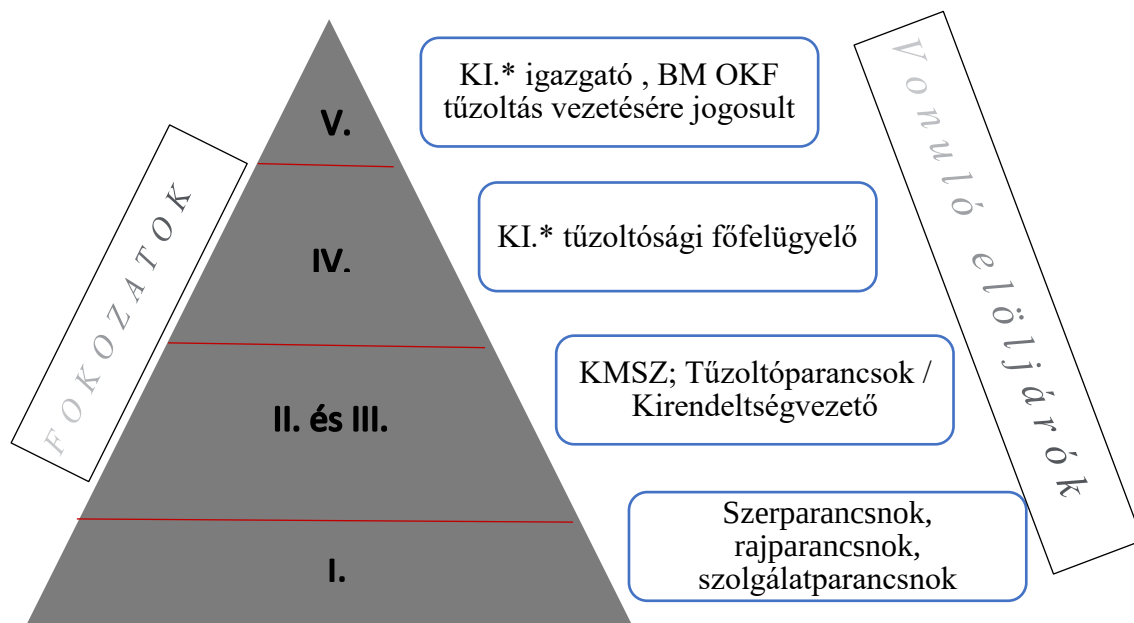
⁵³ Minden megyében, illetve a fővárosban is van KMSZ, tűzvizsgálói végzettséggel rendelkeznek.

A raj fogalom meghatározása a 6/2016 BM OKF utasítás 1. mellékletében található: „*raj: a tűzoltás és műszaki mentés szervezetének taktikai része, amely a rendelkezésre álló eszközeivel önálló beavatkozásra képes, létszáma 1+5 fő*”.

Tehát V-ös kiemelt fokozatnál a beavatkozó tűzoltók létszáma minimum 6,5 raj, ami annyit tesz, hogy minimum $4+6 \times 6 = 40$ fő tűzoltó tevékenykedik a helyszínen. A további különleges szerek (pl: vízszállító, létra, emelő, KMSZ, KML bázisok) miatt a 40 főt, 50 főre kerekítve ildomos becsülni, tehát mondhatni, hogy a Notre-Dame de Parishoz elsőnek kiérkező tűzoltásvezető, magyar viszonylattal összehasonlítva, a fokozatot V-ös kiemeltre emelte, ha úgy tetszik nyolcszorosan. Úgy hiszem, hogy a riasztási fokozat alapján már következtetni lehet az épület gigantikus méreteire és a várható tűzoltói beavatkozásnak a komplexitására. A fenti szereken és tűzoltókon kívül, a **6/2016 (VI.24.) BM OKF utasítás Tűzoltás-Taktikai Szabályzat** szerint a helyszínre vonulni kötelesek az alábbi fokozatok alapján:

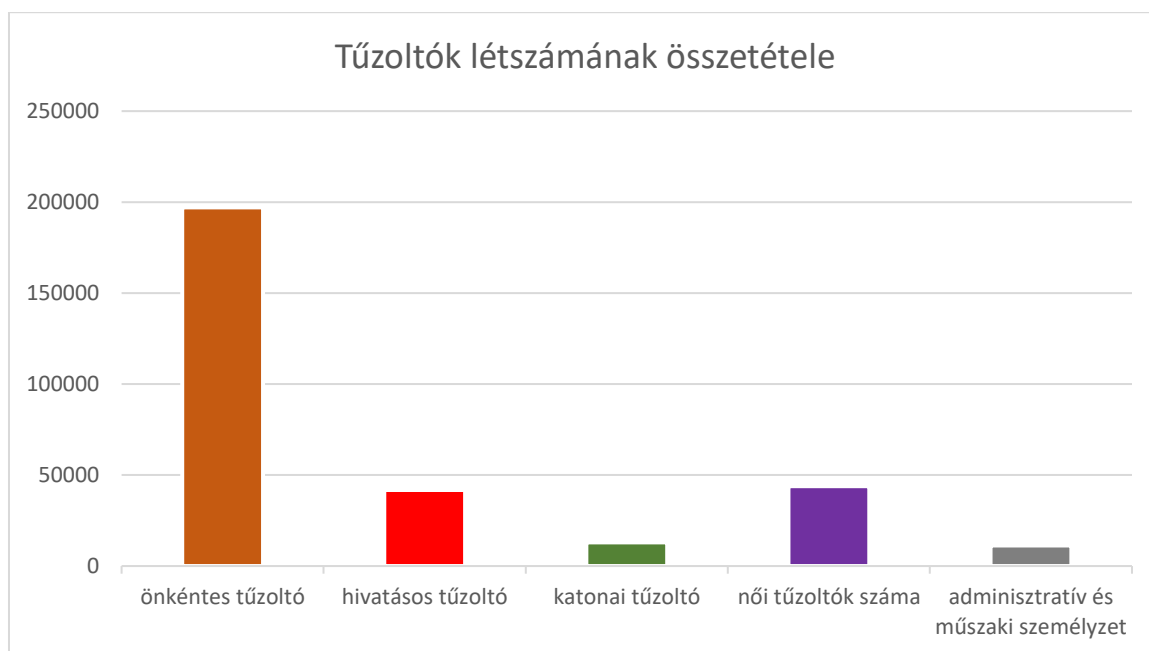
- I-es: szerparancsnok, rajparancsnok, vagy szolgálatparancsnok (adott)
- II-es, III-as : KMSZ (adott) , Tűzoltóparancsnok - akadályoztatása esetén az általa megbízott tűzoltásra jogosult személy, vagy az illetékes katasztrófavédelmi kirendeltség vezetője - akadályoztatása esetén az általa megbízott tűzoltás vezetésére jogosult személy.
- IV-es : Területileg Illetékes Katasztrófavédelmi Igazgatóság tűzoltóság főfelügyelője – akadályoztatása esetén az ügyrendben meghatározott tűzoltás vezetésére jogosult helyettese köteles vonulni
- V-ös: Területileg Illetékes Katasztrófavédelmi Igazgatóság igazgatója – akadályoztatása esetén akadályoztatása esetén az ügyrendben meghatározott tűzoltás vezetésére jogosult helyettese, valamint a BM OKF személyi állományából a főigazgató utasítására az általa megbízott tűzoltás vezetésére jogosult személy köteles vonulni.

Összehasonlításképp, egy Budapesten történő hasonló tüzeset során beavatkozó kb. 180 fő hivatásos tűzoltó létszáma könnyen gyarapodhatna, a vonulásra kötelezett előjárókkal, mint a tűzoltóparancsnokkal, a tűzoltósági főfelügyelővel, a területi szerv igazgatójával továbbá egy tűzoltás vezetésére jogosult személlyel a BM OKF állományából. Így közel 190 fő tevékenykedhet közvetlenül a helyszínen a hivatásosok közül, illetve a ténylegesen beavatkozók számát növelheti az önkéntesek jelenléte is. A hivatásosok között a 190 fő létszáma még inkább növekedhet, hiszen a Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság Műveletirányító Ügyeletén szolgálatot teljesítő tűzoltókkal együtt a közvetett módon a tüzeset felszámolásában résztvevő létszám 200 főre is emelkedhetne.



3. ábra Vonuló eljárások a riasztási fokozatok alapján, Készítette: a szerző 2021.12.25. 10:27 , adatok forrása: 6/2016 BM OKF utasítás

3.2. Franciaországi tűzoltók jogviszonyainak megoszlása



4. ábra A francia tűzoltók jogviszonyainak megoszlása. Készítette: a szerző, forrás: [54]

A fenti diagramon jól látható, hogy Franciaországban a tűzoltók nagyrészt az önkéntes tűzoltók adják, amely hazai viszonylatban is hasonlóképp érvényesül.

⁵⁴ <https://www.pompiers.fr/pompiers/nous-connaitre/chiffres-cles> letöltés napja: 2022.03.11. 15:49

3.3. Tűzoltói beavatkozás előkészítése

A tűzoltói beavatkozásról pontos információt a francia és párizsi tűzoltóságtól, sajnálatos módon nem kaphattam mivel a tűzvizsgálat jelen pillanatban 2022.01.14-én is folyik. Így a tűzoltói beavatkozás rekonstruálását különböző dokumentumfilmekből és a párizsi tűzoltóság hivatalos videómegosztó profiljából végeztem el.

A helyszínre nagyszámú erő-eszköz érkezett, hiszen a tűz komplexitása indokoltta tette, mivel a tűznek a legalacsonyabb függőleges magassága 50 méter volt, ahol a tetősík találkozott a vázfalakkal, a legmagasabb függőleges magasság pedig 96 méter, a Huszár-torony csúcspontja volt.

Mindezekon kívül szükséges volt további erőket irányítani a muzeális értékek mentésére, a táplálás megszerelésére, tartalékképzésre, és a „főprofilra”, tehát a tűz oltására.

3.3.1. Riasztott erők és eszközök, magasból mentők

A helyszínre számos fecskendőn és vízszállítón, és egyéb különleges szereken kívül, 13 darab magasból mentő érkezett, amelyeket az épület körül, azt körülölelve telepítettek. [55] Ez a Notre-Dame tűzének esetében számításaim alapján - ha téglalap alapot veszünk, melynek hosszúsága 128 méter, szélessége 48 méter, így a téglalap kerülete 352 méterre rúg, azt jelenti, hogy 27 méterenként tudtak telepíteni egy magasból mentőt. Természetesen két magasból mentő között a távolság még kisebb lehetett 27 méternél, mivel a járművek hosszúsága is befolyásoló tényező. Az elsődleges cél a tűzterjedés megakadályozása volt.

Véleményem szerint a tűzoltásvezetőnek roppant nehéz feladata, és mérlegelési lehetősége adódott a romhatár kijelölése szempontjából, hiszen egy magasépület esetében, a gyakorlatban bevált romhatár kijelölés, az épület magasságának a kétszerese, a lezúduló és dőlő épületrészek miatt. Ha szigorúan nézzük, akkor a Huszár-torony magassága határozza meg a romhatárt, mely 96 x 2 méter, tehát a romhatár 192 méter sugarú kört fedne le. Ez a valóságban annyit jelentett volna, hogy a fecskendőket és a magasból mentőket illetve minden különleges szert a Szajna túloldalán tudtak volna telepíteni. Ha a romhatárt a mészkőfalazat 50 méteres magasságától számítjuk, akkor is 100 méter sugarú kör lett volna, ahol a szereket telepíthetik. A romhatár „kitolása” az épület összedőlését eredményezhette volna, hiszen a magasból mentőkről végzett tűzoltási feladatok nem lettek volna kivitelezhetőek.

⁵⁵ National Geographic – Notre Dame – Versenyfutás a lángokkal ; részletjelenet: 17:04 letöltés napja: 2022.02.23.



