

DIPLOMAMUNKA

HORVÁTH NORBERT

SOPRON

2022

Soproni Egyetem

Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar

Faépítészeti Intézet

**Az épületdiagnosztika szerepe az állagmegóvásban,
értékmegőrzésben, különös tekintettel a műemléki épületekre**

Konzulensek:

Prof. Dr. Markó Balázs
egyetemi tanár

Dr. Arany Piroska
c. egyetemi tanár

A diplomamunka készítője:

Horváth Norbert
II. évf. építész MSc hallgató



DIPLOMAMUNKA FELADAT

Diplomamunkát készítő neve:	Horváth Norbert építész MSc hallgató
A diplomamunkát készítő Neptun kódja:	O4PIS0
Diplomamunka címe:	Az épületdiagnosztika szerepe az állagmegóvásban, értékmegőrzésben, különös tekintettel a műemléki épületekre
Intézeti témavezető:	Prof. Dr. Markó Balázs egyetemi tanár
Külső konzulens:	Dr. Arany Piroska c. egyetemi docens - BME, műemléki épületdiagnosztikai szakértő
A dolgozat kódja	FMK-FAIN-6-2022-D

Elvégzendő feladatok

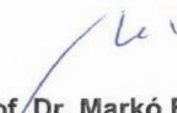
1. A szakirodalom segítségével mutassa be az épületdiagnosztika
 - aktualitását, jelentőségét,
 - műszaki rész-szakterületeit és a vizsgálati lehetőségeket, különös tekintettel a műemléki épületekre.
2. Legalább egy szabadon választott műemléki épület esetében
 - állítsa össze az épületdiagnosztikai kutatási terv modelljét
 - végezzen helyszíni felmérést az épületszerkezetek állapotára vonatkozóan
 - mutassa be és értékelje a vizsgálati eredményeket
3. A vizsgálati eredmények alapján fogalmazza meg a műemléki épület(ek) állagmegóására irányuló intézkedéseket

Beadási határidő: 2022. május 6.

Sopron, 2022. február 14.


Prof. Dr. Magoss Endre
dékán




Prof. Dr. Markó Balázs
intézetigazgató



NYILATKOZAT

Alulírott **Dr. Horváth Norbert** (neptun kód: **O4PIS0**) jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy

„Az épületdiagnosztika szerepe az állagmegóvásban, értékmegőrzésben, különös tekintettel a műemléki épületekre” című

házi dolgozat;

diplomadolgozat;

szakdolgozat/diplomamunka

(a továbbiakban: dolgozat) **önálló munkám**, a dolgozat készítése során betartottam a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. tv. szabályait, különösen a hivatkozások és idézések tekintetében.

Hivatkozások és idézések szabályai:

Az 1999. évi LXXVI. tv. a szerzői jogról 34. § (1) és 36. § (1) első két mondata.)

Kijelentem továbbá, hogy a dolgozat készítése során az önálló munka kitétel tekintetében a konzulenszt illetve a feladatot kiadó oktatót **nem tévesztettem meg.**

Jelen nyilatkozat aláírásával tudomásul veszem, hogy amennyiben bizonyítható, hogy a dolgozatot **nem magam készítettem**, vagy a dolgozattal kapcsolatban szerzői jogsértés ténye merül fel, a Soproni Egyetem **megtagadja a dolgozat befogadását és ellenem fegyelmi eljárást indíthat.**

A dolgozat befogadásának megtagadása és a fegyelmi eljárás indítása nem érinti a szerzői jogsértés miatti egyéb (polgári jogi, szabálysértési jogi, büntetőjogi) jogkövetkezményeket.

Sopron, 2022.május.4.

.....

hallgató

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés, szakirodalmi áttekintés	6
1.1 Épületeink élete	6
1.2 Az épületdiagnosztika és állagmegóvás célja, jelentősége	7
1.3 Az épületdiagnosztika tárgya	11
1.4 Az épületszerkezetek károsodásai	14
1.5 Az épületszerkezetek hibáinak, károsodásainak diagnosztizálása	16
1.5.1 Szemrevételezés	17
1.5.2 Roncsolásmentes vizsgálatok	20
1.5.3 Roncsolással járó vizsgálatok	24
2. Az épületdiagnosztika hazai jogi- és szabályozási környezete	28
2.1 Alapfogalmak és összefüggések	28
2.2 Hazai épületdiagnosztikai szakértői tevékenység, jogosultság	29
3. A választott műemléki épülettel kapcsolatos adatok, eredmények	34
3.1 Az épület bemutatása	34
3.2 Helyszíni szemrevételezéses épületdiagnosztikai felmérés eredményei	37
3.2.1 Faanyagvédelemi vizsgálat és eredményei	37
3.2.2 Fal- és földémdiagnosztikai szemrevételezés és eredményei	49
3.3 Az épület szemléje alapján összeállított kutatási terv modellje	51
3.3.1 A kutatás céljának leírása	51
3.3.2 A tervezett vizsgálatok leírása, a vizsgálati helyek megadása	52
3.3.3 A tervezett javítások, helyreállítások	54
4. Az épület állagmegóvására irányuló javaslatok	54
5. Összefoglalás	56
6. Köszönetnyilvánítás	57
7. Hivatkozásjegyzék	58
8. Mellékletek	61
8.1 A pinceszinten megvalósítani tervezett feltárások helyei	61
8.2 A fölszínen, emeleten és tertőtéren megvalósítani tervezett feltárások helyei	62
8.3 A feltárási furatok lezárására szolgáló habarcsok műszaki adatlapjai	63

1. Bevezetés, szakirodalmi áttekintés

1.1 Épületeink élete

Számos épület állapotát látván elgondolkodtató, hogy mikor is kezdődik egy épület élete és mi szükséges ahhoz, hogy akár több évszázadot átívelően a jelenben is megtartsa formáját, állékonyságát, vagy akár funkcionalitását is. Lányi (2010) alapján az épületrekonstrukció építészeti és műszaki kérdései csak fakultatív tárgyként és posztgraduális képzésben jelennek meg az építészmérnöki tanulmányokban, pedig véleménye szerint az épületek élete lényegében azok használatbavételével kezdődik el. Sajnálatos módon az épületek, és főként a fából készült szerkezetek élete viszont legtöbbször már a tervezőasztalon eldőlt, hiszen sok esetben nem csak a rekonstrukciós, hanem a faanyag- és épületvédelmi ismeretanyagok is hiányoznak az építészmérnöki tantervekből. Egy korábbi hallgatóm úgy fogalmazott e gondolat hallatán, hogy elég könnyű hazánkban ún. „öngyilkos szerkezeteket” találni. Valójában azonban az általa használt fogalom nem helyes, hiszen a faszerkezetek tervezése, kivitelezése, karbantartása és az utólagos faanyagvédelmi és helyreállítási munkálatok fogják majd együttesen meghatározni annak élettartamát, tehát sajnos nem dönthet a saját sorsa felől. Élő fa esetében természetesen más a helyzet, hiszen a természetben a fásszárú növényeknél is számos védelmi „praktikára” találunk példát. Ilyenek pl. egyes fenyőféléknél a gyanta elválasztása gomba- vagy rovarkárosítás esetén, de ugyanitt említhető a szél mechanikai hatásaival szembeni ún. reakciófa kialakítása, mely lombosoknál a húzásra, fenyőféléknél pedig a nyomásra igénybe vett faszöveti részekben valósul meg. Számunkra, leendő és már tervező építészek számára viszont az élő fa ezen előnyös önvédelmi tulajdonságai már nem állnak rendelkezésre, így a szakági ismeretanyagok komplex alkalmazásával nekünk kell maradandót és nem mellékesen attraktívát, szépet alkotnunk.

Történeti épülteink közül is kiemelt fontossággal bír a műemléki védettséggel rendelkező épületek élete.

Fejérdy, (2011) nyomán az 1964. május 25. és 31. között Velencében tartott II. nemzetközi műemlékvédelmi kongresszuson elfogadott, ún. „Velencei Karta” a műemlék fogalma alatt a következőket érti:

„ olyan önálló építészeti alkotásokat és városi vagy falusi együtteseket értünk, amelyek valamely sajátos kultúrának, jelentős fejlődésnek vagy történelmi eseménynek tanúi. A műemlék fogalma nemcsak a nagy alkotásokra terjed ki, hanem azokra a szerény művekre is, amelyek az idők folyamán kulturális jelentőségre tettek szert.”

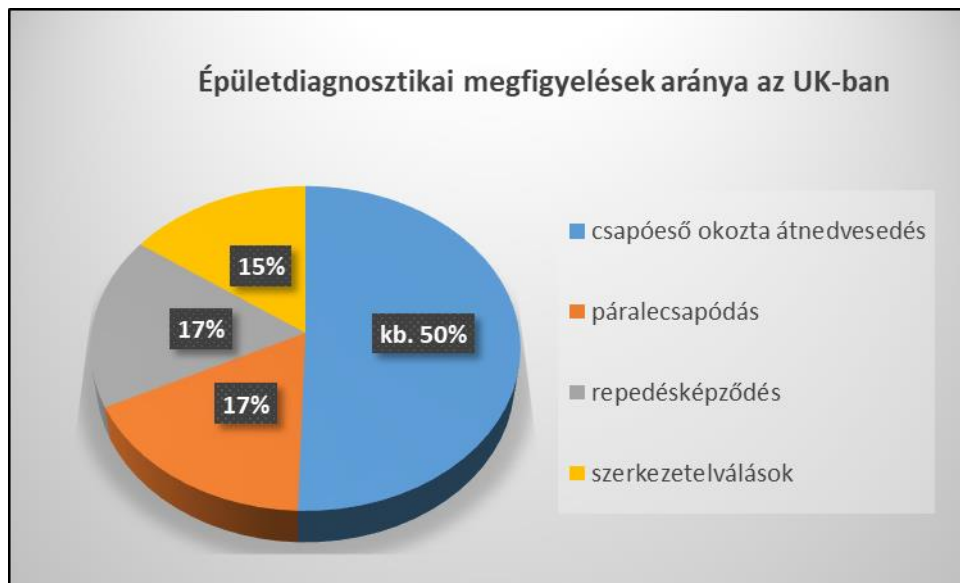
A műemléki védettséggel kapcsolatosan bővebben a „ 2 .Az épületdiagnosztika hazai jogi- és szabályozási környezete” c. fejezetben térek ki.

1.2 Az épületdiagnosztika és állagmegóvás célja, jelentősége

A diagnosztika a digitális, magyar etimológiai szótár szerint a „kórisme készítésének tudománya”, mely tulajdonképpen a megkülönböztetés, megállapítás (dia) és az ismeret (gnószisz) tagokból képzett összetett görög orvosi szakszóból (diagnószisz) ered (Arcanum, 2022). Az előző gondolatmenetet némileg folytatva az épületeink állékonyságának, használati és/vagy esztétikai értékeinek megőrzési folyamatában tehát az épületről, épületrészekről alkotott diagnózis egyértelműen a kivitelezési, továbbá túlnyomórészt az azt követő fenntartási időszakhoz köthető. Arató és Dulácska (1994) alapján az épületdiagnosztikai vizsgálat a meglevő épületek általános és részletes állapot-meghatározó módszere. Koppány (2000) nyomán az épületdiagnosztika feladata a különféle látható, műszerrel mérhető, regisztrálható elváltozások meghatározása, továbbá ezen elváltozások, károk a használhatóság illetve személyi biztonság szempontjából történő minősítése. „Az épületdiagnosztika az úgy, hogy a szükséges épületfenntartásai teendők meghatározhatók legyenek.” Ágostháziné et al. (2004) épületdiagnosztikára adott definíciója kiemeli, hogy az épület állapotának, állapotváltozásainak megállapításáról van szó úgy, hogy a szükséges épületfenntartásai teendők azokból meghatározhatók legyenek.

Lányi (2010) alapján az épületfenntartás szakterülethez köthető az építési patológia fogalma is, mely az emberi szervezet kórtanához hasonlóan az épületek életük végéig tartó felügyeletével, szemmel tartására fókuszál. Ezen belül vizsgálja az épületnél felmerülő káros elváltozásokat, azok kialakulásának okait és lefolyását, valamint a helyreállítás lehetséges módszereit és eszközeit. Megfogalmazása szerint az épülethibák összegyűjtésével, rendszerezésével és közreadásával az építési patológia a hibákat, károsodásokat megelőző ún. preventív épületvédelemi eljárások kidolgozásához is hozzájárul. Ezen gondolatmentből levezetve Lányi (2010) az épületdiagnosztikát, mint állapotfelmérést az építési patológia eszközeként, a fenntartási, helyreállítási folyamat alapelemeként nevezi meg, melynek „célja az elhasználódás mértéke megítéléséhez szükséges, tételes adatszerű információk beszerzése, rendszerezése, értékelése és dokumentálása, ezzel a szükséges beruházói és műszaki döntések előkészítése”.

A Nemzetközi Építésügyi Kutatási és Innovációs Tanács (International Council for Research and Innovation in Building and Construction – CIB) építészek, szerkezetépítők hálózataként például kiemelkedő szerepet végez az építési patológia területén. A CIB által szervezett nemzetközi konferencián Trotman (2001) nyomán az általa közzétett 1992-es adatok szerint az Egyesült Királyságban (UK) 1970-től rögzített mintegy 4000 szakértői jelentés alapján a megfigyelések kb. felénél az épületkárok egy negyedét okozó csapóeső szerkezetnedvesítő hatásáé a főszerep. Az esetek másik felénél pedig páralecsapódásokról, repedésekről, továbbá a szerkezet elválásokról számoltak be a szakértők (1. ábra).



1. ábra Épületdiagnosztikai megfigyelések eloszlása az UK-ban Trotman (2001) nyomán

Ezen definíciókból, feladatmeghatározásokból tehát látható, hogy az épületdiagnosztika tulajdonképpen az állagmegóvási intézkedéseket megalapozó vizsgálatok összessége, mely a használati és esztétikai funkciók továbbá a személyi biztonság fenntartása, helyreállítása céljából hajtunk végre. Az épületdiagnosztikai vizsgálatok eredményei így jelentős szerepet töltenek be az tervezői, kivitelezői, tulajdonosi vagy beruházói döntéstámogatásban. Műemléki szempontból külön kiemelhető, hogy az egyes szakértői szakterületek, részsakterületek összehangolt munkája nélkülözhetetlen az állagmegóvás, értékmegőrzés folyamatában. Gondolok itt pl. arra, hogy egy történeti, díszített famennyezettel rendelkező károsodott zárófödém szerkezetrekonstruktív megoldásait a restauratori és faanyagvédelmi lehetőségekkel együtt, komplex módon szükséges mérlegelni úgy, hogy nem utolsó sorban a kivitelezés gazdaságossági vonzata is meghatározó a döntéshozatalban.

Az épületdiagnosztikai vizsgálatok jelentőségét az tény is hangsúlyozza, hogy az építőipar egyes szereplőinek gazdasági érdekei legtöbbször nem egy irányba mutatnak, így a kötelező jelleg hiánya esetében (pl. nem műemléki területen, egyéb, jogszabályi hatályon kívüli esetekben) a független szakvizsgálatok és szakvélemények bekérése kulcsfontosságú lehet. Fa- és építőipar területén így pl. a faanyagvédelmi diagnosztika nem csak meglévő, hanem éppen kivitelezés alatt álló szerkezeteknél is kérhető. A faanyagvédelmi épületdiagnosztikai szakvizsgálatokra így akár a felelős műszaki ellenőr, de a tulajdonos vagy a beruházó is megbízást adhat. Ilyen esetekben vizsgálat a leggyakrabban a beépített, vagy még beépítés álló épületfa faanyagvédelmi állapotán túl pl. a megelőző védőszeres kezelés felülvizsgálatára fókuszál. Már meglévő, évtizedek óta funkcionáló faszerkezetek esetében az szakipari kivitelezések megrendelése, sőt az árajánlatok bekérése előtt célszerű egy független faanyagvédelmi felülvizsgálatot elvégeztetni. A faanyagvédelmi diagnosztika eredményei alapján egyértelműen eldől,

hogy a szerkezet faanyagvédelmi szempontok szerint megtartható-, helyreállítható-e, továbbá amennyiben a károsodások mértéke, és/vagy az esetleges szakszerűtlen szerkezetkialakítások azt indokolják, akkor a faanyagvédelmi szakértő a szükséges további szakvizsgálatokra (pl. statika, falnedvességmérés) szintén javaslatot tesz. A szakvéleményezés céljától, részletességétől függően (lásd később) továbbá alkalmas lehet a szakipari kivitelezésre pl. ácsmunkákra, rovar- és gombamentesítési eljárásokra történő áránlatok kidolgozására.

Az épületdiagnosztika aktualitása több szempont szerint is értékelhető. Az egyik ilyen szempont az épületeink funkcionalitásának hosszútávú biztosítása, mely kizárólag csak úgy valósulhat meg, ha az épület állagának változásairól hiteles adatokkal rendelkezünk. Másfelől egyes történeti épületeink esetében nem rendfelkező hiteles információkkal arra vonatkozóan, hogy a tarkart épületszerkezeti elemek (pl. födémszerkezetek, falazatok) milyen szerkezetűek. Ilyen esetben a feltárásos épületdiagnosztika segítségével fontos megállapítanunk, hogy pl. csapos gerendafödémről (fafödémről) van-e szó, vagy sem. Ezen koros fafödémek állapotáról a feltöltésnek és az egyéb burkolatoknak (vakpadló és parketta, padlástégla) köszönhetően kizárólag csak feltárásokkal juthatunk hiteles információkhoz. Egy hasonló példát szemlélhet a 2. ábra is, ahol a körömdi Batthyány-Strattmann kastély egy falazatának feltárásakor teherviselő épületfák kerültek elő. A kastélyhoz hasonló korú történeti épületek falazatai esetében tartószerkezeti épületfák valószínűsíthetők még a szegletes falkáváknál ahol az áthidalókat gyakran fenyő, vagy igényesebb kivitelezések esetében tölgy faanyagból alakították ki. Ezen elemek diagnosztikája kizárólag a burkolat, vakolat megbontásával lehetséges.



