

DIPLOMAMUNKA

DOBNER CSABA

SOPRON

2023

Soproni Egyetem
Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar
Faipari és Műszaki Intézet



**SOPRONI
EGYETEM** | FAIPARI MÉRNÖKI ÉS
KREATÍVIPARI
KAR

**A pityerszeri, műemléki védelem alatt álló Visontai ház fal- és
födém szerkezetének faanyagvédelmi vizsgálatai**

Témavezető:
Dr. Horváth Norbert
egyetemi docens

A dolgozat készítője:
Dobner Csaba
II. évf. faipari mérnök MSc.
hallgató



DIPLOMADOLGOZAT FELADAT

Szaktervező neve:	Dobner Csaba
A szaktervező Neptun kódja:	P6CRXT
Szaktervező címe:	A pítverszeri, műemléki védelem alatt álló Visontai ház fal- és fűdém szerkezetének faanyagvédelmi vizsgálata
Intézeti konzulens(ek):	Dr. Horváth Norbert egyetemi docens
A dolgozat kódja	FMK-FEMI-1-2023-D

Elvégzendő feladatok

1. A fellelhető levéltári adatok alapján végezzen irodalomkutatást az műemléki épület vonatkozásában, továbbá dolgozza fel az épületszerkezeteknél meghatározott fafaj(ok)ra vonatkozó hazai és külföldi szakirodalmat a vizsgálandó tulajdonságokkal összhangban.

2. Mutassa be a helyszíni faanyagvédelmi diagnosztikai vizsgálat folyamatát.

3. Mutassa be mintavételezési, minta előkészítési és a vizsgálandó tulajdonságok meghatározási módszereit, továbbá a vizsgálatok során alkalmazott eszközöket.

4. Végezze el az alábbi vizsgálatokat és részletesen mutassa be, értékelje a kapott eredményeket:

- a feltáráskor előkerülő épületelemek károsodásainak, károsítóinak beazonosítása
- az épületszerkezetekre jellemző faanyagokból vételezett minták segítségével:
 - sűrűségi és egyensúlyi fanedvességi vizsgálata
 - nyomószilárdság meghatározása
 - gombabontás mértékének meghatározása (legalább egy releváns tenyésztettel)

5. A részletes elemzést követően röviden foglalja össze és értékelje a kapott vizsgálati eredményeket a feldolgozott szakirodalmi adatok tükrében.

Beadási határidő: 2023.május 26.

Sopron, 2023. március 10.


Prof. Dr. Magoss Endre
dékán




Dr. Fehér Sándor
intézetigazgató



SOPRONI
EGYETEM

FAIPARI MÉRNÖKI ÉS
KREATÍVIPARI KAR
9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4.

NYILATKOZAT

Alulírott (név) Dobner Csaba.....(neptun kód: PGCRXT.....) jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy a Á. p. i. tyerszeri, műemleki védelem alatt álló Visontai ház fal- és) című (megfelelő rész aláhúzendő) fordémszerkezetek faanyagvédelmi vizsgálatai

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, 2023.05.26.



hallgató

Tartalom

1. Bevezetés, célmeghatározás	7
2. Szakirodalmi áttekintés	9
2.1 A hagyományos őrségi településszerkezet és az épületek jellemzői	9
2.1.1 A Visontai ház történeti bemutatása	10
2.1.2 A boronafal jellemzése	12
2.2 Az épületszerkezetben vizsgált fagerendák fajtájának meghatározása	15
2.2.1 Szakértői vélemény a fafajokról	15
2.2.2 A kibontott fenyőgerendák mikroszkopikus elemzése	16
2.2.3 A kibontott tölgygerenda vizsgálata	18
2.3 Az épületszerkezeteknél meghatározott fafajokra vonatkozó hazai és külföldi szakirodalom	20
2.3.1 Hazai szakirodalom	20
2.3.2 Külföldi szakirodalom	24
3. A Visontai ház faanyagvédelmi diagnosztikai vizsgálatának bemutatása	26
3.1 A kivitelezés előzménye	26
3.2 Előzetes faanyagvédelmi szakértői vélemények	26
3.4 A kivitelezés bemutatása	34
3.4.1 A bontási munka rövid leírása	34
3.4.2 Az építési munka rövid leírása	37
4. Mintavételezés, minta előkészítés és a vizsgálandó tulajdonságok meghatározási módszerei	40
4.1 Mintavételezés bemutatása	40
4.2 Minta előkészítés és a mintadarabok megtervezése	41
4.3 A vizsgált tulajdonságok meghatározásának módszerei	43
4.3.1 Normál klímához tartozó sűrűség meghatározása	43
4.3.2 Normál klímához tartozó egyensúlyi fanedvesség meghatározása	44
4.3.3 Nyomószilárdság meghatározása	45
4.3.4 Gombabontás mértékének meghatározása	47
5. Vizsgálati eredmények bemutatása és értékelése	53
5.1 Normál klímához tartozó sűrűségi vizsgálat eredményeinek bemutatása	53
5.2 Normál klímához tartozó egyensúlyi fanedvesség vizsgálatának eredményei	54
5.3 Nyomószilárdság vizsgálati eredményeinek bemutatása	56
5.4 Gombabontás vizsgálati eredményeinek bemutatása	59

6. Összefoglalás	66
6.1 Az elvégzett munka rövid ismertetése	66
6.2 A diplomamunka főbb eredményei	67
6.3 Az eredmények gyakorlati hasznosítása	68
6.4 Javaslatok a munka folytatására	68
7. Köszönetnyilvánítás	69
8. Irodalomjegyzék	70
9. Mellékletek	72

1. Bevezetés, célmeghatározás

Dobner Csaba vagyok, tagja, munkatársa egy évtizedek óta faanyagvédelemmel foglalkozó cég szakértői csapatának, amely a faanyagvédelmi munkák szakértését, tervezését, kivitelezését végzi. Közös erővel azon fáradozunk, hogy megóvjuk a faszerkezeteket az esetleges tűzkártól és a különböző kártevőktől (gomba, rovar).

A fa védelme – egyáltalán a faanyagismeret – mindig is érdeklődésem középpontjában állt. A faanyagvédelem tulajdonképpen közvetett környezetvédelem, mert a fatermékek minőségének megóvásával, használati időtartamuk meghosszabbításával csökkenti a fafelhasználást, elősegíti erdeink kímélését.¹

A Soproni Egyetem Faipari mérnök mesterképzés szak faanyagvédelmi szakiránya biztosította számomra a megfelelő keretrendszer, a szakismeretek, a fával kapcsolatos mérnöki ismeretek elsajátításának lehetőségét. Megismerhettem a szakma részleteit, a szükséges speciális ismereteket a faanyagvédelem területén.

Tudatosult bennem, hogy a faanyagvédelem szakmaterületén belül leginkább a faanyagot károsító kártevők (gomba, rovar) felismerése, a faanyagvédelemben használt védőszerek hatásmechanizmusának és kémiai összetételének megismerése azok a területek, melyek az érdeklődésem középpontjában állnak, ezért választottam diplomamunkám témájának a pityerszeri műemléki védelem alatt álló Visontai ház fal - és fődémszerkezetének faanyagvédelmi vizsgálatait. Az Őrségi Népi Műemlékegyüttesben található Szalafő-Pityerszeri Skanzen impozáns épülete 2020-ra életveszélyessé vált a falakat és fődémet károsító kártevők miatt, ezért az Őrségi Nemzeti Park Igazgatósága elrendelte az állagmegóvó munkálatokat a lakóházon annak érdekében, hogy az megőrizhető legyen az utókornak. A vizsgálatok azt mutatták, hogy ez a cél csak a történelmi épület teljes felújításával és a már nem megmenthető részek rekonstrukciójával érhető el. A generál kivitelezést a népi építészeti házak helyreállításában több

¹Dr. Gyarmati Béla: Faanyagvédelem – környezetvédelem (<http://www.anyagvedelem.hu>)

évtizedes tapasztalattal rendelkező, jelenlegi munkahelyem, a Pannon-Protect Kft. végezte, ahol a speciális munkák elvégzéséhez (mint kemenceépítés, fal sártapasztás stb.) speciális szakembereket vontunk be.

Egy ilyen felújítási munka nem csak faanyagvédelemből áll, rendkívül komplex örökségvédelmi jogszabályokkal körbeástaított folyamat. Alapvető cél, hogy a kész ház az egykori megjelenést tükrözze, továbbá az ősi technológiák, szerkezeti megoldások alapján készüljön, de cél az is, hogy hosszú távon fenntartható, karbantartható épület jöjjön létre.

Így volt lehetőségem részt venni a boronafalas Visontai háznak a lebontásában, majd újra építésében. A károsodott faelemek helyére az Őrségből származó új faszerkezeti elemek kerültek beépítésre. A bontási munkák közben kiválasztottam a diplomamunkám alapjául szolgáló vizsgálatokhoz szükséges faelemeket, amiket faanyagvédelmi szempontból ellenőriztem, letisztítottam és sorszámokkal láttam el. Vettem károsodott erdei fenyő (*Pinus sylvestris*) és kocsányos tölgyfa (*Quercus robur*) mintákat (a falból és a földéből), majd elvégeztem azok laboratóriumi anyagvizsgálatát faanyag tudományi szempontból.

Kutatásom során vizsgáltam a kibontott és az új beépített faanyagok gomba (pincegomba, házi kéreggomba és labirintus tapló) bontással szembeni ellenálló képességét. Kerestem a választ a faanyagok hasonlóságaira és különbségeire a nyomószilárdság, egyensúlyi fanedvesség, illetve sűrűségi jellemzők tekintetében.

Diplomamunkámban tehát diagnosztikai céllal hasonlítom össze a műemlék épületben 200 éve beépítésre került erdei fenyő és tölgyfa fizikai paramétereit a napjainkban elérhető és a tavalyi évben beépített faanyagokkal.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1 A hagyományos őrségi településszerkezet és az épületek jellemzői

Az Őrség az ország nyugati szegletének történelmileg, földrajzilag jól körülhatárolható tájegysége. Települései a gyepűrendszer védelmére letelepített őrállók szálláshelyeiből alakultak ki. Az örök a dombok tetején telepedtek meg. Ma is élő szájhagyomány szerint 108 család kapott őrállást, s mint a király szolgálatában állók kiváltságokat élveztek. Katonai szolgálatuk fejében területi nemességet kaptak, a megyétől független önkormányzattal rendelkeztek. Előjáróságuk előbb Nagyrákoson, majd Óriszentpéteren volt.

Az Őrségre a szeres települési forma jellemző. A szerek tipikus Alpok aljai dombvidéki telepek, melyek a domborzati viszonyokhoz alkalmazkodtak.

A 19. században a laposabban fekvő településeken megindult egy *utcásodási* folyamat, de a dombvidéki falvak megőrizték szeres jellegüket. A régi településképet legjobban konzerváló falu - Szalafő - 7 szerből áll. Szerei a Zala völgyét övező dombláncok tetején ülnek. A legmagasabb domb a Pityerszer, a pacsirtáról (pityer) kapta nevét.

A szerek világában a kerítések szinte ismeretlenek voltak. A porták határát, a „mögycét” évszázados gyümölcsfák vagy mesterségesen emelt földhányások jelentették. Vesszőfonattal vagy rúdfákkal csak a veteményest és a gyerekek számára veszélyes *tókat* kerítették el.

