

TÖRTÉNETI TARTÓSZERKEZETEK ÉS A KATASZTRÓFÁK

Tartószerkezetek és a tűz

A KATASZTRÓFÁKRÓL ÁLTALÁBAN

Amikor katasztrófáról beszélünk, valahogy ösztönösen olyan csapásokra gondolunk, amelyekhez nincsen igazán közünk, amelyek „csak úgy” jönnek, mi pedig elszenvedjük őket.

Hiszen nem tehetünk a földrengésről, a tengeri népekre váratlanul zúdul a szökőár. Amerikára derült égből csap le a tornádó és az esőzéseket követő sárlavina pillanat alatt temeti el a házat és lakóját. Vagy nézzük az árvizeket, amelyek bömbölve viszik, ami útjukba kerül, esetleg csendesen emelkedve „felolvasztják” a vályogházat, amíg térdre nem rogyik. Úgy tűnik, hogy ezek a katasztrófák tőlünk függetlenül alakulnak ki, megakadályozni nem tudjuk őket. Már az is eredmény, ha egyiket, másikat valamennyire sikerül előre jelezni.

Ez valóban így is van, már ami a bekövetkezett katasztrófát illeti. Mélyebben magunkba nézve azonban rossz lelkiismerettel állapíthatjuk meg, hogy ha közvetlenül nem is vagyunk okozói egy-egy katasztrófának, de a katasztrófa *helyzet* megszületésénél bizony kisebb-nagyobb mértékben ott bábáskodtunk. Földrengés ügyben talán ártatlanok vagyunk, de a globális felmelegedés, a szaporodó szökőárak és tornádók legalább részben az üvegázhatásnak köszönhetőek, amit bizony jórészt mi magunk idézünk elő. Hegyekből kizúduló árvizek mindig is voltak, de az észnelküli erdőirtás egyre veszélyesebbé és gyakoribbá teszi őket.

A TŰZ, MINT KATASZTRÓFA

És akkor elérkeztünk a tűzhez: „Éjféli hajnal, szörnyű fény ez,” mondja Ady Endre, kicsit más kontextusban, de nagyon szemléletesen, és „Reccsen a deszka-palánk”.

Az eddig említett katasztrófákhoz képest tehát, egy nagyon lényeges eltérést figyelhetünk meg: a tüzesetek *közvetlen* oka leggyakrabban (a múltban, és napjainkban is), valamilyen emberi közreműködés, amely lehet gondatlanság, de lehet szándékosság is.

Elképzelhető ugyan egy-egy természetes öngyulladás, villámcsapás, vagy vulkánkitörés is, de ezek száma az összes tüzesethez képest elenyésző.

A szándékosság: Egy hódító az elfoglalt városban - ha nem is sikerült az egészet egyből lerombolni –, legalább felgyújtatta a templomot, hiszen ebben

összpontosult az a közösség, amelynek elpusztításán éppen fáradozott. (Látszik a fejlődés is, mert a világháború gyermekgyújtóbombáit és lángszóróit felváltotta például a profi napalm.)

Viták kérdések lezárására szolgált a haragos házának felgyújtása, amelynek következtében olykor az egész falut újjá kellett építeni. Égtek házak, várak, kastélyok és templomok a bentlétők kicsalogatása céljából, de a miskolci deszkatemplom néhány éve például hobbiból égett porrá. Néró számára pedig, Róma felgyújtása kvázi műalkotás volt. Sorolhatnánk a végtelenségig.

Azután a gondatlanság: Évtizedes, toldott-foldott elektromos kábeleket alaposan hozzászögelnek, a csontszáraz fedélszékekhez. Egy rövidzárlat és ég a tető. A „szakmunkás”, szikraesőben hegeszti a víztartályt a padláson, majd elmegy sörözni... Ha valahol elbújt egy szikra, leég az egész szerkezet. Láttunk lopott benzint padláson a kémény mellett kannákban, de a kéményről valakik leszerelték a tisztítóajtót. Tetőszerkezet felgyújtására eredményes lehet a kéménybe befalazott szarufa, a szellőzőaknába bekötött füstcső stb. stb.

Az épületek égtek és égnék, olykor lakóikkal együtt. Beomlanak a tartószerkezetek, és a szó szoros értelmében millárdok mennek füstbe.

Az emberek pedig, már jó régen töprengtek a dolgon, és mint rendesen, most is két szálon futott a fejlesztés.