5. ábra A Notre-Dame és a magasból mentő vízágyú sugarának hatékonysága. Egy a Notre-Dame melletti plakáton
Készítette: a szerző 2021.12.29. 11:23

3.3.2. Riasztott erők és eszközök, drónnal végzett felderítés

A tűzterjedés megállapításához, és a magasság jelentette akadályok legyőzéséhez, a francia tűzoltóság drónt is igénybe vett a felderítés elvégzéséhez, amely pontos, folyamatos, és valós idejű képet adott a tűz helyéről, terjedéséről, intenzitásáról, a beavatkozó erők helyéről, védendő részekről, a beavatkozó sugarak hatékonyságáról. Többek között a drón felvételei alapján tudták meghatározni azt, hogy a tűz vesztesen közeledik a harangtornyok közelébe, így időgazdaságosan és hatékonyan intézkedni tudtak a harangtornyok hűtősugarakkal való védelméről.

Hazai viszonylatban véleményem szerint, hasonlóképp alkalmazni lehetne a drónokat, és a drónok kamerái által közvetített élőképet a tűzoltósági, illetve katasztrófavédelmi munkálatok során, felderítéshez praktikus eszközként funkcionálna, főképp **természetes** és **civilizációs** katasztrófák felderítése során.

Véleményem szerint, ha már csak a Katasztrófavédelmi Műveleti Szolgálatok (KMSZ) vagy Katasztrófavédelmi Mobil Laborok (KML) rendelkeznének drónokkal, az úgy nevezett **3 dimenziós** lefedettség biztosítva lenne az ország egész területén, az ország minden megyéjében.

A KMSZ-eknél, vagy KML-eknél elhelyezett drónok, a fecskendőkre való elhelyezéssel szemben, azért lennének célravezetőbbek elképzelésem szerint, mivel a gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy az elsőként kiérkező tűzoltásvezetőnek (szer, raj, szolgálatparancsnok) rövid idő alatt minél pontosabb, komplex beavatkozási tervet kell összeállítania a felderítés során, és

a drón kezeléséhez gyakorlatilag helyhez és időhöz lenne kötve. Viszont a KMSZ, KML-eknél, szolgálatot ellátók közül, egy fő tűzoltó hatékonyan tudná kezelni a drónt, és fontos információkat nyerni a képkockákból.



6. ábra Notre-Dame tüzeset drónos felderítés. Forrás: [56]

3.3.3. Riasztott erők és eszközök, tűzoltórobot és statika

A Notre-Dame de Paris tüzesete során a párizsi tűzoltók bevetették a „Colossus” elnevezésű tűzoltórobotot is. A tüzeset intenzitásának következtében a Huszár-torony tartószerkezete a tűz hatására meggyengült, így az a saját súlya alatt összedőlt, és a lezúduló 750 tonna tömegű torony átütötte az izzó, lángoló fedélszéket, továbbá a bordázott boltozatot is, és darabjai a katedrális hajóiba hullottak. A torony összeomlásának idején az északi kereszthajó kiszögellésénél a tűz oltásánál tevékenykedő tűzoltók közvetlen életveszélybe kerültek, szerencséjükre a Huszár-torony a másik irányba dőlt, és ők sértetlenül megúszták az incidenst. Azonnal visszavonultak, de visszavonulás közben a csigalépcsőn, egy tölgyfaajtó elzárta útjukat, mivel a leomló torony által keltett légnyomáskülönbség bevágta azt. A bennrekedt tűzoltók rádióon jelezték felettesüknek a bennragadását tényét, aki felment a kereszthajón vezető csigalépcsőn és ajtót nyitott a túlsó oldalról a bennrekedt tűzoltóknak. Akik sértetlenül megúszták az incidenst és elhagyták az épületet. [57][58] Így az épületen belül is tűz keletkezett, mivel a lezúduló Huszár-torony lángoló darabjai, illetve

⁵⁶ Pompiers de Paris - <https://www.youtube.com/watch?v=cwZq6LNdBLU> letöltés napja: 2022.01.18. 12:33

⁵⁷ <https://www.firerescue1.com/international-firefighting/articles/the-notre-dame-fire-battling-something-bigger-than-life-HazEd5q1GAfJF8dM/> letöltés napja: 2022.01.19. 12:00

⁵⁸ National Geographic – Notre Dame – Versenyfutás a lángokkal ; részletjelenet: 25:17 letöltés napja: 2022.01.19 12:08

a lehulló cseppfolyóssá változott izzó ólomdarabok könnyűszerrel meggyújtották a főhajóban található padozatot is.

Az átszakított boltozat előidézte az épület teljes összeomlásának veszélyét, mivel a Notre-Dame de Paris épületének kialakítása következtében, statikailag meggyengült, hiszen a bordázott boltozat ellentartott a külső támvégek által keltett nyomásnak, így félő volt, hogy a külső támvégek által keltett erők összenyomják a katedrális vázfalazatát mivel a bordázott boltozat már nem tart ellen neki, így előidézte az épület összeomlását.

A Huszár-torony leomlását követően egyértelművé vált, hogy tűzoltót a katedrális hajóiba beküldeni óriási kockázattal járna, így a katedrális főhajójába, a távirányítóval vezérelt, vízágyúval felszerelt 2500 liter/perc oltóvízintenzitással rendelkező tűzoltórobotot vetették be, ezzel is **kiküszöbölve a tűzoltók testiépességének és életének közvetlen veszélyeztetését.** [59]



7. ábra Tűzoltórobot a katedrális védelmében. Forrás: [60]

Mindennek következtében, véleményem szerint a technika fejlődését követve, és lépést tartva a jövővel, Magyarország Katasztrófavédelmének, és legfőképp Tűzoltóságainak, ezen belül: különösen tűzoltóinak hasznára válhatna egy tűzoltórobot, amely markánsan megnövelné a tűzoltói beavatkozásoknál a biztonság és szakszerűség határfokát. A robot, mint eszköz „hazai vizeken”, már nem idegen technika, mivel a hazai rendvédelem, illetve honvédelem területén

⁵⁹ <https://medias24.com/2019/04/19/colossus-le-robot-qui-a-sauve-la-cathedrale-notre-dame-de-paris/>
letöltés napja: 2022.01.18. 12:26

⁶⁰ <https://allo18-lemag.fr/wp-content/uploads/2020/04/ADH-Hors-se%CC%81rie-doublepage-JMR.pdf> letöltés napja: 2022.02.22. 15:38

is alkalmazzák már őket, hiszen a Terrorelhárítási Központ [61] a Készenléti Rendőrség Tűzszerész Szolgálat [62], és a Honvédség Tűzszerész és Hadihajós Ezrede [63] is rendelkezik robottal.

3.3.4. Légi tűzoltás alkalmazhatósága és annak vizsgálata

A katedrális tüzesetének idején többekben megfogalmazódhatott a kérdés, hogy miért nem alkalmaznak a franciák légieszközöket a tűz oltására.

Donald Trump, aki a tűz idején még elnöke volt az Amerikai Egyesült Államoknak egy Twitter bejegyzésében a következőt írta „So horrible to watch the massive fire at Notre Dame Cathedral in Paris. Perhaps flying water tankers could be used to put it out. Must act quickly!” [64] Magyarra fordítva a korábbi elnök javaslata annyit jelent, hogy „Oly ijesztő nézni, a hatalmas tüzet a párizsi Notre-Dame székesegyházban. Talán vízszállító repülőgépekkel lehetne eloltani. Gyorsan kell cselekedni!” [65]

Véleményem szerint a korábbi elnöknek részben igaza volt, miszerint gyorsan kell cselekedni, hiszen az időkésedelemmel, a késedelmes tűzoltói beavatkozással egyidőben egyenesen arányosan nő a tűz által okozott károk nagysága. Ezt az állítást szeretném az alábbi ábrával szemléltetni.

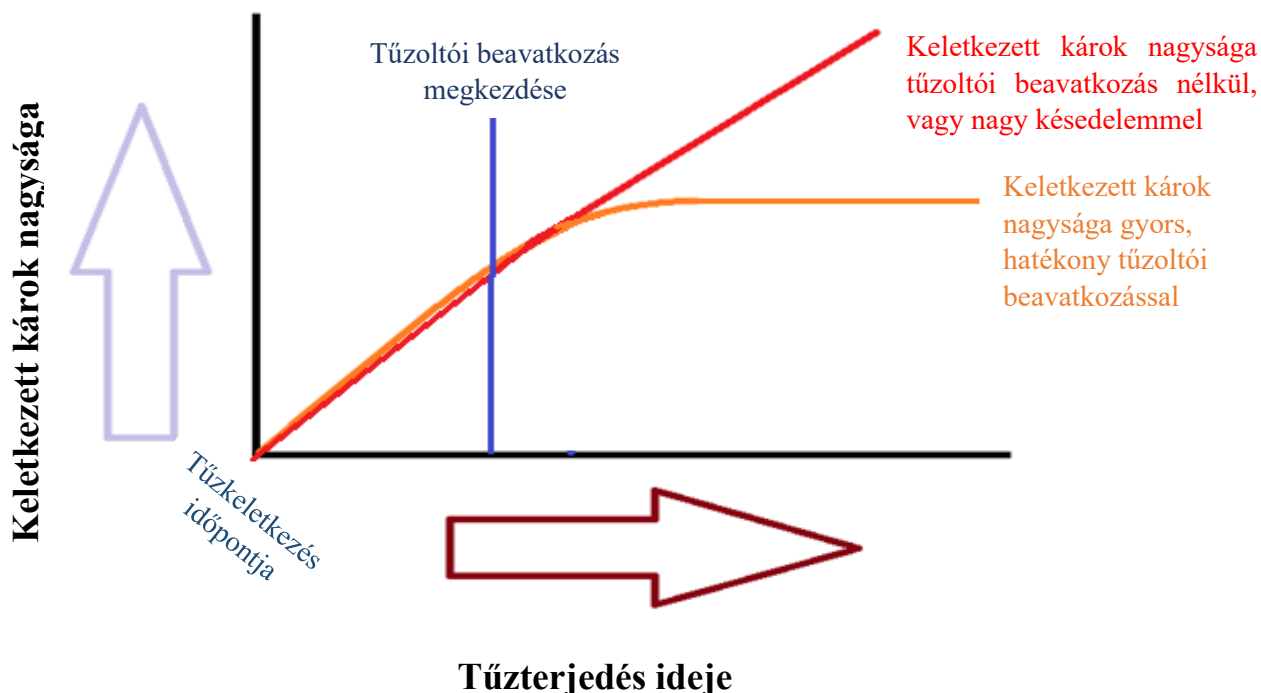
⁶¹ <https://www.origo.hu/itthon/20210602-pancelozott-autot-es-bombakereso-robotot-is-bevetettek-a-kommandosok-terrorcselekmenyre-keszulo.html> letöltés napja: 2022.01.18 13:48

⁶² <https://infostart.hu/belfold/2017/07/20/ritkan-latott-kepek-uj-robottal-is-vedenek-minket-a-tuzszereszek> letöltés napja: 2022.01.18 13:48

⁶³ <https://honvedelem.hu/hirek/tanuljak-a-robot-kezeleset.html> letöltés napja: 2022.01.18 13:49

⁶⁴ <https://24.hu/kulfold/2019/04/15/notre-dame-tuz-trump/> letöltés napja: 2022.01.21. 21:11

⁶⁵ <https://24.hu/kulfold/2019/04/15/notre-dame-tuz-trump/> letöltés napja: 2022.01.21. 21:11



8. ábra Tűzoltó beavatkozás hatékonysága, készítette: a szerző 2022.01.20. 21:44

A fenti ábrán jól látható, hogy a tüzeseteknél az idő teltével a tűz terjedése, a körülményektől és az éghető anyagoktól függően folyamatosan növekszik, ezzel egyidejűleg a keletkezett károk nagysága is nő. Viszont a hatékony tűzoltói beavatkozás hatására, a tűz által okozott károk nagysága, és a tűzterjedés a beavatkozás függvényében folyamatosan visszaszorítása kerül, a tűz eloltásával, az izzás és parázslás megszüntetésével, visszahűtésével egyidőben stabil, fix értéket produkálnak. Ellenben, ha nem történik tűzoltói beavatkozás a helyszínen, vagy pedig nagy időkéssélemmel történik, a keletkezett károk a hatékony beavatkozás ellenére, nagyobb volumenűek lesznek.