Az őrségi portákon igyekeztek mindent egy fedél alá építeni. Külön csak a nagyméretű pajta, a favágító, a méhes, valamint az élelmiszerek tárolására szolgáló földszintes vagy emeletes *kástuk* álltak. A pajtákat gyakran istállóval vagy kamrával építették össze. A kástuk általában a lakóházzal szemben épültek.

A történeti adatok, korabeli térképek szerint a lakóházak hajlított vagy kerített alaprajúak voltak. A kerített házak 3-4 oldalról záródtak. Előnyösen szolgálták a már istállózó, de még jelentős mértékben legeltetésre is támaszkodó félrideg állattartást. Az épületek „első tekerülete” a lakórész volt. A kereszt szárnyban általában kamrák, a lakórészsel szemben istálló és ólak helyezkedtek el. A negyedik oldalt magas, boronagerendákból álló kerítés és fedeles kapu zárta. A

zárt udvarban a szabad ég alatt teleltek a nagy számban tartott - istállóba már nem férő - szarvasmarhák.

2.1.1 A Visontai ház történeti bemutatása



1. ábra A pityerszeri Visontai ház 1977-ben (Savaria Múzeum)

A Visontai ház (1. ábra) a már fentebb említett Szalafőn, Pityerszeren található. Műemlék (**azonosító: 9344; törzsszám: 8071**) és az Őrségi Népi Műemlékegyüttes részét képezi. A több századnyi hagyományokat őrző településszerkezet megőrzésére a Vas megyei Múzeumok Igazgatósága megvásárolta a Pityerszer jelentős részét. Három porta épületei és a hozzá tartozó beltelkek kerültek múzeumi kezelésbe. A műemlékegyüttes negyedik lakóházát pedig - egy korábban elbontott épület helyére - a Papszerről telepítették át, ezzel rekonstruálták az eredeti településképet.

Az irodalmi kutatómunkámat az illetékes Vas megyei Múzeumok Igazgatóságához tartozó szombathelyi Savária Múzeumban kezdtem. Itt ismerkedtem meg Nagy Endre muzeológus úrral, aki megszervezte nekem a kutatási engedély kiváltását. Ennek az engedélynek a birtokában fértem hozzá

az épületfelmérési rajzokhoz, illetve a sok, nyilvánosság előtt nem publikus fényképhez is. (1. számú melléklet)

A **Visontai porta** épületei több száz év történelmi és gazdasági folyamatairól beszélnek.

Az **emeletes kástu** a műemlékegyüttes legértékesebb épülete. A kástuk a középkor folyamán az Alpok térségében kialakult különálló, boronafalú kamraépítmények. Földszintes és emeletes változataik is épültek. Az emeletesek közül egyedül a szalafői maradt meg. Földszinti kamrájában dongás és fonott hombárokban volt a gabona, de ide tették a lisztesládát, és a lugason termelt bort is.

A színben préselték a szőlőt. Itt volt a szekér és sok mezőgazdasági szerszám helye. Emeletén, a sározatlan falu „fölkástuban” élelmiszereket, zsírt, húsféléket, *kópicokban*, régi cserépedényekben hajdinát, babot, kölest, aszalt gyümölcsöt tartottak. A padlásra ócska lim-lom került, de a „harmatulásig” itt száradt a len is. A kástu mellett vízgyűjtő **tóka** van. A tókák mesterségesen ásott 3-4 méter mély gödrök. Az agyagos talaj következtében víztartóak. A telek felszíni vizeit, az épületekről lezúduló esővizet gyűjtik össze. Fontos szerepük volt, hiszen a településnek csak a szerek között lévő, úgynevezett völgyi kútjai voltak. Oda jártak az asszonyok és lányok ivóvízért, de az állatok itatása vagy a len- és kenderneműk mosása a "szapulás" már a tókák vizéből történt.

„A **lakóház** közel 200 évvel ezelőtt kerített háznak épült. A tornác végében lévő kiskapuknak akkor volt funkciója. Az egyik a bejárat volt, a másikon a kert felé lehetett kimenni az udvarból.

Az évtizedek folyamán legnagyobb változáson a lakóház ment át. Eredetileg kémény nélkül épült. Füstökonyhás időkben a padlásra felszálló füst áramoltatása érdekében oromzata nyitott volt. Fűrészelt deszkázatát 1910 körül kapta. Ekkor szüntették meg a füstökonyhát. Polgári ízlésnek megfelelően kivágták a konyha mestergerendáját, és levakolták kormos mennyezetét.

A régi sárkemence helyére mászókéményhez kapcsolódó nagyméretű tüzelőberendezés épült. A kémény alatt katlan, mellette átlósan kemence, aztán a sütők és a tűzhely van. Vakolt, meszelt kivitelű, vasalatai díszes lakatosmunkák.

Az új típusú konyha átalakította a ház belső tereinek funkcióját. Az állandóan fűtött helyiségekben megjelentek az ágyak, ezek lettek az idősök fekvőhelyei. Általában a szoba kapott új berendezést, a régi ágyak, padok, székek kerültek át a konyhába.” (Nagy Endre, 2006)

A szobák meghatározó építménye a cserépkályha. **Visontaiéknál** a konyha átalakítása után egy darabig még megtartották a szoba régi, téglalábazatra épített, kívül fűtős cserépkályháját. A konyhában, a kémény bal oldalán látható, vasajtóval ellátott falpillér ennek fűtésére, füstjének az új kéménybe való bevezetésére szolgált.

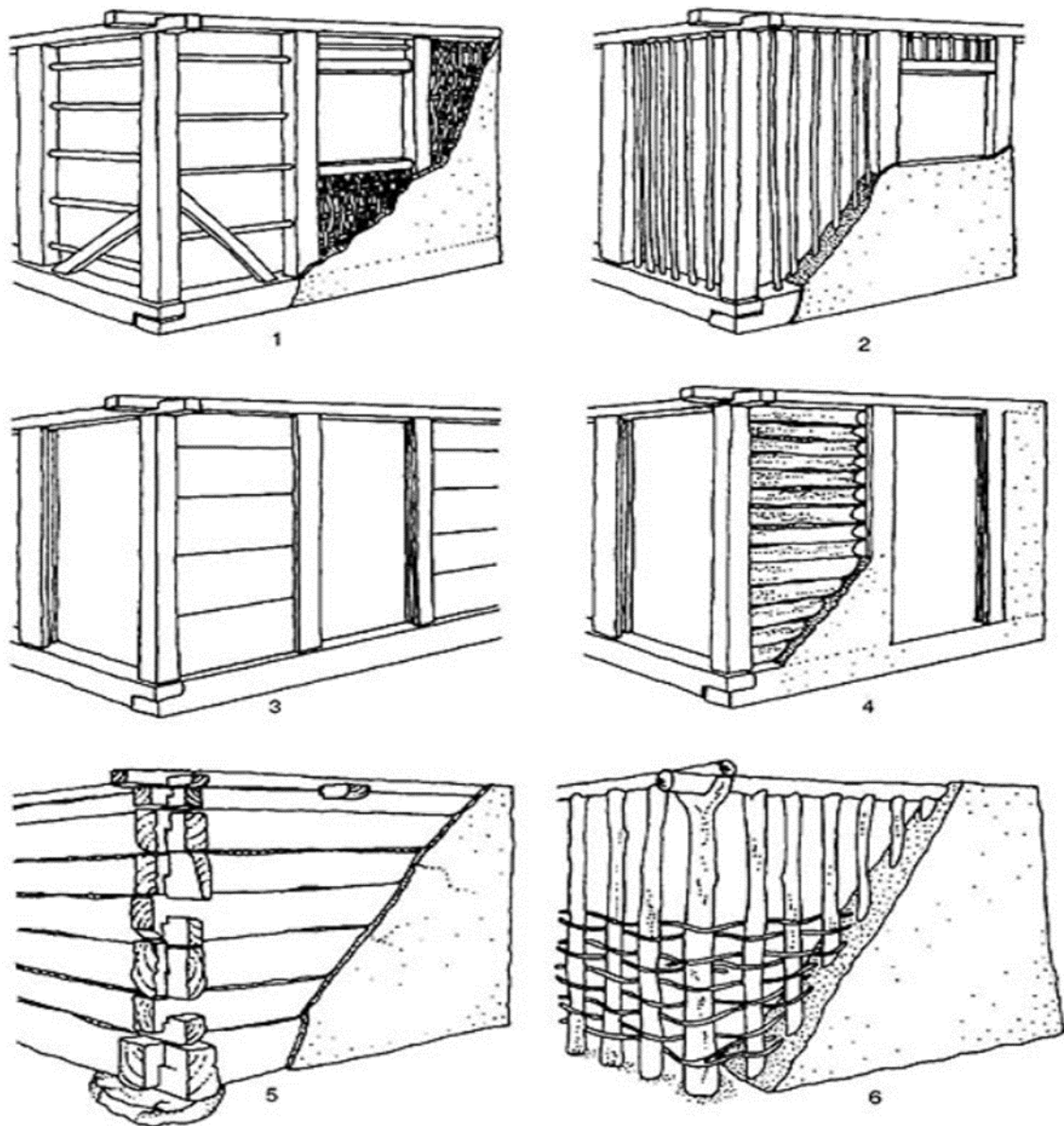
A hajdani kerített ház elbontott részeinek helyére 1928-ban építettek új, tornácos istállópajtát.

Az őrési ember számára az állatok jelentették a megélhetést. A gazdasági épületeket mindenütt előbb korszerűsítették, mint a lakóházakat. A pajtát tornácos istállóval és egy kamrának, szobának egyaránt használható helyiséggel építették egybe. Az új gazdasági épület völgy felőli homlokzata háromablakos, lakóházra emlékeztető. Kamrájának kéménye is van. A régi lakóház átépítésekor ez a helyiség szolgált volna a család lakóhelyéül, de a boronaházat már nem építették át.

2.1.2 A boronafal jellemzése

Az Őrség a hagyományos faépítkezés területére esik. Erdőségei a boronaházak építésének kedveztek. A magyar boronaépítkezés történetével kapcsolatban nagyon kevés konkrét adattal rendelkezünk. A *borona* szó szláv eredetű, nyelvemlékeinkben először a 15. században fordul elő *gerenda* jelentéssel.

A fából készült falnak (2. ábra) több technikai változata terjedt el a magyar nyelvterületen, a két legjellemzőbb a boronafal és a *zsilipelt* fal.



2. ábra. A vázszerkezetű és boronafalak típusai:

1. talpas vázszerkezet, sövény kitöltéssel;
2. karóközös sárfal;
3. zsilipelt fal;
4. zsilipelt boronafal;
5. boronafal;
6. cölöpvázás sövényfal (Sabján, Buzás 2003)

A boronafal alapját vastag tölgyfagerendák alkotják, melyeket a sarkokon nagy kövekre vagy tuskókra fektetnek, s erre vízszintesen fekszenek aztán fel az egyenes gerendák, a *boronák*. A boronák általában faragatlan, hengeresen hagyott, lehántolt, esetleg kissé megbárdolt tölgy- vagy fenyőgerendák voltak. Összeerősítésükre több módszer is létezett. A legelterjedtebb eljárás az ún. **keresztfejes boronafal**, mely kétféle eljárással készült. Az egyszerűbb és régibb

eljárás során a boronák végétől visszaszámított 15–20 cm távolságban a hosszirányra merőlegesen alul, ritkábban felül is félkör alakú vájatot, *fészket* faragtak, mely lehetővé tette, hogy rá keresztben másik boronát lehessen fektetni. Így váltakozva helyezték a fatörzseket egymásra merőlegesen. A ház sarkain, illetve a közfalaknál, ahol az egyik borona merőlegesen találkozik a másikkal, a gerendák túlnyúltak a fészkelés helyén. A túlnyúló részt *gerezdnek* is nevezték. A keresztfejes fészkelte gerendakötés fejlettebb változata a *vályús kötés*, melynél a bevágás nem félkör, hanem szögletes vonalú. A változat előnye, hogy a boronák jobban fekszenek egymáson, tartósabbak.