A fűrészelmék egyik fele mind hatékonyabb gyújtóeszközöket készített, a szurkos csepűvel ellátott nyílvesztőtől a görögtűzön át a gyújtóbombáig.

A másik fele igyekezett megakadályozni a tüzet, vagy eloltani, ha már égett. Eszköztáruk a vizes bivalybőrtől indult és elért a különféle vegyi anyagokig, amelyek vagy akadályozzák az égést, vagy oltják a már égő tüzet.

A tűz oltásával most nem foglalkozunk, erre a tűzoltók hivatottak. Ugyanígy figyelmen kívül hagyjuk a gyújtogatókat is, legyenek akár hivatásosak, akár amatőrök.

Helyettük nézzük meg – nagyon vázlatosan -, hogy az idők során milyen kísérleteket tettek az építők a szerkezetek égésének megakadályozására.

VISSZAPILLANTÁS A TŰZMEGELŐZÉS TÖRTÉNETÉRE

A görögök éghetetlen anyagként tartották számon és használták az azbesztet.

$Mg_3 Si_2 O_5 (OH)_4$ Igaz, hogy külseje miatt növénynek tartották, de ez nem zavart senkit. Kr. előtt 360-ban Aeneias erődépítésről szóló könyvében a faszervezetek ecettel való bekenését javasolja lángmentesítés céljából.

Kr. előtt 86-ban egy ostromtornyot a római gyújtogatók ellen timsóval itattak át, ami nagy siker volt. Sajnos, mint annyi más, ez is feledésbe merült és csak a

középkor végén jutott újra eszébe valakinek, aki rögtön bóraxot is kevert hozzá és ezzel fokozta a hatását.

1740-ben a stockholmi akadémia felhívására egy Faot nevű kémikus timsóból és vasgálicból készített tűz ellen védő bevonatot. Ehhez később konyhasót adagoltak és ez a keverék hosszú ideig divatos volt.

1804-ben a Pesten kiadott, német nyelvű „Hazafias hetilap magyarok számára” c kiadvány is foglalkozik a kérdéssel.

Ez volt a fa-, majd a kőszínházak elterjedésének időszaka. A színházzal együtt terjedtek sajnos a színháztüzek is, amelyek gyakran jártak áldozatokkal, ezért nagy volt a publicitásuk. 1823-ban leégett a müncheni Királyi Udvari Színház, amely ugyan Károly herceg lélekjelenléte folytán nem követelt emberáldozatot, mégis azt mondhatjuk, hogy ez az esemény alapozta meg a tűzálló anyagok iparát.

1824-ben Johann Nepomuk von Fuchs feltalálta a vízüveget ($\text{Na}_2 \text{S}_4 \text{O}_9$), amely mind a mai napig az egyik leghatásosabb tűzgátló anyag.

Ma már tudjuk, hogy nem teljesen éghetetlen, de a vele kezelt szerkezetek éghetőségét igen megnehezíti.

1835-ben, Pozsonyban Petőfalvi Uzovics Sándor könyvében a gyékénytetők agyagborítását javasolja tűz ellen.

Ezután kentek a faszerkezetekre mindent, amit találtak. Hemzsegnek az angol, svéd, francia és német lángmentesítési receptek: csontliszt, ökörvér, vérenyv, meszesedett csont, tégláőrlemény, kőpor, szénpor, márványpor, timsó, agyag, gipsz és még egy csomó anyag külön-külön, vagy együtt a legváltozatosabb arányokban és csoportosításban.

Szinte hihetetlen, de ezek mögött a javaslatok mögött nagyon alapos kutatómunka állt. Meglepő, de egyes kutatók vizsgálatok ezreit végezték el, amíg egy-egy sikeresnek látszó receptet összeállítottak.

Az életvédelem mellett felbukkannak a gazdasági megfontolások. Pápai Benjámint, Baranya megyei lelkész „az épületfa drágasága miatt holtraszegényedett hazafiak megvigasztalására” a Vasárnapi Újság 1859. február 24-i számában az előző két év súlyos tűzesetei nyomán közli egy lángmentesítő anyag receptjét, amely agyagból, enyvből és timsóból áll.

Lipcsében 1862-ben írják le a faanyag gőzölésének, kilúgozásának és fémsó oldattal átítatásának lehetőségét. Az amerikaiak rögtön lecsapnak az ötletre és

a „Fire Proofing Company” 1890 körül már nagy mennyiségben gyártja az így impregnált épületfát. A New-Yorki felhőkarcolók egyike-másika is ilyen faanyag felhasználásával épült.