2. ábra Falazatban lévő, az épületdiagnosztikai feltárásoknak köszönhetően fellelt épületfák

A fentiekben láthattuk, hogy az épületdiagnosztika és az épületek állagmegóvása szoros összefüggésben tárgyalható fogalmak ugyan, de dolgozat előirányzott kereteire való tekintettel az állagmegóvással kapcsolatos ismeretanyagok részletezésétől eltekintek. A műemléki épületek kapcsán azonban fontosnak tartom kiemelni a műemlékvédelmi gondolat expanziójának egy fontos állomását, nevezetesen azt a tényt, hogy a XX. sz. utolsó évtizedeitől, a kortárs építészet megjelenésével a műemlékvédelemnek lényegében integrált értékvédelmet kell megvalósítania. Műemléki épületeinknél megjelenik ugyanis

a „működőképessé tétel” fontossága. Előtérbe kerül az örökség és a turizmus összekapcsolásával a fenntartható használat biztosításának gondolata, melynek iskolapéldája a modern előcsarnokkal rendelkező párizsi Louvre lehet (Kuslits Tibor 2020-évi örökségvédelmi egyetemi kurzusa alapján). A hazai gyakorlat egyébként számos példát szolgáltat műemléki épületeink működőképessé tételére vonatkozóan, melyek az állagmegóvás, értékmegőrzés alapvető intézkedésein jelentősen túlmutatnak. Hasonló példaként említhetők pl. Budapest belvárosában található műemléki társasházak egyes rekonstrukciói, bővítései is, melyek többnyire arra fókuszálnak, hogy a zárófödém feletti padlástér úgy kerüljön hasznosításra, hogy a lakóközösség is „jól járjon”. Ezen projektek kapcsán a társasház lényegében „megszabadul” a fedélszék állagmegóvási teendőitől, cserében új, beázásoktól mentes tetőt, több esetben liftet és nem utolsósorban plusz lakókat kaphatnak az újrahasznosítási beruházások eredményeképpen.

Az újrahasznosítások során a műemléki védettség korlátozó szerepe az értékek megőrzését szolgálja, de hazai gyakorlat alapján megállapítható, hogy ezt a célt nem mindig sikerül betöltenie. A kulturális örökség védelméről szóló törvény (Kötv., 2001) alapján a műemlék fenntartásáról a műemlék tulajdonosa köteles gondoskodni úgy, hogy az műemlékeket épségben, jellegük megváltoztatása nélkül, a hozzá tartozó (értékkalkotó) felszerelési tárgyaival együtt kell megőrizni. A műemléket használni, hasznosítani a védett értékek veszélyeztetése nélkül szabad. A törvényben szereplő a fenntartható használat nem vezet az állapot romlásához, továbbá tartalmazza a szükséges kárcsökkentő és kármegelőző tevékenységeket így biztosítva a műemlék fennmaradását. A műemlék épület egészében le nem bontható, annak részleges bontása is csak bizonyos esetekben engedélyezett. A műemlék használati módjának, funkciójának megváltoztatása szintén hatósági engedély köteles. (Lepel, 2009)

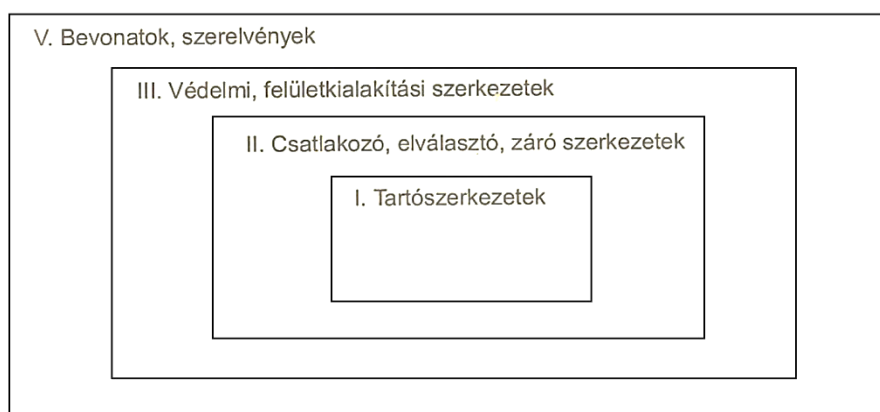
Műemléki épületek, vagy épületrészek bontásához vezethet pl. azok jelentős avulása, károsodása, melynek megállapítását épületdiagnosztikai szakmai hatáskörben szükséges megtenni. A részleges, vagy teljes bontás a hatósággal történő együttműködésben történhet, melynek során az értéket jelentő épületrész, vagy annak egyes építőelemei (pl. díszített koronázó párkányzat elemei) megőrzendők és visszaépítendők is lehetnek. Ezzel kapcsolatban a műemlékvédelmi elvek mellett a megőrzendő építőelemek, szerkezetrészek műszaki állapotának és későbbi funkciójának kapcsolata is kiemelkedő fontosságú a döntéshozatal során. Ennek megfelelően egy értékként meghatározott tartószerkezeti célú díszített elem, pl. díszített fa födémgerenda jelentős rovar- és / vagy gombakárosítása esetén annak cseréje szükséges. A csere során azonban törekedni szükséges arra, hogy tartószerkezeti funkciókat betöltő új szerkezeti elem beépítése mellett az esetlegesen megtartani kívánt értékes részletek is helyet kapjanak a rekonstrukció során. Ennek megfelelően pl. a régi díszített gerenda kevésbé károsodott részeiből illuzórikus burkolatrész is képezhető az új elem egy szakaszán.

Fejérdy, (2011) nyomán a Velencei Karta alábbi pontjai által meghatározott határok között kell elképzelni és megengedni a szokások és rendeltetések fejlődése által megkövetelt új kialakításokat:

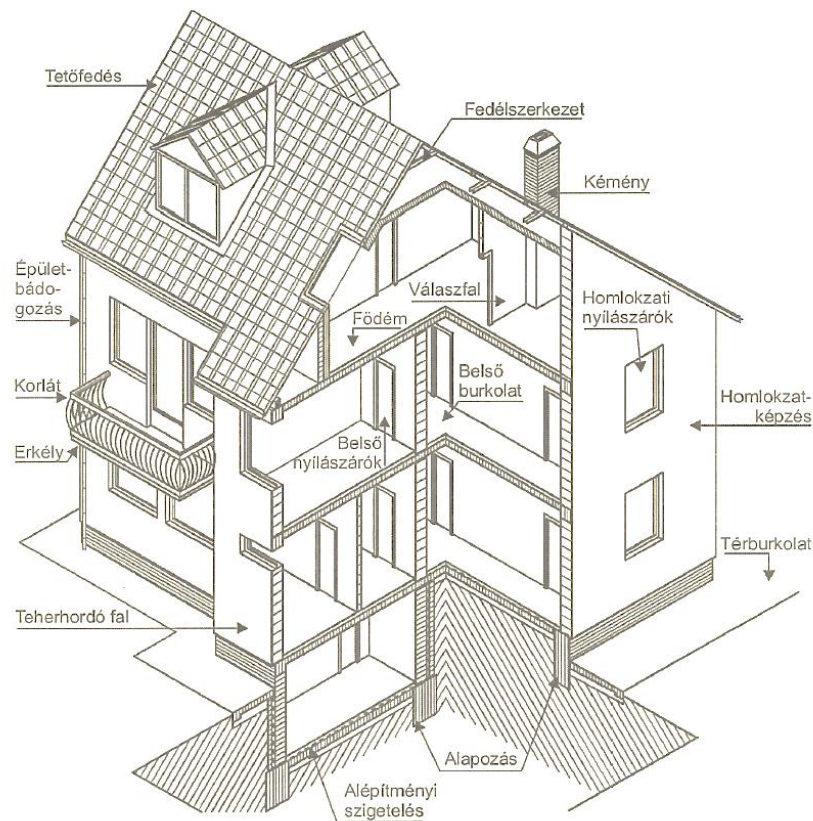
- A műemlékek konzerválása és restaurálása olyan tevékenység, amely minden alkalmas tudományágat és gyakorlati eljárást felhasznál a műemléki örökség tanulmányozására és védelmére.
- A műemlékek konzerválása és restaurálása éppúgy törekszik a művészeti alkotások, mint a történeti emlékek védelmére.
- A műemlékek konzerválása elsősorban állandó karbantartásukat teszi szükségessé.
- A műemlékek konzerválását a társadalom számára való hasznos felhasználásuk mindig elősegíti: az ilyen felhasználás tehát kívánatos, de az nem változtathatja meg az épületek eredeti elrendezését és díszítését.

1.3 Az épületdiagnosztika tárgya

Az előzőekben láthattuk, hogy az építési patológia tárgykörébe tartozóan az épületdiagnosztika lényegében az épület minden szerkezeti elemére kiterjed. Lássuk, hogy a szakirodalom alapján milyen részegységek, szerkezetrészek, szerkezeti elemek említhetők ezzel kapcsolatban (3.a – 3.b ábrák).



3.b ábra Az épület szerkezeti egységeinek típusai Ágostháziné et al. (2004) nyomán



3.b ábra Az épület szerkezeti elemeinek egymással összefüggő rendszere Ágostháziné et al. (2004) nyomán

Tehát az eddigiek alapján az épületdiagnosztika tárgyát képező szerkezetek a fogalmak pontosítása végett a következők szerint csoportosíthatók:

- tartószerkezetek
- csatlakozó-, térelválasztó, térelzáró szerkezetek
- védelmi funkciót, illetve védelmi felületkialakítást ellátó szerkezetek
- kiegészítő funkciót ellátó szerkezetek
- az épületen kívüli létesítmények

Tartószerkezetek esetében beszélhetünk:

- alapozásokról
- függőleges teherhordó szerkezetekről
- vízszintes teherhordó szerkezetekről
- tetőszerkezetekről
- lépcsőkről

Csatlakozó-, térelválasztó, térelzáró szerkezetek esetében beszélhetünk:

- válaszfalokról
- nyílászáró szerkezetekről
- kémények-, szellőztetőkürtőkről
- aljzatokról

Védelmi funkciót, illetve védelmi felületkialakítást ellátó szerkezetek esetében beszélhetünk:

- víz elleni szigetelésekről
 - falazati- és aljzatszigetelésekről
 - tetőfedések-, héjalások-, bádogosszerkezetekről
 - homlokzati vakolatok-, burkolatokról
- hő, hang és rezgés elleni szigetelésekről

A kiegészítő funkciót ellátó szerkezetek esetében beszélhetünk:

- épületgépészeti szerelvényekről (beleértve pl. a balesetmegelőzési célú korlátokat is)
- esztétikai funkciót ellátó szerkezetekről:
 - beltéri felületképzésekről
 - padló-, mennyezet-, falburkolatokról
 - festés, mázolás és tapétázás
 - kőszerkezetek-, kőburkolatok-, kőfaragó munkákról stb.

Az épületen kívüli létesítmények (járdák, kertépítés elemei stb.) szervesen nem tartoznak ugyan az épülethez, mégis az állagmegóvás és épületdiagnosztika szempontjából szükséges megemlítenünk őket, mivel az épülethez csatlakozóan, vagy az épület közvetlen környezetében történő elhelyezésük jelentősen befolyásolhatja annak állapotromlását. Itt említhető pl. egy kedvezőtlen tereprendezéssel párosuló, az épület felé lejtő betonozott járda esete, mely az épület lábazatának és alapjának plusz vízterhelést jelent, továbbá nemkívánt degradációs folyamatokhoz vezethet (pl. téglalábazatok fagyása, porladása).

Műemléki épületek esetében kiemelkedő fontosságú diagnosztikai részterületeknek tekinthetők pl. a fal diagnosztika, faanyagvédelmi - , továbbá a restaurátori vizsgálatok (lásd következő fejezet), melyeknek megfelelően a műemléki épületdiagnosztika tárgyára vonatkozóan érdemes ezen szakértői kompetenciák alapján elvégezni a csoportosításokat. A következő fejezetben kitérek a műemléki területen folytatható szakértői tevékenységekre is, melyek egyértelműen meghatározzák a diagnosztikai rész-szakterületek kompetenciáit és tárgykörét is.

1.4 Az épületszerkezetek károsodásai

Az épületszerkezetek károsodásának témakörével kapcsolatban a „károsodás” és „károsítás fogalmak” mindenképpen tisztázandók az épületek, fa- és faalapú termékek és szerkezetek faanyagvédelmével kapcsolatban.

„A fa- és építőipart érintően a műszaki gyakorlatban alkalmazott faanyagvédelmi intézkedéseket a károsodás időbeni megvalósulása alapján két fő csoportba sorolhatjuk. Így a károsodásmentes faanyagok esetében megelőző, a már aktívan károsított faanyagoknál pedig megszüntető faanyagvédelemről beszélhetünk. Itt tartom fontosnak azonban kihangsúlyozni, hogy az eljárások, intézkedések során egységesen és elsősorban nem a faanyagok károsodásának (kültéri vegyes degradáció, korhadás, rovarragás stb.), hanem azok károsításának megelőzéséről, vagy megszüntetéséről van szó. Ennek megfelelően egy műemléki értéket képviselő fa- és faalapú termék, szerkezet (pl. a műemléki értékleltárban szereplő oltár, ajtó szerkezet stb.) rovarragott állapota nem szolgáltat alapos indokot arra, hogy a károsodott faszöveti részeket „megszüntessük”, tehát pl. eltávolítsuk. Faanyagok károsítása alatt a faszöveti részeket degradáló, lebontó, roncsoló biológiai (biotikus), és az egyéb ún. nem biológiai (abiotikus) eredetű károsító hatásokat különböztethetünk meg. A műszaki gyakorlatban a biotikus károsító hatások közé soroljuk az élőlények, élő szervezetek által kifejtett azon lebontó, roncsoló tevékenységeket, melyek a faanyag, fa- és faalapú termék, szerkezet fizikai és mechanikai tulajdonságait gyengítik. Első sorban itt a farontó gombák és rovarok károsító tevékenysége emelhető ki amellett, hogy egyéb pl. tengervízben élő szervezetek (pl. puhatestűek, rákok), továbbá a rágcsálók, madárfélék kártételét is ebbe a kategóriába sorolhatjuk. Fa- és faalapú termékek és szerkezetek (pl. parketta, lépcsőfokok) rendeltetésszerű használatából eredő kopásokat, sérüléseket külön kategóriaként tárgyalja a szakirodalom annak ellenére, hogy közvetetten az emberi tevékenység áll a károsodások hátterében. A faanyagokat érő abiotikus károsító hatások között említhetők a teljesség igénye nélkül pl. a klimatikus viszonyok változásából adódó jelenségek (nedvesedés-száradás, fagyás stb.), a napsugárzásból adódó összetett felületi degradációs folyamatok (pl. hő- és UV-sugárzás), a kémiai bomlás vagy maceráció (pl. cseréplécek vegyi bomlása), továbbá az égés is.” (Horváth, 2019)

Általánosan az épületdiagnosztika tárgykörébe tartozóan a hibák és károsodások Ágostháziné et al. (2004) nyomán a következőképpen csoportosíthatók:

- előkészítési és tervezési hibák
- anyag-, gyártmányhibák és károsodások
- kivitelezési hibák
- természeti csapás, kár okozta hibák
- karbantartás elhanyagolásából, a ciklusok helytelen becsléséből adódó hibák
- a felújítás mértékének alábecsléséből adódó hibák
- üzemeltetési hibák, használati hibák
- előre nem látható okokból adódó károsodások

A felsorolt hiba és károsodási csoportok közül fontossági szempontból a fa- és faalapú termékek, szerkezetek, épületek esetében az első hármat különösen fontosnak tartom kiemelni a karbantartás elhanyagolásából, a ciklusok helytelen becsléséből adódó hibák mellett.

Az előkészítési és tervezési hibák különös jelentőséggel bírnak a fa- és faalapú termékek, szerkezetek vonatkozásában is, hiszen legtöbb esetben már a tervezőasztalon megmutatkozik, hogy az adott szerkezet anyagspecifikációja, tervszintű szerkezeti megoldásai milyen várható élettartamon tesznek lehetővé. Tehát a fa- és faalapú termékek, szerkezetek élettartama tervezhető. A kézirat írásának időpontjában az egyedüli felsőoktatási képzés a Soproni Egyetem faipari mérnöki MSc faanyagvédelmi specializációja, ahol a mérnökjelöltek a faanyagvédelem tervezési, kivitelezési és vizsgálati szempontjait komplex kurzus keretében sajátíthatják el. A faanyagvédelmi tervezési hibák kiküszöbölésére tehát a megoldás adott, az építész tervezők számára javasolt akár már a koncepciótervi fázisban, de legkésőbb a kiviteli tervdokumentációkhoz a faanyagvédelmi szakági munkaterv bekérése. A tervezési és szakértői jogosultságokról bővebben szintén a következő fejezetben foglalkozom.

Az anyag-, gyártmányhibák és azok károsodásai kapcsán tulajdonképpen a betervezett épületszerkezeti elemek, termékek teljesítőképességével összefüggő jelenségekre, tényekre fókuszálunk. Fa- és faalapú termékek, szerkezetek tartóssága vonatkozásában kiemelhető, hogy lényegében a fa döntésétől kezdve, a szállításon, elsődleges és másodlagos faipari feldolgozáson, a beépítésen át a tervszerű karbantartásig ügyelni kell a faanyagvédelmi intézkedések szakszerű alkalmazására.

Alapvetően a védekezés a faanyagok biotikus (biológiai eredetű) és abiotikus (nem biológiai eredetű) károsításának megelőzésére vagy megszüntetésére irányul. Az alkalmazható faanyagvédelmi technológiák között a technikai faanyagvédelem biocid-, azaz faanyagvédőszermentes fizikai és szervezéstechnikai intézkedésekkel valósítható meg. A szakszerűen átgondolt és megvalósított fa- és építőipari technológiák során

elsődleges feladatunk a megelőző technikai faanyagvédelmi intézkedések végrehajtása. Amennyiben a megelőző technikai faanyagvédelmi szempontok betartása mellett a felhasználási, kitettségi körülményeknek a rendelkezésre álló, vagy a megrendelő által megkívánt faanyag, vagy faalapú termék (rétegelt lemez, egyéb ragasztott fatermékek stb.) természetes tartóssága nem felel meg, akkor kiegészítő faanyagvédőszeres eljárás alkalmazása szükséges (Horváth, 2019).

Kivitelezési hibák tömkelegével találkoztam eddigi épületdiagnosztikai szakértői pályafutásom során, mely alapján ugyancsak fontosnak tartom megjegyezni, hogy faanyagvédelmi szakági kiviteli tervek, specifikációk hiányában a kivitelező sok esetben a költséghatékony, kevésbé szakszerű megoldások mellett dönt. A hazai építőiparra gyakran jellemző, hogy faanyagvédelmi ismeretekkel kevésbé rendelkező építési műszaki ellenőrök által olyan épületek is átvételre kerülnek, melyek kivitelezési láncában olyan jelentős anomáliák mutatkoznak, melyek a fa- és faalapú, termékek, szerkezetek károsodását predesztinálják. Javasolt tehát mind a kivitelezői, mind pedig a műszaki ellenőri oldal részéről faanyagvédelmi szaktanácsadók, szakértők, tervezők bevonása acélból, hogy épületeink állaga hosszú évtizedekig, esetleg néhány évszázadig funkcióképes maradjon.