Megvizsgálva Donald Trump bejegyzésének első felét, véleményem szerint a légi tűzoltás alkalmazhatósága a Notre-Dame katedrális tüzesetének idején nem lett volna könnyen kivitelezhető, mivel a légijármű vízzel való megtöltése körülményes lett volna a belvárosi környezetben, illetve a nagyobb magasságból ledobott víztömeg olyan szinten szétporladt volna, hogy gyakorlatilag a 100 méteres vertikális magasságban uralkodó szél a kívánt oltandó helyről könnyű szerrel elirányította, eltolta volna az oltóvizet. Másik oldalról, ha kisebb magasságból próbálták volna ráengedni a víztömeget, ott két fennforgó veszéllyel találta volna magát szembe a repülőgép pilótája és a tűzoltás vezetője, illetve minden tűz oltásában résztvevő: közvetlenül a tűz fölé repülés a világ egyik legveszélyesebb manővere, másrészt a tűzhez viszonyított alacsonyabb magasságból kiengedett oltóvíz, a tömege és ezáltal ütőhatása miatt előidézhette volna a katedrális épületének károsodását, veszélyeztetését, összeomlását.

Különösen úgy, hogy a székesegyházra eresztett víztömeg a Huszár-tornyot körülölelő fémállványzatot is ledönthette volna, ezzel is előidézve az épület összeomlását. Véleményem szerint további veszélyforrásként jelentkezett volna a repülőgépről alkalmazott oltási technika következtében, a katedrális bordázott boltozatán összegyűlő vízmennyiség, az ún. vízszak, amelynek tömege még az ép boltozatot is átszakíthatta volna. Így összességében kijelenthető, hogy a katedrálisnak egy izzó, lángoló pontjára kijuttatott oltóanyag – oltóvíz – lezúduló tömege nagyobb károkat idézhetett volna elő az épületben, mint amennyire hasznára lett volna a beavatkozó egységek munkájának megkönnyítésében továbbá az épület jellegéből és kialakításából fakadóan a légi tűzoltással okozott károk súlyosabbak lettek volna, mint a tölgyfagerendák megmentésének lehetősége.

3.3.5. Szajna és a táplálás

A beavatkozó sugarak, és vízágyúk kiszolgálására nagy mennyiségű oltóvízre volt szükség, amelynek mennyiségét a Notre-Dame de Paris környezetében lévő tűzcsapok nem tudták biztosítani. Így a francia tűzoltók bevetettek a táplálás biztosításához 2 tűzoltóhajót is, melyek közül az egyik mozaikneve: *ESAVI* amely az „embarcation de secours et d'assistance aux victimes et incendie”-ből ered. Közvetlen fordítással magyarra annyit jelent, hogy: mentő és segítőcsónak, áldozatoknál és tűznél. [66] Az *ESAVI* szivattyúja nagy teljesítményűnek mondható, mivel 15 báros nyomáson 2000, 6 báron pedig 4000 liter oltóvizet szolgáltatott percenként a beavatkozó erőknél.

Párizsban tartózkodásom alatt, a Firemen - Rescue Center de Sevigne nevű tűzoltóságot megkeresve megtudhattam, hogy a francia tűzoltók a hazánkban és több országban használatos tápláló tömlőktől ellentétben, a 75 milliméter belső átmérő helyett 110 milliméter belső átmérőjű, és ugyanúgy 20 méter hosszúságú lapostömlőt használnak. Véleményem szerint a nagyobb belső átmérővel rendelkező tápláló tömlők, a nagyobb térfogatuk, ebből kifolyólag nagyobb vízhozamuk miatt optimálisak a táplálás szempontjából. Ezt az alábbi táblázatban szeretném szemléltetni, a henger térfogatának számítását veszem alapul.

⁶⁶ <https://allo18-lemag.fr/wp-content/uploads/2020/04/ADH-Hors-se%CC%81rie-doublepage-JMR.pdf> letöltés napja: 2022.02.02. 16:00

2.sz. táblázat: Különböző tápláló tömlők összehasonlítása. Forrás: szerző

„B” tömlő belső átmérő: 7,5 centiméter m: magasság: 2000 centiméter r: sugár: 3,75 centiméter	„A” tömlő belső átmérő: 11 centiméter m: magasság: 2000 centiméter r: sugár: 5,5 centiméter
$V = r^2 \times \pi \times m = 3,75^2 \times 3,14 \times 2000 =$ $88312,5 \text{ cm}^3 = \mathbf{88, 31 \text{ liter}}$	$V = r^2 \times \pi \times m = 5,5^2 \times 3,14 \times 2000 =$ $189970 \text{ cm}^3 = \mathbf{189,97 \text{ liter}}$

A fenti táblázatban végrehajtott számolási adatokból kijelenthető, hogy az „A” lapostömlő térfogata több mint kétszerese a „B” tömlőnek. Az „A” tömlővel a táplálás hatékonyabb lehet, ezáltal a tűz oltásakor történő beavatkozásnál az oltóvíz igény kiszolgálása biztosabb. Természetesen az „A” tömlő hátránya a „B”-hez képest az, hogy tömege - a belső átmérő különbözősége miatt – nagyobb, különösen körülményesebb a visszaszerelése a nedves tömege révén, mint a „B” tömlőnek, de ez a tűz oltásakor történő beavatkozásra nincs hatással.

3.3.6. Tűzoltástaktika és bevetett oltóeszközök

A Notre-Dame de Paris-t északi kereszthajója felől magasépületek határolják. A francia tűzoltóság a környező épületek lakosságát kötelezte lakhelyük elhagyására, a magasfokú hőterhelés és annak a kockázata miatt.

A tűz oltásához többféle oltóeszközt vettek igénybe, többek között:

- sugárcsőveket
- magasból mentőn elhelyezett vízágyúkat
- telepíthető vízágyúkat
- habágyút

A környező magasépületek nyújtotta lehetőséggel élve, fixen telepített vízágyúkkal próbálták oltani a terjedő tüzet a környező épületekből. [67]

Véleményem szerint hazai viszonylatban a templomtűzeknél a korlátozott hozzáférés miatt, amennyiben a templom környezetében magasépületek találhatók és korlátozott számú magasból mentő gépjármű áll rendelkezésre, vagy a telepítésük körülményes akkor a

⁶⁷ <https://allo18-lemag.fr/wp-content/uploads/2020/04/ADH-Hors-se%CC%81rie-doublepage-JMR.pdf> letöltés napja: 2022.02.03. 13:26

magasépületek különböző pontjairól - lakásokból, tetősíkról - a tűzoltói tevékenység kivitelezhető.

4. Muzeális értékek mentése

A Notre-Dame székesegyházban, jellegéből fakadóan több műkincset is őriztek és többségüket a bordázott boltozat beszakadása előtt sikerült megmenteni. A műkincsek többsége festmény volt, de az épületben őrizték a töviskoszorút is, amelyet állítólag Krisztus viselt a Szent Kereszten.

Mivel a Notre-Dame tüzeseténél, nem kellett számolni életmentéssel, így a beavatkozó egységeknek a tűz oltásával egyidejűleg kulturális értékek védelmére és mentésére kellett koncentrálniuk. Az értékvédelem maga a Notre-Dame székesegyház állapotának megőrzésére való törekvés a lehetőségekhez mérten, az értékmentés pedig a mozdítható (töviskoszorú) vagy helyhez kötött tárgyak mentése, kézierővel vagy akár védősugarakkal.

A templomokban, katedrálisokban lévő relikviák tüzeset idején 3 különböző veszélynek vannak kitéve, amelyek előidézhetik a károsodásukat:

- hőmérséklet – károsítja anyagát, tartószerkezetét
 - füst – festményeket elszínezheti
 - víz – festmény átlukasztás, festék lefolyás, egyéb relikviáknál korrodáló hatása lehet.
- [68]

A töviskoszorút egy vörös dobozban őrizték, de természetesen még a vörös doboz is benn volt egy lelakatolt ládában. A megmentésére egy a Notre-Dame-ot jól ismerő plébános és 10 tűzoltó sietett, a plébános megpróbálta felnyitni a ládát, de kulcs hiányában az nem sikerült neki, pár perccel később a francia tűzoltók segítségével tudták felnyitni azt és megmenteni a töviskoszorút. A töviskoszorún túl, kiemelt, mentendő tárgy volt a Szentostya. A plébános különböző források szerint a tűzoltóknak javasolta, hogy „kerüljük a kevésbé fontos tárgyak mentését”. Véleményem szerint a beavatkozó tűzoltóknak ez evidens, egyértelmű volt. A plébános abban lehetett a segítségükre, mint helyismerettel rendelkező személy, hogy mely tárgyak a legfontosabbak és miket kell elsőként menteni. [69]

Különböző források szerint a székesegyházban 1000-1200 műtárgyat őriztek, melyeknek a 90%-át sikerült megmenteni köztük a töviskoszorút és a Szent Keresztről származó szöveget.

⁶⁸ Heizler György „Tűzoltó robottól a műemlék épületek tűzvédelmi koncepciójáig „ Kecskemét 2019.06.28.
letöltés napja: 2022.01.24. 17:40

⁶⁹ <https://katolikus.ma/fournier-atya-az-oltariszentseg-es-krisztus-toviskoszoru-ereklyejenek-megmentoje-a-notre-dame-bol/> letöltés napja: 2022.01.25. 16:35

A kimentett értékeket a Notre-Dame közelében fekvő városházára, majd onnan a Louvre-ba szállították. [70]

4.1. Muzeális értékek és Tűzoltási és Műszaki Mentési Terv

Hazai viszonylatban a templomokra, és különösen a székesegyházakra kidolgozott Tűzoltási és Műszaki Mentési Tervek (továbbiakban TMMT) nagyban segítségére válhatnak a beavatkozó tűzoltóknak, hiszen helyismerettel rendelkező személy jelenléte nélkül elsőkézből tájékoztatást nyújtana többek között a mentendő értékekről és relikviákról, továbbá a vízvételi lehetőségekről a beavatkozó egységeknek.

A TMMT-k hiánya arra vezethető vissza, hogy viszonylag ritkán fordulnak elő tüzesetek a hazai hitéleti objektumokban. Véleményem szerint a nagyobb templom illetve katedrális épületekre készített TMMT-k több ízben megkönnyítenék a beavatkozók munkáját és annak hatékonyságát növelné. Hiszen egy templom vagy egy székesegyház az esetek döntő többségében évszázadokkal ezelőtt épült, így előfordul, hogy közvetlen közelében tűzcsap nem található, annak keresése a közelben időigényes, de a TMMT időhatékonyan információt nyújtana többek között a vízvételi lehetőségekről és a mentendő tárgyakról, relikviákról.

4.2. Harangtoronyok védelme

Az északi és déli harangtorony védelme érdekében a harangtartó szerkezethez, a két tornyot együttvéve 20 tűzoltó hatolt fel. A feladat elvégzése magas kockázattal járt mivel a tűz már átjutott az északi toronyba, így félő volt, hogy a harangláb tűz miatti károsodása következtében, a harangok leszakadnak és az előidézi a harangtoronyok összedőlését. Így a tűzoltók közül önkéntes jelentkezés alapján lett meg a toronyba felhatoló létszám.

A harangok eléréséhez a források alapján összesen 380 lépcsőfok vezetett, csigalépcsős kialakításban. A harangtoronyba felhatoló 20 tűzoltónak sikerült a tüzet „megfogni” - eloltani, ezzel tulajdonképp megmentve az épületet a teljes pusztulástól. [71]

Az időkésedelem, vagy az elmulasztott tűzoltói beavatkozás véleményem szerint az épület megsemmisülésére vezetett volna ebben a helyzetben.