A XIX. század egyébként a nagy színháztüzek százada is volt. 1810-től 1909-ig 1368 színháztüzet jegyeztek fel, amiben 11.239 ember lelte halálát.

Magyarországi tüzesetek:

1847-ben (még a tűzoltóság megalakulása előtt) leégett a pesti Német Színház. 1870-ben megalakult a tűzoltóság, amely 1871-ben megmentette a leégestől a Nemzeti Színházat azzal, hogy lokalizálni tudta a díszletraktárban keletkezett tüzet. Az oltást személyesen gróf Széchenyi Ödön, tűzoltó-főparancsnok irányította.

1883-ban leégett az aradi, 1885-ben a szegedi, 1889-ben pedig, a pesti Gyapjú utcai német színház.

Ezután az égéskésleltetésre szolgáló anyagok – és technológiák – folyamatosan fejlődtek. 8-10 magyarországi cég is gyártott égéskésleltető anyagokat, vagy végeztek szolgáltatásként ilyen munkát. Két komoly inspiráló tényezőt kell megemlítenünk, a két világháborút. Ezek során nyilvánvalóvá vált a tetőszerkezetek lángmentesítésének jelentősége, hatásosságát statisztikai adatok bizonyították.

A háború után, mindezek ellenére elmúlt a lelkesedés, a faszervezetek kémiai anyagokkal történő égéskésleltetése gyakorlatilag abbamaradt.

A hatvanas években, a könnyűszerkezetes faházak építésének terjedésével együtt kezdődött meg az égéskésleltető anyagok „reneszánsza”. A határok megnyílása után pedig, elérhetővé váltak a legkorszerűbb nyugati védőanyagok és elmondhatjuk, hogy ma inkább a bőség zavarával (és némileg a pénzhiánnyal) küszködünk, semmint azzal, hogy a feladathoz ne találunk megfelelő védőszert.

Ez után a kis történeti visszapillantás után vizsgáljuk meg, hogy az a faanyag, amiből a tartóink készültek, vagy készülnek, az idő és a kitettség függvényében hogyan károsodik, hogyan megy tönkre.

A FAANYAG TÖNKREMENTELE, A FOLYAMAT BEFOLYÁSOLÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

A károsodás folyamatában amint látjuk **(2-6. sz. fotó)**, fő szerepük van a klimatikus igénybevételeknek. A szerkezeteinket itt rögtön két nagy csoportra

oszthatjuk, a kültéri- és a beltéri szerkezetekre. Nyilvánvaló, hogy egy kültérben lévő szerkezetet nehezen-, vagy sehogysem tudunk megóvni a csapadéktól, a szél, vagy nem utolsó sorban a napsugárzás káros hatásaitól. A beépített szerkezeteket viszont az a veszély fenyegeti, hogy nincsenek „szem előtt”, ezért károsodásukat későn ismerjük fel, ezáltal a „gyógyításuk” is nehezebb (és költségesebb). Az 1. sz. ábra mindkét csoportra vonatkozik, de a kitétség osztályozását szabvány rögzíti: MSZ EN 335-1 (mellékelve).

A klimatikus igénybevételek közül a legfontosabb a felmelegedés-lehűlés a nedvességtartalom változás, a szél által hordott anyagok koptató hatása, az ultraibolya sugárzás és végül az idő függvényében végbemenő kémiai folyamatok. Ezek hatására a fa felülete, illetve a rajta lévő bevonat kopik és/vagy kémiailag bomlik. Ennek a bomlásnak szélsőséges esete a **hőbomlás**, vagy **égés, szenesedés**.

Ezt fogjuk részletesebben vizsgálni, de gondoljuk végig azért a lassúbb tönkremenetel folyamatát is:

A klimatikus behatások következtében a szerkezetben méretváltozások következhetnek be, amelyek egyrészt funkcionális meghibásodásokat eredményezhetnek, másrészt belső feszültségek kialakulásához vezethetnek. A belső feszültségek következtében repedések képződnek, tönkremegy a felületképző anyag és úgynevezett „fertőzési kapuk” nyílnak a faanyagon. Megnő az átnedvesedés veszélye és az átnedvesedett faanyagot a megnyíló „kapukon” keresztül a gomba- és rovarkártevők megtámadják és elpusztítják. Faszervezetünk mindkét esetben visszatér a természet örök anyag-energia körforgásába, ami törvényszerű ugyan de számunkra igen kellemetlen. Nézzük tehát, mit tudunk tenni annak érdekében, hogy lassítsuk a folyamatot.