A karbantartás elhanyagolásából, a ciklusok helytelen becsléséből adódó hibák, károsodások szintén nagyon gyakori. Hazánkban szintén meglepő, hogy számos, prominens történeti épületünk estében karbantartási, állagmegóvási tervvel egyáltalán nem rendelkeznek. Sőt, szakértői vizsgálat is csak akkor történik, amikor esetlegesen a pályázati konstrukció, vagy műemléki épület setében hatóság írja elő az. Szakértői vizsgálataim alapján egy kedvezőtlen helyen (pl. kardinális szerkezeti csomópont felett) megvalósult tetőcserép elrepedése pár éven belül olyan mértékű biológiai károsodásokhoz vezethet, mely következtében a fedélszék már csak jelentős bontásokkal és költséges kivitelezéssel állítható helyre. Ezen kisebb, de annál jelentősebb meghibásodások kiszűrése csak időszakos ellenőrzésekkel, felülvizsgálatokkal valósítható meg.

1.5 Az épületszerkezetek hibáinak, károsodásainak diagnosztizálása

Az épületdiagnosztikai vizsgálatához elengedhetetlen az épületszerkezetek, és az alkalmazott anyagok, valamint azok hibafajtáinak és a hibák, károsodások kiváltó okainak ismerete. E tekintetben Bajza (2006) „Szemrevételezéses épületdiagnosztika” c. szakkönyve által gyakorlatias betekintést kaphatunk a következő épületszerkezetek funkciójáról, felismeréséről, hibajelenségeiről, vizsgálati lehetőségeiről, továbbá a hibajelenségekkel összefüggő intézkedésekről:

- | | |
|----------------------------|---|
| - alapozások | - teherhordó és épülethatároló falszerkezetek |
| - alépitményi szigetelések | - földemek |
| - vázszerkezetek | |

- | | |
|---|----------------------------------|
| - homlokzati tartószerkezetek | falcsatlakozások |
| - belső lépcsők | - rácsok, korlátok, hágsók |
| - lapostetők, teraszburkolatok és tetőfedések | - homlokzati nyílászárók |
| - magastetők tartószerkezetei | - belső nyílászárók |
| - kémények, szellőzők | - homlokzatképzések és lábazatok |
| - válaszfalak és tetőtéri falak | - belső terek felületképzései |
| - bádogos szerkezetek és | - külső létesítmények |

A beavatkozás mértéke szerint megkülönböztethetünk szemrevételezéses, roncsolásmentes és roncsolásos épületdiagnosztikai vizsgálatokat.

1.5.1 Szemrevételezés

Szemrevételezés során a szabad szemmel látható ismertetőjegyek alapján történik a felmérés, továbbá a hibák, károsodások rögzítése, kiértékelése. E vizsgálati szint tulajdonképpen az előzetes szakvéleményezés tárgykörébe tartozik, mely során a gyakorlott, szakavatott szemrevételező a legfőbb hibaokokat és a szükséges további szakmai beavatkozásokat (pl. feltárásos vizsgálat) meg tudja határozni. Faserkezetek esetében a gyakorlatban a koncepció- és/vagy engedélyezési tervdokumentációhoz a szemrevételezés alapján történő szakvéleményezést kéri be leggyakrabban.

A szemrevételezés során különös figyelmet szentelünk a szerkezetek és szerkezeti elemek és anyagaik:

- deformációira és következményeire (lehajlás, csavarodás, repedések stb.)
- csomóponti elváltozásokra (szétcsúszások, kötőelemek elváltozásai stb.)
- anyagfáradásra, károsodásokra utaló közvetlen jelekre (mechanikai-, biológiai károsodás stb.)
- nedvességgel és vegyi hatásokkal összefüggő jelenségekre (pl. penész és/vagy farontó gombák megtelepedése, sóvirágzás a falazatokon, korrózió stb.)
- szemmel látható egyéb jelenségekre (szakszerűtlen kivitelezés, anyaghasználat stb.)

A 4. ábrán a Soproni Egyetem B-épület főbejárati lépcsőszerkezetét szemlélteti, mely a középső traktusban, azaz érkezési irányból nézve a bal oldali I-acélhoz közelebbi részen, továbbá a felső és alsó helyiségek felől egyaránt repedezett. Ebből adódóan vélhetően az elemek zöme a terhelésekből adódóan eltörött. A szemrevételezés után felmerülő kérdések a következők:

- Használható-e a szerkezet továbbra is, vagy lezárandó?
- Statikai szempontból jól méretezték a szerkezetet?
- A lépcsőfokok vasalt szerkezetűek-e? Ha igen, mennyire korrodáltak a szálak (pl. a felmosáskor lecsorgó folyadékok stb. okán)?
- Javítható-e a szerkezet, vagy komolyabb beavatkozás szükséges?



4. ábra Műkö alapanyagú lépcsőszerkezet repedezettsége

Tehát a szemrevételezés alapján egyértelműen eldönthető, hogy lépcsőszerkezet felülvizsgálandó, melynél az épületdiagnosztikai vizsgálatokon túl a statikai szempontú ellenőrző számítások is szükségesek.

Az 5. ábra felső képei a Soproni Egyetem B-épület észak-keleti „függő” folyosója hátsó bejárat felőli homlokzatát szemléltetik, melynek alsó, középső csomópontján láthatóan farontó gombák telepedtek. Gombafonalak, termőtestek hiányában a látott jegyek alapján megállapítható, hogy aktív a gombakárosítás, hiszen az előző évhez képest az érintett terület egyértelműen nőtt. A szerkezet felülvizsgálata ugyancsak indokolt, továbbá mivel

a faszerkezetre jelentős tömegű, többrétegű üvegbetét nehezedik így az esetleges baleseteket megelőzendően mihamarabb intézkedni szükséges.



5. ábra Faszerkezetek károsodásának jelei szemrevételezés alapján

Az 5. ábra alsó képein a Soproni Egyetem G-épületének főbejárati homlokzatánál észlelhető hibajelenségek láthatók. A felső traktusban a tetőszerkezeti faanyagon és falazaton egyaránt látható elszíneződések, sókiválások arra engednek következtetni, hogy héjazati anomália miatt (cserép sérülése, elcsúszása stb.) az épület lokálisan ázik. A felülvizsgálat a bemutatott épület esetében is aktuális, hiszen az átnedvesedő épületfák biológiai eredetű károsodásának feltételei adottak, továbbá a beázási gócpont felett a héjzat síkjában is deformáció figyelhető meg, mely vélhetően az oromszarufa és a talpszelemen károsodásával is összefüggésbe hozható.

A fentiekben bemutatott rövid példákból is látható, hogy a szemrevételezésre támaszkodó szakvélemények alapján a már jelentős információkhoz jutathatunk az adott épület állapotával kapcsolatban. Ezen felül a szemrevételezést végző szakértő meg tudja határozni a szükséges feltárási helyeket, azaz az olyan takart, nem hozzáférhető szerkezetrészeket, melyek vizsgálata jelentősebb beavatkozás nélkül nem hajtható végre. Tehát a szemrevételezés során dokumentáltak nem csak az előzetes szakvélemény, hanem egyúttal az épületdiagnosztikai kutatási terv alapjául is szolgál. Ahogy már az előzőekben láthattuk műemléki épületek esetében a feltárási helyeket és a feltárással kapcsolatos információkat, fényképeket tartalmazó kutatási tervet hatóságilag engedélyeztetni szükséges. A kutatási, vagy feltárási terv részletes tartalmáról a választott műemléki épületre vonatkozóan az alábbiakban részletesen is kitérek.

1.5.2 Roncsolásmentes vizsgálatok

A beavatkozás mértéke szerinti csoportosításban beszélhetünk roncsolással nem, vagy csak alig járó, ún. roncsolásmentes vizsgálatokról. Bizonyos épületszerkezetek esetében kimondottan előírás, hogy az azok, vagy az általuk eltakart épületszerkezetek vizsgálata jelentősebb beavatkozásoktól mentesen, ill. könnyen rekonstruálhatóan legyen elvégezhető. Ilyen esetek pl. a műemléki értéket képviselő épületeknél mindennaposak és jelentős fejtörést, ill. kreativitást igényel a legoptimálisabb megoldás megtalálása. Így a műemléki értékleltárba felvett épületszerkezetek diagnosztikájánál többnyire a szemrevételezés és a roncsolásmentes vizsgálatok preferáltak, de adott szituációkban bizony nem kerülhető el a feltárás. Ilyen lehet pl. egy közbenső fafödém vizsgálata, melynek mindkét oldalán pl. műemléki szempontból értékes burkolat, festmény található.

Lepel (2009) az 1. táblázat szerint foglalta össze a roncsolásmentes épületdiagnosztikai módszereket a legjellemzőbb építőanyagok (kő, tégl, faanyag, acél stb.) figyelembevételével.

1. táblázat: Roncsolásmentes épületdiagnosztikai módszerek rendszerzése Lepel (2009) szerint

Vizsgálat típusok és a vizsgálat tárgya	Acél, öntöttvas	Fa	Beton, vasbeton (kő, tégl, habarcs)	Épület-szerkezetek
Szemrevételezés (szerkezet felismerés, hibák megállapítása és a további vizsgálatok meghatározása)	X	X	X	X
Elmozdulás, alakváltozás vizsgálat				
Geodéziai vagy hagyományos módszerekkel	X	X	X	X
Repedésmérő mikroszkóppal	X	X	X	X
Fotogrammetriás felméréssel				X
Felületi, felület közeli minőség, szilárdság				
Kopogtatással	X	X	X	X
Brinell-, Rockwell- Vickers- keménységméréssel	X			
Poldi-kalapáccsal	X			
Repedés-vizsgálat mágnesen erőter-torzulással	X			
Schmidt-kalapáccsal, lengőkalapáccsal, Cristofoli lengőorsóval			X	X
Felületi tapadó-húzó szilárdság vizsgálattal			X	
Szilárdsági vizsgálatok, homogenitás				
UH vizsgálattal	X			
Röntgen-vizsgálattal	X			
Ultrahangos betonozskóppal			X	
Korróziós vizsgálat defektoszkóppal	X			
Nedvesség vizsgálatok				
Elektromos vezetőképesség méréseivel		X	X	X
Vízfelvétel méréssel			X	X
Hőmérsékletmérés				
Pl. Infrahőmérővel	X	X	X	X
Infravörös termográfia				X
Fémek hely-meghatározása				
Fémkereső szondával			X	X
Mágneses indukciós eszközzel			X	X
Defektoszkóppal			X	X
Tartószerkezeti vizsgálatok próbaterheléssel				X

„Még a roncsolásmentes vizsgálat típusokhoz is szükség lehet a szerkezetek részleges megbontására. A tartószerkezetek anyaga, minősége gyakran csak a különböző fedő rétegek (vakolati-, festék-, tapéta-, padlóburkolati, vagy falburkolati rétegek) megbontásával, részleges eltávolításával állapítható meg. Vizsgálandó, hogy csak a bevonat, vagy az alapszerkezet is károsodott-e. Feltárhatók az ép burkolat alatti hibák, felfedezhetők korábbi átalakítások nyomai. A falkutatás során a feltárás az építéstörténet megállapítását segíti. A feltárások jól kiegészíthetők az endoszkópos vizsgálatokkal, amelyeket üregek, gépészeti vezetékek és egyes szerkezetek belső, nehezen hozzáférhető részeinek (pl. két oldalról burkolt fa födémgerendák) vizsgálatára alkalmasak.” (Lepel, 2009)

Az 1. táblázatból láthatóan a faanyagot kivéve részletesebb képet kaphatunk a vizsgálati módszerek és eszközök tekintetében, viszont a faanyagok, faszerkezetek vonatkozásában némi kiegészítés szükséges. Divós (1994) alapján vizuális, szilárdságbecslő és hibahelykereső roncsolásmentes faanyagvizsgálati módszereket különböztethetünk meg.

Vizuális faanyagvizsgálat

Beépített faanyagok esetében a vizuális faanyagvizsgálat lényegében szemrevételezéses módszer, mivel jelenleg csak a beépítés előtt álló ipari alapanyagok esetében léteznek vizuális úton osztályozó automatikus gépsorok, melyek adott esetben a fafelületeken látható ún. makroszkopikus jegyek alapján döntenek el, hogy milyen szilárdsági osztályba sorolják az adott épületfát. Az osztályozás alapját képezhetik:

- göcsösség
- csavarodottság, szálkifutás
- repedezettség
- szíjács-geszt arány
- fahibák, károsodások megléte stb.

Ilyen, a vizuális osztályozásra alkalmas eljárást mutat be és tesz lehetővé a DIN 4074 szabványsorozat, melyet Németországban napjainkban is előszeretettel alkalmaznak, sőt a hazánkban is egyre nagyobb népszerűségnek örvend. Beépített faanyagok esetében ugyancsak segítségünkre lehet, ha ismeretes a számunkra, hogy faanyagok esetében milyen látható ismertetőjegyekre támaszkodhatunk a diagnosztika során, viszont a szerkezetek felülete sok esetben elszíneződött, szennyezett (galambürülék, por stb.), vagy részben takart. Faanyagvédelmi szempontból viszont a legfontosabb szemmel látható ismertetőjegyek a biológiai károsítók és egyéb károsító hatások által kialakult károsodási, károsítási ismertetőjegyek (kémiai bomlás, korhadás, rovarrágások, gombaképletek stb.).

A faanyag szilárdságbecslő módszerei

Nem csak a beépített faanyagok, hanem a fűrészáru formájában előállított épületfák esetében is nagy jelentőséggel bír a szilárdság szerinti osztályozás. Az épületfák besorolását szilárdsági tulajdonságaik alapján az MSZ EN 338 szabvány alapján végzik. Az osztályozás részleteire a dolgozat keretei között nem térek ki, azonban kiemelhető, hogy az egyik legfontosabb tulajdonság, a hajlítószilárdság becslésére különféle szilárdságbecslési módszerek is léteznek anélkül, hogy a vizsgált faanyagot jelentősebb roncsolódás érné. A 2. táblázat Divós (1994) alapján a roncsolásmentes szilárdságbecslő módszerek jóságát szemlélteti. Látható, hogy a hajlítószilárdsági értékekkel legjobban a hajlító rugalmassági modulusz és a csavarállósági értékek korrelálnak.

2. táblázat Szilárdságbecslő módszerek paramétereinek korrelációja a hajlító szilárdsággal (Divós, 1994)

Szilárdságbecslő paraméter	Korrelációs együttható a hajlítószilárdsággal
Hajlító rugalmassági modulusz	0,72
Csavarállóság	0,71
Hangsebesség	0,58
Sűrűség	0,44
Rostkifutás	0,30

Épületdiagnosztikai szempontból a csavarállósági mérések elvégzése mobil mérőkészülékkel elvégezhető. A mérés lényege, hogy a vizsgálandó épületfába néhány milliméter átmérőjű furatot képezünk, melybe a vizsgáló csavart behajtjuk, majd ezt követően egy speciális mérőeszközzel (6. ábra) a csavart kihúzzuk a faanyagból. A kihúzáshoz szükséges erő alapján következtethetünk a szerkezeti elem hajlítószilárdságára.



6. ábra Csavarállóság mérő készülék (Fakopp, 2022)

A hangsebesség és a sűrűség adatok láthatóan alacsonyabb korrelációval bírnak, ennek megfelelően pl. hangsebesség mérésen alapuló diagnosztika főként a hibahelykereső módszereknél alkalmazható jó hatékonysággal.

Hibahelykereső módszerek faanyagoknál

Az épületdiagnosztika számára hibahelyek lokalizálására irányuló módszerek közül a fúrással (7.ábra), ultrahanggal és a számítógépes tomográffal történő vizsgálatok említhetők.



7. ábra Födémgerenda vizsgálata rezisztográffal (bal, Scheiding et al., 2021), biotukus károsodásoktól mentes gerenda ellenállási görbéi (jobb, Resistograph, 2022)

Míg a fúrással történő diagnosztika során a műszer egy kis (kb: 1,5mm) átmérőjű, hosszú fúrószár fatesbe történő behatolási ellenállását érzékeli és regisztrálja a 7. ábrán látható görbék formájában. A gyártó által megadott adatok alapján a fúrási ellenállás a sűrűséggel jól korrelál ($r^2 > 0,8$; Resistograph, 2022), ezáltal a farontó rovarok és/vagy gombák által okozott, előrehaladott állapotú károsodások a kevésbé hozzáférhető helyeken, mint pl. a födémgerenda fészkeinél is lokalizálhatók. Fontos viszont, hogy a rendkívül költséges műszer fúróegysége fémekre, egyéb keményebb építőanyagokra (ácskapocs, szeg, közetek, beton stb.) érzékeny, így alkalmazása esetén az ezen anyagokkal történő találkozás kerülendő.

Az ultrahangos berendezések az ún. átsugárzásos módszer alapján működnek, azaz a jeladó és -vevő egységek szeparáltan az épületfa két oldalán kell elhelyezni. Kutatásaim során tölgy, lucfenyő és bükk faanyagok vonatkozásában a Zürichi ETH Institut für Baustoffe intézetben ultrahangos anyagdiagnosztikai vizsgálatokat végeztem, melyek alapján kijelenthető, hogy a pontos mérések előfeltétele, hogy a vizsgált faanyaggal az jeladó és -vevő egységek akusztikus csatolása létrejöjjön. A csatolás elősegítésére az orvostechikában is használatos víz alapú géleket alkalmaznak. Amennyiben a vizsgálat fafelületek kisebb roncsolása is megengedett úgy a beüthető adó- és vevőegységekkel rendelkező műszerek alkalmazása is lehetséges. A 8. ábra bal oldalán egy ilyen műszer látható, melynél a hangrezgést a jeladóra mért kalapácsütés hozza létre (8. ábra bal). A

műszeren leolvasható hang terjedésének idejéből, továbbá a vizsgált faanyag releváns dimenziójából számítható a hang terjedési sebessége. A hibahely lokalizás pl. belső korhadások, üregek esetében a terjedési idő indokolatlan megnövekedése alapján válik lehetségessé.