⁷⁰ <https://www.magyarhirlap.hu/kronika/20190418-a-mukincsek-90-szazalekat-sikerult-kimenteni-a-notre-dame-bol> letöltés napja: 2022.01.25. 17:22

⁷¹ National Geographic – Notre Dame – Versenyfutás a lángokkal; részletjelenet: 34:15 letöltés napja: 2022.02.17. 13:32



9. ábra A tűz átfutott a harangtoronyra Forrás: [72]

Ha egy lépcsőfok magassága 16-18 centiméter között van, akkor a toronyban 60,8-68,4 méteres magasságig vezet. Mindezek alapján, a tűzoltó sugarak szerelése és feljuttatása nehéz feladatnak bizonyult.

Minden bizonnyal a külsőfalsíkon való alapvezeték és sugár felhúzás könnyebben kivitelezhetőnek bizonyult, hiszen, ha emeletben kéne kifejezni a 66,5 méteres magasságot az körülbelül 22 emeletnyi magasságnak felelne meg, egy panelépület esetében. A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy a 6. emelet felett - 21 méter a talajszinttől - időhatékonyabb a külső falsíkon felhúzott alapvezeték és sugár szerelése a lépcsőkaron való alapvezeték és sugárszerelésnél. [73]

Hazai vizeken, a Notre-Dame harangtornyával megegyező magasságban egy sugár, külső falsíkon való felhúzáshoz, 3 darab egyenként 30 méter hosszúságú sugárcsőkötéltre lenne szükség. A 20 fő felhatoló tűzoltónál, a **3/2015 BM OKF számú főigazgatói utasítás értelmében, a Szerelési Szabályzat alapján** a toronyba 8 fő sugárvezető, 8 fő segédsugárvezető és 4 fő tűzoltásvezető hatolna fel. Ha a szabályzatot részletesen követjük, akkor a 8 fő sugárvezető egyenként egy darab sugárcsőkötelet vinne fel, ez önmagában és

⁷² <https://www.mirror.co.uk/news/world-news/breaking-notre-dame-fire-two-14337589> letöltés napja: 2022.02.18. 10:32

⁷³ http://hadmernok.hu/183_19_nagy.pdf Nagy László, Rácz Sándor - Hadmérnök XII. Évfolyam 3. szám 2018 szeptember letöltés napja: 2022.02.17 13:52

egyidejűleg 2 sugár felhúzásához lenne elegendő, hiszen a segédsugarvezetők szerelnék meg felhúzásához a sugarakat, az épület előtt.

Viszont a gyakorlatban az improvizatív megoldások, némileg eltérve a Szerelési Szabályzatban rögzítettektől többször célravezetőbbek, és életszerűbbek lehetnek.

Ebben a helyzetben véleményem szerint, relevánsabb és produktívabb, ha a sugárvezető és a segédsugarvezető a tűzoltásvezetővel egyidejűleg, együtt hatol fel az épületbe, gondolva itt a társmentés biztosítására is. Továbbá, ha a felhatoló 20 tűzoltó mindegyike visz magával legalább 1 darab sugárcsőkötelet, akkor 600 méternyi kötéllel gazdálkodva egyidejűleg a 67 méteres magasságba 8 sugarat is fel tudnak húzni, de ez mindig az aktuális körülményektől függhet. Természetesen a sugár épület előtti szerelése, kiadható a maradék 380 fő tűzoltó közül, a felhatoláson kívüli rajoknak is.

De mindezeken túlmenően van még egy, komplikáltabb sugárszerelési lehetőség is, miszerint két magasból mentő települ a tornyok előtt, és a vízvételvezést a magasból mentő kosarán rögzített „B” csonkból, vagyis a gémszuszterre szerelt felszálló vezetékről hajtják végre a rajok. Itt a feladat jóval összetettebbé válna, mivel a magasból mentők külön táplálást igényelnének és felhatoló rajoknak „C” tömlőket, sugárcsöveket, és sugárcsőköteleteket lenne szükséges magukkal vinni -amennyiben a magasból mentő kosarára rögzített „B” csonkra egy „B-C” áttéti darabot helyeznek - de véleményem szerint ez a szerelési mód csak akkor lenne célravezetőbb amikor a magasból mentővel elérhető munkamagasság megegyezik a tűz vertikális szintjével és az életmentési feladat már megvalósult.

Illetve, még egy szerelési mód, amennyiben magasból mentőről elérhető a tűz vertikális szintje, például egy 10 emeletes panelépület esetében, ha más körülmény nem zárja ki – villanyvezetékek, belógó fák – egy 42 méter munkamagasságot elérő emelővel, a gyorsbeavatkozó „H” sugár felhúzása is kivitelezhető. A felhúzott „H” sugár alapvetően 60 méteres hosszúságú, így a hatékonyság növelése érdekében, a tömlőhosszabbításról – véleményem szerint –, a felhúzást megelőzően intézkedni szükséges. Természetesen a felhúzásához nem feltétlenül indokolt csak és kizárólag a „H” sugár, mivel a „B” és „C” tömlők kombinációja is használható, illetve a magasból mentő szeren telepített hab-vízágyú is. A „H” sugár azért célravezetőbb egy magasépület esetében, mivel kisebb vízfelhasználás – ezáltal a vízkár, és hatékonyabb továbbá gyorsabb a tűz lefeketítési ideje. [74]

⁷⁴ http://hadmernok.hu/192_15_himmer.pdf Himmer Krisztián; Pántya Péter Különböző tűzoltó sugarak összehasonlító vizsgálatának eredményei, HADMÉRNÖK XIV. Évfolyam 2. szám – 2019. június

Illetve, ha a Notre-Dame harangtornyát vesszük alapul, a több mint 60 méteres magasságig feljuttatott oltóvíz nyomása „B” és „C” sugár esetében a sugárcsónél mindössze 4 bár lenne (a 10-ből), a vízoszlop nyomása és a súrlódás következtében fellépő energiaveszteség miatt, ellenben a „H” sugárnál a víznyomás még mindig 34 bár lenne (a 40-ből).

Visszatérve az élet és testiépség kockáztatásával járó feladat elvégzéséhez, az önkéntes jelentkezésére, hazai viszonylatban a **39/2011. (XI.15.) BM rendelet a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól** 53. szakaszának e) pontja is leírja ezt, bár a szabályozás a *műszaki mentéssel kapcsolatos feladatok* közé sorolja. *e) az élet vagy testi épség előre látható veszélyeztetése esetén a feladatot önkéntes jelentkezés alapján kell végrehajtani, ha erre lehetőség nincs a mentésvezető dönt a kijelölésről.* Viszont a BM rendelet a 47. szakaszában további kitélt tesz, amely a Notre-Dame-ra is ráilleszthető:

„(1) Állatok, tárgyak és anyagok mentésénél emberélet és testi épség nem veszélyeztethető, csak az életmentés befejezése után végezhető. Kivételt képez az olyan anyag, ami az emberekre, az oltásban résztvevőkre közvetlen életveszélyt jelent, vagy tömegszerencsétlenséget, katasztrófát idézhet elő.” Tehát a jogszabály világosan leírja azt, hogy ha emberi élet nincs veszélyben, és állatot, tárgyat, vagy anyagot kell menteni, az emberélet és testi épség nem veszélyeztethető.

4.3. A tűz eloltása megtörtént

A tűz oltása az egész éjszaka folyamán zajlott, a teljes eloltás, izzó és parázsló részek megszüntetése 2019.04.16. 08:00 órára tehető. [75] A Notre-Dame épülete, a tetőszerkezet és a Huszár-torony kivételével megmenekült, pontosabban megmentésre került. Összességében kijelenthető, hogy bár a látványos tűzoltás elmaradt, de a tűzoltói munka – mentő tűzvédelem - hatékonynak bizonyult, hiszen megmentették a keresztény világ egyik legjelképebb szimbólumát. A tüzeset komplexitását mutatja a bevetett eszközarzenál, mint például a drónok és a tűzoltórobot. Hazai vonatkozásban úgy vélem, ezen eszközök beszerzésére és alkalmazhatóságára nagy szüksége lenne a tűzoltótársadalomnak, különösen a drónokra. Az utómunkálatok a tűzjelzés másnapján, 2019.04.16-án tovább folytatódtak, statikusok, építészeti szakemberek érkeztek a helyszínre a károk felmérésére. A tűzoltóknak a másodlagos károk minimalizálására is intézkedniük kellett, hiszen nagy mennyiségű oltóvíz került az átszakadt boltozatok révén a katedrális hajóiba, így a vízeltávolítás is feladatként jelentkezett. A

⁷⁵ <https://allo18-lemag.fr/wp-content/uploads/2020/04/ADH-Hors-se%CC%81rie-doublepage-JMR.pdf> letöltés napja: 2022.02.18. 12:18

katedrális hajóiban összegyűlt, elszenesedett tölgyfa gerendákat és tetőlécet, továbbá a mész-kötőrmeléseket távirányítással működő robot-markológépekkel termelték ki. [76]

4.4. Az újjáépítés és támogatások

A székesegyházban történt tüzeset hatására, már 2019-ben 50 ország adományozott, és már akkor is: 10,6 millió amerikai dollárnyi adomány érkezett a székesegyház felújításának támogatására. Ez az összeg, a 2019-es amerikai dollár és forint árfolyam alapján átszámítva: **2,968 milliárd** forintra tehető. [77]

Véleményem szerint ekkora összegből a felújítási munkálatok már el lehet kezdeni. 2021 decemberében, amikor felkerestem a helyszínt, már javában folytak az felújítási – újjáépítési munkálatok. A Notre-Dame de Paris Szajna felőli oldalán már egy toronydaru volt található.



10. ábra A felújítási munkálatok, készítette: a szerző 2021.12.19. 12:17

Amikor a helyszínre érkeztem, az épületen alpinisták dolgoztak, a külső támvéket fazsaluzással megerősítették, a romokat eltüntették.

A fenti képen jól látható, hogy a Notre-Dame de Paris épületén felújítási munkálatok folynak, erről tanúskodik, hogy az épület nagy részét állványzat veszi körbe, illetve egy az épület tengelyét átívelő toronydaru is rendelkezésre áll. A képen továbbá látható, hogy a déli kereszthajó mellett jobb oldalról található sekrestyén ugyanúgy ólom tetőhéjzat van. A Szajna

⁷⁶ National Geographic : Notre-Dame- Újjáépíteni a csodát c. dokumentumfilm 21:00 , letöltés napja: 2022.02.18. 14:00

⁷⁷ <https://www.friendsofnotredamedeparis.org/rebuild-notre-dame/> letöltés napja: 2022.02.18. 14:37

közelsége a tűzoltó munkálatokban is meghatározó volt, a magas partfal miatt a felszívásos táplálás nem volt kivitelezhető, így tűzoltó hajók biztosították az oltóvizet.

A Notre-Dame-ot körbejárva a következőt tapasztaltam:

- az épületet teljes egészében kordonnal körbevették
- a magasból mentő szerek telepítése több helyen korlátozott
- földfeletti tűzcsapot egyetlen egy helyen találtam, közvetlen a Szajna part mellett
- földalatti tűzcsapot - a figyelmemet kiterjesztve a jelölő táblákra - nem találtam
- a hajóforgalom a Szajrán kifejezetten sűrűnek mondható – valószínűsítem, hogy a tüzeset idején lezárták a hajóforgalom előtt ezt a szakaszt a Szajnának.