Befolyásolási lehetőségeink közül a legfontosabb az építészeti elhelyezés, olyan épületszerkezeti megoldások alkalmazása, amelyek minimalizálják a szélsőséges klimatikus behatásokat. Pl.: jó legyen az átszellőzés, a szerkezet ne ázzon, és az egyéb épületszerkezeti elemekből se tudjon nedvességhez jutni. Ha mégis megázik, könnyen kiszáradjon, ne legyenek „vízgyűjtő” pontok, ne tudjon nagyon átmelegedni stb.

Felületkezeléssel a faanyag átnedvesedését tudjuk többé-kevésbé megakadályozni, valamint – nagyobb sikerrel – az ultraibolya sugárzás káros hatásait kiküszöbölni. Tágabb értelemben a felületkezelő anyagok közé sorolhatók a faanyagvédőszerek is, amelyekkel a gomba- és rovarkártevők ellen harcolhatunk sikerrel, valamint az égéskésleltető szerek, amelyeket tekinthetünk a faanyagvédőszerek egy csoportjának is.

Tönkremenetel alatt egyaránt értjük a biológiai tényezők által bekövetkező lassú- és a tűz által bekövetkező gyors lebomlást.

Magyarországon kötelező előírások születtek annak érdekében, hogy akadályozzuk, lassítsuk a faanyag tönkremenetelének folyamatát. OTÉK

TARTÓSZERKEZET GYORS TÖNKREMETELE: AZ ÉGÉS

Vizsgáljuk meg, hogy tartószerkezeteink milyenek is a tűz- és tűzvédelem szempontjából:

A faszervezeteket hosszú időn keresztül nem statikai méretezéssel, hanem tapasztalati úton kialakított méretekkel készítették. Az így készült szerkezetek csaknem mindig erősen túlméretezettek voltak.

Ennek oka egyrészt, hogy akkortájt az építetói reklamáció egykönnyen végződhetett karóba húzással, vagy valami hasonlóval, úgyhogy a pallér nemigen érzett indíttatást kockázat vállalására.

Másrészt az erdők fakészlete évszázadokon keresztül lehetővé tette ezt a pazarlást, semmilyen gazdasági érdek nem fűződött a takarékosabb szerkezet kialakításához.

Vannak ennek az építési módnak előnyei is. A szükségesnél sokkal nagyobb keresztmetszetek mellett, hogy a biológiai károk ellen is jelentettek némi biztonságot, tűzkár esetén is nagyobb állékonyságot tanúsítottak. Akik a műemlékek helyreállításával foglalkoznak, gyakran találkoznak olyan tetőszerkezetekkel, amelyek átéltek egy-két tűzvészt.

Látható ilyenkor, hogy égett ugyan a tető, de a vékonyabb anyagok égésekor nem szabadult fel annyi energia, hogy a nagy keresztmetszetű elemek égése is beindult volna. A hatalmas gerendák csak megégtek, de nem égtek, és főként nem égtek el. Miért következett be ez a jelenség, hogyan is ég a fa?

A FAANYAG ÉGÉSI SAJÁTOSSÁGAI

A faanyag sajátos szerkezeti felépítésű, magas polimerizációs fokú, makromolekulájú szerves anyag. Kémiai összetételéből és sajátos szerkezetéből adódóan hőbomlása komplex folyamat, melynek különböző fázisai vannak.

(7-8. sz. fotó)

A táblázatból látható, hogy hogyan viselkedik a faanyag, ha különböző erősségű hőhatásnak tesszük ki. Nagyszámú vizsgálat kiértékelése alapján ebből az alábbi gyakorlati következtetések vonhatók le:

150 °C alatt az öngyulladással gyakorlatilag nem kell számolni.
200 °C-tól fokozatosan csökkennek a szilárdsági értékek
Az Európában honos fafajok gyulladáspontja 300 °C alatti érték.

A gyulladást és az ezt követő égési folyamatot, a szerkezetbe beépített fafajok, ezek fizikai-kémiai tulajdonságai, a szerkezetben való megjelenési formájuk és a szerkezet térbeli elhelyezkedése befolyásolja.