8. ábra Roncsolásmentes, ultrahangos- (bal - Fakopp, 2022) és CT/XRF –vizsgálat (jobb - Rik et al., 2017)

A fent említett számítógépes tomográfiás (CT) faanyagvizsgálatok főként az értékeesebb alapanyagok és esetlegesen fából készült műemléki értéket képviselő szerkezetek, ill. dísz tárgyak stb. esetében jönnek számításba. A készített CT-felvételek alapján egyértelműen elhatárolhatók a faanyagvédelem szempontból érdekes, pl. biológiai károsítók által érintett faszöveti részek. Rik et al. (2017) alapján a CT felvételek például előnyösen kombinálhatók röntgen-fluoreszcencia (XRF) vizsgálatokkal olyan esetekben amikor a történelmi, fából készült leletek geometriájára és belső szerkezetére vonatkozó információk mellett a felületkezelő anyagok elemi összetétele is meghatározandó.

1.5.3 Roncsolással járó vizsgálatok

Építési anyagok roncsolással járó vizsgálatai mintavételezéssel történik. A mintavételezés és helyreállítás műveletei során kiemelhető cél, hogy azok úgy kerüljenek végrehajtásra, hogy vizsgált elem, ill. szerkezet rész az statikai stabilitásvesztést ne szenvedjen, továbbá azokat későbbi károsodások ne érhesék (pl. mintavételezéssel feltárt acélszálak korróziója).

Nedvességmérés és sóanalízis

Falazatok nedvességszondázási mintavételezése száraz fúrással történik, melynek során szinte elkerülhetetlen az anyagok súrlódásával járó felmelegedés, és ezáltal a minta nemkívánt száradása. Faanyagnál alkalmazott kézi magfúrók (9. ábra bal) esetében a felmelegedés és nedvességvesztés minimális, viszont rakott téglák és vagy kőfalazatok gépi mintavételezése során keletkező furatlisztjénél szinte elkerülhetetlen a párolgás. Reul (2007) a gépi mintavételezésnél a súrlódási felmelegedés okozta torzító hatás miatt a falazatok esetében magfúrókat javasol, melynél a furatmag átmérője legalább 70 mm legyen. Faanyagok nedvességmérése főként roncsolásmentes kapacitív-, ill. kis roncsolással járó elektromos ellenállás mérésére alkalmas tűelektródás műszerekkel történhet.



9. ábra Faminta vételezése kézi magfúróval (bal), porminta gépi mintavételezése falazatból (jobb- fotó: ICM Kft., 2021)

Itt tartom fontosnak azonban megjegyezni, hogy bizonyos anyagoknál és mintavételezési eljárásoknál tapasztalt nedvességvesztés ellenére a roncsolásos módszerrel meghatározható nedvességi értékek a tényleges adatokhoz a legközelebb állnak. Ehhez viszont következetesen szükséges eljárni a mintavételezés során. Mérési hibát csökkenthetjük, ha abszolút száraz állapotban már ismert tömegű (laborban előzetesen lemért), párazáró téglékbe helyezzük a mintát a vételezést követő lehető legrövidebb idő alatt. A gravimetrikus eljárások esetén lokális, „pontoszerű” nedvességmérést a vételezett minták nedves és száraz tömegének különbségéből határozzuk úgy, hogy a mintákat 105°C léghőmérsékletű szárítószerkényben tömegállandóságig szárítjuk. Bizonyos anyagok, pl. egyes fenyőfélék esetében viszont a vízen kívül elpárolgó anyagok, gyanták torzíthatják a mérési eredményeinket, melyeknél a szárítólevegő hőmérséklete csökkentendő.

A falazatok nedvességi és sótartalmi vizsgálatát hazánkban a 2/2019. (VII.1.) ÉPMI irányelv szerint laboratóriumban végzik, mely szerint a sószennyezettségi, továbbá a telítettségi adatok alapján pedig falnedvességi fokozatok is definiálhatók:

- Sószenyezettségi fokozatok:
 - alig sószennyezett: < 0,1 tömeg %,
 - kissé sószennyezett: 0,1-0,5 tömeg %,
 - közepesen sószennyezett: 0,5-1,5 tömeg %,
 - erősen sószennyezett: 1,5-2,5 tömeg %,
 - kiemelkedően sószennyezett: >2,5 tömeg %.
- Falnedvességi fokozatok
 - légszáraz: telítettség < 20 %,
 - kissé nedves: telítettség 20-40 %,
 - közepesen nedves: telítettség 40-60 %,
 - erősen nedves: telítettség 60-80 %,
 - vizes: telítettség > 80 %.

Téglafalazatok esetében megemlíthető még a kalcium-karbid eljárás, mely a reagens vízzel történő heves reakcióján alapul. A nedvesség függvényében keletkező acetilén gáz nyomásából következtethetünk a falazat nedvességtartalmára. Reul (2007) nyomán az eljárás épületek gyakorlatias pontszerű mérését szolgáltatja, azonban a pontossága az előzőekben tárgyalt eljárásokhoz viszonyítva jelentősen eltér.

A rakott téгла és kőfalazatok elemeiben, kötőanyagaiban található alkálifém, alkáliföldfém vegyületek savakkal történő reakciója során vízben oldható sók (pl. nitrátok, szulfátok) keletkeznek, melyek a talajvíz, csapóeső stb. általi kioldódásuk révén károsítják azokat. Így a falazatok nedvesedésével és száradásával kapcsolatosan épületdiagnosztikai szempontból a falfelületeken kivirágzó sók analízise is kiemelkedően fontos. A keletkező sófélék vizsgálata történhet a helyszínen pH-érték meghatározással és/vagy reagensek alkalmazásával, vagy laboratóriumban (pl. kromatográfia). A falazatokon kiváló sófélék ismerete a mentesítési és helyreállítási technológiák megválasztásánál játszik meghatározó szerepet.

Szilárdsági vizsgálatok

Míg korábban egy-egy építőelem (kő, téгла) kiemelésével valósulhatott meg az épületek fal- és fődémszerkezete alapanyagainak szilárdsági vizsgálataihoz szükséges mintavételezése, addig napjainkban általában már magfúrással történik, kivéve bizonyos épületszerkezeteket pl. poroszsüvegfüdém, melyeknél célszerűen roncsolásmentes módszer alkalmazása javallott (pl. Schmidt kalapács). A hengeres furatmagokból kisméretű kő, téгла, és habarcs minták vételezhetők a laboratóriumi vizsgálatokhoz. A 10. ábrán egy furatmag téglájából kialakított próbatest nyomószilárdsági vizsgálata látható.



10. ábra Nyomószilárdsági vizsgálat: téglaminta törés előtt (bal), és után (jobb, fotó: ICM Kft., 2021)

A szilárdsági vizsgálatok alapvetően a statikai számításokhoz, állékonyság igazolásához szükségesek. Műemléki társasházak esetén gyakori bővítéseknel (etetőtérbeépítés, vagy ráépítés) kardinális jelentőségű a vertikális és horizontális tartószerkezetek

teljesítőképessége, melyet csak feltárással és legtöbb esetben mintavételezéssel kiegészített laboratóriumi vizsgálatokkal lehet kellő mértékben és jó biztonsággal feltérképezni.

Fából készült épületszerkezetek (fedélszék, földém) esetében a mintavételezést legtöbbször csak a fafaj, sűrűség és az évgűrűszerkezet meghatározásához vételezzük, melyeknek ismeretében és további roncsolásmentes és kis roncsolással járó kiegészítő vizsgálattal becsülhetők az egyes szilárdsági tulajdonságok, ill. az MSZ EN 338 szerinti szilárdsági osztályok.

Szövetszerkezeti és egyéb vizsgálatok

A makro- és mikroszkopikus szövetszerkezeti vizsgálatok pl. fa- és faalapú termékek és szerkezetek esetében kiemelt jelentőséggel bírnak. A diagnosztika során alapvetően kérdéses például, hogy a kivitelezés során valóban az előírt fafajból és minőségben került az épületfa beépítésre. Magasabb kitettségi szintek esetében követelmény például a megfelelő természetes tartósság és/vagy a kiegészítő kémiai védelem megléte, melyet ugyancsak roncsolásos mintavételezéssel tudunk ellenőrizni. Ilyen esetekben a szakértő által a 9. ábrán szemléltetett kézi magfűrővel vételezett mintán kvalitatív vizsgálatok történhetnek a hatóanyagok kimutatására szolgáló reagensekkel, vagy laboratóriumi elemzésekkel (pl. kromatográfia). A mennyiségi meghatározás csak és kizárólag laboratóriumi vizsgálatokkal (pl. titrimetria segítségével) lehetséges, melyek pontossága rendelkezésre álló referenciamintáktól is jelentősen függ. A fafaj beazonosítása pedig a magmintán látható ún. makroszkopikus, kérdéses esetben pedig a magmintából készített metszet mikroszkopikus szövettani sajátosságai alapján történhet. Szakértői gyakorlatom során előkerülő egyéb feladatok közül továbbá a szabad szemmel kevésbé, vagy egyáltalán nem felismerhető hibák feltárása emelhető még ki. Ilyen lehet például a reakciófa jelenléte, mely magyarázatot adhat a rendkívül módon eltérő szilárdsági értékekre.

A nem faanyagú falazatok esetében ugyancsak fontos az építőanyagok szövetszerkezetének tanulmányozása, mely lehetőséget nyújthat az anyagok származásának és szakirodalmi mechanikai értékeinek felderítésében. Így például a különféle bányákból származó mészkőfajták, vagy az eltérő korokban és eltérő alapanyagokból és eltérő technológiákkal előállított téglák várható nyomószilárdsága jelentős eltéréseket mutathatnak. Bizonyos műemlékek esetében továbbá a rekonstrukciós, restaurálási munkák során is célszerű törekedni az autentikus anyaghasználatra, melyet szintén szövetszerkezeti vizsgálatokra alapozva lehetséges megvalósítanunk.

Kertész (1983) nyomán a műemléki kőzetanyag meghatározás menete a következő lépésekkel írható le:

- irodalmi adatok felkutatása mellett kőzetminta vételezése
- a kőzet/ek földtani azonosítása mellett a mértékadó földrajzi tartomány körülhatárolása az irodalmi adatok alapján

- a földtani és az irodalomkutatási eredmények alapján a lehetséges bányakörzetek /bányák/ kijelölése a mértékadó földrajzi tartományban
- az egykorú társadalmi, gazdasági, közlekedési viszonyok elemzését követően felállítható a bányakörzetek /bányák/ valószínűségi sorrendje
- mintavételezés a valószínű bányahelyek közeiből
- összehasonlító és azonosító vizsgálatok elvégzése

2. Az épületdiagnosztika hazai jogi- és szabályozási környezete

2.1 Alapfogalmak és összefüggések

A bevezetésben tárgyaltak alapján az épületdiagnosztika tehát az épületek egészségi állapotának meghatározásával, esetleges károsodásokkal, károsításokkal kapcsolatos ismeretanyagokkal foglalkozó műszaki szakterület. Ezzel kapcsolatban fontos tehát definiálnunk, hogy mit is értünk „épület” alatt.

Az épített környezet alakításáról és védelméről 1997. évi LXXVIII. törvény (a továbbiakban: Étv. 1997) alapján megkülönböztethetünk építményeket és épületeket egymástól:

- *„**építmény:** építési tevékenységgel létrehozott, illetve késztermékként az építési helyszínre szállított, - rendeltetésére, szerkezeti megoldására, anyagára, készültségi fokára és kiterjedésére tekintet nélkül - minden olyan helyhez kötött műszaki alkotás, amely a terepszint, a víz vagy az azok alatti talaj, illetve azok feletti légtér megváltoztatásával, beépítésével jön létre (az építmény az épület és műtárgy gyűjtőfogalma).”*
- *„**épület:** jellemzően emberi tartózkodás céljára szolgáló építmény, amely szerkezeteivel részben vagy egészben teret, helyiséget vagy ezek együttesét zárja körül meghatározott rendeltetés vagy rendeltetésével összefüggő tevékenység, avagy rendszeres munkavégzés, illetve tárolás céljából.”*

Diplomadolgozatomban tehát az Étv. (1997) fogalommeghatározása alapján emberi tartózkodás céljára szolgáló építmények, azaz épületek, továbbá különös tekintettel a műemléki épületek diagnosztikájával fogok foglalkozni.

A kulturális örökség védelméről szóló 2001. évi LXIV. törvény (a továbbiakban: Kötv. 2001) alapján a teljesség igénye nélkül a műemléki értékeket, a régészeti örökségeket, a hadtörténeti örökség régészeti módszerekkel kutatható elemeit, a nemzeti emlékhelyeket, kulturális javakat stb. a kulturális örökség elemeiként definiálja, melyek a hazai jogi- és szabályozási környezetben kiemelt jelentőséggel bírnak. A „műemléki érték” és a „műemlék” fogalmak alatt ugyanezen rendelet alapján a következőket értjük:

- „**Műemléki érték:** minden olyan építmény, történeti kert, történeti temetkezési hely, vagy műemléki terület, valamint ezek maradványa, továbbá azok rendeltetésszerűen összetartozó együttese, rendszere, amely hazánk múltja és a magyar nemzet vagy más közösség hovatartozás-tudata szempontjából országos jelentőségű történeti, művészeti, tudományos és műszaki emlék alkotórészeivel, tartozékaival és beépített berendezési tárgyaival együtt, vagy egyes nevesített értéke vonatkozásában.”

- „**Műemlék:** olyan közhiteles nyilvántartásban nyilvántartott műemléki érték, amelyet miniszteri döntéssel, határozattal vagy e törvény alapján miniszteri rendelettel védetté nyilvánítottak.”

A műemléki értékek közhiteles, online nyilvántartása az Országos Építésügyi Nyilvántartás (OÉNY), mely például a www.e-epites.hu felületen érhető el. A webes felületet 2022.03.29-i állapot szerint a Lechner Tudásközpont (1111 Budapest, Budafoki út 59. E/3), azaz a Miniszterelnökség építészeti, építésügyi, ingatlan-nyilvántartási és térinformatikai szakmai háttérintézménye üzemelteti, továbbá melyhez a védett ingatlanokra vonatkozó adatokat a Miniszterelnökség, Építészeti, Építésügyi és Örökségvédelmi Helyettes Államtitkárság által kezelt kulturális örökség ingatlan elemeinek hatósági nyilvántartása szolgáltatja. A webes felület használatára a diplomadolgozathoz választott műemléki épület kapcsán még visszatérek.

2. 2 Hazai épületdiagnosztikai szakértői tevékenység, jogosultság

A fentiekben tárgyalásra került fogalmakon túl hazánkban a régészeti örökséggel és a műemléki értékkel kapcsolatos szakterületekre, szakértői tevékenységre vonatkozóan a többször módosított 439/2013. (XI. 20.) Korm. rendelet paragrafusai (a továbbiakban: Műszkr. 2013) az irányadók. E rendelet hatálya a régészeti örökség és a műemléki érték védelmével kapcsolatos igazságügyi szakértői tevékenység kivételével a következő területekre és szakterületekre terjed ki:

- régészeti terület,
- műemléki terület:
 - műemléki érték dokumentálása szakterület,
 - műemléki épületkutatás szakterület,
 - műemléki restaurátor szakterület,
 - történeti kertek szakterület,
 - műemléki épületdiagnosztika szakterület,
 - orgonahangszer-helyreállítás szakterület.

A Műszkr. (2013) értelmében a műemléki területre vonatkozó épületdiagnosztika szakterülete élesen elkülönítésre került egyéb, akár az általános épületdiagnosztika

tárgykörébe is tartozó szakterületektől. Ezzel összefüggésben két, idézett fogalommeghatározást emelnék ki a rendeletből:

- **épületdiagnosztika:** olyan roncsolásmentes vagy fizikai beavatkozással járó vizsgálat - különösen a faldiagnosztika, faanyagvédelmi vizsgálat -, amely a tartó- és egyéb épületszerkezetek műszaki állapotának elsősorban a nedvesség és sószenyezés, a biológiai károsodás, a szilárdság és anyagszerkezeti tulajdonságainak felderítésére, elemzésére és értékelésére szolgál;

- **épületkutatás:** az építéstörténeti tudományos dokumentáció módszereivel nem megismerhető, fizikai beavatkozással is járó komplex vizsgálat: az épületszerkezetek feltárása és elemzése, különösen a falkutatás; célja az építési periódusok és azok egymáshoz való viszonyának, a kutatott műemlék rejtett értékeinek megismerése és datálása, a kutatott műemlék használatának, funkciójának tisztázása, tudományos igényű dokumentálása; a kutatás irányulhat falazat, padló, földem vagy egyéb épületszerkezet feltárására is;

Tehát a rendelet értelmében a műemléki épületdiagnosztika a tartó- és egyéb épületszerkezetek műszaki állapotának roncsolásmentes vagy roncsolással járó vizsgálatára korlátozódik, mely szakterületen belül a faldiagnosztikai és a faanyagvédelmi részterületek kiemelt jelentőséggel bírnak. Az „épületkutatás” a fizikai beavatkozással, roncsolással járó műemléki épületdiagnosztikával némi átfedést mutat, melynek során a feltárni kívánt szerkezetekről egy ún. kutatási, vagy feltérési tervet szükséges készítenie az eljáró szakértőnek. A kutatási, vagy feltérési tervet a területileg illetékes Kormányhivatal Építésügyi és Örökségvédelmi Főosztálya, mint hatóság felé szükséges benyújtani. Napjainkban a hatósági engedély, ill. a feltérásokra vonatkozó írásos tudomásulvétel a postai kézbesítés mellett egyre gyakrabban már e-mailben is megvalósulhat. Alapvető szabály, hogy az okiraton szereplő dátumot megelőzően a műemléki faldiagnosztikai, vagy műemléki faanyagvédelmi vizsgálatához szükséges feltérások nem kezdhetők meg. A kutatási, vagy feltérési terv tartalmáról a választott műemléki épületre vonatkozóan az alábbiakban részletesen kitérek.