4.5. Az ólom környezeti hatásai

A Notre-Dame de Paris tetőhéjazata a tűz következtében megsemmisült, az ólom jelentős része a környezetbe került. A párizsi méhkaptárakon végzett kutatások kimutatták, hogy a méznek az ólomtartalma számottevő mértékben megnövekedett. 2019-ben a tüzesetet követően Notre-Dame-hoz közeli méhkaptárokból nyert mézből 3,5-ször magasabb ólomkoncentrációt mértek, mint a tüzesetet megelőző időszakban. [78]

A 2019.04.15-én uralkodó széljárást pontosan lekövetve, egy a székesegyháztól 5 kilométerre, nyugati irányban lévő méhkaptárból nyert mézből mutatták ki a legmagasabb ólomkoncentrációt, amely: 0,08 mikrogramm nagyságú volt, ellenben a tüzesetet megelőző időszakban a mézből vett minták alapján az ólomkoncentráció 0,009 mikrogramm volt. A tüzet követően, a mézekben mért magasabb ólomkoncentráció, az Európai Unió szabályozásainak épphogy eleget tesz, hiszen az grammonként 0,10 mikrogrammnyi ólomkoncentrációt engedélyez legfeljebb. [79]

4.6. A tüzesetből levont tapasztalatok és tanulságok

Véleményem szerint a Notre-Dame de Paris tüzesete tanulságul kell szolgáljon, egyrészt az emberiségnek, hogy a műemlékek, eredeti tulajdonságaikból fakadóan pótolhatatlan és utánozhatatlan jellegűek, másrészt a tűzvédelmi szakembereknek is, hogy a lehetőségekhez mérten szükséges kialakítani a megfelelő biztonságot, akár a Notre-Dame tetőszerkezetének újjáépítése során, vagy a világ bármely országában található székesegyház épületnél. Harmadrészt pedig a tűzoltóknak is, hogy ez az esemény szinte lehetetlennek tűnt, hogy

⁷⁸ <https://ng.24.hu/fold/2020/08/02/megemelkedett-a-parizsi-mez-olomtartalma-a-tuzvesz-utan/> letöltés napja: 2022.02.19. 17:52

⁷⁹ <https://ng.24.hu/fold/2020/08/02/megemelkedett-a-parizsi-mez-olomtartalma-a-tuzvesz-utan/> 2022.02.20. 17:35

megtörténjen, de sajnos mivel a tetőszerkezet éghető anyagokból készült, így a lehetőség adott volt, hogy bekövetkezzen. Ennek következtében a tűzoltóknak véleményem szerint, rendelkezni kell egy elméleti tudással, egy alkalmazható tűzoltás technikával egy műemlék épület esetén. Az elméleti tudáson túlmenően, úgy vélem a nagyobb templom épületekre, és a székesegyházakra, ahol ereklyéket is őriznek, TMMT-t lenne szükséges készíteni.

Az, hogy a Notre-Dame de Paris még a mai napig is ékeskedik az Ile de la Cita szigetén nézőpontom alapján három dolognak köszönhető:

- a hatékony, felismerés alapú tűzoltási döntéshozatalnak,
- a beavatkozó állomány heroikus munkájának,
- a forgandó szerencsének.

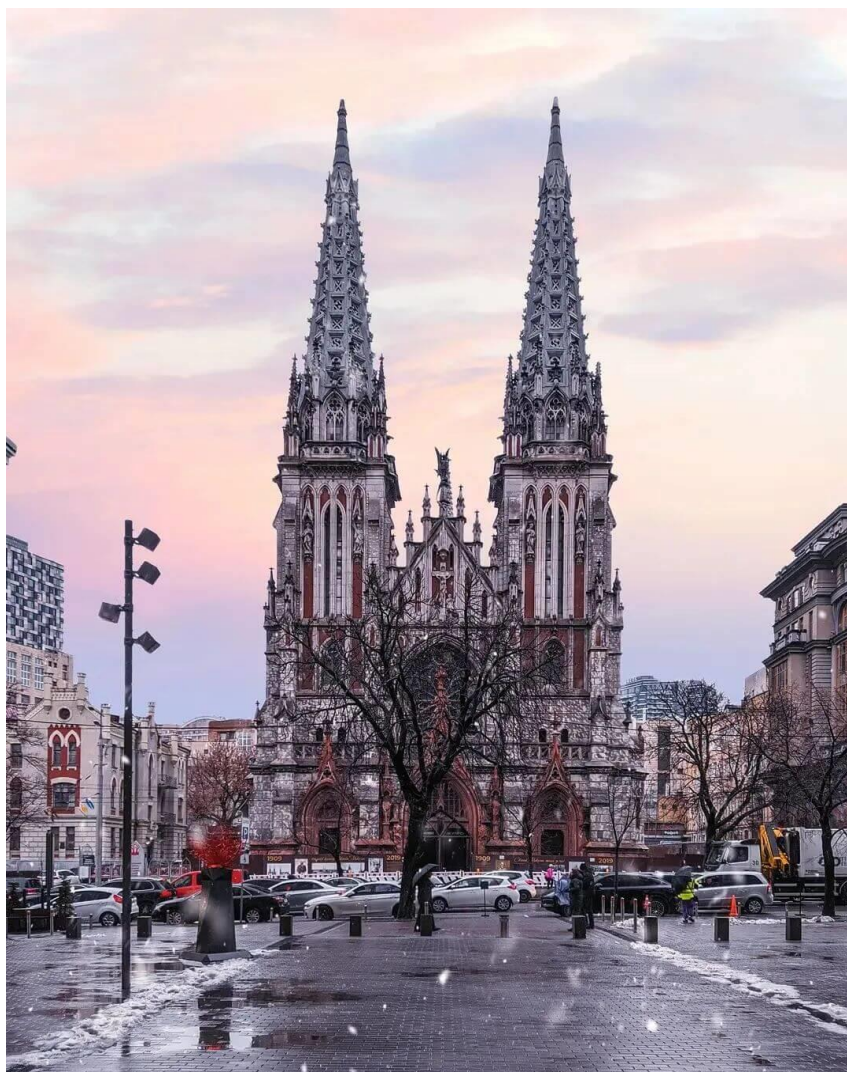
4.7. Templomban történő tűzesetek lehetséges kiváltó okai

Véleményem szerint a templomban történő tűzeseteknek a következő kiváltó okai lehetnek:

- elektronikai zárlat (túlterhelés; rágcsáló által előidézett; nem megfelelő kötések),
- emberi mulasztás (égve hagyott gyertya, mécses; dohányzás; felújítási munkálatok, pl: hegesztés),
- szándékos gyújtogatás,
- villámcsapás,
- szomszédos épületről való tűzterjedés.

4.8. Kitekintés: Az orosz-ukrán konfliktus és a kijevei székesegyház

2022 év februárjában, Oroszország fegyveres erővel megtámadta Ukrajnát, és jelen pillanatban is folynak a harcok. A konfliktus következtésképp Ukrajna fővárosában, Kijevben is számos épület megsemmisült a bombázások következményeképp. Viszont az egyik legszebb székesegyház sértetlenül maradt, amelynek neve: St. Nicholas Cathedral, vagyis Szent Miklós katedrális. A kutatásaim során megtudhattam, hogy több hazai templom, köztük a lébényi is azért épült olyan vastag falakból, és a Notre-Dame-hoz képest miniatűr ablakkal, mert anno a város lakosságának zöme a török támadások elől a templomban lelt óvóhelyre.



11. ábra Kijev, Szent Miklós katedrális a fegyveres konfliktus idején, Forrás: [80]

4.9. Kitekintés: Tűzeset az ajkai Szent István király templomban

2022. február 5-én az eseti órákban kigyulladt az ajkai Szent István király templom templomtornya. A helyszínre az ajkai hivatásos tűzoltók érkeztek ki, akik magasból mentő gépjárműről végezték a tűz oltását. A tűz, a templom tetőszerkezetére nem terjedt át, köszönhetően a gyors beavatkozásnak. A templomtorony alapterülete 5x5 méter, a legfelsőbb belső magassága 39,7 méter. A tűz veszélyeztette a templomtoronyban elhelyezkedő 3 harangot is, mivel azok fa haranglábon függeszkedtek. A helyszínre sietett a tűzeset ideje alatt a sekrestyés, aki kinyitotta az épületet, a relikviák mentését biztosítva. A rendőrség a felvételek alapján a tűzoltói beavatkozás befejezéséig az útszakaszt teljesen lezárta. [81]

⁸⁰ <https://www.instagram.com/p/CXbMTmQMaaD/> letöltés napja: 2022.03.11. 11:10

⁸¹ https://ajkaiszo.hu/egett-a-tosokberendi-katolikus-templom-tornyanak-a-faszerkezezte/?fbclid=IwAR1-aVzqIKJMVwN42gCpBI_l4t0qAaTJISu3w4-61AVwVWVhNRXtXjMqyMdl letöltés napja: 2022.02.28. 14:10

A templomépületet 2022 februárjában, a tüzesetet követően felkerestem, tűzcsap biztosítva volt a beavatkozóknak, mivel az közvetlenül a templommal szemben helyezkedett el. A templomtoronyban való beavatkozáskor véleményem szerint különös körültekintéssel kell a tűzoltói feladatokat végrehajtani, mivel az esetlegesen leszakadó, több százkilogrammos tömegű harang, a nagy magasságból lezúdulva veszélyeztetheti a beavatkozók életét és testi épségét, ezért a relikviák mentésére, másik alternatív útvonalat kell használni, ezzel is növelve a beavatkozó tűzoltók biztonságát.



12. ábra Az ajkai Szent István király templom a tüzesetet követően. Készítette: a szerző 2022.02.13. 11:42

5. Saját kísérlet: a tölgyfa égésének vizsgálata természetes és égéskésleltetett állapotban

A Notre-Dame de Paris tüzesete kapcsán többekben megfogalmazódott a kérdés, hogy milyen tűzvédelmi berendezést használtak az épületben? A válaszom a kutatásaim alapján az, hogy tűzvédelmi berendezés, vagy technológia a katedrális tetőszerkezetében nem volt. A kísérletem elvégzéséhez, az a kérdés adott irányvonalat, hogy ha a Notre-Dame de Paris tetőszerkezetét alkotó tölgyfa gerendákat, szarufákat, és tetőlécet úgynevezett égéskésleltető festékkel kezelték volna, akkor is ilyen rövid idő alatt valósult volna-e meg a teljes tetőszerkezet lángba borulása, illetve ha a hazai - templom, katedrális - épületek tetőszerkezetét égéskésleltető anyaggal kezelnék, mennyivel növelné a tűzvédelmét az adott épületnek.

5.1. A fa égésének folyamata

A fa égési folyamatánál alapvetően 3 különböző szakaszt lehet megkülönböztetni, az első szakasz maga a gyulladási folyamat, a második az égés, a harmadik pedig az utóizzás szakasza. Az első szakaszban, a tűz által érintett faanyag hőmérséklete amikor eléri a 100-110 °C-t a fizika törvényei szerint a benne lévő vízmolekulák párologni kezdenek. Ezt követően a fa elszíneződik, markánsan barna, illetve fekete színt vesz fel. Az elszíneződést követően a fa 150-200 °C között elkezd szenesedni, a gázkibocsátása felgyorsul, majd 200-260 °C között eléri a lobbanáspontját, amely hatására az éghető gázok (metán, hidrogén, szénmonoxid) kibocsátása intenzívvé válik, amely gyújtóforrás, vagy hő hatására belobbannak. Ezt a folyamatot követi a gyulladás és az öngyulladás 260-370 °C között és ennek következtében a fa égése, gyújtóforrás és hőhatás nélkül is folyamatossá válik, amennyiben az oxigén jelenléte biztosítva van.

A második szakaszban a fa égése valósul meg, ahol 400-500 °C között a gázképződés eléri a maximumát, ezáltal létrejön a faszén égése, amely következtében az exoterm folyamat csúcspontjához érkezik, és a fán mérhető hőmérséklet eléri akár az 1000-1200 °C-t is.

A harmadik szakasz pedig, maga az utóégés ahol az éghető anyagok elfognak, és ennek következtében a hőmérséklet hirtelen lecsökken. Az utóégés szakaszát a kihűlés követi, ahol az elégett faanyagból visszamaradt égéstermék (hamu) felveszi a környezet hőmérsékletét. [82]

5.2. A tölgyfa égési tulajdonságai és felhasznált eszközök

A tölgyfa a fák körében a gyulladási hőmérsékletet tekintve a felső rétegbe tartozik, abban a tekintetben, hogy a gyulladási hőmérséklet eléréséhez 340 °C szükséges, míg egy kőris vagy

⁸² Dr. Restás Ágoston ÉGÉS- ÉS TŰZOLTÁSELMÉLET egyetemi jegyzet 32. oldal 1.4.4.4-es pont – A fa meggyulladásának folyamata ; letöltés napja: 2022.03.11. 15:08

egy gyertyán esetében 240-250 C° szükséges. [83] A tölgyfa beépítése önmagában növelheti a tűzvédelmet, mivel gyulladáspontja magasabb ezáltal időigényesebb az égési fázis elérése, mint például a kőris, vagy a gyertyán esetében.