A boronák összeerősítésének másik változata a csapolt vagy lapolt gerendakötés. Ez esetben a boronák már kissé megmunkáltak, bárdoltak, szögletesre faragottak, s az összeillesztés bonyolult csapolással történik. A boronavégek ez esetben is túlnyúlhatnak az összeerősítés helyén, ekkor *keresztvéges lapolásról* beszélünk. Ha a csapoláson túlnyúló részt lefűrészelték, ezt *fecskefarkas lapolásnak* hívták. Az emlékezet szerint ez az utóbbi az elterjedtebb.

Ismert eljárás volt az is, amikor a boronákat ún. *zsilipelt technikával* erősítették össze. Ennek lényege az, hogy a talpgerendákba a sarkoknál és a nyílászárók helyén függőleges oszlopokat állítottak, melyek egymással szemben álló lapjaiba vájatot, hornyot, *rovást* vágtak, s felülről lefelé ebbe csúszatták be a boronákat. Ez az újabb technológia már átmenet a gerendavázis falszerkezetek irányába, komoly megmunkálást igényelt már a falazat előkészítésének időszakában is. Az egymásra fektetett boronák nem zártak tökéletesen, s ezért a közöket mohával, agyaggal töltötték ki. Hogy a fal felületén a tapasztás megüljön, sok helyen a boronákat baltával bevagdalták, *megbarkuolták*. Az ajtók helyét kihagyták a beépítés során a keret beállításával, a kisméretű ablakokat később vágták ki a gerendákból.

A boronafal a Kárpát-medencében elsősorban a nagy fenyőerdők vidékén vált általánossá, de a lomboserdők övezetében, az Északi-középhegység, a Felső-Tisza-vidék, a dunántúli domboság vidékén is jelentős boronaépítészeti alakult ki. A 18. század végi korlátozások után lakóház már nem nagyon épülhetett boronából, de a technika tovább élt a csűrök, pincék, istállók falazataiban. Még a századfordulón is tartotta magát a boronafal (keresztvéges, csapolt és zsilipelt

változata egyaránt) a Nyugat-Dunántúlon (Zala, Vas, Somogy), a felföldi megyék területén, a Felső-Tisza és Máramaros vidékén.

(Sabján Tibor és Buzás Miklós, 2003.)

2.2 Az épületszerkezetben vizsgált fagerendák fajtájának meghatározása

2.2.1 Szakértői vélemény a fafajokról

A bevezetésben már utaltam rá, hogy a diplomamunkám témájának gerincét a Visontai házon megvalósult rekonstrukciós munka adja, aminek kiindulási alapját a rá adaptált faanyagvédelmi szakvélemény adja. A későbbi fejezetekben részletesen fogom tárgyalni a faanyagvédelmi diagnosztikai vizsgálatokat, a mintáim kiválasztásának és kialakításának módját is. Ebben a fejezetben a faanyagvédelmi szakértő- dr. Horváth Norbert tanár úr makroszkópos megállapításait alapul véve vizsgálom tovább mikroszkópos úton a kibontott gerendák fajtáit.

„A lakóházba épített faanyagok szemmel látható, makroszkopikus jegyek alapján többnyire fenyőfélék voltak. A látható fafelületek jellegzetességei többnyire erdei- (*Pinus Sylvestris*) és lucfenyőre (*Picea abies*) utalnak, de a szerkezetben egyéb fenyőfélék (pl. jegenyefenyő, vörösfenyő) is előfordulhatnak. Emellett a térség erdőiben előforduló lombosfák is szerepet kaptak az épület szerkezetében. A földémszerkezet mestergerendája, a taréjszelemen és néhol az ollóágak stb. tölgyfélékből (*Quercus* spp.) készültek, de pl. az ollóágak esetében szórtlikacsú lombosok ismertetőjegyei is megtalálhatók (véltetően nyír-, és/ vagy juharfélék). A fafajok pontos beazonosítása szükség szerint a későbbiekben mintavételezéssel, továbbá mikroszkópos metszeteken látható szövettani sajátosságok alapján történhet.” (Horváth, 2020)

2.2.2 A kibontott fenyőgerendák mikroszkopikus elemzése

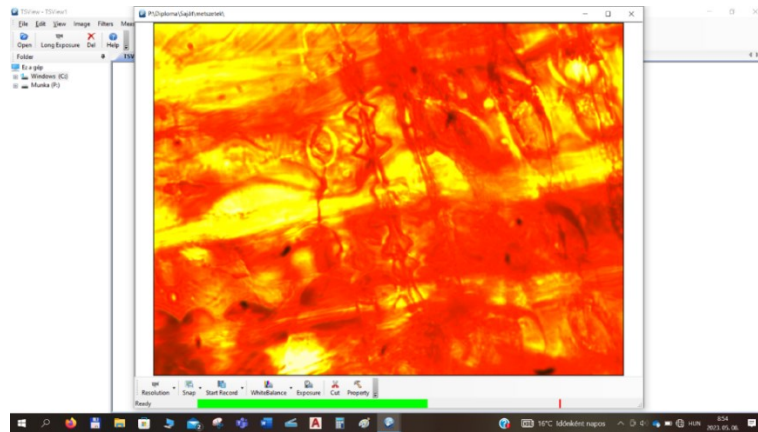
A mikroszkópos jegyek megállapításához Dr. Komán Szabolcs tanár úrtól kaptam segítséget, a vizsgálatot a következőképpen végeztük.

A faanyagvédelmi vizsgálatokhoz legyártott fenyő mintadarabok közül kiválasztottuk az egyik (SJ3BIII) legideálisabb próbadarabot, arról késsel sugárirányú forgácsokat metszettünk ki, a forgácsok 1-2 mm vastag és 3-4 mm hosszúak voltak. (A későbbiekben részletesen bemutatom a vizsgálataimhoz használt próbatestek kialakításának és nomenklatúrájának elvi rendszerét.) A fenyő rostokat üveglapra helyeztem és egy üvegfedőlappal fedtem le, azért, hogy szépen kilapuljanak a fa rostjai és így egy egyenletesebb, nagyobb biztonsággal elemezhető képet kapjak. A minták felismerhetőségének javítása érdekében desztillált vizet cseppentettem a faminta és az üveglap közé, majd a mikroszkóp tálcájára helyeztem az üveglapot. (3. ábra)



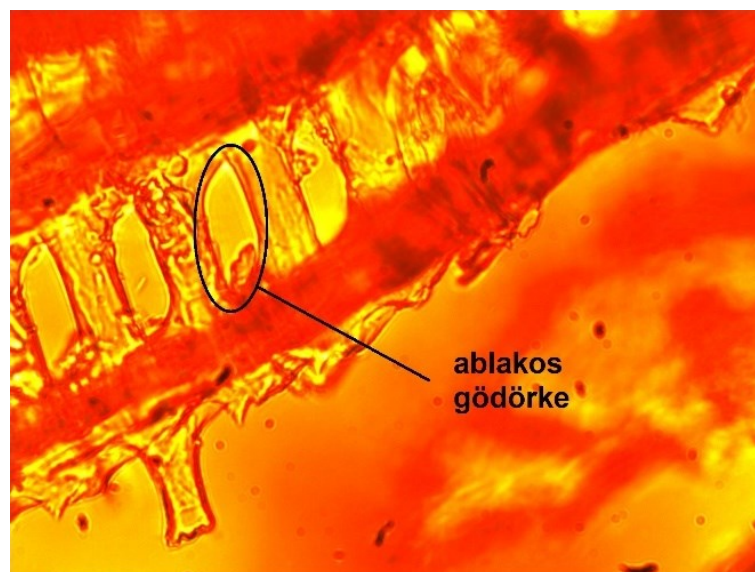
3.ábra: A mikroszkópos fafaj azonosításhoz alkalmazott faminta az üveglapon

A fametszetek meghatározásához olyan laboratóriumi mikroszkópot (NIKON ALPHASHOT-2 YST-2) használtam, amely fénykép készítésére is alkalmas kamerával rendelkezik, így a laptopomhoz csatlakoztatva gyönyörű képeket tudtam készíteni a metszetekről. (4. ábra)

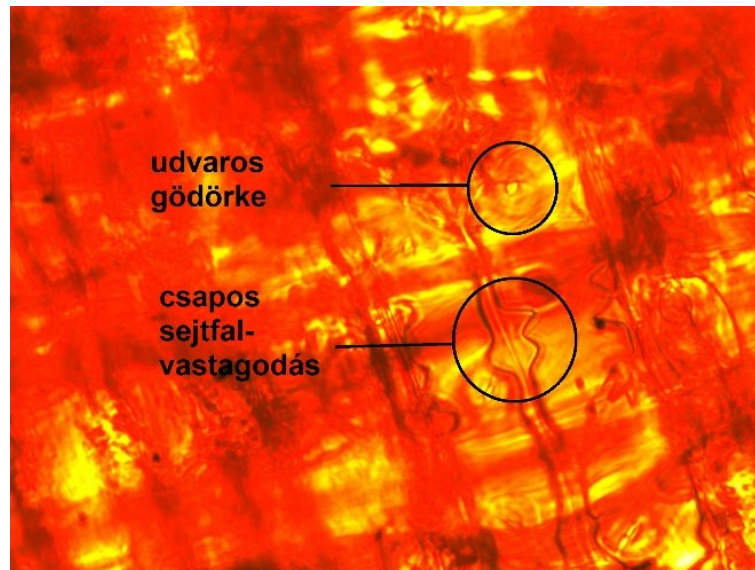


4. ábra: a TSView7, digitális mikroszkópos kép készítésére alkalmas szoftver használat közben

A fenyő gerendákból vett minta mikroszkópos vizsgálatának eredménye ugyanaz lett, mint a makroszkópos meghatározásé. Az ablakos gödörkék és a csapos sejtfalvastagodás egyértelműen bizonyítja a szakvéleményben megállapított tényt, hogy a vizsgált gerenda biztosan erdeifenyő (*Pinus sylvestris*), (5- 6. ábra). Komán tanár úrral megfigyeltünk még egy érdekességet a vizsgálatra használt mintán. Gyakorlatilag szabad szemmel is jól látható volt, hogy a kései pászta milyen gazdag a gyantajáratokban, ez is egy igen jellemző fajtabélyeg az erdeifenyők esetében.



5. ábra: *Pinus sylvestris* mikroszkópos felvételén látható ablakos gödörke.