A hazai műemléki épületdiagnosztikai szakterületre vonatkozó mérnöki szakmagyakorlás vonatkozásában szintén a többször módosított Műszkr. (2013) előírásai a mérvadók. Ezzel kapcsolatban fontosnak tartom kiemelni, hogy a Magyar Mérnöki Kamara (a továbbiakban: MMK) szakmai tagozatai számára kiírt 2015. évi feladat alapú pályázat (a továbbiakban: MMK FAP) keretében saját kezdeményezésemre, továbbá az MMK Erdőmérnöki, Faipari és Agrárműszaki Tagozata (a továbbiakban: MMK EFA) támogatásával szakmai anyag került kidolgozásra a Műszkr. (2013) módosítására is. A módosításra irányuló indítványunk indokoltsága abban rejlett, hogy az akkor hatályos rendelet nem tett különbséget az „épületdiagnosztikai szakterület” megnevezésén belül a műszaki faldiagnosztika és faanyagvédelmi vizsgálatok között. Ebből adódóan rendelet által anno megfogalmazott jogosultságok erős ellentmondásba kerültek az egyetemünk és kamara által együttesen kidolgozott faanyagvédelmi szakértői tanúsítási és kompetencia rendszerrel. A rendelet akkori szövegében nem említette meg a kamara szerepét ezáltal pl. az épületdiagnosztikai szakértői cím megszerzéséhez egyáltalán nem volt szükséges

az, hogy egy faanyagvédelmi szakértő a kamaránál tanúsított tag legyen. Felsőoktatási, képzési oldalról pedig azt is aggályosnak tartottuk, hogy egy pl. nem faipari, és nem faanyagvédelmi szakterületen végzett mérnök a rendelet által faanyagvédelmi mérnöki kompetenciákhoz juthatott.

A MMK FAP (2015) dokumentumnak köszönhetően a Műszkr. (2013) szövegét a 323/2016. (X. 27.) Korm. rendelet módosította, mely 2016. XI. 4-től lépett hatályba és a dolgozat ezen részének írásakor (2022.03.30-án) továbbra is hatályos. Az általunk benyújtott változtatási javaslatok azonban nem kerültek teljes mértékben elfogadásra. Ugyan a faanyagvédelmi szakértők, továbbá az MMK szerepe bekerült a rendelet szövegébe, de a szakmai gyakorlat igazolására vonatkozó javaslatainkat teljes egészében figyelmen kívül hagyták (lásd 3. táblázat).

3. Táblázat: Számítási módszer a szakmai gyakorlat igazolására a Műszkr. (2013) 1. Melléklet 6. pontja szerint

	A	B
1.	Tevékenység	Pontszám
2.	1 db műemléki védelem alatt álló épület építmény épületdiagnosztikai – nedvesség- és sótartalom vizsgálati, anyagtani, statikai, vagy faanyagvédelmi – szakvéleményének önálló elkészítése	5 pont
3.	1 db műemléki védelem alatt álló épület építmény épületdiagnosztikai – nedvesség- és sótartalom vizsgálati, anyagtani, statikai, vagy faanyagvédelmi – szakvéleményének munkatársként való elkészítése	2 pont
4.	tartószerkezet rekonstrukciós szakmérnöki képesítés faipari mérnöki MSc végzettség faanyagvédelmi specializációval	5 pont 5 helyett 7 pont
5.	műemlékvédelmi szakmérnöki képesítés	5 pont
6.	tudományos fokozat megszerzése műemléki épületdiagnosztika, vagy faanyagvédelmi tárgyú doktori értekezéssel	5 pont 5 helyett 10 pont

ahol:

- a javaslatkészítéshez megkapott központi tervezet eredeti szövegének a jelölése: eredeti
- az egyes sorokhoz vonatkozó javaslataink MMK FAP (2015) alapján: javaslataink,
- a dolgozat írásakor (2022.03.30-án) hatályos szöveg: hatályos

A 3. táblázatban foglaltak szerint a faanyagvédelem szakterületére specializálódott MSc faipari mérnökeink, tudományos doktoraink képzése sajnálatos módon mind a mai napig sem érdemelnek pontot a Műszkr. (2013) alapján, ennek ellenére az MMK által odaítélt faanyagvédelmi szakértői címmel viszont a lehetőség nyitottá vált a műemléki épületdiagnosztikai szakértői jogosultság megszerzésére. Még egy apró észrevétel tehető a korábban hatályos pontszámító táblázat és a jelenleg is hatályos közötti eltéréssel kapcsolatban, mégpedig az, hogy az „épület” szót felváltotta az „építmény” ezzel megnyitva a lehetőséget az egyéb, helyiséget nem tartalmazó szerkezetekre pl. műemléki hidak, szobrok stb. specializálódott szakemberek előtt. Felmerülhet az olvasóban a kérdés, hogy épületnek nem minősülő műemléki építmények műszaki vizsgálatával vajon foglalkozhat-e egy műemléki épületdiagnosztikai szakértő? A faanyagvédelem területén egyértelműen igen a válasz, hiszen a műemléki értéket képviselő pl. őrségi szoknyás harangláb, vagy a budapesti hullámvasút faanyagvédelmével kapcsolatban a gyakorlat is azt igazolja, hogy a műemléki épületdiagnosztikai szakértői jogosultsággal rendelkező faanyagvédelmi szakértőkre írják ki a felhívásokat.

A jelenleg (2022.03.30.) hatályos Műszkr. (2013) alapján műemléki területen, épületdiagnosztikai szakterületen szakértői tevékenységnek a következők minősülnek:

- a védett műemléki érték falldiagnosztikai vizsgálata,
- a védett műemléki érték állapotának általános műszaki felülvizsgálata,
- a védett műemléki érték faanyagvédelmi vizsgálata;

Az imént felsorolt, átfedéseket mutató műemléki épületdiagnosztikai szakértői tevékenységek közül a falldiagnosztika és az általános műszaki felülvizsgálat a rendelet alapján MSc, vagy azzal egyenértékű végzettséggel továbbá az alábbi képesítésekkel végezhető:

- okleveles építőmérnök,
- okleveles szerkezet-építőmérnök,
- okleveles építésmérnök vagy
- okleveles geológus,

Műemléki faanyagvédelmi szakértői tevékenység szintén MSc, vagy azzal egyenértékű végzettséggel továbbá:

- okleveles faipari mérnök vagy
- okleveles erdőmérnök képesítésekkel végezhető.

A műemléki épületdiagnosztikai szakértői jogosultságok megszerzése kapcsán felmerülhet a szintén kérdés, hogy az okleveles geológus és okleveles erdőmérnök képesítések hogyan kerülhettek be a rendelet szövegébe. A válasz alapvetően abban rejlik, hogy e képesítésekkel, továbbá akár több évtizedes szakmai tapasztalattal rendelkező, aktív szakértők is egzsztáltak a rendszerben rendelet módosításának

idejében. A jelenlegi viszonyok alapján pl. a MMK faanyagvédelmi szakértői cím egyébként csak faipari mérnöki MSc, vagy azzal egyenértékű végzettséggel szerezhető, de ennek a bővebb kifejtésére a jelen kézirat keretében nem kívánok kitérni.

Ennél fontosabb viszont kiemelni az általános és részben műemléki épületdiagnosztikával is kapcsolatban az építésügyi és az építésüggyel összefüggő szakmagyakorlási tevékenységekről szóló 266/2013. (VII. 11.) Korm. rendeletet (a továbbiakban: Észtkr. 2013) E rendelet hatálya a teljesség igénye nélkül kiterjed pl. az építészeti-műszaki tervezési, az építési műszaki ellenőri, a felelős műszaki vezetői tevékenységek mellett az építésügyi műszaki szakértői tevékenységet folytatók körére, a tevékenységük végzésének feltételeire, a jogosultság megállapítására és az egyes szakterületek képviselőjét ellátó Kamarákra is. Az általános, műemléki területen kívüli épületdiagnosztika a rendelet alapján az egyes, ún. „szakági építésügyi műszaki szakértői” résszakterületekkel jellemezhető. Magyar Közlöny (2021) alapján az Észtkr. (2013) által megadott szakági építésügyi műszaki szakértői résszakterületek száma a 618/2021. (XI. 8.) Korm. rendelet hatályba lépésével (2021.november 8.) az alábbi 15-re bővült melyek közül épületdiagnosztikai szempontból az alábbiak emelhetők ki:

- tartószerkezeti szakértői résszakterület	SZÉS1
- épületszerkezeti szakértő	SZÉS2
- építmények gépészeti szakértői résszakterület	SZÉS3
- építmények épületfizikai szakértői résszakterület	SZÉS4
- építmények épületenergetikai szakértői résszakterület	SZÉS6
- építményvillamossági szakértői résszakterület	SZÉS7
- geotechnikai szakértői résszakterület	SZÉS8
- építési szakipari szakértői résszakterület	SZÉS9
- építési szerelőipari szakértői résszakterület	SZÉS10
- építőanyag-ipari szakértői résszakterület	SZÉS11
- faanyagvédelmi résszakterület	SZÉS14

A felsorolásból látható, hogy néhány résszakterület némi átfedés mutathat. Ilyen pl. a hosszú évek után ismét bekerült faanyagvédelmi résszakterület és az építőanyag-ipari szakértői résszakterület is. Az épületfizikai szakértői és az épületenergetikai szakértői résszakterületeknél csak látszólagos az átfedés, mely utóbbinál a vizsgálat középpontjában építmények és azok energetikai rendszerei állnak, így ez utóbbi tulajdonképpen a gépészeti szakértői résszakterülettel mutat némi azonosságot.

Észtkr. (2013) kapcsán és a dolgozat témaköréhez részben kapcsolódóan megemlíthető, hogy a kézirat írásakor hatályos (2022.03.30-én) rendeletben faipari szempontból további két jogosultság is megjelent:

- Faipari mérnöki faanyagvédelmi tervezési szakterület FVT
- Faipari mérnöki épület tervezési szakterület FAT

Külön nagy örömmre szolgál, hogy a rendeletmódosítási anyagba általam javasolt faanyagvédelmi tervezési szakterület (FVT) is bekerült, mely az épületdiagnosztikával ott hozható összefüggésbe, hogy a meglévő épületek aktív rovar- és gombakárosításának megszüntetésére irányuló helyszíni technológiák és helyreállító intézkedések tervezése a részletes-, feltárásokkal járó faanyagvédelmi vizsgálatok eredményei alapján dolgozhatók csak ki.

3. A választott műemléki épülettel kapcsolatos adatok, eredmények

3.1 Az épület bemutatása

Az építtető, Steinbach Alajos és neje 1838-ban vásárolta meg a telken álló, vélhetően vályogtéglás épületet, mely a pesti árvíz során leomlott. A jelenleg is álló, zárt sorban beépített, klasszicista stílusú lakóház 1839-ben, Kassalik Ferenc tervei alapján készült. A belső udvarral rendelkező épület pince, földszint, emelet és padlástér szintekre tagolható. Az eredeti építészeti tervek ugyan nem ismertek, de vélhetően a belső elrendezés összességében tükrözi az építéskori elképzelést. Míg az utca felőli földszinti helyiségekben üzletek, irodák működtek, addig ugyanitt az emeleten egyetlen nagyméretű lakást létesítettek, melynek négy, egymásba nyíló, nagyméretű szobájának ablakai az utcára nyílnak. A hátsó épületrészekben kisebb alapterületű, alacsonyabb rendű lakóttereket alakítottak ki az itt lakó kisiparosok, kereskedők, ill. bérlők számára. A későbbi időszakban több tulajdonosváltás is történt, mellyel párhuzamosan kisebb átalakításokat végeztek az épületen. A legutolsó rekonstrukcióra 2002-ben került sor, melynek során felújították az egész épületet. (Szécsi, 2020)



11. ábra Az épület vizsgálatkori fő homlokzata

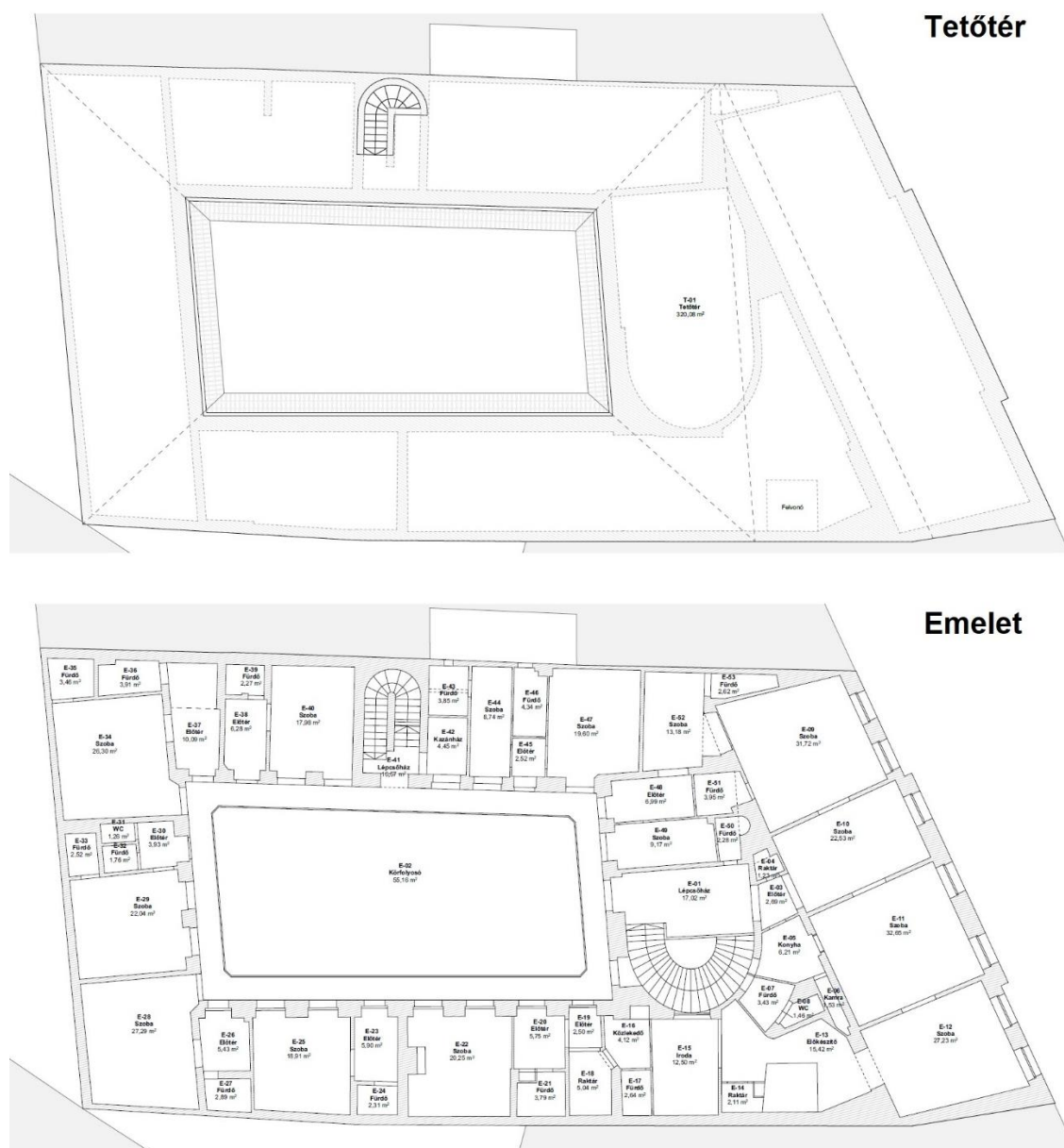
A 11. ábrán látható utcafronti homlokzat fényképéről is megállapítható, hogy az épület a szomszédos épületekhez képest kevesebb szintszámmal ugyan, de nagyobb szintmagassággal rendelkezik. Az Art-NT Építész Stúdió Kft. 2020-ban elkészített felmérési rajzai alapján (12.a - 12.b ábrák) látható, hogy a pinceszint a teljes alapterületen beépített.



12. a ábra Az épület pince- és földszinti alaprajza (Art-NT Kft., 2020)

Az alaprajzi adottságoknak megfelelően az épület nem csak téglalap, hanem paralelogramma, trapéz, sőt néhol sokszög alaprajzú helyiséggel is rendelkezik. Az épületdiagnosztikai felmérések során az építész felmérési alaprajzok nyújthatanak megfelelő alapot ahhoz, hogy a legfontosabb észrevételeket, továbbá egy esetleges

feltárással, roncsolással járó beavatkozási helyeket jelölni lehessen a hatósági eljáráshoz benyújtandó kutatási, feltérési terv részeként.



12. b ábra Az épület emeleti és tetőtéri alaprajza (Art-NT Kft., 2020)

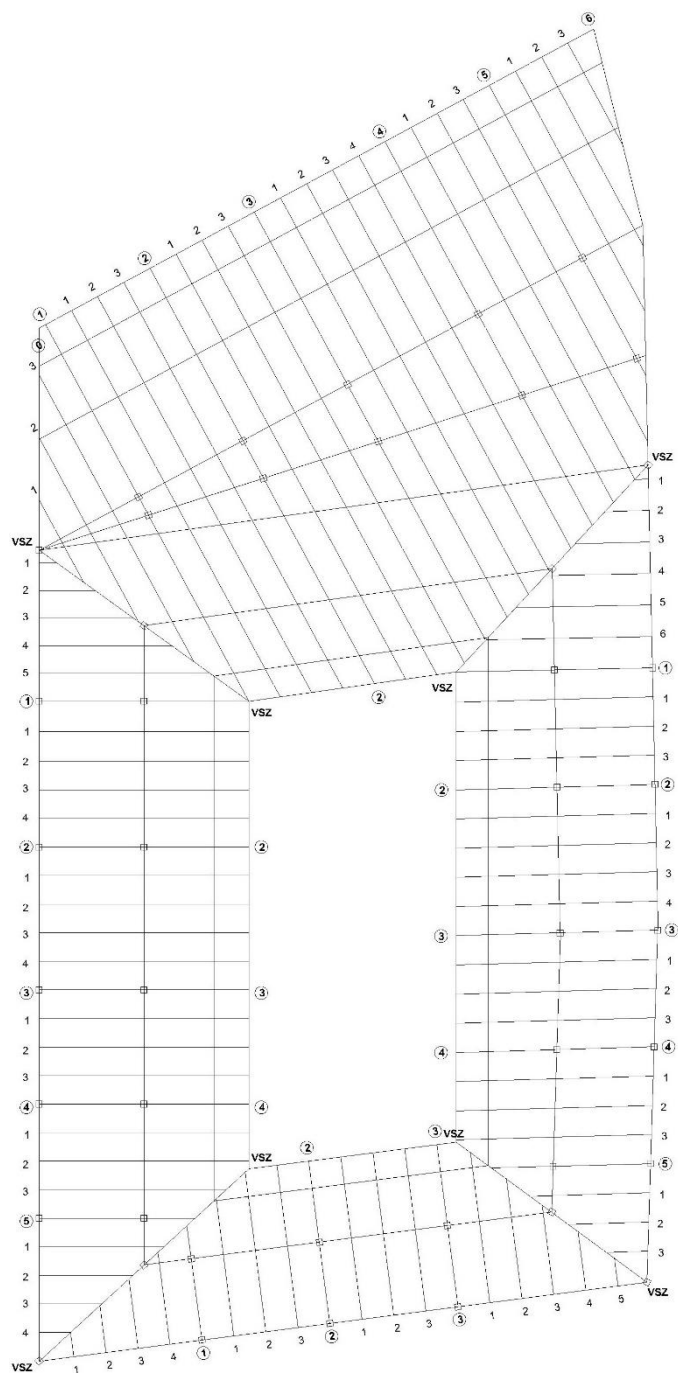
A 12. b ábrán látható módon a tetőtér építészeti felmérése nem történt meg, így fedélszerkezet faanyagvédelmi vizsgálataihoz és dokumentálásához értelmező vázlatrajzok elkészítésére volt szükség. Egyébként itt tartom fontosnak megjegyezni, hogy általánosságban az építészeti felmérései rajzok az épületdiagnosztikai szemrevételezés során felülvizsgálandók az esetleges eltérések feltárása érdekében.