A rekonstrukciós munkák megkezdése előtt a tartószerkezetünket megvizsgáljuk és meghatározzuk, hogy milyen fafajokat alkalmaztak az építés során. (Az égéskésleltető kezeléseknek is ez a vizsgálat szolgálhat alapjául.) A faanyagok csoportosítása a tűzzel szembeni ellenálló képességük szerint:

(9. sz. fotó)

Jól ellenállók:	akác, tölgy, bükk, kőris
Közepesen ellenállók:	vörösfenyő, erdei- és feketefenyő, nyír
Nem ellenállók	lucfenyő, dió, cseresznye
Egyáltalán nem ellenállók:	jegenyefenyő, éger, hárs, nyár

A faanyag fizikai tulajdonságai közül a rendkívül alacsony hővezető képessége – egy lehetséges tűz kialakulásának lassítása szempontjából – kedvező anyagi tulajdonság. További előny, hogy már az égés kezdeti szakaszában elszenesedik a fa felülete. Az elszenesedett rész hővezető képessége az eredetinek negyede, tehát az alatta lévő területek felmelegedését akadályozza, lassítja az éghető bomlástermékek felszínre törését. A faanyag teljes megsemmisülése ezáltal lassan meg végbe, esetleg be sem következik. Megfelelő keresztmetszetű faanyagú tartók tűzeseteknél szilárdságukat megtartják. **(10. sz. fotó)**

AZ „ÉGHETŐSÉG” ÉS A „TŰZÁLLÓSÁGI HATÁRÉRTÉK”

Az éghetőségi besorolás:

Eddig a szerkezeteink éghetőségéről beszéltünk. Ebből a szempontból a szabvány a faanyagokat négy csoportra osztja:

Könnyen éghető, *közepesen* éghető és *nehezen* éghető faanyagokat, valamint *nem éghető* anyagokat különböztetünk meg.

Könnyen éghetők, pl. a farostlemezek, nehezen éghetők az égéskésleltető adalékot tartalmazó faforgácslap féleségek, nem éghetők a cementkötésű farostlemezek. Közepesen éghetők az európai természetes faanyagok, a rétegelt lemezek és egyes műgyantakötésű faforgácslemezek.

A besorolást – mint fentebb már tárgyaltuk – az MSZ 595/1-86, a besoroláshoz szükséges vizsgálatot, pedig az MSZ 14800/3 szabályozza.

Ez tehát a tűzvédelmi szempontú „minősítés” és az a megfelelő védőkezelés, amely a kezelt faanyagot a *közepesen éghető* csoportból *nehezen éghető* csoportba juttatja, vagy – ha eddig a *könnyen éghető* csoportban szerepelt, akkor a kezelés hatására eléri a *közepesen éghető* szintet.

Ez túl egyszerűnek és közérthetőnek bizonyult, ezért módosítottunk rajta egy kicsit:

(11-14. sz. fotó)

Ezt azért fontos, mert a megfelelő égéskésleltetés csak a kezelt szerkezet, vagy szerkezeti rész **kedvezőbb éghetőségi besorolását** eredményezi.

Az anyag éghetőségével párhuzamosan előírt *tűzállósági határértéket* csak megfelelő keresztmetszeti méretekkel, (esetleg speciális burkolatrendszerrel) lehet biztosítani.

Kissé elnagyoltan, de úgy is fogalmazhatunk, hogy az „**éghetőség**” a szerkezetnek tűz kialakulásával, terjedésével kapcsolatos ellenálló képességét igyekszik megfogalmazni, míg a „**tűzállósági határérték**” a már égő szerkezet viselkedésével kapcsolatos követelményeket határozza meg.

A faszervezetek tűzállósági határértéke

Tűzállósági határértéknek nevezzük azt az előírt időintervallumot (általában 30, vagy 45 perc), ameddig az égő szerkezetnek meg kell őriznie az állékonyságát.

Le kell szögeznünk, hogy a tűzállósági határértékre a faszervezet **égéskésleltető szerekkel történő kezelésének gyakorlatilag nincs hatása**. A tapasztalatok ugyan azt mutatják, hogy a valóságban van valamekkora hatása, de nem történtek egzakt vizsgálatok ennek a mértékére, úgyhogy az előírások nem vesznek róla tudomást.