6. ábra: *Pinus sylvestris* mikroszkópos felvételén látható udvaros gödörke és a csapos sejtfalvastagodás

2.2.3 A kibontott tölgygerenda vizsgálata

A tölgy minta beazonosításához nem volt szükség mikroszkópra. A saját Panasonic DC-TZ95-ös fényképezőgéppemmel is tudtam az azonosításhoz szükséges megfelelő minőségű és felbontású képeket készíteni. A tölgyek a gyűrűslikacsú lombos fák csoportjába tartoznak, így ennek a jellemzőnek a felismerése jelentősen szűkíti a lehetséges fafajok számát. Az évgyűrűket alkotó nagy és kisüregű sejtsorok aránya, formája, elhelyezkedése és a színe, illetve a bélsugársejtek, - sejtsorok magassága és hosszúsága egyaránt jellemző fajtabélyegek. A mostani szemléltetéshez kiválasztottam 1-1 próbatestet (S3III. és 3BIII.) amik a kibontott és a beépítésre került tölgy mintasorozatból valók. (7. ábra)



7. ábra S3III. és 3BIII. kibontott és beépített tölgy minták

A kép bal oldalán található a kibontott tölgyfa mintám, amit a Földünk ipari fái (Molnár Sándor, 2006) könyv tölgyeinek mikroszkópos meghatározásaival összevetve biztosan megállapítható, hogy kocsányos tölgyről (*Quercus robur*) van szó. A korai pászta edényei egy sorba rendezettek, viszonylag keskeny 125-300 µméter átmérőjűek és nincsen villás elágazás, mint a kocsánytalan „rokonánál”. A képen szereplő jobb oldali mintát a beépített tölgy gerendából fűrészeltük ki, ami teljesítmény nyilatkozattal tanúsított csertölgy. (*Quercus cerris*). A fényképet azért így készítettem, hogy érzékeltessem a cser tölgyre jellemző 1-3, laza soros és lényegesen nagyobb átmérőjű 200- 400 µméteres korai pásztáit. A kibontott és beépített tölgy mintadarabokkal végeztem az egyetemen még egy szemléletes kísérletet. (8. ábra)



8. ábra: a kocsányos és a csertölgy reakciója -vas tartalmú fémekkel

Sok esetben nehéz megkülönböztetni egymástól a fehér (nemes tölgy) és a csertölgyet. Ennek van egy egyszerű gyakorlatias megoldása, - ha nincs a kezünk ügyében egy kis nátrium- nitrit (NaNO_2) oldat - veszünk egy vas tartalmú tárgyat, amit alaposan bevizezünk majd a mintákra helyezünk. Pár perc elteltével a nemes tölgy (csersav tartalma miatt) szemmel láthatóan reakcióba lép a fémmel, míg a cser tölgy szimplán elszíneződik. A képen is jól látható, hogy a bal oldali (kocsányos tölgy) egészen fekete színűvé vált a kémiai reakció során, míg a jobb oldali (csertölgy) csupán halványan kékre színeződött.

2.3 Az épületszerkezeteknél meghatározott fafajokra vonatkozó hazai és külföldi szakirodalom

2.3.1 Hazai szakirodalom

Erdeifenyő (*Pinus sylvestris* L.)

Molnár S. (2016) meghatározása alapján: a *Pinus* nemzetség 120 faja közül a legelterjedtebb az erdeifenyő (*Pinus sylvestris*), mely Földünk egyik legnagyobb alkalmazkodóképességű fafaja. Jól tűri a szélsőséges éghajlati viszonyokat, a Földközi-tengertől az északi sarkkörig, a Brit-szigetektől Észak-Szibériáig mindenhol előfordul. Fénykedvelő fafaj.

Megtalálható a síkvidéktől kezdődően közel 2000 m magasságig. Hazánkban a Dunántúl egyes tájain őshonos. Tömeges elterjesztésében szerepe volt az 1920 körül kezdődött Alföld fásítási programnak, amikor kb. 80 ezer hektár erdeifenyő ültetvény került homoki tájakra (Kiskunság, Nyírség, Jászság), de ezen kívül a dombvidéki lombdők helyére, vagy kopárfásítások során is egyre több helyre ültettek erdeifenyőt.

Az élőfa jellemzői: magassága 20-40 m, mellmagassági átmérője 0,1-1 m, törzse általában egyenes, hengeres. 4-7 cm-es tűi párosával egy tűnyaláiban helyezkednek el, csavartan állnak. Jó termőhelyeken akár 15-18 m-ig ágtiszta. Az ágak szabályos örveket képeznek, melyek helyén a fatestben nagyméretű szárnyas göcsök keletkeznek. A kéreg a törzs felső részén élénk, sárgászöld, hártós pikkelyekben leváló.

Makroszkópos jellemzői közül az egyik legfontosabb, hogy a geszt és a szíjács élesen elkülönül. Az idősebb törzseknél a világos, sárgásfehér szíjács az átmérő egyharmada. A geszt sötétebb színű, a levegőn vörösbarnára színeződik. A kortól és a termőhelytől függően változhat a nagysága és a színe. A sötétvörös gesztű erdeifenyő összetéveszthető a vörösfenyővel (vas (III)-klorid oldatot a fára csepepntve csak a vörösfenyő színeződik sötétzöldre). A geszten belül a bél körüli ún. juvenilisfa 12-15 szélesebb évgyűrűt foglal magába, az érett geszthez viszonyítva lazább szövetű és erősen göcsös. Az évgyűrűkben a sötétebb kései (nyári) és a világosabb korai (tavaszi) pászták jól elkülönülnek. A késői pászta aránya 30 % körüli és sűrűsége mintegy háromszorosa a korai pásztáénak. Az évgyűrűk szélessége az éghajlati viszonyoktól függően igen változó.

Mikroszkópos jellemzői: az alapállományt a sugárirányú sorokban elrendezett tracheidák (áledények) adják, méreteik a korai és a késői pásztákban eltérőek. A szilárdító funkciót betöltő késői pászta ún. késői tracheidái 3,1-4,5 mm, a korai tracheidák 1,8-3,1 mm hosszúak. Az erdeifenyő gazdag gyantajáratokban, amelyeket vékonyfalú epitelsejtek bélelnek ki. A bélsugarak egy sejtsor szélességűek, 1-12 sejtsor magasságúak, heterogén felépítésűek. A bélsugár tracheidái fogazottak, a hossztracheidák és bélsugárparenchimák kereszteződési mezőiben ablakos áttörések láthatóak.

Az erdeifenyő fizikai tulajdonságai (köztünk a sűrűsége is) termőhelytől függően változhatnak. Az alacsonyabb értékek az ún. „répafenyőkre”, a középértékek a jó minőségű (borovi) fenyőre, az igen magas értékek pedig az elgyantásodott rendellenes növekedésű faanyagra jellemzőek. Kevésbé vetemedik, mint a lucfenyő, de az előforduló vaserességi fahiba problémákat okozhat.

Az erdei fenyő fontos járulékos (extrakt) anyaga a gyanta, amely 1-10% mennyiségben fordul elő a faanyagban. A faanyag tartósságát növeli a nagy gyantatartalom, viszont papírgyártáskor, ragasztáskor és felületkezelésnél ez előnytelen. Az erdeifenyő sajátos járulékos anyaga a pinoszilvin, amely szabad fenolos hidroxil csoportjai révén növeli a faanyag biológiai tartósságát.

Az erdeifenyő jól szárítható, de intenzív mesterséges szárításkor a szíjácsban finom repedések keletkezhetnek. A védőszeres kezelésnél a szíjács kiválóan, a geszt kevésbé telíthető. Kékülés ellen elegendő a mártással történő védelem. Fája az összes forgácsoló eljárással jól megmunkálható, de a gyantás, vaseres

faanyag feldolgozása nehézségeket okozhat. Jól szegezhető, csavarozható; valamennyi ragasztóanyaggal jól ragasztható.

Az erdefenyő nagyon széles körben felhasználható fafajta. Kiválóan alkalmas forgács-, farost- és fagyapotlemez gyártására. Alkalmazzák faházak, kültéri létesítmények, kerítések készítésére. Felhasználják például zsindelyként, útburkoló kockaként, bánya- és oszlopfaként, de nagy tömegben gyártanak belőle rakodólapokat, ládákat is. Markáns szép rajzolata és kedvező színe miatt a belsőépítészet és bútorgyártás keresett fafaja.

Tölgy (kocsányos és csertölgy) (*Quercus robur* és *Quercus cerris*)

Molnár Sándor - Farkas Péter (2016) meghatározásai alapján: a nemzetségnek mintegy 450 faja ismert, Európában hozzávetőlegesen 25 tölgyfaj él. Hazánkban négy őshonos faj terjedt el: a kocsányos tölgy (*Q. robur*), kocsánytalan tölgy (*Q. petraea*), molyhos tölgy (*Q. pubescens*) és a csertölgy (*Q. cerris*). Nem őshonosként természetelt az Észak-Amerikából származó vöröstölgy (*Q. rubra*) és mocsári tölgy (*Q. palustris*). Rendszertanilag a fehér tölgyek szekciójába tartozik a kocsányos, a kocsánytalan és a molyhos tölgy. A vöröstölgyek szekciójába tartozik a vörös tölgy és mocsári tölgy, a csertölgy pedig a csertölgyek szekciójába.

A fahasznosítás szempontjából a hazai „fehér tölgyet” hívják nemes tölgynek, vagy egyszerűen tölgynek és megkülönböztetik a cser és vörös tölgy fáját. Európában és hazánkban a kocsányos és kocsánytalan tölgyeknek van kiemelkedő szerepe.

A kocsányos tölgy (*Quercus robur*) a sík- és a dombvidék egyik legfontosabb állományalkotó fafaja, például az Alföldön és Dél- és Nyugat-Dunántúl dombságain. Rendkívül fényigényes, de a klimatikus szélsőségeket jól bírja.

Az élőfa jellemzői: magassága 30-50 méter, az átmérője 2-3 méter is lehet, hatalmas, erős fává nőhetnek. A tölgyeket a termőhelytől és az egészségi állapottól függően átlagosan 80-150(-200) éves korban termelik ki. A törzs zárt állásban (erdőkben) hengeres, egyenes, szabad állásban eltérbélyesedő. Kérge fiatalon sima, ezüstszürke, idősebb korban hosszanti irányban megrepedezik, szürkésbarnás-fekete színű lesz.

A kocsányos tölgy makroszkópos jellemzői: keskeny szijácsa sárgás-fehér, gesztje sárgásbarna színű. rendkívül inhomogén évgyűrűszélességet mutat és sajnos igen gyakori a rendellenes gesztesedés, a színbeli tarkaság. A tölgyek a gyűrűs likacsú fajokhoz tartoznak, a nagy átmérőjű edények az évgyűrűhatár mentén szabályos sorokat alkotnak és szabad szemmel is jól láthatók. A kocsányos tölgnél általában a nagy átmérőjű edények csak egyetlen sort alkotnak. A tölgyeknél is megfigyelhető a keskeny és a széles bélsugarak váltakozása. A nagyméretű bélsugarak a húrmetszeten széles (0,5-1,0 mm), sötét, 1-3 cm hosszú vonalak, a sugármetszeten pedig szabálytalan alakú, tükröző felületű csíkok (bélsugártükrök).

Mikroszkópos szerkezet: A korai pászta edényei 125-230-300 μm átmérőjűek. Gyűrűsen helyezkednek el. A késői pászta finom edényei szabad szemmel nem, vagy csak alig láthatók (30-70-140 μm átmérőjűek). Az edényüregek gyakran tömítettek tilisszel. A hosszparenchimák apotracheális hálózatos elrendezésűek. A bélsugarak homogén szerkezetűek, rendszertelenek. Az egysejtsoros keskeny bélsugarak magassága 0,5 cm, a széleseké 1-3 cm. A nagyméretű bélsugaraknak nemcsak esztétikai, hanem technológiai jelentősége is van. Pl. a hordódongánál azért kötelező a „tükrös vágás”, hogy a bélsugarak mentén a folyadék ne tudjon kiszivárogni. A farostok (libriform rostok és rosttracheidák) biztosítják a faanyag szilárdságát.