3.2 Helyszíni szemrevételezéses épületdiagnosztikai felmérés eredményei

3.2.1 Faanyagvédelemi vizsgálat és eredményei

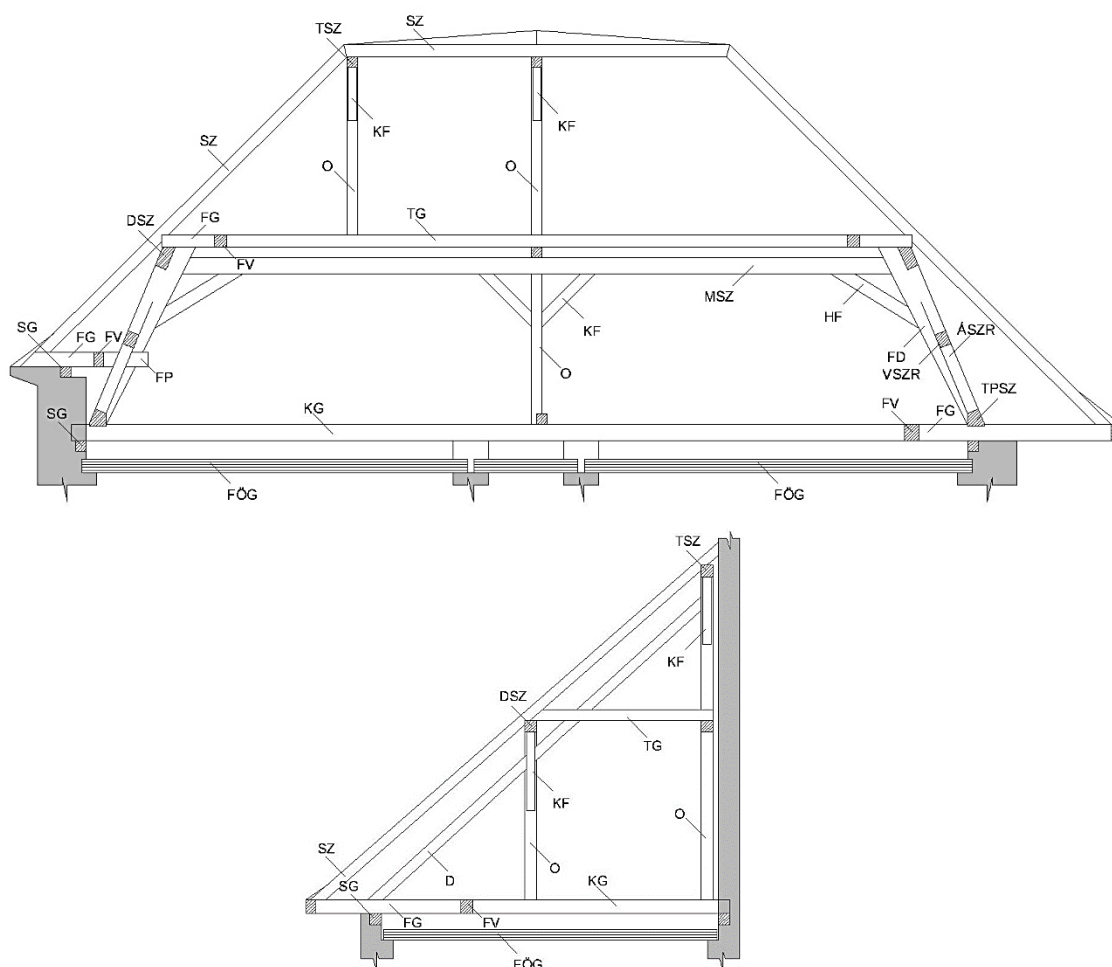
A fedélszék kialakítása és elemei

Az épület összetett fedélidomzatát az alaprajznak megfelelően az Üllői úttal párhuzamos manzárdtetőszerű nyeregtető és a hozzá kapcsolódó három félnyeregtető láncolata alkotja (13. ábra). Az ábrán látható a szarufák és szelemenek alkotta felülnézeti drótvázmodell, melyen a szarufaállások számozására károsodott elemek pontos helyének beazonosítása érdekében került sor.



13. ábra Az épület fedélszerkezetének egyszerűsített drótvázmodellje

Az 14. ábra a fedélszékre jellemző szerkezeti kialakításokat szemlélteti. Az épület az ábrán látható vázlatrajzoknak megfelelően az Üllői út felől a barokk szerkezetekre jellemző mellszorítás-hónaljfas kialakítású fedélszékrésszel, az udvar felőli félnyeregvetős részekeken pedig állószékes fedélszerkezettel rendelkezik. Az épület zárófödém szerkezete kiterjedt feltárások hiányában csak valószínűsíthető, hogy jelentős területen faszerkezetes. Az épület kivitelezésekor jellemzően csapos gerenda födémek készültek, melyek meglétéről és faanyagvédelmi állapotáról csak feltárásokat követően lehet következtetéseket levonni. A csapos gerendafödémek előfordulása szemle alapján is igazolódott (lásd alábbi megállapítások).



14. ábra Az épület fedélszerkezete fő szarufaállásainak kialakítása és jellemző elemei

Ahol 13.-14. ábrákon a szerkezeti elemek jelölései:

SG – sárgerenda	KG – kötőgerenda	FV – fiókváltó
TPSZ – talpszelemen	TG – torokgerenda	FP – fogópár
DSZ – derékszelemen	VSZ – vápaszarufa	MSZ – mellszorító
TSZ – taréjszelemen	D – dúc	1-3 – szarufaállások
SZ – szarufa	FD – feszítődúc	②..stb. – fő szarufaállások
O – székoszlop	FG – fiókgerenda	FÖG – födémgerenda
HF – hónaljfa	ÁSZR – átlós szélrács elem	
KF – könyökfa	VSZR – vízsz. szélrács elem	

A főbb szerkezeti elemek jellemző keresztmetszeti méretei (szélesség × magasság cm-ben):

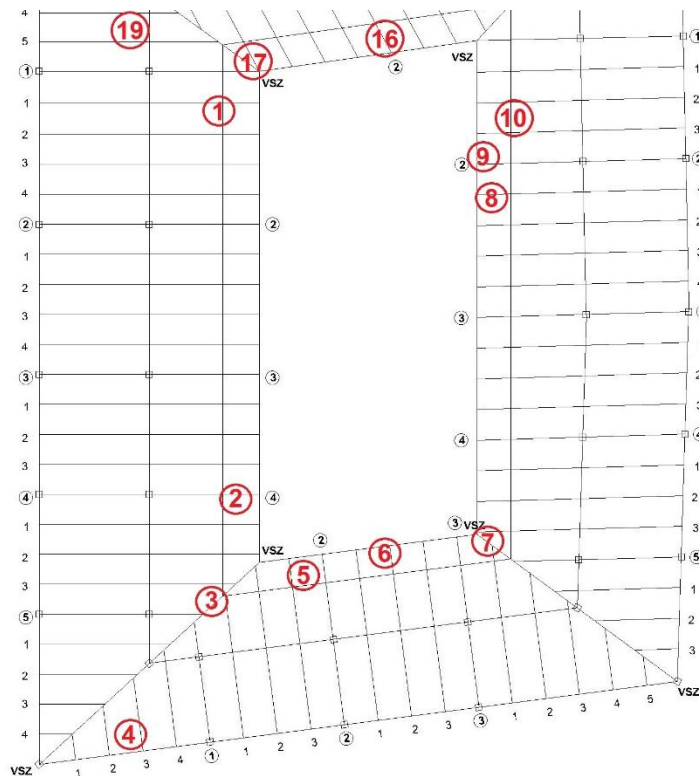
- sárgerenda	15×15-18 cm
- kötőgerenda	20×22-24 cm
- székoszlop	15-16×15-23 cm
- szarufa	13-14×15-18 cm
- derékszelemen	15-16×15-28cm
- dúc	15×15 cm
- fogópár	17×23 cm
- fiókgerenda	19-22×20-26 cm
- fiókváltó	14-16×21-23 cm
- mellszorító	16×26 cm
- fesztődúc	17×27-35 cm
- szélrács elem	14-16×15-19 cm
- hónaljfa	14-16×15-19 cm

Az alkalmazott vizsgálati módszerek

A beépített faanyagok vizsgálata egyfelől reflektoros megvilágítás mellett szemrevételezéssel, másfelől az elemek szűrőpróbaszerű, roncsolásmentes, akusztikai (kopogtatásos) vizsgálatával történt a hozzáférhető helyeken. A fafajok beazonosítása a beépített faanyagok látható makroszkopikus ismertetőjegyek alapján történt. A faanyagok nedvességének kis roncsolással járó és ugyancsak szűrőpróbaszerű felülvizsgálatát tülelektródás nedvességmérővel hajtottam végre. A rovarkárosítók beazonosítása a kirepülőnyílások alakja, mérete, elhelyezkedése továbbá a furatliszt és egyéb diagnosztikai jegyek alapján történt. A farontó gombák okozta károsodások jellemzése és a károsítók beazonosítása a fellelt képletek (adott esetben pl. micéliumok, termőtestek stb.), valamint a bontás jellege alapján történt. Egyes épületfákon lévő, fertőzött, károsított faszöveti részek próbabárdolását lokálisan elvégeztem annak érdekében, hogy a károsodás jellegéről, hozzávetőleges intenzitásáról bővebb információkat szerezhsek.

Az udvar felőli fedélszékrészeknél dokumentált észrevételek

A legfontosabb megállapítások, valamint a károsodási gócok pontos helyeinek későbbi beazonosíthatósága érdekében a kéziratban a rajzi jelöléseket (piros számok) használtam (15. ábra). A rajzi jelölések környezetében készült fényképek az alábbiakban találhatóak.



15. ábra Megállapítások, valamint a károsodási gócok pontos helyei az udvar felőli fedélszékrészen (piros 1-10)

Ahol:

Rajzi jelölés nélkül: az épület belső héjazata képekben; alsó cserépsorokat cserélték, az ereszt néhol eltömődött, a bádoglemezek több helyen sérültek



Rajzi jelölés nélkül: a szerkezetész képekben



1. rajzi jelölés: a jelölt helyen a kémelőnél beázás, gombafertőzés, mely a SG-re is áterjedt



ugyanitt az 1-es főállás fal felőli elemei is áznak, de rajtuk jelentős biotikus károsodások egyelőre nem mutatkoznak



Rajzi jelölés nélkül: a padlásterén, a feljáró környékén betárolt, bontott ajtótokok, lim-lomok miatt áthatolhatatlan, nem vizsgálható terület



Rajzi jelölés nélkül: padlástéren végzett bontási munkálatoknak (pl. a héjazat korábbi, eresz környéki felújításának stb.) köszönhetően több helyen a padlástéren betárolt bontási anyagok láthatók, melyek nehezíthetik a későbbi feltárásos vizsgálatokat



Rajzi jelölés nélkül: a szerkezet félnyeregvetős falazati csomópontjai általában szárazok, de rajtuk általánosan abiotikus- és helyenként lokális rovarkárosítás mutatkozik



2. rajzi jelölés: a jelölt helyen beázás, aktív gombafertőzés mutatkozik a tornác feletti külső részen, továbbá a korábbi beázás miatt a sárgerenda korhadt (bal kép)



Rajzi jelölés nélkül: ugyanitt a tornác feletti beázás miatt penészes, sókiválásos, nedves faanyagok, több helyen gomba fertőzött cseréplécek (lásd: jobb kép), továbbá több helyen a régebbi cserepek (sókiválással járó) eróziója és a lécek enyhe, felületi macerációja is megfigyelhető



3. rajzi jelölés: a jelölt helyen a VSZ mentén beázás aktív, gombafertőzés



4. rajzi jelölés: a jelölt helyen a fal felőli fedélszéki elemek szárazak ugyan, de lokálisan rovarrágottak



5. rajzi jelölés: a jelölt helyen a 3-as mellékszarufa állásnál a SG, SZ és FG elemek korhadtak



ugyanitt a 2. főállásnál jelentős beázás, aktív gombafertőzés



6. rajzi jelölés: a jelölt helyen a 2-es szaruállás vége ázik, gombakárosított



7. rajzi jelölés: a jelölt helyen a VSZ rovar-, az oromzati elem és deszkázat pedig rovar- és gombakárosított



Rajzi jelölés nélkül: a látszólag jó állapotú, de itt ott deformált cserepek mentén több helyen kisebb beázások



Rajzi jelölés nélkül: a 3. főállás mellett épületgépészeti földemáttörésnél láthatóan biotikus károsodásoktól mentes, lucfenyőből készült csapos földemgerendák



8. rajzi jelölés: a jelölt helyen az alsó cserepek lecsúsztak a lécről, balesetveszélyesek, a faanyagok áznak



9. rajzi jelölés: a 2-es főállásban a KG vége korhadt

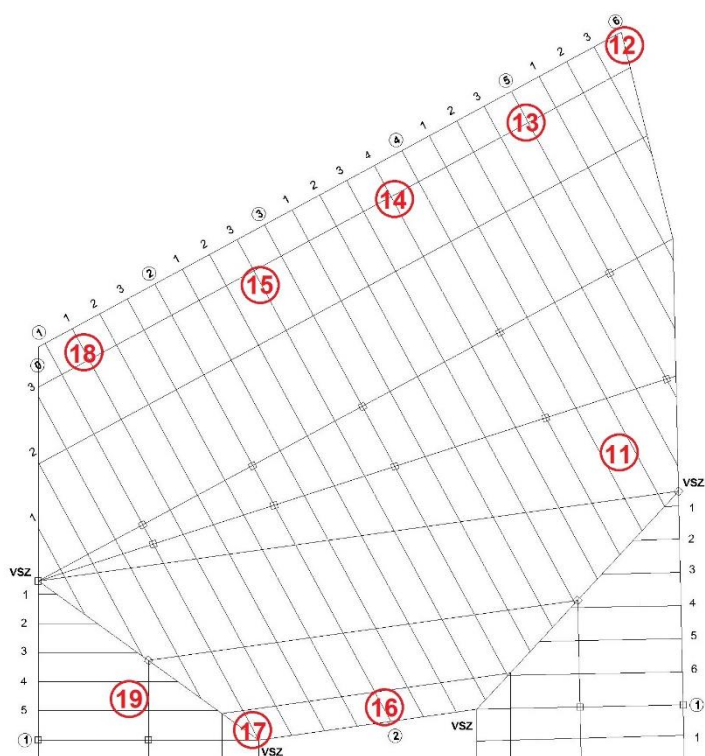


10. rajzi jelölés: a 2-3 mellékállás között cseréptörés miatti beázás; a cserépléc, SG, FV pedig korhadt



Az Üllői út felőli fedélszékrésznél dokumentált észrevételek

A legfontosabb megállapítások, valamint a károsodási gócok pontos helyeinek későbbi beazonosíthatósága érdekében az előzőekkel azonosan ugyancsak rajzi jelöléseket (piros számok) használtam (16. ábra). A rajzi jelölések környezetében készült fényképek az alábbiakban találhatók.



16. ábra Megállapítások, valamint a károsodási gócok pontos helyei az Üllői út felőli részen (piros 11-19)

Ahol:

11. rajzi jelölés: a jelölt helyen kialakított gépészet miatt a csapos gerendás födémmező egy része feltárt, ázik, lokálisan gombafertőzött



12. rajzi jelölés: a jelölt helyen a szarufa végénél beázás, sókiválás, rovar- és gombakárosítás (felső); ugyanitt az SG rovarrágott (alsó)



13. rajzi jelölés: a jelölt helyen a szarufa a korábbi beázás miatt jelentősen korhadt, de száraz (bal); ugyanitt az 5. főállásban beázás (közép); a FD-n pedig rovarrágás (jobb)



14. rajzi jelölés: a jelölt helyen az SG, FG korhadt, de száraz



15. rajzi jelölés: a jelölt helyen a FV, FG korhadt; ugyanitt az ÁSZR-en lecsorgó csapadék a földemet is áztatja (bal)



16. rajzi jelölés: a jelölt helyen a tornác feletti részen aktív gombafertőzés



17. rajzi jelölés: a jelölt helyen a főállások csomópontjánál a VSZ felől beázás, gombafertőzés



18. rajzi jelölés: a jelölt helyen csomópontok és a tetőkibúvó áznak gombafertőzöttek, SZ,FG, FV elemek korhadtak



19. rajzi jelölés: a jelölt helytől a padlásfeljáróig vasbeton födémgerendák láthatók, tartószerkezeti faanyagot a födémmező ezen szakasza vélhetően nem tartalmaz



3.2.2 Fal- és földémdiagnosztikai szemrevételezés és eredményei

Az épület szerkezeti kialakítása és vizsgálati módszerek

A fal- és földémdiagnosztika esetében a jelen kézirat keretében kizárólag szemrevételezéses állapotfelmérés történt, melynek során a rendelkezésre bocsátott alaprajzok és a vizsgálatkori épület sajátosságok is összehasonlításra kerültek.

A szemrevételezés során dokumentált észrevételek

Az épület szemrevételezését követően megállapítható volt, hogy a rendelkezésre bocsátott építészeti felmérési tervdokumentáció (12.a - 12.b ábrák) megfelelő alapot szolgáltatnak a fal- és földémdiagnosztikai vizsgálatok megkezdéséhez, továbbá a hatósági eljáráshoz szükséges épületdiagnosztikai feltárási, kutatási terv létesítéséhez.