Tölgyfa, illetve néhány anyag égéshője és fűtőértéke:

3.sz. táblázat: Előégetést követően mért hőmérséklet. Készítette: szerző

Anyagnév:	Égéshő	Fűtőérték
Tölgyfa	17000 kJ/ kg	15700 kJ/kg
Fenyőfa	19000 kJ/ kg	17600 kJ/kg
Feketekőszén	28000 kJ/kg	27000 kJ/kg
Benzin	44000 kJ/kg	42000 kJ/kg
PB-gáz	120000 kJ/kg	115000 kJ/ kg

Forrás: [84]

A kísérlet elvégzéséhez az alábbi eszközöket vettem igénybe:

- 3 db 12x10cm-es egyenként 30 centiméter hosszúságú tölgyfagerenda,
- 3 db 8x2,5cm-es egyenként 34 centiméter hosszúsága tölgyfapalló,
- 1 literes kiszerezésű, Kemikál Tetol FB – égéskésleltető faanyagvédőszer
- 1 db TROTEC BM 22 nedvességmérő,
- 1 db 3M SCOTT V320 hőkamera,
- 1 db stopperrel rendelkező telefon,
- 1 db 11,5 kg-s Propán-bután gázpalack,
- 1 db gázperzselő,
- 1 db öntvényvas fürdőkád, amelyen a fa égetését el tudtam végezni,
- 1 db 6 kg-os tűzoltó készülék, és 100 liternyi oltóvíz a biztosításra.

A kísérlet előkészítéséhez, az égéskésleltető festékekkel kezeltem a faanyagokat. Az égéskésleltető gyártójának előírása szerint, a legmegfelelőbb tűz elleni védelem akkor érhető el, ha a faanyagot 12-szer kezeljük a festékekkel.

A gyártó előírja továbbá, hogy két festés között minimum 4 órának el kell telnie, jól szellőző helyen, illetve a kezelendő faanyag nedvességtartalma nem lehet 15 térfogatszázaléknál alacsonyabb. Minden körülmény adott volt a kezeléshez, mivel a tölgyfa nedvességtartalma nem haladta meg a 15 térfogatszázalékot, illetve a jól szellőző hely is biztosítva volt.

⁸³ Érces Gergő, Kiss Róbert, Nagy László Zoltán, Dr. Restás Ágoston: Alkalmazott tűzvizsgálat I. (szerk. Restás Ágoston) Dialóg Campus Kiadó 2017

⁸⁴ <https://nataros.ru/mozgas/pb-gaz-futoertek/> letöltés napja: 2022.03.17.



13. ábra A még nem kezelt 12x10-es tölgyfadarab nedvességtartalma <15 tf% Készítette: A szerző 2022.02.07.
14:08

Az előkészítésnél a faanyagokat az alábbiak szerint kezeltem:

- 1 db 12x10cm-es 30 centis tölgyfadarabot natúr állapotában meghagytam (továbbiakban: 12x10cm, natúr)
- 1 db 12x10cm-es 30 centis tölgyfadarabot 6-szor kezeltem a festékekkel (továbbiakban: 12x10cm, 6x kezelt)
- 1 db 12x10cm-es 30 centis tölgyfadarabot 12-szer kezeltem festékekkel (továbbiakban: 12x10cm 12x kezelt)
- 1 db 8x2,5cm-es 34 centis tölgyfapallót natúr állapotában meghagytam (továbbiakban: palló natúr)
- 1 db 8x2,5 cm-es 34 centis tölgyfapallót 6-szor kezeltem festékekkel (továbbiakban: palló 6x kezelt)
- 1 db 8x2,5 cm-es 34 centis tölgyfapallót 12-szer kezeltem festékekkel (továbbiakban palló 12x kezelt)

A kezelés utáni, gyártó által előírt 14 napos száradási folyamatot (amely a beépítésre vonatkozik) megtartva, a kísérletet elvégeztem.

A kísérletet házilagos körülmények között folytattam le, amelynek folyamata 2022.03.10-én 10:00 órától 11:15 óráig tartott.

A kísérletet megelőzően a környezetre vonatkozó adatok közül az alábbiakat mértem:

- hőmérséklet: 4 C°
- szélereősség: többnyire szélcsend, illetve enyhe szellő: 5 km/h
- páratartalom: 63%
- légnyomás: 1029,5 mbar.

A kísérletet megelőzően megmértem külön-külön a faanyagok nedvességtartalmát, amely a következőképp alakult:

4.sz. táblázat: Tölgyfa anyagok nedvességtartalma a kísérlet előtt:

Méret:	Oldallap nedvességtartalom	Felsőlap nedvességtartalom
12x10cm natúr	13 térfogatszázalék	15 térfogatszázalék
12x10cm 6x kezelt	14 térfogatszázalék	15 térfogatszázalék
12x10cm 12x kezelt	15 térfogatszázalék	15 térfogatszázalék
8x2,5cm natúr	11 térfogatszázalék	10 térfogatszázalék
8x2,5cm 6x kezelt	15 térfogatszázalék	15 térfogatszázalék
8x2,5cm 12x kezelt	15 térfogatszázalék	15 térfogatszázalék

A kísérletemet az alábbi módon végeztem el:

Az összes faanyagot külön-külön 60 másodperces (intenzív) előégetésnek vetettem alá, majd megvizsgáltam a keletkezett sérüléseket, a beégések mértékét és az esetleges keresztmetszet csökkenést. Miután a méréseket elvégeztem, utána külön-külön mindegyik faanyagot intenzíven 120 másodpercig égettem. Így összesen, kisebb megszakítással mindegyik faanyag 180 másodpercig volt kitéve közvetlenül a hőhatásnak.

5.3. Az előégetés tapasztalatai:

A kísérlet során, már az előégetés befejeztével az égéskésleltetővel kezelt és a natúr állapotban lévő tölgyfán a különbség markánsan megmutatkozott. Amelyet az alábbi fényképpel szeretnék szemléltetni:



14. ábra A tölgyfa 60 másodperces előégetése, készítette: a szerző 2022.03.10. 10:27

A fenti képen, két oszlopba helyezve találhatók az előégetett tölgyfák, az égéskésleltető kezelésük szerint párosítva. Alulról felfelé haladva az első sorban a palló natúr és a natúr 12x10cm-es tölgyfa, másodikban a palló 6x kezelt és a 12x10cm 6x kezelt, a harmadik sorban pedig a palló 12x kezelt, és a 12x10cm 12x látható látható. Az alapvető különbség már szemmel is jól látható, hiszen az alsó sorban lévő tölgyfák sokkal jobban elszenesedtek a hő hatására, mint az égéskésleltetővel kezelt tölgyfák. Az előégetés során azt tapasztaltam, hogy az égéskésleltetővel kezelt tölgyfák is képesek a lánggal égésre, egészen addig, amíg a gyújtóforrást (gázperzselőt) ki nem zártam az égési folyamatából. A gázperzselés befejeztével az égéskésleltetővel kezelt tölgyfán a lánggal égés kb. 1 másodperc alatt megszűnt, mind a 4 kezelt tölgyfán, ellenben a nem kezelt tölgyfadarabokon a lánggal égés az előégetés befejeztével kb. 10 másodperc befejeztével szűnt meg. Ez a jelenség arra enged következtetni, hogy az égéskésleltetővel kezelt faanyagok lánggal égése a gyújtóforrás kizárásával vagy visszahűtésével megszűnik, ezáltal a gyulladási folyamata komplikáltabb, mivel a valóságban a hőterhelés sok esetben ingadozó jellegű, nem feltétlenül van kitéve a faanyag a tűz kezdeti fázisában kontakt hőhatásnak.

A kísérlet első részében a faanyagok 60 másodperces előégetését követően egy faanyag előégetése után, 10 másodperc elteltével egy tölgyfán két különböző helyen a következő hőmérsékletet mértem:

5.sz. táblázat: Előégetést követően mért hőmérséklet. Készítette: szerző

Méret:	Előégetést követően mért hőmérséklet
12x10cm natúr	270-290 C°
12x10cm 6x kezelt	180-190 C°
12x10cm 12x kezelt	160-180 C°
8x2,5cm natúr	320-340 C°
8x2,5cm 6x kezelt	282-320 C°
8x2,5cm 12x kezelt	250-290 C°

A hőkamerával végzett mérések rámutattak arra a tényre, hogy az égéskésleltetővel kezelt faanyagok hőmérséklete jóval alacsonyabb az előégetést követően, mint az égéskésleltetővel nem kezelt faanyagoknak. Ez a tűzfejlődés folyamatában markánsan megjelenhet, mivel az égéskésleltetőnek köszönhetően a tűzterjedése, és fejlődése lassúbbá válhat.

5.4. A kísérlet tapasztalatai

Az előégetés 60 másodperces időintervallumát követően mindegyik faanyagot még további 120 másodpercig tettem ki közvetlen hőhatásnak. Az előégetésnél tapasztalt körülmények itt is érvényesültek, miszerint az égéskésleltetővel kezelt tölgyfa később kezdett szenesedni, mint a natúr, illetve a gyújtóforrás megszüntetését követően a lánggal égés jóval rövidebb idő alatt megszűnt, mint a natúr fa esetében. Az égéskésleltetővel kezelt tölgyfákon csak felületi elszenesedés volt tapasztalható, keresztmetszet csökkenés nem volt mérhető, ellenben a natúr tölgyfákon tolómérő segítségével a beégés mértékét, vagyis a keresztmetszet csökkenést is mérni tudtam. A beégés mértéke a „palló natúr” esetében függőleges irányban 14 mm, vízszintes irányban ugyanarra a beégésre pedig 5,5 mm nagyságú volt.



15. ábra 12x10 Natúr tölgyfa égetése, készítette: a szerző 2022.03.10. 10:22



16. ábra Tölgyfák 180 másodpercnyi égetést követően, készítette: a szerző 2022.03.10. 10:54

A fenti képen ugyanazon módozat szerint vannak a tölgyfák elhelyezve, mint a 11. ábrán. A tölgyfákon található beégések, keresztmetszet csökkenés az égéskésleltetővel nem kezelt tölgyfákon volt tapasztalható. Illetve az elszenesedés színárnyalata is azt a következtetést rejti magában, hogy az égéskésleltetővel nem kezelt, natúr tölgyfákon a beégés nagyobb mértékű. Az égéskésleltetővel kezelt tölgyfákon többnyire felületi sérülés keletkezett, a fa felső rétege sérült kis mértékben.

6.sz. táblázat: 180 másodpercnyi égetést követően, 10 másodperccel később mért hőmérséklet. Készítette: a szerző

Méret:	Mért hőmérséklet
12x10cm natúr	300-320 C°
12x10cm 6x kezelt	210-230 C°
12x10cm 12x kezelt	160-180 C°
8x2,5cm natúr	340-370 C°
8x2,5cm 6x kezelt	260-280 C°
8x2,5cm 12x kezelt	220-245 C°

7.sz. táblázat: Tölgyfa anyagok nedvességtartalma a kísérlet után:

Méret:	Oldallap nedvességtartalom	Felsőlap nedvességtartalom
12x10cm natúr	6 térfogatszázalék	8 térfogatszázalék
12x10cm 6x kezelt	10 térfogatszázalék	13 térfogatszázalék
12x10cm 12x kezelt	6 térfogatszázalék	10 térfogatszázalék
8x2,5cm natúr	0 térfogatszázalék	3 térfogatszázalék
8x2,5cm 6x kezelt	10 térfogatszázalék	11 térfogatszázalék
8x2,5cm 12x kezelt	6 térfogatszázalék	8 térfogatszázalék

A fenti táblázatban jól látható, hogy a natúr és az égéskésleltetővel kezelt tölgyfa között, a natúr faanyag esetében a nedvességtartalom csökkenés nagyobb mértékű volt, hiszen a kísérletet megelőző mértékhez képest a 12x10cm natúr oldallapjának nedvességtartalma 7 térfogatszázalékot csökkent, míg a felsőlap nedvességtartalma szintén 7 térfogatszázalékot veszített nedvességtartalmából. A leginkább szembetűnő vízvesztést a mérés során a 8x2,5cm natúr tölgyfa produkálta, mivel annak az oldalsó lapja teljesen kiszáradt 180 másodpercnyi égetést követően, vagyis 11 térfogatszázalékot veszített nedvességtartalmából, a felsőlapja pedig 7 térfogatszázalékot.