A csertölgy (*Quercus cerris*) szubmediterrán, kelet-mediterrán faj. Így Délkelet-Európában, Közép-Európa délebbi részén és Kisázsiaiban őshonos. Hazánkban a legelterjedtebb és legjelentősebb területarányú fajok közé tartozik. A cser melegkedvelő, így főleg a déli oldalakon jelenik meg. Az erős, tartós hideget és a késői fagyokat nem bírja. Ezzel szemben a szárazságot jól tűri és megél a sekély vázталajon, a silány kavicsos, agyagoson is. Erősen fényigényes, jól sarjadzik és fiatalon gyorsan nő.

Az élőfa jellemzői: a cser kedvező termőhelyen a 25-30 m magasságot is eléri, 12-15 m hosszú, ágztiszta törzsszakasszal. A törzsek átmérői 0,3-0,5 m között változnak. Általában nem érnek el olyan óriási méreteket, mint a kocsányos tölgyek. A cserek általában rövidebb életűek (legfeljebb 120-150 év), de 60-80 éves korukban gyakran megbetegednek, a növekedésük erősen lelassul, így a fakitermeléseket ezen időszakokra tervezik. A cser zárt állományban többnyire

egyenes, hengeres törzset fejleszt. Már külsőleg is jól megfigyelhetők az igen gyakori hosszanti fagylécek. Kérge rendkívül durva, szürkésfekete színű, jellegzetes hosszanti kéregcserepekkel. A kéregvastagság a kortól függően 3-5 cm.

Makroszkópos jellemzők: A nemes tölgyektől eltérően a csertölgy igen széles világosszürke (esetleg sárgás) szíjáccsal rendelkezik. Ez élesen elkülönül a sötét vörösesbarnás gesztől. Tartós (6-8 hónapos) külső tárolás esetén a hengeresfa bütüje jellegzetes szennyesszürke lesz. A csernél rendkívül gyakori a barnásvörös álgeszt. Innen ered, hogy a gyakorlatban (fakereskedelemben) megkülönböztetnek vörös és fehér csert. (A vörös cser alatt az egészségesen álgesztes cser értendő).

A csernél a bélkörüli „juvenilis fa” általában 20 évgyűrűt foglal magába. Az évgyűrűk szélessége rendkívül inhomogén (20-25 éves korig viszonylag erőteljes a vastagsági növekedés, szélesek az évgyűrűk). A cser tipikus gyűrűslíkacsú fafaj: a korai paszta nagyméretű edényei („likacsai”) több sorosak, szabad szemmel is jól lathatók. A széles bélsugarak a sugármetszeten feltűnő „tükrök”, a húrmetszeten orsó alakú barna foltok formájában figyelhetők meg. A frissen vágott csertölgy gesztjének savanykás szaga van.

Mikroszkópos jellemzők: A korai paszta nagy átmérőjű edényei 2-3 sorban helyezkednek el. A késői pasztákban a szűkebb edények „lángnyelvszerű” nyúlványokat alkotnak. Gyakori a tilliszekkel való eltömődés. A bélsugarak mennyisége: 15-20%. Előfordulhatnak bennük kristályos és mézgaszerű anyagok.

2.3.2 Külföldi szakirodalom

A vizsgálatom tárgyát képző fafajokkal kapcsolatos nemzetközi irodalmazásban segítséget kértem Dr.- Ing. Tilo Haustein- tól.

Haustein a szász mérnöki kamara tagja Drezdában, aki a németországi faanyagvédelem emblemikus képviselője. Konzulensem közbenjárásának köszönhetően már többször is tartott előadást az egyetemen. Az általa javasolt Holzlexikon- ból és a sokat forgatott Holzatlas- ból készítettem a következő szemléletes táblázatot:

1. számú táblázat: a Hozlexikon és a Holzatlas adatainak táblázatos formája

	Erdei fenyő	Kocsányos tölgy	Csertölgy
Sűrűség (kg/m³)			
Abszolút szárazon	300-490-860	640	570-690-850
Légszárazon (u=12%)	330-520-890	700	720-750-810
Élőnedvesen	750-800-850	1000	1000-1100
Pórustérfogat (%)	67	nincs adat	nincs adat
Nedvességtartalom (friss anyagnál) %		55-60	
Zsugorodás (%)			
Rostirányú	0,1-0,4	5,6	0,3-0,4
Húrirányú	7,5-7,7-8,7	7,46	8,5-9,8
Sugárirányú	3,3-4,0-4,5	0,4	4,4-4,9
Térfogati	8,9-12,4-16,0	12,44	12,9-14,6
Mechanikai tulajdonságok			
Az értékek légszáraz állapotra (u=12%) vonatkoznak.			
Nyomószilárdság (MPa)	35-56-94	51,4	44,0-62,4-71,3
Hajlítószilárdság (MPa)	41-80-205	95,7	94,0-128,0-136,0
Húzószilárdság (MPa) (rostokkal párhuzamosan)	35-104-196	89,9	100,0-136,0-139,0
Húzószilárdság (MPa) (rostokra merőlegesen)	nincs adat	nincs adat	nincs adat
Nyírószilárdság, húrirányú (MPa)	6,1-10-14,6	11,6	9
Ütő-hajlító szilárdság (J/cm ³)	1,5-4,0-13	6	10
Keménység bütü irányban (Brinell) (MPa)	35-40-95	66	75
Keménység húr irányban (Brinell) (MPa)	13-19-24	34	nincs adat
Hajlító rugalmassági modulusz (MPa)	6900-12000-20100	11700	10810
Hasítószilárdság, sugárirány (MPa)	0,2-0,5	0,4	
Csavarószilárdság (MPa)	13,3-16,0-17,6		

3. A Visontai ház faanyagvédelmi diagnosztikai vizsgálatának bemutatása

3.1 A kivitelezés előzménye

A 9942 Szalafő Pityerszer 1 Hrsz.:524 műemléki lakóház felújítását tervezték, a tender kiírás része volt a beépített faanyagok faanyagvédelmi szakértői vizsgálata, fa elemek beépíthetőségének vizsgálata, melyet a faanyagvédelmi szakértő, az építész tervező és statikus közösen végez. Az épület műemlék, (azonosító: 9344; törzsszám: 8071), ezért „A régészeti örökség és a műemléki érték védelmével kapcsolatos szabályokról” szóló 68/2018. (III. 11.) Kormányrendelet 12. mellékletének II. A. 4.1. pontja szerint, az örökségvédelmi engedély iránti kérelemhez mellékelni kell a „faszerkezetek, tetőszerkezetek szerkezeti munkái esetén faanyagvédelmi szakvéleményt”.

3.2 Előzetes faanyagvédelmi szakértői vélemények

A lakóépület felújításának megtervezésére Bihari Ádám építész úr kapott felkérést, a kiviteli tervdokumentáció az épület felújításáról 2020 októberében készült el. Az engedélyezési tervhez a faanyagvédelmi dokumentációt Dr. Horváth Norbert készítette.

„Előzmények, feladatmeghatározás

Bihari Ádám okl. építész, ügyvezető (továbbiakban: megrendelő) 9942 Szalafő, Pityerszer 1-3. (Hrsz: 524) „Visontai ház” műemléki védelem alatt álló népi lakóház (azonosító:9344, törzsszám:8071) beépített faanyagainak előzetes faanyagvédelmi vizsgálatát kérte. A megrendelő elmondása szerint az épület dokumentált elbontását követően újjáépítésre kerül a faanyagvédelmi és statikai szempontból megtartható elemekből, továbbá a cserélendők autentikus előállítással történő pótlásaival. Ennek megfelelően a faanyagvédelmi vizsgálat és dokumentáció két részletben (előzetes és részletes szakvélemény) fog

„A faanyagvédelmi vizsgálat menete és módszere:

A vizsgálat folyamán a vonatkozó szabványokat, Faanyagvédelmi Szabályzatot felváltó 8/2020. (XII. 19.) számú „A meglévő faszerkezetek helyszíni vizsgálata és értékelési szempontjai-faanyagvizsgálati szempontok” és a 9/2020. (IX. 16.) számú „Faanyagvédelem a magasépítésben - általános irányelvek” Építési Műszaki Irány-elvek (ÉPMI) előírásait követtem.

https://www.emi.hu/EMI/web.nsf/Pub/epitesugyi_muszaki_iranyelvek.html

A szakvélemény a **9942 Szalafő Pityerszer 1 Hrsz.:524** Népi műemlék faanyagvédelmi vizsgálatát dokumentálja.

A megbízótól az épületről alaprajzokat és metszetet kaptam, melyeket a szakvéleményben felhasználtam.

A helyszínen a fal és a földem összes hozzáférhető fa elemét érzékszervi vizsgálattal, szemrevételezéssel, kopogtatással megvizsgáltam a hozzáférhetőség határain belül (makroszkopikus vizsgálat). A fertőzött területekből mintát vettem, melyeket elemeztem (mikroszkopikus vizsgálatok: Lumagny 30X, No.:7513).

A helyszíni vizsgálat és a mintavételek alapján azonosítottam a károsítót és a károsodás mértékét. A károsító és a károsodás mértékének ismeretében tettem javaslatot a károsodás megszüntetésére, a további fertőzések megelőzésére.

Roncsolásos mintavételre a vizsgálat során nem került sor.” (Román, 2021)

3.3 Feltáráskor előkerülő épületfák károsodásainak, károsítóinak beazonosítása

3.3.1 Rovarkárosítók bemutatása

Közönséges kopogóbogár (*Anobium punctatum*)

Népies nevén: Halálórája. A beépített, száraz faanyagot támadja meg. A bizonyos mértékig gombák által bontott faanyagban fejlődése gyorsabb. Háziasodott, fedett térben élő farontó bogár. Épületekben az egyenletesen hűvös, és kiegyenlített nedves környezetben szaporodik el. Szabadban lévő faanyagot ritkán károsít. Fenyő és lombos faanyagokban egyaránt előfordul. Lábatlan álcái

2-3 mm méretűek és a faanyagot teljesen összefurkálják, de a színes gesztet elkerülik. A menetek a rágcsálékkal és a tojás alakú ürülékcsomókkal lazán eltömöttek. A nemző 3-4 mm hosszú, szárnyfedőjén jellegzetes pontsorokkal. A már károsított faanyagot a nemző kirepülés után visszafertőzi. A faanyag felületén 1-2 mm átmérőjű, kerek kirepülési nyílásokat készít. Épületek beépített faanyagának és értékes, pótolhatatlan muzeális értékű fatárgyak súlyos károsodását okozza. (Németh, 2003)

Nagy kopogóbogár (*Xestobium rufovillosum*)

Fő gazdanövénye a tölgy, de ritkán a lombos fákban is előfordul. Harmadlagos károsító, amely a megfigyelések szerint a farontó gombák által megbontott faanyagot kedveli. A bogár legjellemzőbb előfordulási helye az öreg, olykor évszázados korú beépített tölgy anyaga. Menetei többnyire rostirányúak, a korai pásztaban futnak. (Gyarmati, 1975)

A legnagyobb nálunk előforduló kopogóbogár. Könnyen felismerhető az egyéb kopogóbogarakénál nagyobb, de szintén kerek kirepülési nyílásairól. A járataiban keményen összepréselt furatliszttel kevert lencse alakú ürülékcsomókról jellemzi és könnyen felismerhetővé teszi a lemez szerűen szétrágott rágásképe. Mivel a gombás faanyagot támadja, gazdasági jelentősége csekély.