17. ábra Az épület udvari homlokzatai, közbelső földem- és falszerkezetei képeken

Az épület teherviselő falazata vélhetően mindenütt bányászott építőkőből és/ vagy égetett téglából készült. Az épület a teljes alapterületen alapincézett, viszont egyes részek

feltöltésre kerültek. A pince és a földszint födém szerkezete téglából, az emelet ún. zárófödém szerkezet pedig síkfödém, mely az előzőekben bemutatott faanyagvédelmi vizsgálatok alapján vélhetően többnyire csapos gerendafödém, kivéve a padlásfeljáró melletti, utca felőli födémmezőt, ahol a padlástér felől vasbeton gerendák voltak láthatók. Az épületben a kapualjból nyíló, az emeletre vezető íves főlépcsőház, továbbá az északnyugati szárny közép részén egy teljesen a padlástérig vezető mellék lépcsőház is található. Az emeleti lakásokat az udvar felől, konzolokra épült, kültéri körfolyosóról, tornácra lehet megközelíteni, mely láthatóan építőkőből készült, továbbá kovácsolt vas korláttal rendelkezik (17. ábra).

A szemrevételezéses vizsgálat során az épület függőleges és vízszintes teherhordó szerkezeteinél jelentősebb károsodásokra utaló jelek (repedések, lehajlások, sókiválás stb.) nem mutatkoztak. A pince P-17 jelű helyisége esetében egy ledugózott, de szivárgó szennyvízvezetéknek köszönhetően a környező falazatok, aljzat és az ott található fa székek áznak, továbbá azokon farontó gombák megtelepedése is igazolható volt (18. ábra).



18. ábra Szivárgó szennyvízvezeték okozta lokális nedvesedés, gombafertőzés a pincében

3.3 Az épület szemléje alapján összeállított kutatási terv modellje

Ahogy az már a korábbiakban tárgyalásra került a műemléki épületek feltárással járó vizsgálatait kizárólag hatósági hozzájárulás, tudomásul vétel birtokában kezdhető meg. Az eljárás során írásban összeállítani szükséges épületdiagnosztikai feltárási, kutatási tervnek tartalmaznia kell:

- a, a tervdokumentációt összeállító műemléki épületdiagnosztikai szakértő(k) nevét, szakértői jogosultságainak nyilvántartási számát
- b, a szóban forgó műemléki épület pontos megnevezését, címét, hrsz-számát, műemléki azonosító- és törzsszámait
- c, a kutatás céljának leírását
- d, a tervezett vizsgálatok rövid leírását a vizsgálati helyek megadásával (pl. jelölt rajzok)
- e, a tervezett javítások, helyreállítások rövid leírását
- f, aláírt szakértői nyilatkozatot arra vonatkozóan, hogy a tervdokumentáció a műemléki érték megőrzésével összefüggő jogszabályban meghatározott követelmények betartásával, továbbá a műemlékvédelmi szempontok figyelembevételével készült

A választott műemléki épület épületdiagnosztikai kutatási terve modelljének kidolgozásánál a fenti rész szakterületek vonatkozásában dokumentált megállapításokat vettem figyelembe, továbbá azt feltételeztem, hogy a kutatási eredmények statikai, állékonysági ellenőrző számításokhoz is szükségesek lesznek. Ennek megfelelően a fenti felsorolásból a c, d és e, pontokban meghatározott tartalmi elemek kifejtését tartom szükségesnek megtenni e kézirat keretei között.

3.3.1 A kutatás céljának leírása

A tervezett épületdiagnosztikai vizsgálatok célja, hogy tényleges információkhoz jussunk az épület megjelölt falszakaszainak, közbelső födémszerkezeteinek anyagairól az alábbiak szerint:

- a beépített kövek és téglák fajtájáról, nyomószilárdságáról, öregedéséről
- a falazatokba épített habarcs fajtájáról, nyomószilárdságáról, öregedéséről
- a falazatok műszaki állapotáról, esetleges károsodásuk fatájáról, mértékéről (pl. repedések, habarcspergés stb.)
- a falazatok nedvesség- és sótartalmáról
- a talajmechanikai paramétereikről, az alapozások főbb jellemzőiről
- közbelső, téglaboltozatos födémek felső rétegrendjéről
- a zárófödém csapos gerendáinak faanyagvédelmi állapotáról, biotikus és abiotikus károsodásainak esetleges meglétéről, annak mértékéről

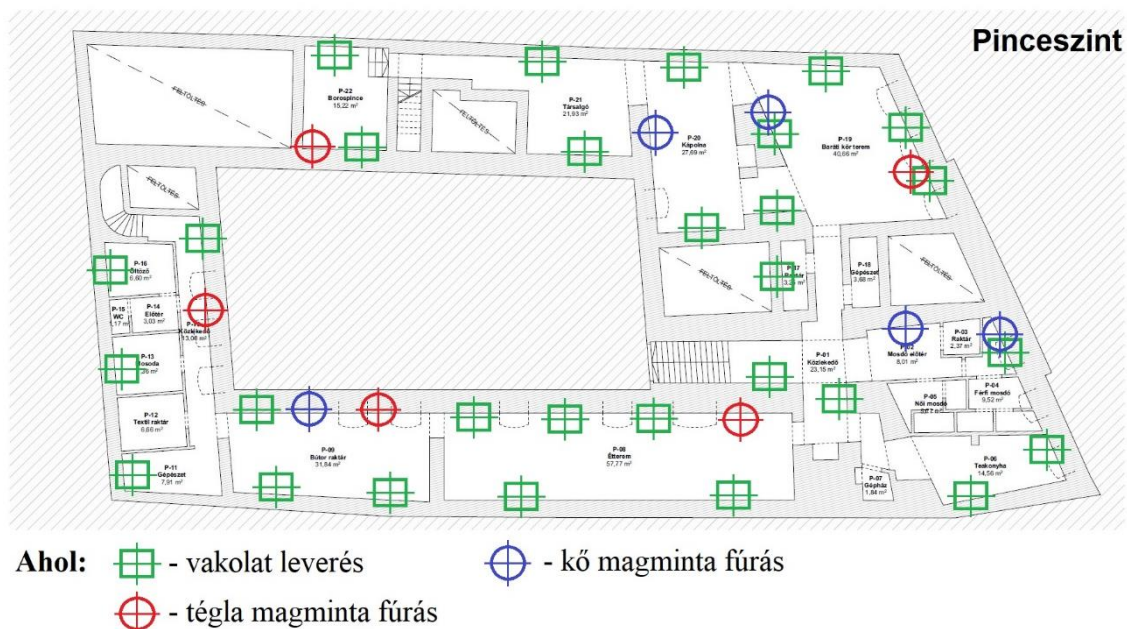
3.3.2 A tervezett vizsgálatok leírása, a vizsgálati helyek megadása

Mivel az épület létesítésekor még nem voltak szabványok, előírások a bányászott vagy a előállított építőanyagok minőségére és annak felülvizsgálatára vonatkozóan, így azok mechanikai tulajdonságainak szórása tág határok között változhat. Ennek megfelelően a mintaszám növelésével szeretnék minél realisabb képet alkotni az épületben felhasznált tartószerkezeti alapanyagok említett tulajdonságairól, továbbá azok laboratóriumban megállapított teljesítőképességéről.

A tervezett roncsolással járó lokális beavatkozások a következők:

- vakolat eltávolítás leveréssel
- közbelső földem feltárása rétegrend meghatározáshoz (fentről)
- falazati magminta fúrás
- talajmechanikai feltárások
- falazati porminta fúrások
- záróföldem sávos feltárása (szintén fentről)

A roncsolással járó vizsgálatok helyeit az Art-NT Kft. (2020) felmérési alaprajzain kerültek bejelölésre a 19. ábrához hasonlóan. Az összes épületszintre és a műemléki épületdiagnosztikai rész szakterületre kiterjedő részletes feltárási ábradokumentáció a mellékletekben található.



19.ábra A pinceszinten tervezett vakolatfeltárési és magminta vételezési helyek

Vakolat eltávolítás leveréssel: Megközelítőleg 40×40 cm alapterületű vizsgálati helyeket tervezek kialakítani a vakolat leverésével. A vizsgálati helyek feltárásának alapterületét és mélységi kiterjedését a falazati anyagok (kő, habarcs stb.) falsíkban előbukkanó dimenzióihoz szükséges illeszteni, mely miatt a feltárások alakja eltérhet. A tervezett, vakolatleveréssel történő feltárások pontos helyét, a mellékletekben részletezett ábrajegyzék mutatja. Az épületben, vakolatleveréssel történő feltárások tervezett száma: 64 db. Schmidt kalapáccsal történő helyszíni téglavizsgálatok elvégzését (1 db mérés / vakolatleverésnél előkerülő 1db téglá) tervezem elvégezni az adatok laboreredményekkel történő összevetéséhez.

Közbelső földem feltárása rétegrend meghatározáshoz: Megközelítőleg ugyancsak 40×40 cm alapterületű vizsgálati helyeket tervezek kialakítani a földszint, és az emelet kijelölt helyiségeiben a padlóburkolatok felől történő feltárásokkal. A feltárás célja a téglalobtozat feletti rétegrend és azok anyagainak megállapítása, továbbá az előkerülő esetleges beépített faanyagok (padló, vakpadló, párnafák stb.) kiegészítő faanyagvédelmi szempontú felülvizsgálata (fafaj, károsodások, fanedvesség stb.). A közbelső földemmezőknél tervezett 5-5 db feltárás pontos helyeit, a mellékletekben részletezett ábrajegyzék mutatja.

Falazati magminta fúrás: A mellékletekben meghatározott falazati helyeken, a pincszint és földszint vonatkozásában összesen 9-9db magminta vételezését tervezem elvégezni nedves eljárással. Míg a téglák esetében 130 mm névleges átmérőjű kb. 25-30 cm hosszú, addig a mészköveknél 80 mm névleges átmérőjű kb. 10-12cm hosszú magmintákra lesz szükség az anyagvizsgálatokhoz. A kő és téglá anyagok nyomószilárdságának meghatározását a magmintákból kialakított mintatesteken laboratóriumi vizsgálattal tervezem elvégeztetni. Ezen felül meghatározandó a habarcs állaga (pl. nyomószilárdsága) és kötőanyaga (mész stb.) mely vizsgálatokat reagenssel és tapasztalati eljárással szakértői hatáskörben.

Talajmechanikai feltárások, alapfeltárások: A mellékletekben meghatározott helyeken, az alábbi, fúrással történő feltárásokat tervezem elvégeztetni:

- 2db×4 m-es, kis átmérőjű (180 mm) függőleges fúrással a pincszinten
- 1db × 10m-es dinamikus szondázás függőleges fúrással belső udvarból készítve (pincszinten jelölve)
- 8 db kb. egyenként 1,5-2m² alapterületen megvalósuló alapfeltárás

Falazati porminta fúrások: A mellékletekben meghatározott, összesen 12 jelölt falazati helyeken, 2 ill. 3 magasságban a pincszint vonatkozásában porminta vételezését tervezem elvégezni kisátmérőjű fúróval (d<5cm, összesen 30db furat). A porminták laboratóriumi vizsgálatokhoz szükségesek a só- és nedvességtartalom meghatározásához.

Zárföldém sávós feltárása: A mellékletekben meghatározott, összesen 12 szakaszon sávós földemfeltárást tervezek megvalósítani a csapos gerendaföldémek felkevési oldalainak láthatóvá, vizsgálhatóvá tételére. A padlástéglák és feltöltés eltávolítást max. 30cm sáv szélességben tervezem kivitelezni. A feltárás a gerendavégek műszaki és faanyagvédelmi állapotának meghatározásához szükséges.

3.3.3 A tervezett javítások, helyreállítások

Míg a mészkőből vett magminták furatait quick-mix TERZITH-KA kőkiegészítő javító habarccsal, addig a téglák esetében quick- mix CM 45-W gyorskötő lőttbeton habarccsal tervezem lezárni a műszaki adatlapok alapján történő felhasználással. A felhasználni tervezett habarcsok műszaki adatlapjai a mellékletekben található. A falazatoknál megvalósítani tervezett vakolat leveréssel, valamint a zárófödémnél sávós feltárással járó beavatkozások nem kerülnek helyreállításra.

4. Az épület állagmegóvására irányuló javaslatok

Az épület fedél- és zárófödém szerkezetei vonatkozásában a beépített faanyagokat a kéziartban meghatározott helyeken látványos és évek óta fennálló gombafertőzés és részben rovarkárosítás érte, melyek intenzitása főként az épületrészek átnedvesedési intenzitásától függően alakul. A tartós átnedvesedés megszüntetése érdekében az épület héjazati, vízelvezetési problémáinak mielőbbi orvoslása javasolt. Ezen technikai lépések elmaradása esetén a későbbiekben elvégzett helyszíni faanyagvédőszeres kezelés hatékonysága erőteljesen lecsökkenhet, ami a fertőzés kiújulásához vezethet. Itt tartom fontosnak megjegyezni, hogy a 8-as rajzi jelölésnél az alsó cserepek a lécekről lecsúsztak, mely nem csak a beázások okoz, hanem adott esetben balesetveszélyes is lehet, így héjazati probléma mihamarabb javítandó. A beázások környezetében nedveskorhasztó gombafajok aktív jelenléte ugyan megfigyelhető volt a fedélszéken, azonban könnyező házigomba megtelepedésére utaló közvetlen képletek a fent leírtaknak megfelelően nem mutatkoztak. Ennek ellenére a tető- és zárófödém szerkezet felújítása során a falazattal érintkező, de bontás nélkül nem szemrevételezhető (jelenleg takart) fafelületek és falazatok is felülvizsgálandók legalább a kutatási tervben megjelölt sávós feltárással. Tekintve, hogy egyes épületrészek esetében a falazatokon is megtelepedő korhasztó gombák jelenléte volt igazolható, korábban nem gombamentesített, tartósan ázó falazatrészek szakszerű védőszeres kezelése szükséges. Ezt megelőzően minden falazattal érintkező gombakárosodott faanyag eltávolítandó vagy csonkolandó. Csonkolás, kivágás esetén nedveskorhasztók által károsított részen túl rostirányban legalább 30 cm-en, célszerű eltávolítani a szabad szemmel épnek ítélt faszöveti részeket is. Még a kivágást megelőzően az elemek kiváltásáról, átterheléséről vagy az ideiglenes alátámasztásáról gondoskodni szükséges. A csonkolt elemek károsodásmentes részei megelőző faanyagvédőszerrel is kezelendők a kitettség, veszélyeztetettség osztálynak megfelelően a javasolt védőszer műszaki adatlapján feltüntetett előírások szerint. Sem a felújításkor, sem pedig a későbbiek során a bent maradó, feltárt faanyagokat erőteljes és tartós páralecsapódásnak, átnedvesedésnek kitenni nem szabad. Amennyiben pl. a födém későbbi feltárásnál, könnyező házigomba megtelepedése is megállapítást nyer, úgy a falazatok, födémek szigorúbb gombamentesítése is javasolt (ha az statikailag egyáltalán lehetséges). Mivel a vizsgálataim során a beázások ellenére könnyező házigomba

jelenléte egyelőre nem igazolódott így az arra vonatkozó gombamentesítési protokoll lépéseire a jelen kéziratban nem térek ki.

Az épületfákon néhol a farontó rovarok (pl. házicincér) okozta szerkezeti károsodások is megfigyelhetők. Amennyiben a szerkezeti elem, szerkezet rész megtartása, helyreállítása a cél, és a későbbi terheléseket figyelembe véve a jelenlegi szerkezet rész elemeinek keresztmetszete legalább 30%-kal túlméretezett, akkor kivitelezést a rovarkárosított elemek bárdolásával javasolt kezdeni a tényleges keresztmetszetszökkenések pontos meghatározása érdekében. Ezt követően, a statikailag megtartható elemek, szerkezet részek tisztítást, portalaníttatást követően helyszíni faanyagvédőszeres eljárással (pl. locsolás) kezelendők. A szerkezeti elemek bárdolást követő keresztmetszetszökkenése, kiváltása, esetleg megerősítése vonatkozásában statikus szakember véleményének kikérése, ill. közreműködése javasolt. A szerkezet statikus által korábban pl. karcsúnak ítélt elemei, csak alátámasztásokat és/vagy tehermentesítéseket követően bárdolhatók, és azt követően megerősítendő vagy cserélendő. A faanyagvédelmi intézkedéseket a szakterületen kompetens, kellő szakmai tapasztalattal rendelkező szakember, cég végezze a műemlékvédelmi, környezetvédelmi, munkavédelmi és balesetmegelőzési előírásoknak megfelelően. Szakkivitelező hiányában a megszüntető és részben megelőző faanyagvédelmi intézkedések irányítására, felügyeletére műemléki faanyagvédelmi szakértő bevonása szükséges. A védőszerek, továbbá a rovar- és gombamentesítési technológiák a fedélszék részletes, továbbá a zárófödém a sávós feltárással járó felülvizsgálatát és szakvéleményezését követően határozandók meg az épületfák és az érintkező falazatok vonatkozásában.

A tartószerkezeti faanyagokkal nem érintkező alsóbb falazatok és a közbelső téglaboltozatos födécek esetében a szemrevételezés alapján jelentősebb állagmegóvási intézkedések nem szükségesek, kivéve a fent dokumentált pincehelyiségben fennálló nedvesedést és gombafertőzést. Ezzel kapcsolatban a szennyvízvezeték lejtése felülvizsgálandó, továbbá a dugózás szigetelése javítást, vagy cserét igényel. A helyiségben található gombafertőzött fa székek, továbbá a falazaton elterülő gombafonalak és micéliumok eltávolítandók, továbbá a helyiség átszellőztetése biztosítandó. Amennyiben a falazatok száradása és a gombaaktivitás megszűnése az intézkedéseket követően nem valósul meg, úgy a vakolat az építőkövek, téglák szintjéig eltávolítandó, továbbá helyiség technikai szárítása válhat szükségessé (pl. forrólevegős eljárással).

5. Összefoglalás

Kéziratomban célul tűztem ki, hogy rávilágítsak a hazai épületdiagnosztika és azon belül is kiemelten a műemléki épületdiagnosztika szakterülete szerepének fontosságára az épületeink „életminőségének” helyreállításában, javításában, meghosszabbításában. Ennek fényében igyekeztem objektív betekintést nyújtani az épületdiagnosztika aktualitásával, jelentőségével, rész szakterületeinek vizsgálati lehetőségeivel, továbbá a jogszabályi környezetével kapcsolatos legfontosabb összefüggésekbe.