A fa égési jellemzői

A tűzállósági méretezéshez a fa fajtájától függő beégési sebességek ismerete szükséges, amely a fa tartószerkezetek tűzállósági vizsgálata során a teherviselő keresztmetszeti méretek időegység alatt bekövetkező csökkenését jelenti. A számításoknál a következő átlagos adatokat célszerű alkalmazni mind a rétegelt – ragasztott, mind az egyéb tömör fatartóknál:

(15. sz. fotó)

- fenyőfa 1,0 mm/perc
- nyárfa 1,3 mm/perc
- akácfa 0,6 mm/perc
- tölgyfa 0,5 mm/perc

Ezen túlmenően:

- Vékony anyag **(16. sz. fotó)**
- Beteg anyag **(17. sz. fotó)**
- Fémrel kombinált szerkezet **(18. sz. fotó)**

A fatartók tervezése

A tervezés során elsődleges feladatként az érvényes statikai előírások szerint meg kell határozni a szerkezetre jutó terhek függvényében a szükséges keresztmetszetet figyelemmel arra, hogy a tűzvédelem nem tételezi fel a kedvezőtlen hatások egyidejűségét, így az esetleges terhek biztonsági tényezőinek alkalmazásától el lehet tekinteni.

Például egy fenyőfa tartószerkezet biztonsági tényezők nélkül számított mérete 15x20 cm, akkor 30 perces tűzállósági határértéknél a tűzzel érintkező oldalanként $30 \times 0,1 = 3$ cm-rel kell a vastagságot növelni, vagyis a szelvény mérete négy oldali tűzhatás esetén 21x26 cm lesz.

A méretezett fa tartószerkezetek, tűzállósági határértéke kizárólag abban az esetben lesz meghatározó, ha a szerkezetek hagyományos fakötésekkel kapcsolódnak egymáshoz.

Amennyiben a teherátadásra alkalmas kapcsolatokat fémből (pl. ív- és keretszerkezetek csuklói, vagy szeglemez) alakítják ki, úgy a szerkezet tűz hatására viszonylag rövid időn – 15 percen – belül elveszti teherbíró képességét, bár a fatartó szerkezete még elegendő lenne a szerkezet stabilitásának megőrzéséhez. Következésképpen ahhoz, hogy a fatartószerkezet az előírt tűzállósági határértéknek megfeleljen a fém kapcsolatokat tűzvédő burkolattal, vagy tűzvédő bevonattal kell ellátni.

Unió előírás a „tűzálló” épületek építése: **19. sz. fotó**

Lehetőségek: **20. sz. fotó**

AZ ÉGÉSKÉSLELTETÉS, MINT FAANYAGVÉDELMI ELJÁRÁS

A történelmi visszapillantásban láthattuk, hogy a háború után a faszervezetek égéskésleltető kezelése gyakorlatilag abbamaradt és csak a hatvanas években kezdett újra éledni. A történelmi tartószerkezetek égéskésleltető kezelése pedig, a legutóbbi időig nem nagyon volt szokásban. (Olykor le is égtek.) Ennek a tartózkodásnak okát nem ismerjük, csak találgathatunk. Egyik ok az lehetett, hogy a különféle sókeverékek hatása nem örökös. 4-5 év múlva meg kell vizsgálni, és szükség esetén meg kell ismételni a kezelést. Azzal viszont mindenki tisztában volt (és tisztában lehet ma is), hogy ezt senki nem fogja elvégezni.

A másik ok a rengeteg technológiai víztől való félelem lehetett, amit be kellett juttatni a szerkezetbe. Egy liter körüli folyadékmennyiség kijuttatása egy kiterített négyzetméterre, nagyon sok. Ezen kívül a szerkezet eláztatása könnyen vezethetett gombafertőzés kialakulásához. A harmadik ok, hogy ezek az égéskésleltető szerek ugyan nem túl drágák, de a – sokszor 8-10 menetben történő kijuttatás bérköltsége elviselhetetlen, nem is beszélve a megoldhatatlan munkaszervezési nehézségekről.

A 80-as években megérkeztek a hőre habosodó diszperziós égéskésleltető festékek, amelyek fehérek vagy színezhetők. Ezeket kezdetben csak elvétve, később egyre szélesebb körben, manapság újra ritkábban használják.

A megvalósítás korszerű módja a komplex védelem.

A faanyag tűz elleni védelmét nehezíti, hogy biológiai károsítók ellen is védelemre szorul. Tovább bonyolíthatja a helyzetet, ha a védelem mellett különféle esztétikai igényeknek is meg kell felelni, vagy ragasztani kell a szerkezetet, esetleg más anyagokkal társítani szükséges.

A védőeljárásokat és védőszereket tehát célszerűen úgy kell megválasztani, hogy

- a különböző károsítók ellen kombinált védőhatással rendelkezzenek
- ne rontsák a fa szilárdsági tulajdonságait
- egymással összeférhetők legyenek
- a kezelt fa szükség esetén tovább kezelhető, esetleg ragasztható legyen
- a védelem hatékonysága mellett a választott eljárás tartós és gazdaságos legyen.