Házi cincér (*Hylotrupes bajulus*)

A kitermelt, feldolgozott és beépített fenyő faanyag leggyakoribb rovarkárosítója. A faanyagnak csak a szíjács részét támadja meg, a gesztben vagy lombos faanyagban csak akkor rág, ha a nemző kirepülését akadályozza. Kifejlődése átlagos viszonyok mellett is 4-5 évig tart, de kedvezőtlen környezetben akár 10-15 év is lehet. Az álca kifejlődésének időtartamát döntően a faanyag fehérjetartalma szabályozza, ezért a nagyon régi kitermelésű faanyagot nem támadja meg. Számára a legkedvezőbb, ha a faanyag nedvességtartalma 25-35% körüli, és a környezet hőmérséklete 23-28 °C közötti. A nemző 15-20 mm nagyságú, sötétbarna, a nyakpajzson jellegzetes dudorral, a szárnyfedőkön pedig fehér sávokkal. Lábatlan, jellegzetes álcája 12-18 mm nagyságú. Az álca a károsítás közben a faanyag felületén vékony réteget épen hagy, amelyen csak kisebb szellőző, illetve rágcsálék eltávolítására szolgáló lyukakat készít. Hazai

károsítása azért is rendkívül jelentős, mert a magyarországi erdeifenyő és feketefenyő faanyag nagy százalékban tartalmaz szíjácsot. Az utóbbi években az utólagosan kialakított tetőtér beépítést követően jelennek meg nagy tömegben. (Németh, 2003)

Változékony korongcincér (*Phymatodes testaceus* L.)

Főleg lombos fákban, elsősorban tölgyfélékben károsít, előfordulása fenyőben ritkább. Döntött, kiszáradó, kéregben lévő faanyagot támadó harmadlagos károsító. Gyakori faj, amely néha közösen lép fel a piros korongcincérral. Rakodókon, fatelepeken közönséges faj, amelyet tűzifával gyakran behurcolunk a lakásba. Életmódja és károsítása a piros korongcincérével megegyező. Generációja valószínűleg két év, május- júniusban rajzik. (Gyarmati, 1975) Ovális, simaszegélyű kirepülési nyílások a kéreg-szíjács határon haladó kisebb járatok, amelyek a geszt felé haladva helyenként kiszélesednek, ott azután a fafelülettel párhuzamos horog alakú járattá alakítják ki. A járatok finom furatliszttel tömöttek, laposan kigyózók és éles szegélyűek. Petéit a kéreg mélyedéseibe rakja, bábbölcsőit 2-3 cm mélyen a szíjácsban készíti el, eleinte a kéreg és a szíjács között rág, idővel járatai néha a gesztig hatolnak.

Piros korongcincér (*Pyrrhidium sanguineum* L.)

Különféle lombfákon, főleg tölgyön és bükkön fordul elő. Harmadlagos károsító, amely a döntött, kiszáradó, kéregben lévő faanyagot támadja. Igen gyakori faj, rakodókon, fatelepeken egyaránt mindennapos az előfordulása. Rá is jellemző, hogy tűzifával bekerül a lakásokba. A bogár kora tavasszal rajzik, a nőtény a petéit kisebb csomókban a kéregrepedésekbe rakja. generációja egy év. (Gyarmati, 1975)

Kirepülési nyílásai hosszúkásak, majdnem párhuzamosak, álcamenetei kanyargósak, furatliszttel tömöttek, a kéreg alatt haladnak. Az álca hossza a 3-6 cm hosszú, horog alakú bábbölcső készítése jellemzi. Különösen a vékony szerkezeti elemek, vagy tetőcseréptartó lécek fertőzése esetén okozhat nagy kárt. Különben csak jellemzően a szíjács felületét károsítja, de a mélybehatoló bábbölcsői veszélyesek lehetnek. Ezenkívül gyakorisága és sokszor tömeges elszaporodása által okozhat nagymértékű károkat.

3.3.2 Gombakárosítók bemutatása

Barna (vörös, reves, destruktív) korhadás

A barna korhadást okozó fakárosító gombák elsősorban a faanyag holocellulóz (cellulóz, pentozánok) összetevőit bontják le. Mivel ezek az összetevők a sejtfalak fő szilárdító elemei, a barna korhadással még csak gyengén érintett faanyag is már jelentős mechanikai szilárdságcsökkenést szenved. A károsítás előrehaladtával a faanyag térfogata csökken, és egyre inkább a megmaradó lignin sötétbarna, vöröses színét veszi fel, később színe sötétedik, rozsdabarna, majd feketésbarna lesz. A térfogati, vagy köbös méretcsökkenés következtében hossz és kereszt irányú repedések jelennek meg. Az erősen bontott faanyag jelentős vagy teljes szilárdságvesztésen kívül zsugorodik, majd kis kockákra esik szét. Végző állapotban a faanyag teljesen felaprózódik és legvégül porszerű anyaggá esik szét. (Németh, 2003) A károsítást így jellemezzük minden olyan esetben, amikor gombafonalat, vagy termőtestet nem találunk.

Fenyő lemezestapló (*Gloeophyllum abietinum*)

A barna termőtest változatos alakú, többnyire az aljzatra fekvő, ritkán konzolos, húsa barna, lemezei ritkán állók. Általában a repedéseken keresztül fertőz és a faanyagot belülről, a felületet épen hagyva korhasztja. Tetőszerkezetek, szabadban beépített faanyagok gyakori, intenzív barnakorhasztója. Hőmérséklet igénye magas, optimuma 32°C körüli, a nedvességgel szemben kevésbé érzékeny, a kiszáradó, majd visszanedvesedő faanyagot is erőteljesen bontja. Fatelepeken is előfordul, de a károsítást sok esetben csak később, a felfűrészelés után ismerik fel. (Németh, 2003) Fenyőfélék gyakori és jelentős károsítója. A faanyagot barnán korhasztja, amely azután lemezesen, majd kockásan szétesik. A gombafonalak a lemezek mentén jól láthatók.

Házi kéreggomba (*Poria vaporaria*)

A valódi csövesgombákhoz tartozó faj. Fehér színű termőteste az aljzatra fekvő, rövid csőrétégből áll, a csövecskék szögletesek. A faanyagon és az aljzaton végigfutó hófehér micélium nyalábjai rugalmasak, meghajlítva nem pattannak el, felületükön finom, bolyhos bevonat található. A spórapor fehér, csírázóképességét hosszú száraz periódus után is megtartja. Nedvességigénye, optimuma 40 % körül van, de igen melegigényes gomba, 26 °C körüli hőmérséklet optimummal. A fenyő és lombos faanyagot egyaránt károsítja. Épületekben az egyik leggyakrabban előforduló károsító gomba. Lakásokban az átnedvesedett faanyagon könnyen megtelepszik, erős korhasztó, barna korhadást okoz. (Németh, 2003)

Pincegomba (*Coniophora puteana*)

Barnakorhadást okozó polifág gombafaj. Elszaporodásához magas nedvességtartalomra van szüksége, optimuma az 50-60% fanedvesség. Faanyag szempontjából ez már a rosttelítettségi határ feletti nedvességtartalom, ami azt jelenti, hogy a sejtek üregeiben is megjelenik a víz. A hőmérsékleti optimuma 22-24°C. Jellegzetes fekete színű legyező formájú micélium kötegei nem csak fán, gyakran a falon is megjelennek. A termőteste az aljzaton elterül, fehér szegélyű, kezdetben sárgás, majd szemölcsössé, a spórától barnává válik. A házigombához képest vékonyabb a termőtest vastagsága. A házigombához képest az aljzathoz jobban kötődik. Bontásképe a könnyező házigombához hasonlóan köbös, apró kockákra bontja a fát, bontása savas kémhatású, ami gyakran kiindulása lehet a házigomba megjelenésének. A védekezés a gomba ellen egyszerűbb, mint a házigomba esetén. A gomba a nedvesség megszüntetésével elpusztul. Spóráinak fertőző képessége rövidebb idejű, mint a házigombáé.

Könnyező házigomba (*Serpula* vagy *Merulius lacrymans*)

Talán a leghírhedtebb faanyagot károsító gomba. Barnakorhadást okoz. Károsítására jellemző a nagyméretű köbös bontásképe. Elsősorban fenyőfélét, de keményfák szijácsát is képes bontani, károsítani. Nedvességigénye kezdetben

magas, fertőzött faanyagok esetében optimuma a 18-20%-os fanedvesség. Ezt az állapotot képes fenntartani, az enzimes bontás során keletkező vizet képes kondenzálni vízcseppek formájában (innen a „könnyező” jelző). A kezdeti fertőzés során fehér vattaszerű légmicéliumok jelennek meg a fertőzés helyén. Az idő múlásával vörösesbarna termőtestet növeszt, színét a gomba spórától kapja. A puha termőtest nem kapcsolódik erősen az aljzathoz. A szegélye, amit növekedési zónának is neveznek, kívül fehér marad. A termőtesten kívül a jellegzetes szürkés, erős szövedékű, roppanóan törő gombafonal kötegei (hifái) is követhetik a termőtestet. Az épületeink veszélyes károsítója, gombafonalaival az épületben képes a falakat is átszőni, keresve a cellulóz tartalmú anyagokat.

Román Árpád kollégámmal a faanyagvédelmi vizsgálatunk alkalmával a helyszínen nem azonosítottunk labirintustapló fertőzésére utaló micéliumot, illetve termőtestet. A gombabontási kísérletemben a mintatesteket labirintustapló bontásának is kitétem, ezért tarom fontosnak eme gombafaj részletesebb bemutatását is.

Labirintustapló (*Daedalea quercina*)

A termőtest általában konzolos vagy félkör alakú. Felülete körkörösén sávozott sárgásbarna, barna, szürkésbarna vagy feketésbarna. Húsa hajlékony, nagyon húsos, parafaszerű, szívós, majd fásodó világos szürkésbarna. A termőréteg labirintusszerű lemezekből áll, amelyek feszesek, a külső növekedési zónában esetenként akár pórusokat is képez. Nagyon erősen szervül a fához, jellemző gesztbontó gomba, a faanyagot barnán korhasztja. A micéliumok fehér színűek, vastagok, vatta szerűek és zónákban jégvirágszerűen növekednek. A döntött tölgy és szelídgesztenye gyakori károsítója. Előfordul még erdőkben tuskókon, beépített tölgyfaanyagon, vasúti talpfákon, bányákban, épületekben egyaránt. (Gyarmati, 1975)

3.4 A kivitelezés bemutatása

3.4.1 A bontási munka rövid leírása

A lakóház (9. ábra) egy háromhelyiségű, szoba-konyha-kamra alaprajzú kontyolt nyeregtetős, utcai homlokzatán csonkakontyos, zsuppal fedett tornácos lakóépület. Falszerkezete keresztfejes boronafal, - amit a ház ismertetésénél már részleteztem, - viszont fontos még megjegyezni, hogy az épület több fázisban épült és ez a falazat kialakításán is nyomon követhető.



9. ábra: a bontást megelőző utolsó képek egyike

A tapasztás leverése után vált láthatóvá, hogy a több építési fázis során jelentős mennyiségű secunder elem került felhasználásra. Az elemek gyakran csaphelyeket, lapolások helyét tartalmazzák, a kiemelt elemekben akár fél keresztmetszetet közelítő gyengítések is vannak.

A megbízótól kapott tervdokumentációt, a tapasztás leverése után készített felmérési rajzot és bontási fényképdokumentációt együtt használtuk a munka során.