A rendelkezésemre álló szakirodalmi adatok, továbbá a jogszabályi környezet releváns dokumentumainak áttekintését követően megállapítható, hogy a hazai épületdiagnosztika szakterületének kompetenciakörei az általános és műemléki épületek esetében jelentősen eltérnek egymástól. Míg műemléki védelem alatt álló épületek esetében kimondottan a teherhordó épületszerkezetek (pl. alapozások, falak, födémek, fedélszerkezetek) állnak az épületdiagnosztika fókuszában, addig az általános területeken szinte minden, az épülethez szervesen csatlakozó szerkezet állapotának vizsgálata a szakterület hatáskörébe tartozik. A releváns jogszabályok elmúlt években tapasztalt dinamikus változása is jelzi, hogy az általános és műemléki területen tevékenykedő szakterületek próbálják érvényre juttatni érdekeiket, mely véleményem szerint egy pozitív irányba mutató folyamat, ami a kéziratom megírásának időszakában sem érte el nyugvópontját. Mindezek mellett kiemelhető, hogy a szakmai és a jogszabályi nyelvezet egyelőre nem egységes, továbbá az utóbbiban nevesített rész szakterületek, mint a faldiagnosztika és a faanyagvédelem, átfedéseit nem sikerült mindeztáig feloldani. Ennek ellenére a hazai gyakorlatban az tapasztalható, hogy a rész szakterületek együttműködése többnyire megvalósulni látszik, így a faanyagvédelemmel és faldiagnosztikával foglalkozó épületdiagnosztikai szakértők, továbbá a műemléki restaurátorok szinergiában megvalósuló együttműködésével a műemléki épületek szakszerű állagmegóvása, értékmegőrzése biztosítható. Sajnálatos módon megemlítenő viszont, hogy a hazai tapasztalatok alapján akadnak olyan műemléki épületdiagnosztikai szakértők is, akik a hazai jogszabályi környezet anomáliáit kihasználva tőlük idegen rész szakterületen is tevékenykednek, mely remélhetőleg az építésügyi és az építésüggyel összefüggő szakmagyakorlási tevékenységekről szóló 266/2013. (VII. 11.) Korm. rendelet 2021-ben megtörtént módosításával visszaszoríthatóvá válik a közeljövőben. Konkrét példával élve, ha a műemléki területen faanyagvédelmi szaktudással nem rendelkező műemléki épületdiagnosztikai szakértők faanyagvédelmi felülvizsgálati, művezetési tevékenységet folytatnak, akkor az a műemléki érték megőrzésével ellentétes folyamatokhoz vezethet (pl. könnyező házigomba károsítás kiújulása).

Diplomamunkám gyakorlati részének alapjául szolgálóan áttekintettem a fal – és födém szerkezeti műszaki, valamint faanyagvédelmi épületdiagnosztika vizsgálati lehetőségeit és az azokkal kapcsolatos legfontosabb összefüggéseket. A bemutatott vizsgálati lehetőségek közül szemrevételezéssel elvégezem egy szabadon választott műemléki épület (Budapest, Üllői u. 7.) épületdiagnosztikai szempontú felmérését, továbbá kutatási, feltárási mintatervet készítettem az általam szükségesnek ítélt roncsolással járó vizsgálatok hatósági engedélyezéséhez. A faanyagvédelmi szempontú

diagnosztika alapján rajzok, ábrák formájában rögzítettem a fedélszék tényleges és a zárófödém vélelmezett szerkezeti kialakítását, továbbá az elkészített ábrák segítségével bemutattam az általam vizsgálható szerkezeteknél tapasztalt legfontosabb észrevételeket, károsodásokat. Ennek megfelelően megállapítható volt, hogy a héjazat anomáliái miatt a fedélszék és zárófödém több helyen átnedvesedik, mely az érintett faanyagok károsodásához vezet. A látott jegyek alapján ugyan a teljes fedélszék lebontása nem indokolt, viszont a kéziratban javasolt sávos, zárófödém feltárásokat követően szükséges komplex módon meghatározni a faszerkezetekkel kapcsolatos faanyagvédelmi és helyreállítási intézkedéseket. Ezzel összefüggésben javasolt a fedélszék elemszintű, részletes felülvizsgálata szakvéleményezése is, melyet megelőzően a tetőtérben betárolt lim-lomok, építési törmelékek eltávolítandók.

Az épület falazati és közbelső födémrendszere vonatkozásában ellenőriztem a rendelkezésre álló alaprajzokat, melyek segítségével bemutattam a szerkezetekre vonatkozó legjelentősebb észrevételeket. A látható jegyek alapján a falazatok és téglaboltozatos belső födémek vonatkozásában jelentősebb, látható épületdiagnosztikai jegyek, mint pl. repedések, le- és behajlások, sókiválások stb. nem mutatkoztak, viszont egy pincehelyiségben a szennyvízcsatorna szivárgása miatt az érintett falazatok, aljzat és az ott tárolt fa székek nedvesek, továbbá azokon farontó gomba megtelepedése is igazolódott.

Az épület későbbi hasznosítása, felújítását követően törekedni szükséges a tetőszerkezet héjazatának és vízelvezető rendszerének folyamatos felülvizsgálatára és karbantartására az állagmegóvás, értékmegőrzés jegyében.

6. Köszönetnyilvánítás

Első sorban köszönetemet szeretném kifejezni témavezetőmnek, Prof. Dr. Markó Baláznak és külső konzulensemnek, Dr. Arany Piroskának, hogy javaslataikkal, tanácsaikkal segítették a munkámat e kézirat megírása során. Másodsorban nagyon köszönöm a Szalamandra Sure Faith House Kft. –nek, hogy hozzájárultak a Budapest Üllői út 7. épület vonatkozásában rendelkezésükre álló dokumentumok (pl. felmérési anyagok stb.) hivatkozások szabályainak betartása mellett történő felhasználáshoz, továbbá ahhoz, hogy az épületben elvégzett szemrevételezéses épületdiagnosztikai vizsgálataim eredményeit a diplomamunkámban közzé tehessem.

7. Hivatkozásjegyzék

Publikációk:

Ágostháziné Dr. Eördögh É., Dr. Gilyén N., Dr. Haszmann I., Tóth E. (2004) :
Épületdiagnosztika, Műszaki Könyvkiadó Budapest, 2004

Arató A., Dulácska E. (1994): Épületek teherhordó szerkezeteinek diagnosztikája
(egyetemi segédlet). Budapest, BME, Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék, 1994

Arcanum (2022): <https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/Lexikonok-magyar-etimologiai-szotar-F14D3/d-F1C23/diagnozis-F1CF8/> (2022.02.23.)

Bajza J.(2006): Szemrevételezéses épületdiagnosztika. Terc Kft., Budapest, 2006

Divós F. (1994): Faanyagvizsgálat, könyvrészlet a Sitkei Gy. (szerk.) A faipari műveletek elmélet c. könyvben, Mezőgazdasági szaktudás Kiadó Kft., Budapest, 1994

Fakopp (2022): Csavarállóság-mérő, Fakopp Enterprise Bt. Ágfalva, hivatalos honlapja
<https://www.fakopp.com/hu/product/withdrawal/>
2022.04.27-i állapot

Fejérdy T. (szerk. 2011): Karták könyve- Műemlékvédelmi, örökségvédelmi dokumentumok gyűjteménye, Építésügyi Tájékoztatási Központ Kft., Budapest, 2011

Kertész P. (1983): A műemléki kőanyagok közettani azonosításának eddigi tapasztalatai, Földtani kutatás XXVI. évf. 4. szám. 5-16. p.

Horváth N. (2019): A száraz termikus modifikáció a technikai faanyagvédelem szolgálatában, Soproni Egyetem Kiadó, Sopron, 2019

Koppány A. (2000): Épületdiagnosztika - építési hibák - építési patológia, Magyar építőipar, 2000. (50. évf.), 11-12. sz., 341-350. p.

Lányi E. (2010): Környezettudatos épített környezet – A modellváltás elvei és építészeti eszközei, PhD értekezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építészmérnöki Kar Épületszerkezettani Tanszék Budapest, 2010

Lepel A. (2009): Az ipari épületek második élete és újrahasznosításuk folyamata, PhD értekezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építészmérnöki Kar Építéskivitelezési Tanszék Budapest, 2009

Resistograph (2022): Rinntech-Metriwerk GmbH & Co által gyártott Resistograph hivatalos honlapja
<http://www.resistograph.com/images/wissenschaft/04-highres.jpg>
2022.04.27-i állapot

Reul H. (2007): Handbuch Bautenschutz und Bausanierung, Rudolf Müller Verlag, Köln, 2007

Rik, Kumpová I., Vopálenský M., Lautenkranc Ř. (2017): Analysis of Baroque Sculpture Based on X-Ray Fluorescence Imaging and X-ray Computed Tomography Data Fusion. <https://www.semanticscholar.org/paper/Analysis-of-Baroque-Sculpture-Based-on-X-Ray-and-Rik-Kumpov%C3%A1/c51eeb7a6d71b3bf26c2356002ed11cb88b6835b>

Scheiding W., Grabes P., Haustein T., Haustein V., Nieke N., Urban H., Weiß B. (2021): Holzschutz, Holzkunde – Pilze und Insekten – Konstruktive und chemische Maßnahmen – Technische Regeln – Praxiswissen, Carl Hanser Verlag, München, 2021

Szécsi Zs. (2020): Építéstörténeti tudományos dokumentáció - Budapest IX. kerület, Üllői út 7., hrsz: 36812 műemlék épület, Örökségvédelmi tervező és szolgáltató Kft., Budapest, 2020

Trotman P. (2001): Feedback from building pathology – helping or hindering, CIB World Building Congress, April 2001, Wellington, New Zealand

Jogszabályi dokumentumok:

Étv. (1997): 1997. évi LXXVIII. törvény az épített környezet alakításáról és védelméről 2022.03.29-én hatályos állapot

Kötv. (2001): 2001. évi LXIV. törvény a kulturális örökség védelméről 2022.03.29-én hatályos állapot

Műszkr. (2013): 439/2013. (XI. 20.) Korm. rendelet a régészeti örökséggel és a műemléki értékkel kapcsolatos szakértői tevékenységről 2022.03.29-én hatályos állapot

Észtkr. (2013): 266/2013. (VII. 11.) Korm. rendelet az építésügyi és az építésüggyel összefüggő szakmagyakorlási tevékenységekről 2022.03.29-én hatályos állapot

Magyar Közlöny (2021): Magyar Közlöny 201. szám, 2021. november 8. <https://magyarkozlony.hu/dokumentumok/b9c4722a046f0c750337e8c9d2fac2c01eb665f5/megtekintes>

618/2021. (XI. 8.) Korm. rendelet az építésügyi és az építésüggyel összefüggő szakmagyakorlási tevékenységekről szóló 266/2013. (VII. 11.) Korm. rendelet módosításáról 2022.03.29-én hatályos állapot

323/2016. (X. 27.) Korm. rendelet a külföldi bizonyítványok és oklevelek elismeréséről szóló 2001. évi C. törvény hatálya alá tartozó ügyekben eljáró hatóságok kijelöléséről, valamint a nyilatkozattételi kötelezettség alá eső szolgáltatások felsorolásáról szóló 33/2008. (II. 21.) Korm. rendelet, a régészeti örökséggel és a műemléki értékkel kapcsolatos szakértői tevékenységről szóló 439/2013. (XI. 20.) Korm. rendelet, valamint a régészeti örökség és a műemléki érték védelmével kapcsolatos szabályokról szóló 39/2015. (III. 11.) Korm. rendelet módosításáról

MMK FAP (2015): Horváth N., Csupor K., Babos R., Németh L.: A faanyagvédelmi szakértők (FV-SZ) munkájához szervesen kapcsolódó hatályos jogszabályok felülvizsgálata és módosítási javaslatrendszerének kidolgozása, Magyar Mérnöki Kamara Erdőmérnöki, Faipari és Agrárműszaki Tagozatának (EFA) feladat alapú pályázati anyaga, 2015

Szabványok, direktívák:

2/2019. (VII.1.) ÉPMI Falazott szerkezetek nedvesség és sóvizsgálata, műszaki irányelv, Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft., Szentendre, 2000
2022.03.29-én hatályos állapot

DIN 4074-1:2012-06 Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit - Teil 1: Nadelschnittholz

DIN 4074-2:2021-01 Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit - Teil 2: Baurundholz (Nadelholz)

DIN 4074-3:2008-12 Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit - Teil 3: Apparate zur Unterstützung der visuellen Sortierung von Schnittholz; Anforderungen und Prüfung

DIN 4074-4:2008-12 Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit - Teil 4: Nachweis der Eignung zur apparativ unterstützten Schnittholzsortierung

DIN 4074-5:2008-12 Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit - Teil 5: Laubschnittholz

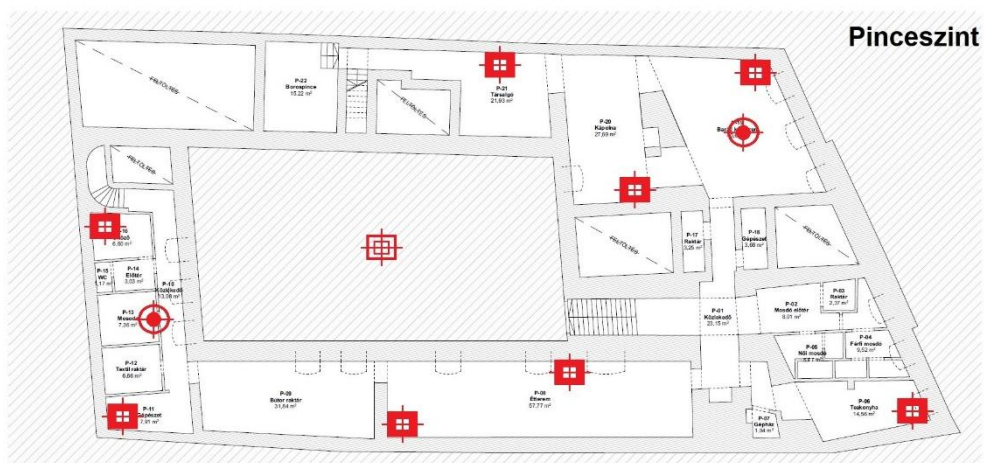
MSZ EN 338:2016 Szerkezeti fa. Szilárdsági osztályok

8. Mellékletek

8.1 A pinceszinten megvalósítani tervezett feltárások helyei



Ahol: - vakolat leverés - kő magminta fúrás
 - téglá magminta fúrás

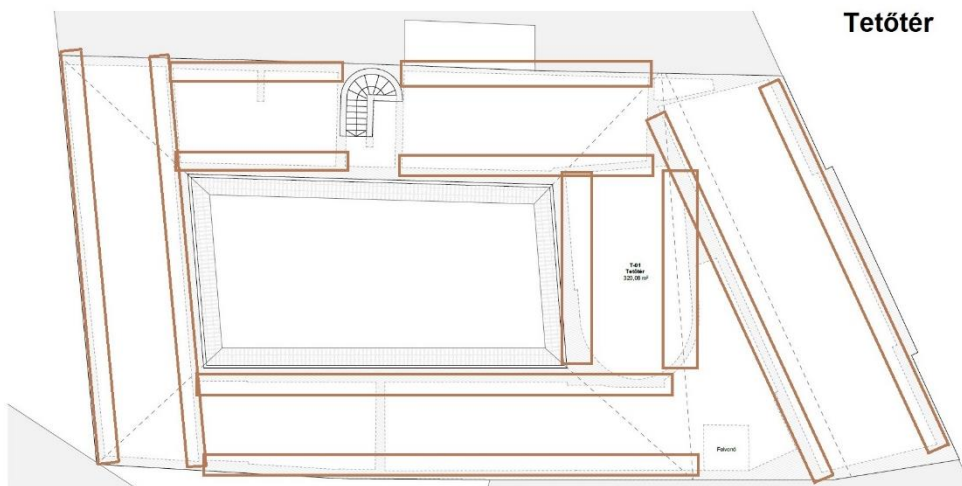


Ahol: -dinamikus szondázás - alapfeltárás
 - Ø180 mm fúrás

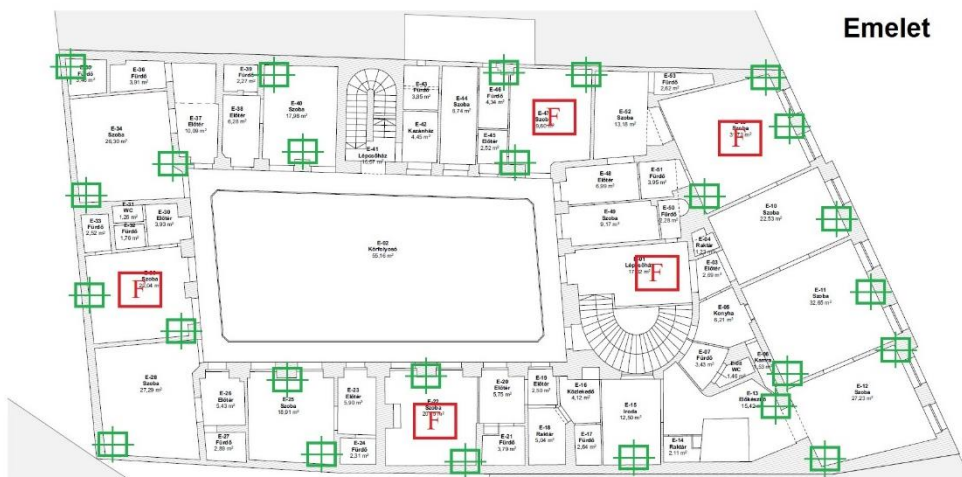


Ahol: - porminta fúrási szelvény 3 magasságból
 - porminta fúrási szelvény 2 magasságból

8.2 A fölszinten, emeleten és tertőtéren megvalósítani tervezett feltárások helyei



Ahol:  - zárófödém padlásteri feltárása



Ahol:  - vakolat leverés
 - földem feltárás



Ahol:  - vakolat leverés
 - kő magminta fűrés
 - téglamagminta fűrés
 - földem feltárás

8.3 A feltárási furatok lezárására szolgáló habarcsok műszaki adatlapjai

A műszaki adatlapok megtalálhatók a következő linkeken:

http://www.technowato.hu/data/products/quick-mix-cm-45-w_muszaki_adatlap.pdf

http://www.technowato.hu/data/products/quick-mix-terzith_muszaki_adatlap.pdf,

továbbá a kézirat kötetett változatában a következő 3 számozatlan oldalon.