Alapvető fogalmak és követelmények:

Magyarországon az égéskésleltetést szabványok írják elő, és meg is határozzák egyes elemeit:

Égéskésleltető szer: Védőszer, amely a vele kezelt – bevont, átitatott, telített stb. – éghető anyag kedvezőbb éghetőségi alcsoportba sorolását meghatározott ideig biztosítja. **21. sz. fotó**
(MSZ 595/1-86)

Az égéskésleltető szerekkel szemben támasztott *műszaki követelményeket* az MSZ 802-69 számú szabvány összegzi: **22. sz. fotó**

- Az égéskésleltető anyaggal előírás szerint kezelt próbaelemek éghetősége feleljen meg az MSZ 14800/3 előírásainak.
- Az égéskésleltető anyag se a felhasználás alatt, se az égés hőmérsékletén az emberi szervezetre káros hatást ne fejtson ki.
- Az égéskésleltető anyag gyakorlati szempontból ne okozzon figyelembe veendő korróziót a faanyagban, vagy a kezelt faanyaggal érintkező szerkezeti anyagokon (pl. fémek, gumin, műanyag), ne tegye lehetővé a fa gombásodását, ne legyen nedvszívó.
- Az égéskésleltető anyag rendeltetése betöltéséig a kezelt fát, illetve a faszervezetet megbízhatóan és hatékonyan védje.

Az égéskésleltető anyagok szerepe végül is: **23. sz. fotó**

A tervezés során – és itt a rekonstrukciók tervezésére is gondolunk – ügyelni kell arra, hogy a faszervezeti elemekkel társításra kerülő egyéb anyagok (pl. fémből készült kötőelemek, szerkezeti műanyagok stb.) ne rontsák az alapszerkezet éghetőségi és tűzállósági jellemzőit.

Összegezve a szabványban foglaltakat elmondhatjuk, hogy faanyagok égéskésleltetésére az a szer megfelelő, amely a vele kezelt faanyag *nehezen éghetőségét* biztosítja az MSZ 14800/3 sz. lapban foglalt eljárásnak megfelelően.

Hatásmechanizmusuk szerint az égéskésleltető szerek lehetnek: **24. sz. fotó**
Alkalmazás-technológiai oldalról nézve a felsorolt tulajdonságokat ötvöző kezelőszerek

- vízdékony sókeverékek, valamint
- festékek lehetnek.

Az első csoportba tartozók közül égéskésleltetésre a szervesen sókeverékek vizes oldatai terjedtek el, ezen belül hazánkban főleg az ammónium foszfátokkal, szulfátokkal alkotott sói. **25. sz. fotó** Természetesen ismeretesek egyéb szervesen vegyületek (pl. a bórvegyületek, különböző kloridok, brómvegyületek stb.) is, melyek hő hatására az előzőekben vizolt tulajdonságokkal rendelkeznek, de nálunk egyelőre nem, vagy kevéssé terjedt el használatuk.

A vízdékony sókeverékek nem takarják el a faanyag rajzolatát, nem vagy gyengén színezik a kezelt választékot és annál hatásosabbak, minél több hatóanyag kerül a faanyag felületi rétegébe. Az égéskésleltető hatás összetett. Hő hatására a védőszer bomlani kezd, és ehhez a folyamathoz a hőt a fa felületétől vonja el. Célszerű megválasztás eredményeképpen a keletkező új vegyületek is az égési folyamatot lassító tulajdonságúak, például a foszfátokból keletkező metafoszforsav a felületen a szenesedést segíti elő, az említett vegyületekből felszabaduló gázok nem éghetőek, továbbá akadályozzák az oxigénnek a fa felülethez való eljutását. A felületi szenesedés mértéke nagy jelentőségű, lásd pl. a faszén kiváló hőszigetelő tulajdonságát.

Az előzőekből következik, hogy a védőszer hatását csak addig fejti ki, amíg a fa felületéről, majd belső rétegeiből el nem fog, fel nem bomlik. Az eljárás elnevezéséből is kitűnik: éghetlenné a faanyag nem tehető, csak a meggyulladás időpontja késleltethető.

A festékek gyűjtőszóval összefogott égéskésleltető anyagok lényegében mechanikus hatású készítmények. A korábban használatosak elsősorban összetételükből, vastagságukból adódóan elszigetelik a védett felületet a levegő oxigénjétől és védik a felmelegedéstől. Az ilyen festékek általában vízűveg tartalmúak. A vízűveg hő hatására megolvad, ezáltal hűti a felületet. Az ilyen típusú készítmények hátránya a rövid élettartam, azaz a gyors öregedés.