A munkánkat az épület és környezetének fényképes dokumentálásával kezdtük. A falszerkezet tapasztásának leverése, a falszerkezet feltárása és számozása volt a munkafolyamat folytatása. A falszerkezet, födém szerkezet valamennyi

elemét alumínium táblára ütött számmal jelöltük, majd krétával is számoztuk, így a fotódokumentációban és a bontási tervben valamennyi fa elem jól pozícionálható volt, ez a számozás adta a faanyagvédelmi dokumentáció alapját. (10. ábra)



10. ábra: Az elemek egyenként kerültek számozásra

Az épület bontási munkáit a héjazat bontásával kezdtük, amit a kémény dokumentált elbontásával folytattunk. A kürtő felől erősen kormos, kátrányos elemek nem voltak alkalmasak a visszaépítésre, ezért a kémény újjáépítéséhez helyi bontott téglát szereztünk be, amit egyenként tisztítottunk, válogattunk. A tetőszerkezet elbontását követően számoztuk a földémet, amely az előzetes feltételezéssel ellentétben rendkívül rossz állapotban volt, a jelentős barna korhadást okozó gombafertőzés és házicincér okozta rovarfertőzések következtében. A konyha földéme alulról rabichálóra felhordott cementes vakolattal volt kialakítva. A folyamatos ázás miatt a cementes vakolat nem engedte a fa szellőzését, így a földémen, annak is elsősorban az alsó síkján jelentős könnyező házigomba fertőzés alakult ki. A földém bontása után a falazat elemeinek bontását végeztük el (11. ábra), a fa elemeket oldalanként deponáltuk, válogattuk, bárdoltuk, vegyszeresen kezeltük a 2. számú mellékletben felsorolt megszüntető és megelőző védőszerekkel.



11. ábra: A falazat elbontása

Az újjáépítési munkákat megelőzően a boronafalak elbontása során derült fény a konyhai tüzelőberendezés rendkívül rossz állapotára. A külső fal a kidőlés határán volt, az alapja süllyedt, a kemence boltozata megrepedt. A katlan fala, mely a kémény pilléréként funkcionált kiégett, a kötőanyag tönkremenetele a kémény elmozdulását okozta.

A bontás során derült ki, hogy a talpgerendák alatt korábbi felújítás során egy, - a talpgerendák alsó vonalát követő, - betonoszlopokból álló alapozást készítettek. (12. ábra) A megállapodott, beállt alapot megtartottuk, amit a statikussal egyeztetve később felhasználtuk az építkezés során.



12. ábra: a megtartott beton alap, a bontás utolsó lépései

3.4.2 Az építési munka rövid leírása

A szombathelyi Savária Múzeumban végzett kutatásaim során találtam egy 1974- es fényképet, amin látni lehet, hogy mikor készült ez az eddig rejtett, mindenki számára újdonságul szolgáló betonalap. (13.ábra)



13. ábra: A pityerszeri Visontai ház felújítása 1974- ben (Savaria Múzeum)

Az épület fal-, földem-, - és tetőszerkezetéből kibontott és megtartott gerendákat egyenként bárdoltuk és a megfelelő vegyszeres kezeléssel láttuk el. Fontosnak tartom megjegyezni, hogy a faanyagvédelem a fa természetes tartósságát veszi alapnak, a vegyszerhasználat elsődleges célja a károsodás megelőzése! Bárdolás alatt a rovarok által összerágott, gombák által károsított, gyengített anyagrészek eltávolítását kell érteni. A szerkezet minden régi és új eleméről a kérget és háncsot eltávolítottuk, majd a felületeket alaposan, szakszerűen megtisztítottuk. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy drótkefével átdörzsöltük a régi fellazult „parás” rétegeket, eltávolítottuk az esetleges mészbevonatokat, majd ezt követően a felületet egy erős, normál kefével portalanítottuk. A károsodott felületek kezelésére jobban beszívódó, nagyobb koncentrációjú vagy hatékonyabb védőszert használtunk. (A faanyagvédőszerek műszaki és biztonsági adatlapjainak elérhetősége a 2. számú mellékletben található.)

A falszerkezet építését a kamra felől kezdtük el. A tölgy talpgerendát, - a vegyszeres kezelését követően, - fakátránnyal vontuk be. A két függőleges oldalára bitumenes lemez hajtást kapott, amit melegítéssel végtelenítettünk, így megakadályozva a nedvességnek a gerendák környezetébe jutását. A

falszerkezet építése során az eredeti és cserélt elemek egymást követve folyamatosan kerültek a helyükre. A tüzelőberendezés elbontásából deponált, használható téglából készítettük el a hátsó homlokzat téglá határoló falát. (14. ábra) A tüzelőberendezés bontása lehetővé tette a sűrűgerendás födém elhelyezését.



14. ábra: a hátsó homlokzat téglá határoló fala

A födém elhelyezését követően tudtuk az ollóláb-szelemenés tetőszerkezet építéséhez hozzá látni. Az ollólábak felállítása után helyeztük el a gerincszelement, majd a csüngő szarukat. (15. ábra) A 2. ollólábpár megtartható volt az eredeti szerkezetből. A szarufák vége hasított ollós csappal, faszeggel lettek az élben kialakítva. A szaruzat állítását a hátsó konty irányából az első oromzat irányába végeztük el. Az épületnek a déli traktusa volt a legkevésbé fertőzött, így a csonkakonty eredeti gerendakerete is visszaépíthető volt. (Ezért választottam innét a vizsgálatban felhasznált gerendáimat.)



15. ábra: az ollólábak, a gerincselelem és a szarufák csomópontja a kontyolt mezőben

A tetőszerkezet állításával párhuzamosan elkezdődtek az épület tapasztási munkái is. A tapasztás folyamata a gerendák közének szalmás sárral való kitöltésével kezdődött. A felületet kiegyenlítettük, a fa felületét lótrágyás híg anyaggal gúzoltuk, majd a felület simítását végeztük el. A szalmafedés és a belső munkákkal párhuzamosan elindult a konyhai tüzelőberendezés és a szobai restaurált kályha építése is. Az ajtó és ablakszerkezetek restaurálását farestaurátor készítette, a műhelymunkákat és pótlásokat pomázi műhelyében végezte el. A munkánkat a döngölt padló készítésével, a padló mázolásával zártuk.



16. ábra: A családom és a felújított Visontai ház

4. Mintavételezés, minta előkészítés és a vizsgálandó tulajdonságok meghatározási módszerei

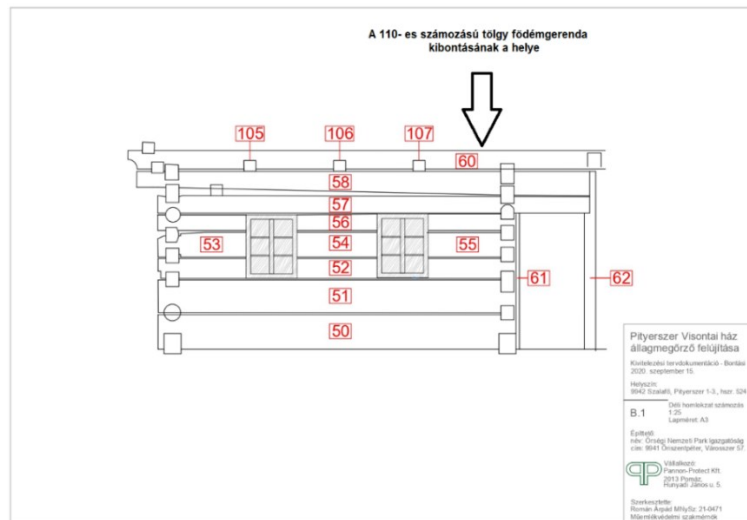
4.1 Mintavételezés bemutatása

Az előző fejezetben írtam róla, hogy a Visontai ház műemlék, ezért annak elemei, csak indokolt esetben cserélhetők. A faanyagvédelmi vizsgálataimhoz használt bontott famintákat, csak olyan gerendákból lehetett kialakítani, amelyek nem kerültek visszaépítésre. Az épület legkevésbé károsodott traktusa a déli homlokzat volt. Ebben biztosan nagy szerepet játszott a kontyolt tetőszakasz és nem utolsósorban a ház tájolásából származó előnyök is. Ezen az oldalon volt két olyan egymáson nyugvó (az 57. és 58.) falgerenda, amelyeknek az egyik vége sajnos annyira degradálódott az idők során, - valószínűleg pár évig tartó ázás miatt, - hogy cserélni kellett őket. (17. ábra) Az erdei fenyő minták kifűrészelése az 58-as számú falgerendából történt.



17. ábra: az újjáépítés során pótolta 57. és 58. erdei fenyő falgerenda

Az ázás miatt nem csak a két falgerendát, hanem egy tölgy födémgerendát is cserélni kellett. A háznak ebből a részéből származik a 110- es számú tölgy födémgerenda is, ami majd a kísérleteimben szerepelni fog. (18. ábra)



18. ábra: a kibontott kocsányos tölgygerenda helye a födémekben (Román Á.)

Az építkezés során beépítése kerülő épületedfákat a Horváth és Társa Kft- től vásároltuk. A gerendákat minden esetben túlmérettel rendeltük, hogy keresztmetszeti megmunkálás (bárdolás) után a megkívánt méret kialakítható legyen. Korábban tettem már említést róla, hogy tölgy (csertölgy) beépítésére csak a boronafal alsó síkját meghatározó koszorú kialakításánál került sor. Minden további faelem cseréjét erdei fenyő beépítésével végeztük el. A beépített épületedfák minőség tanúsítványának eredeti példányát nem tudtam beszerezni, de a mellékletbe csatolok velük megegyező tartalmú mintákat. (3- 4. számú melléklet)

4.2 Minta előkészítés és a mintadarabok megtervezése

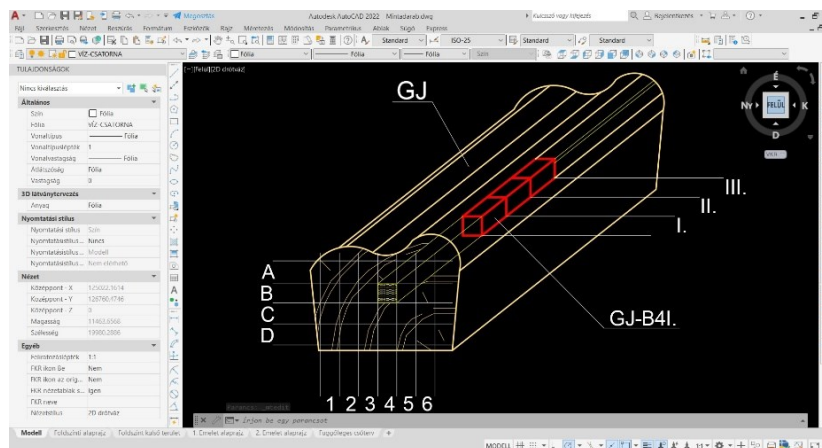
A mintadarabok kialakításánál az volt az elsődleges célom, hogy a vizsgálatokhoz szükséges kifűrészelt minták kellően egészségesek legyenek. A szabványos faanyagvizsgálati minták nem tartalmazhatnak göcsöket, ág benövéseket, repedéseket és rovar-, illetve gombakárosított faanyagokat. Sajnos a képen is látszik (19.ábra), hogy a kibontásra került erdei fenyő gerenda egy összetett biotikus (farontó, bazídiomos gombák és rovarok) károsításnak az „áldozata”.