A kiugró nedvességtartalom-térfogatszázalék csökkenés a natúr tölgyfák esetében véleményem szerint annak tudható be, hogy a felmelegedési folyamata gyorsabban valósult meg, mint az égéskésleltetővel kezelt faanyagoknál, illetve a másik oldalról a lehűlési folyamata pedig lassabban ment végbe, mint az égéskésleltetővel kezeltnél, mivel a lánggal égés és a parázslási folyamatok is több ideig fennmaradtak.

5.5. A kísérletből levont következtetések

A kísérlet rámutatott arra a tényre, hogy az égéskésleltetővel bevont faanyagok sokkal később veszítenek keresztmetszetükből, később szenesednek és az öngyulladás folyamatuk több idő elteltével valósul meg, mint az égéskésleltetővel nem kezelt faanyagoknál. Mindezen tulajdonságok mentén, amelyet az égéskésleltető nyújt, elmondható, hogy egy adott tetőszerkezetben, amelyet égéskésleltetővel kezelnek, sokkal később valósul meg a teljes lángba borulás ezáltal időelőnyben részesülnek a beavatkozó tűzoltók a tűz – szakmai nyelvezete szerinti – megfogásában, mivel a tűz – körülményektől függően – lokálissá válhat, tűzoltói szempontból ez a legkedvezőbb lehetőség. Véleményem szerint az égéskésleltető anyagi vonzata roppant mód csekély, a teljes felújítási költségekhez képest.

6. Összefoglalás

A Notre-Dame de Paris felújítása jelen pillanatban is zajlik, Párizsban tartózkodásom alatt megtudhattam, hogy a felújítási munkákkal 2-3 év múlva fognak végezni. Az, hogy a bordázott boltozatok, és a tetőszerkezet felújítása-újjaépítése megvalósulhat, véleményem szerint a hatékony és szakszerű tűzoltói beavatkozásnak és a komplex tűzoltásvezetői döntéshozatalnak köszönhető. A keresztény világ egyik legszebb jelképe még ma is áll, Párizs központjában és napról napra, tépve-sebezve is turisták ezreit vonzza maga köré. A tüzeset tanulságai jó támaszpontokat, taktikai lépéseket, tűzoltásvezetői megfontolásokat adhatnak e nemes hivatást gyakorló személyeknek. A saját kísérlet elvégzésével választ kaphattam arra, mennyiben befolyásolja az égéskésleltető jelenléte a tűzterjedést, és mennyiben befolyásolja, ezzel együtt könnyíti meg a hatékony tűzoltói beavatkozást. Az égéskésleltető használatával véleményem szerint a tűzoltók érdemi előnyt, tehát értékes perceket is nyerhetnek egy tüzesetnél, amely egyenesen arányos a megmentett értékek nagyságával. Meglátásom szerint a hazai templom, illetve katedrális épületek tetőszerkezeteinek égéskésleltetővel való kezelése megfontolandó befektetési lehetőség lenne, a – tűz – biztonság, védelem irányába, mivel az égéskésleltetőre, és a faanyag kezelésére fordított összeg töredéke a teljes felújítási költségnek. A Notre-Dame de Paris felújításakor távoli szemlélőként csak bízni lehet abban, hogy az újjáépült katedrális-tetőszerkezetben alkalmazni fognak tűzterjedést gátló technológiát, vagy a tűzoltói beavatkozást elősegítő berendezéseket, például az automata oltóberendezést, vagy száraz-nedvesfelszálló vezetéket, legalább a harangtornyokban, amelyek időzített bombaként funkcionáltak és veszélyt jelentettek a beavatkozó tűzoltókra és az épületre a tüzeset idején. Viszont hazai viszonylatban a nagy hosszúságú, vagy szélességű tetőszerkezetben az égéskésleltetővel való bevonás kézenfekvő megoldásnak bizonyulhat. A Notre-Dame de Paris tüzének eloltásakor a párizsi tűzoltók munkája, jómagam részéről, tűzoltó szemszögből emberfeletti és ezzel együtt eredményes volt. A dolgozatom zárásaképp pedig egy mondatot szeretnék még leírni: **...mert a tűzoltó oda megy be, ahonnan más menekül.**

Irodalomjegyzék:

- 1) Dobsi Viktória: A Notre-Dame katasztrófája és újjáépítése is az állam és az egyház közös felelőssége. <https://vilagterkep.atlatszo.hu/2019/04/16/a-notre-dame-katasztrofaja-es-ujjaepitese-is-az-allam-es-az-egyhaz-kozos-felelossege/> letöltés napja: 2021.11.26 18:28
- 2) Sanchez, Monica: Diferencias entre iglesia, catedral y basílica. <https://www.cultura10.com/hu/diferencias-entre-iglesia-catedral-y-basilica/> letöltés napja: 2022.01.31. 13:19
- 3) <http://historia-cronologia.lapunk.hu/?modul=oldal&tartalom=1203027> letöltés napja: 2021.11.25 17:28
- 4) „A Párizsi Notre-Dame – Az építómesterek kora, 21. Médiaklikk”. Részletjelenet: 13:15 Letöltés napja 2021.11.25.
- 5) <http://historia-cronologia.lapunk.hu/?modul=oldal&tartalom=1203027> letöltés napja: 2021.11.25.
- 6) Google Maps: <https://www.google.com/maps/place/Notre-Dame-sz%C3%A9kesegyh%C3%A1z/@48.8527988,2.3487058,358m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x47e671e19ff53a01:0x36401da7abfa068d!8m2!3d48.8529682!4d2.3499021?hl=hu> letöltés napja: 2021.11.25
- 7) MTI: A 850 éves asszony. <https://m.nyest.hu/hirek/notre-dame> letöltés napja: 2021.11.26. 18:48
- 8) Múlt-kor: 10 tény a Notre-Dame-ról. <https://mult-kor.hu/10-teny-a-notre-dame-rol-20190515> letöltés napja : 2021.11.26. 18:53
- 9) Hugo, Victor: A párizsi Notre-Dame. (IV. Az ügyetlen jó barát)
- 10) Hugo, Victor: A párizsi Notre-Dame. (IV. Az ügyetlen jó barát)
- 11) Gucea Magdolna: A párizsi Notre-Dame: mi égett le, és mit építenek újra? <https://qubit.hu/2019/05/15/a-parizsi-notre-dame-mi-egett-le-es-mit-epitenek-ujra> letöltés napja: 2021.12.13 13:11
- 12) McBride, Jessica: Notre Dame Great Bell Emmanuel: Was it Destroyed? <https://heavy.com/news/2019/04/notre-dame-great-bell-emmanuel/> letöltés napja: 2021.12.12. 13:25
- 13) BM OKF: Húsz éve érte terrortámadás az Egyesült Államokat. <https://www.katasztrofavedelem.hu/29/hirek/255817/husz-eve-erte-terrortamadas-az-egyesult-allamokat> letöltés napja: 2021.12.13. 13:49

- 14) „A Párizsi Notre-Dame – Az építőmesterek kora, 21. Médiaklikk”. című dokumentum film részletjelent: 19:00 Letöltés napja 2021.11.26. 21:00
- 15) F. Romhányi Beatrix: A Notre-Dame évszázadai.
<https://rubicon.hu/cikkek/a-notre-dame-evszazadai> letöltés napja: 2021.11.26 22:22
- 16) Vajna Tamás: A hugenottákat, a jakobinusokat, mindkét világháborút és még a púpos harangozót is túlélte a világ egyik legcsodálatosabb épülete, a párizsi Notre-Dame.
<https://qubit.hu/2019/04/16/a-hugenottakat-a-jakobinusokat-mindket-vilaghaborut-es-meg-a-pupos-harangozot-is-tulelte-a-vilag-egyik-legcsodalatosabb-epulete-a-parizsi-notre-dame> letöltés napja: 2021.11.27 15:37
- 17) HVG: Íme a legfontosabb adatok a párizsi Notre-Dame-ról – infografika.
https://hvg.hu/tudomany/20190416_parizs_notre_dame_tuz_infografika letöltés napja: 2021.11.28. 11:15
- 18) FATÁJ online szaklap 2021: Évszázados tölgyfákat keres Franciaország a Notre Dame torony újjáépítéséhez. https://fataj.hu/archiv/2021/02/171/202102171_Evszazados-tolgy-a-Notre-Damhoz.php letöltés napja: 2021.11.28 11:37
- 19) Notre-Dame de Paris hivatalos weboldala: La flèche.
<https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/la-fleche/> letöltés napja: 2021.11.29 12:47
- 20) Funiq: Esztergomi Bazilika.
<https://funiq.hu/2374-esztergomi-bazilika> letöltés napja: 2021.11.28. 11:44
- 21) Esztergomi Bazilika hivatalos weboldala: A Nagyboldogasszony és Szent Adalbert Főszékesegyház története.
<https://www.bazilika-esztergom.hu/hu/toertenet> letöltés napja: 2021.11.28. 11:58
- 22) Funiq: Szent István-bazilika, Budapest.
<https://funiq.hu/2926-szent-istv%C3%A1n-bazilika-budapest> letöltés napja: 2021.11.28. 12:06
- 23) Szegedi Dóm hivatalos weboldala: A Szegedi Dóm számokban.
<https://szegedidom.com/blog/szegedi-dom-bemutakozas/> letöltés napja: 2021.11.28. 12:10
- 24) Buzás Gergely, Kovács Olivér: Gótika: a stílus, ami tűzben született.
<https://archeologia.hu/gotika-a-stilus-ami-tuzben-szuletett> letöltés napja: 2021.11.28. 12:32
- 25) Notre-Dame de Paris hivatalos weboldala: L’architecture intérieure.

<https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/larchitecture-interieure/#>

letöltés napja: 2021.11.29. 00:11

- 26) Notre-Dame de Paris hivatalos weboldala: La Charpente.
<https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/la-charpente/#> letöltés

napja: 2021.11.29. 00:27

- 27) Dr. Restás Ágoston: ÉGÉS- ÉS TŰZOLTÁSELMÉLET. Egyetemi jegyzet 64. oldal
1.8.4-es pont – Hamu ; letöltés napja: 2021.12.03. 23:07

- 28) WEBBeteg, CS.K. fordító: Az ólommérgezés: veszélyforrások és tünetek.