A korszerűbb változatok hőre habosodó adalékanyagokat tartalmazó diszperziók. **26. sz. fotó** Szükséges fajlagos mennyiségük kisebb, azaz úgynevezett vékonyréteg-bevonatok. A fedő változatok színe általában fehér, de megfelelő adalékanyagokkal színezhető. A legkorszerűbbek a transzparens változatok, melyek nem takarják el a faanyag rajzolatát. Igény esetén a faanyag előzőleg kívánt árnyalatra színezhető. Mind a fedő, mind a transzparens bevonat kombinálható a gombák- és rovarok elleni megelőző védelmet biztosító, (az égéskésleltető rendszerrel összeférő) védőszerekkel.

A hőre habosodó adalékot tartalmazó védőbevonatok hő hatására egy mikroporózus szigetelőhabot képeznek a felületen, mely szigetelőréteg késlelteti a védett felület felmelegedését.

Az égéskésleltetés mértéke eljárásonként változó. Az éghetőségi vizsgálatok és a gyakorlat tanúsága szerint a „nehezen éghetőség” vízdékony sókeverékkel csak igen nagy munkaráfordítással és időben gyengülő intenzitású módozattal alakítható ki, - míg a hőre habosodó tűzvédő festékekkel igen jó védettségi fokozatot igazoló paramétereket produkáló, hatékonyságát tartósan megőrző bevonat alakítható ki.

Ne felejtsük meg a faszerkezetek nyomás alatti kezeléséről, aminek során az égéskésleltető szert a mázoláshoz, vagy a merítéshez képest sokkal mélyebbre tudjuk bejuttatni a fa anyagába. [Globe színház: 27. sz. fotó](#)

Az égéskésleltető szerek használatára általános érvényű szabály nincs, valamennyi esetben a termékre vonatkozó felhasználási utasítás szerint kell eljárni. E felhasználási utasításból ki kell derülni, hogy milyen faválaszték vonatkozásában volt pozitív a „nehezen éghetőséget” igazoló vizsgálat és az egyes választékokra mennyit kell felvinni a védőszerből.

A természetes faanyagok és a „faalapanyagú helyettesítő termékek” egymástól eltérő szerkezeti felépítéséből adódó tény, hogy a természetes faanyag a vizes oldatokból határesetben fel tud venni elegendő mennyiségű védőszert, míg a „vizet nem álló” fahelyettesítő fatermékek nem, vagy csak felületi károsodással. A védőszer megfelelő mennyiségben felhordva és bizonyos lapvastagság (12 mm) felett biztosítja a nehezen éghetőséget. Különös körülménnyel kell eljárni a kedvezőtlenebb éghetőségi paraméterekkel rendelkező farostlemezek és rétegelt lemezek égéskésleltetése során.

A hatékonyság szempontjából határesetnek bizonyuló eljárások során célszerű a „nehezen éghető” fokozat elérését laboratóriumi vizsgálattal ellenőrizni és bizonylatolni.

Igen fontos szabály, hogy az égéskésleltető anyaggal kezelt felületet továbbkezelni csak olyan anyaggal szabad, ami nem rontja a felület éghetőségét. Az ilyen bevonat-rendszer megfelelőségét ugyancsak független laboratóriumi vizsgálattal kell igazolni.

Az elvégzett égéskésleltetés megfelelőségének ellenőrzése szabványos laboratóriumi vizsgálattal történik az MSZ 9607-1-83 „égéskésleltető szerrel kezelt fa- és fahelyettesítő anyagok vizsgálata” tárgyú szabvány előírásai szerint. Égéskésleltető szerrel bevont faanyagok laboratóriumi vizsgálata ellenőrzése: **28. sz. fotó**

Ez az eljárás méreg drága és nagyon lassú. Szerencsére van ennél gyorsabb és olcsóbb vizsgálati módszer is, amely ugyan több hibával terhelt, de gyorsasága miatt széles körben elterjedt. Ez a Lindner -féle módszer.

29. sz. fotó

Babos Rezső
faanyagvédelmi szakértő

Köszönet Szitányiné, Siklósi Magdolna faanyagvédelmi- és tűzmelegelési szakértőnek és dr. Király Béla faanyagvédelmi szakértőnek az anyag összeállításához nyújtott nélkülözhetetlen segítségért.

BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék
Tartószerkezet-rekonstrukciós Szakmérnöki Képzés