<https://www.webbeteg.hu/cikkek/elsegely/9386/az-olommergezes-tunetek-es-veszelyforrasok> letöltés napja: 2021.12.03. 23:17

- 29) National Geographic : Notre-Dame- Újjáépíteni a csodát c. dokumentumfilm
részletjelenet: 17:07. , letöltés napja: 2021.11.27. 16:20

- 30) Notre-Dame de Paris hivatalos weboldala: L'architecture intérieure.
<https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/larchitecture-interieure/#>

letöltés napja: 2021.11.27. 17:40

- 31) Merck: Kobalt, por.

https://www.merckmillipore.com/HU/hu/product/Cobalt-powder,MDA_CHEM-112211 letöltés napja: 2021.12.23. 10:02

- 32) A Párizsi Notre-Dame – Az építőmesterek kora, 22. Médiaklikk c. dokumentum film,
részletjelenet: 11:00 letöltés napja 2021.11.29. 13:37

- 33) Notre-Dame de Paris hivatalos weboldala: Les Vitraux
<https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/les-vitraux/#> letöltés napja:
2021.11.29. 14:24

- 34) James, Liam: Notre Dame fire: Before and after photos show extent of damage after
Paris inferno. <https://www.independent.co.uk/news/world/europe/notre-dame-fire-cathedral-before-after-paris-cause-damage-a8872051.html> letöltés napja: 2021.11.29.
14:28

- 35) Dr. Restás Ágoston: ÉGÉS- ÉS TŰZOLTÁSELMÉLET. Egyetemi jegyzet 15. oldal
1.2.2-es pont – Cseppfolyós (folyékony) anyagok; letöltés napja: 2022.02.18. 22:10

- 36) Notre-Dame de Paris hivatalos weboldala: Architecture.
<https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/> letöltés napja:
2021.11.29 18:12

- 37) Notre-Dame de Paris hivatalos weboldala: Architecture.
<https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/> letöltés napja: 2021.
11.29. 18:14
- 38) Notre-Dame de Paris hivatalos weboldala: Architecture.
<https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/> letöltés napja: 2021.
11.29. 18:15
- 39) Notre-Dame de Paris hivatalos weboldala: Architecture.
<https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/> letöltés napja:
2021.11.29. 18:19
- 40) Notre-Dame de Paris hivatalos weboldala: Architecture.
<https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/> 2021.11.29. 18:36
- 41) Notre-Dame de Paris hivatalos weboldala: Architecture.
<https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/architecture/> 2021.11.29. 18:42
- 42) A Párizsi Notre-Dame – Az építőmesterek kora, 21. Médiaklikk” című dokumentum
film. Részletjelenet: 49:00 Letöltés napja 2021.12.04. 20:46
- 43) Notre-Dame de Paris hivatalos weboldala: Les grand évènements.
<https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/histoire/les-grands-evenements/>
letöltés napja: 2021.12.03. 12:57
- 44) Notre-Dame de Paris hivatalos weboldala: Les grand évènements.
<https://www.notredamedeparis.fr/decouvrir/histoire/les-grands-evenements/>
letöltés napja: 2021.12.04. 20:50
- 45) Hugo, Victor: A párizsi Notre Dame
- 46) Magyar Kurír: Nyolcszázötven éves a párizsi Notre-Dame.
<https://www.magyarkurir.hu/hirek/nyolcszazotven-eves-parizsi-notre-dame> letöltés
napja: 2021.12.23. 10:22
- 47) Gaul, Agnieszka: A légi felvétel a Notre Dame székesegyházról
<https://www.shutterstock.com/video/clip-21298483-aerial-view-paris-notre-dame-cathedral> letöltés napja: 2021.12.18. 17:56
- 48) National Geographic – Notre Dame – Versenyfutás a lángokkal. Részletjelenet: 04:24
letöltés napja: 2021.12.23. 12:17
- 49) National Geographic – Notre Dame – Versenyfutás a lángokkal. Részletjelenet: 03:30
letöltés napja: 2021.12.23. 12:18

- 50) Heizler György: Notre-Dame – elmaradt a látványos tűzoltás.
<http://vedelem.hu/hirek/0/2714-notre-dame-%E2%80%93-elmaradt-a-latvanyos-tuzoltas> letöltés napja: 2022.02.18. 11:27
- 51) National Geographic – Notre Dame – Versenyfutás a lángokkal. Részletjelenet: 05:15
 letöltés napja: letöltés napja: 2021.12.23. 12:43
- 52) Párizsi tűzoltóság hivatalos weboldala. Feu a Notre-Dame de Paris
<https://www.pompierparis.fr/fr/news/interventions/incendies/feu-a-notre-dame-de-paris> letöltés napja: 2021.12.23. 13:56
- 53) Katasztrófavédelmi Műveleti Szolgálat: KMSZ.
- 54) Francia tűzoltóság hivatalos weboldala: Chiffres clés.
<https://www.pompierparis.fr/pompierparis/nous-connaître/chiffres-clés> letöltés napja: 2022.03.11. 15:49
- 55) National Geographic – Notre Dame – Versenyfutás a lángokkal; részletjelenet: 17:04
 letöltés napja: 2022.02.23.
- 56) Pompiers de Paris - <https://www.youtube.com/watch?v=cwZq6LNdBLU> letöltés napja: 2022.01.18. 12:33
- 57) Bashoor, Marc: The Notre – Dame fire: Battling something bigger than life.
<https://www.firerescue1.com/international-firefighting/articles/the-notre-dame-fire-battling-something-bigger-than-life-HazEd5q1GAfJF8dM/> letöltés napja: 2022.01.19. 12:00
- 58) National Geographic – Notre Dame – Versenyfutás a lángokkal; részletjelenet: 25:17
 letöltés napja: 2022.01.19 12:08
- 59) Medias 24.com: Colossus, le robot qui a sauvé la cathédrale Notre – Dame de Paris.
<https://medias24.com/2019/04/19/colossus-le-robot-qui-a-sauve-la-cathedrale-notre-dame-de-paris/> letöltés napja: 2022.01.18. 12:26
- 60) Allo dix huit, Hors serie, Le magazine officiel des Pompiers de Paris: Notre – Dame de Paris. 2019. május – június.
<https://allo18-lemag.fr/wp-content/uploads/2020/04/ADH-Hors-se%CC%81rie-doublepage-JMR.pdf> letöltés napja: 2022.02.22. 15:38
- 61) Origo: Páncélozott autót és bombakereső robotot is bevetett a TEK a terrorista elfogásánál. 2021. június 2.

<https://www.origo.hu/itthon/20210602-pancelozott-autot-es-bombakereso-robotot-is-bevetettek-a-kommandosok-terrorcselekmenyre-keszulo.html> letöltés napja:

2022.01.18 13:48

- 62) Info Rádió: Ritkán látott képek: új robottal is védenek minket a tűzszerészek. 2017. július 20.

<https://infostart.hu/belfold/2017/07/20/ritkan-latott-kepek-uj-robottal-is-vedenek-minket-a-tuzszereszek> letöltés napja: 2022.01.18 13:48

- 63) Szűcs László: Tanulják a robot kezelését. 2008. január 24.

<https://honvedelem.hu/hirek/tanuljak-a-robot-kezeleset.html> letöltés napja: 2022.01.18 13:49

- 64) Kálmán Attila: Trump elmondta, hogyan oltsák el a Notre Dame lángjait. 2019. április 15.

<https://24.hu/kulfold/2019/04/15/notre-dame-tuz-trump/> letöltés napja: 2022.01.21. 21:11

- 65) Kálmán Attila: Trump elmondta, hogyan oltsák el a Notre Dame lángjait. 2019. április 15.

<https://24.hu/kulfold/2019/04/15/notre-dame-tuz-trump/> letöltés napja: 2022.01.21. 21:11

- 66) Allo dix huit, Hors serie, Le magazine officiel des Pompiers de Paris: Notre – Dame de Paris. 2019. május – június.

<https://allo18-lemag.fr/wp-content/uploads/2020/04/ADH-Hors-se%CC%81rie-doublepage-JMR.pdf> letöltés napja: 2022.02.02. 16:00

- 67) Allo dix huit, Hors serie, Le magazine officiel des Pompiers de Paris: Notre – Dame de Paris. 2019. május – június.

<https://allo18-lemag.fr/wp-content/uploads/2020/04/ADH-Hors-se%CC%81rie-doublepage-JMR.pdf> letöltés napja: 2022.02.03. 13:26

- 68) Heizler György: Tűzoltó robottól a műemlék épületek tűzvédelmi koncepciójáig. Kecskemét 2019.06.28. letöltés napja: 2022.01.24. 17:40

<http://docplayer.hu/163302484-Tuzolto-robottol-a-muemlek-epuletek-tuzvedelmi-koncepciojaig-heizler-gyorgy-kecskemet.html>

- 69) Katolikus.ma, ismeretlen szerző: Fournier atya, az Oltáriszentség és Krisztus töviskoszorú erekljének megmentője a Notre – Dame - ból. 2019. április 23.

<https://katolikus.ma/fournier-atelya-az-oltariszentseg-es-krisztus-toviskoszoru-ereklyejenek-megmentoje-a-notre-dame-bol/> letöltés napja: 2022.01.25. 16:35

- 70) MH/MTI: A műkincsek 90 százalékát sikerült kimenteni a Notre – Dame – ból. 2019. április 18.
<https://www.magyarhirlap.hu/kronika/20190418-a-mukincsek-90-szazalekat-sikerult-kimenteni-a-notre-dame-bol> letöltés napja: 2022.01.25. 17:22
- 71) National Geographic – Notre Dame – Versenyfutás a lángokkal; részletjelenet: 34:15
 letöltés napja: 2022.02.17. 13:32
- 72) Diver Tony, Taylor Joshua: Notre Dame fire: Two towers saved after firefighters 'halt spread of flames'. 2019. április 15.
<https://www.mirror.co.uk/news/world-news/breaking-notre-dame-fire-two-14337589>
 letöltés napja: 2022.02.18. 10:32
- 73) Nagy László, Rácz Sándor: Hadmérnök XII. Évfolyam 3. szám 2018. szeptember
http://hadmernok.hu/183_19_nagy.pdf letöltés napja: 2022.02.17 13:52
- 74) Himmer Krisztián, Pántya Péter: Különböző tűzoltó sugarak összehasonlító vizsgálatának eredményei. HADMÉRNÖK XIV. Évfolyam 2. szám – 2019. június
http://hadmernok.hu/192_15_himmer.pdf
- 75) Allo dix huit, Hors serie, Le magazine officiel des Pompiers de Paris: Notre – Dame de Paris. 18 – 19. oldal, 2019. május – június.
<https://allo18-lemag.fr/wp-content/uploads/2020/04/ADH-Hors-se%CC%81rie-doublepage-JMR.pdf> letöltés napja: 2022.02.18. 12:18
- 76) National Geographic: Notre-Dame- Újjáépíteni a csodát c. dokumentumfilm 21:00.
 letöltés napja: 2022.02.18. 14:00
- 77) Friends of Notre - Dame de Paris: Rebuild Notre – Dame Cathedral
<https://www.friendsofnotredamedeparis.org/rebuild-notre-dame/> letöltés napja: 2022.02.18. 14:37
- 78) MTI: Megemelkedett a párizsi méz ólomtartalma a tűzvész után.
<https://ng.24.hu/fold/2020/08/02/megemelkedett-a-parizsi-mez-olomtartalma-a-tuzvesz-utan/> letöltés napja: 2022.02.19. 17:52
- 79) MTI: Megemelkedett a párizsi méz ólomtartalma a tűzvész után.
<https://ng.24.hu/fold/2020/08/02/megemelkedett-a-parizsi-mez-olomtartalma-a-tuzvesz-utan/> letöltés napja: 2022.02.20. 17:35
- 80) Zaiarnyi Pasha instagram oldala.
<https://www.instagram.com/p/CXbMTmQMaaD/> letöltés napja: 2022.03.11. 11:10
- 81) Csendesné Bosits Évi: Égett a tósokberendi katolikus templom tornyának a faszerkezete. <https://ajkaiszo.hu/egett-a-tosokberendi-katolikus-templom-tornyanak->

a-faszerkezete/?fbclid=IwAR1-aVzqlKJMVwN42gCpBI_I4t0qAaTJISu3w4-61AVwWVhNRXtXjMqyMdl letöltés napja: 2022.02.28. 14:10

82) Dr. Restás Ágoston: Égés és- tűzoltásmélet. Egyetemi jegyzet 32. oldal 1.4.4.4-es pont – A fa meggyulladásának folyamata. letöltés napja: 2022.03.11. 15:08

83) Érces Gergő, Kiss Róbert, Nagy László Zoltán, Dr. Restás Ágoston: Alkalmazott tűzvizsgálat I. (szerk. Restás Ágoston) Dialóg Campus Kiadó 2017

84) Pb gáz fűtőérték

<https://nataros.ru/mozgas/pb-gaz-futoertek/> letöltés napja: 2022.03.17.

Felhasználás jogszabályok:

- 54/2014. (XII.5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról
- 6/2016 (VI.24.) BM OKF utasítás Tűzoltás-Taktikai Szabályzat
- Szerelési szabályzat: 1. melléklet a BM OKF 3/2015. számú főigazgatói utasításhoz
- 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól.
- 2015. évi XLII. törvény, a rendvédelmi feladatokat ellátó szervek hivatásos állományának szolgálati viszonyáról.