19. ábra: a kibontott erdei fenyő összetett biotikus (farontó gombák és rovarok) károsodása

Ebből a nehéz helyzetből kiindulva állapotunk meg a konzulensemmel arról, hogy a kísérletek sikerének érdekében dolgozzunk ki egy kellően reprezentatív mintavételi módszert. Ezalatt azt értem, hogy a sok kieső mintadarab miatt nem volt elegendő a gerendának csupán csak egy „szelete” a mintatestek kialakításához. Ezért kezdtem a mintáknál megkülönböztetni a szijács és a geszt jobb és bal felét, a bétől való távolságát, illetve a „szeleteknek” egymástól való térbeli helyzetét. Természetesen ez egyaránt igaz a kibontott és beépített fenyőkre és tölgy mintákra is. Ennek a bonyolult rendszernek a kialakításában, kezelésében nagy segítségemre volt Horváth Norbert tanár úr doktorandusz hallgatója, Kovács Luca.

A kifűrészelés rendszerének elvéről készítettem AutoCad programban egy sematikus ábrát. (20. ábra)



20. ábra: a mintadarabok elnevezésének rendszere, AutoCad programban megrajzolva

A több száz mintadarabot a kifűrészelésük után az egyetem NRRC (Természetes Erőforrások Kutató Központ) klímakamrájában tároltam (ez az egyetemnek direkt erre a célra kialakított helysége), ahol több héten, illetve hónapon keresztül (20 °C és 65 % páratartalom mellett) vártak az elkövetkezendő vizsgálatokra.

4.3 A vizsgált tulajdonságok meghatározásának módszerei

4.3.1 Normál klímához tartozó sűrűség meghatározása

A kiválasztott gombabontási kísérlet elvégzéséhez készült 25×15×50 mm méretű próbatesteken végeztem el a normál sűrűségek meghatározását az MSZ 6786-3 szabványt alapul véve 20 °C hőmérsékleten és 65% relatív páratartalom. A próbatestek 14 nap tárolás után érték el a klímahelységben a vizsgálathoz szükséges egyensúlyi fanedvességi állapotot. A klimatizált próbatestek méreteit két tizedesjegy pontosságú digitális tolómérővel (21. ábra), a tömegüket két tizedesjegy pontosságú digitális mérleggel (22. ábra) határoztam meg. A szabvány szerint a próbatestek rost-, sugár- és húrirányú méreteiből, valamint a tömegükből kiszámítható a sűrűségük a következő képletbe behelyettesítve:

$$\rho = \frac{m}{a \cdot b \cdot c} \cdot 10^6$$

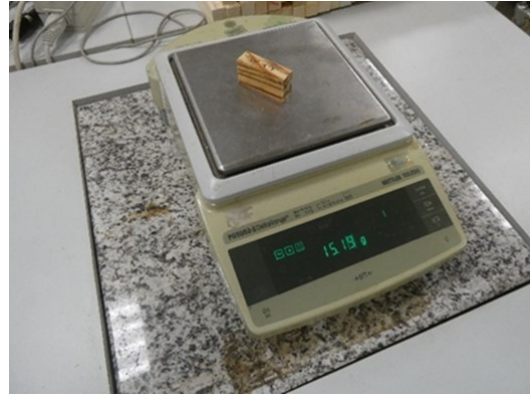
ahol: ρ = a klimatizált próbatest sűrűsége kg/m³; g/cm³-ben

a = a klimatizált próbatest sugárirányú mérete mm-ben

b = a klimatizált próbatest húrirányú mérete mm-ben

c = a klimatizált próbatest rostirányú mérete mm-ben

m = a klimatizált próbatest tömege grammban



21. ábra: Helios Economy digitális tolómérő 22. ábra: METTLER TOLEDO PG 5002-S digitális mérleg

4.3.2 Normál klímához tartozó egyensúlyi fanedvesség meghatározása

A normál klímához tartozó egyensúlyi fanedvességi értékek meghatározását a normál sűrűség meghatározásához is használt 25×15×50 mm méretű próbatesteken végeztem el, az MSZ EN 6786-2 szabványban meghatározott képletet alkalmazva. A tömegméréseket normálklímán, 20 °C és 65% relatív páratartalomra klimatizált, majd szárítógépben (23.ábra) 0% nedvességtartalomra leszártított mintákon végeztem, két tizedesjegy pontosságú digitális mérlegen. A szabvány szerinti, abszolút száraz tömeg és tömegállandóságig klimatizált faanyag nedves tömegeinek különbségéből meghatározható próbatestek nettó egyensúlyi nedvessége a következő:

$$u = \frac{m_n - m_0}{m_0} \cdot 100$$

ahol: u = a nettó nedvességtartalom %-ban

m_n = a faanyag nedves tömege grammban

m_0 = a faanyag abszolút száraz tömege grammban.



23. ábra: Memmert szárítógép, működés közben

4.3.3 Nyomószilárdság meghatározása

A faanyag rostirányú nyomószilárdság vizsgálatát a következő szabvány szerint végeztem MSZ 6786-8:1977. A nyomószilárdság meghatározásakor a próbatest töréséhez szükséges legnagyobb nyomóerőt határozzuk meg. A vizsgálatkor kicsit eltértem a szabványban előírt méretektől, mivel nagyon nagy mennyiségben állt rendelkezésre hasonló geometriájú mintadarab, amiket praktikusán szerettem volna felhasználni a kísérletek folyamán. Matematikailag arányosítottam a szabványban szereplő méreteket a saját mintáim adta lehetőséggel, amiket ezután Horváth Imre asztalos úr segítségével fűrészeltünk méretre. Így lett a minta befoglaló mérete: 15x15 mm alapterületű és rostirányban 22,5 mm hosszúságú. (A próbatestek hossz méretét rostirányban kell kialakítani.) A próbatestek 0,01 mm pontosságú mérését követően a mintákat a nyomásvizsgáló szerkezetbe raktam. (24. ábra)



24. ábra: az INSTRON nyomásvizsgáló berendezés, működés közben

A terhelés állandó sebességét úgy kell meghatározni, hogy a próbatest roncsolása a terhelés kezdetétől számított $1 \pm 0,5$ percen belül bekövetkezzék. Minden egyes próbatest rostirányú nyomószilárdságát σ_w a vizsgálat idején meghatározott nedvességtartalom mellett MPa-ban az alábbi képlet segítségével számítottam ki:

$$\sigma_w = \frac{P_{\max}}{a \cdot b}$$

ahol P_{\max} : a legnagyobb terhelési erő [N]
a : a próbatest magassága [mm]
b : a próbatest szélessége [mm]

4.3.4 Gombabontás mértékének meghatározása

Az MSZ EN 113:1993 szabvány olyan laboratóriumi vizsgálati módszert ír elő, amelynek alapján egy faanyagvédő szer farontó gombákkal szembeni hatékonysága értékelhető. Esetemben kezelőanyagról nem beszélhetünk, de a tudományos gyakorlat a gombabontás intenzitásának mérésére ezt az előírást használja. A módszer elve, hogy a próbatesteket bazídiumos² gombák tiszta tenyésztete hatásának tesszük ki.

A próbatestek 12% - os nedvességtartalom mellett, álló évgyűrűsek és a következő névleges méretűek kell, hogy legyenek: 25x15x50mm (sugár x húr x rostirány).

A munkámhoz ***Coniophora puteana*** (Pincegomba), ***Poria vaporaria*** (Házi kéreggomba) és ***Daedalea quercina*** (Labirintus tapló) tenyészteteket használtam.

Miután a próbatesteket ráhelyeztem a gombatenyésztetekre, a lombikokat 16 héten át tároltam a tenyésztőkamrában (inkubátor szekrényben, 22 C⁰-n).

A kiértékelés abszolút száraz állapothoz viszonyítva történt a gombabontás előtti és utáni állapothoz képest. (Fontos kiemelni a szabványból, hogy a vizsgálat befejezésével el kell különíteni minden olyan próbatestet, amelynek a tömegvesztesége 3%- nál kisebb vagy amelyeken penészgomba fertőzés jelei mutatkoztak.)

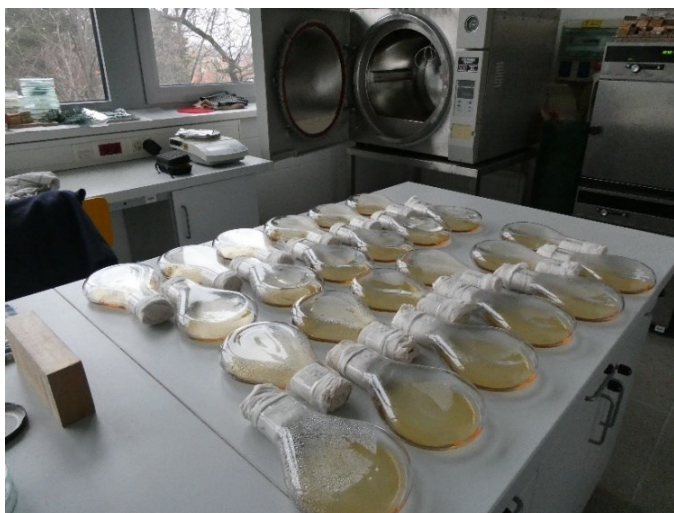
A gombatenyésztet előneveléséhez szükséges táptalajt Malt Extract Agar no. 2 kivonat és desztillált víz keverékéből állítottam elő. (2022.11.29- én, a 45. születésnapomon!) A főzés kb. 1 órán keresztül tartott, 120 °C- on, a forrásnál ügyelnem kellett, mert a tápoldat könnyen kifuthat. A vizsgálataimhoz összesen 24 db Kolle lombikra volt szükségem, lombikonként 90- 100ml táptalajjal, így a biztonság kedvéért 2,5 liter „főzetet” készítettem. A lombikokat steril dugóval kell lezárni és fontos megjegyezni, hogy a lombikok száját a dugóknak feszesen kell kitölteniük. Sterilizálás alatt a lombikokból egy kosárba oldalanként egyszerre 12 db-ot lehet elhelyezni, lehetőleg úgy, hogy a pólyadugók egy irányba nézzenek. (25. ábra)

² <https://gombanet.hu/a-gombak-szaporodasa>



25. ábra: a sterilizáláshoz előkészített 24 db Kolle lombik

A lombikokba nagyon precízen kell az elkészült táptalajt beönteni, a legfontosabb, hogy a dugók felfekvési helyére ne kerüljön belőlük lehetőleg egy csepp sem. Fontos megjegyzés a kísérlettel kapcsolatban, hogy a táptalaj csak egyszer köt ki! A lombikok feltöltése után kezdődik a sterilizálási folyamat a tuttnauer Systec 5050 EI berendezésben, ez általában 3 órát vesz igénybe. A sterilizációt követően a lombikokat peremes oldalukkal lefele, óvatosan egy vízszintes, steril felületre fektetjük, ahol 1,5- 2 óra alatt megszilárdulnak. A hűlés közben képződött kondenzációs cseppeket később óvatosan a táptalajra kell vezetni. Az elkészült táptalajra lehetőleg egy héten belül rá kell oltani a gombatenyészetet! (26. ábra)



26. ábra: a gombaoltáshoz előkészített lombikok, fixálódó agar táptalajjal

A vizsgálat eredményeinek kiértékeléséhez a lombikokba kerülő mintáimat a következő rendszer alapján csoportosítottam.

A gombatörzseket egyedi kóddal láttam el:

- **8- as a pincegomba** (*Coniophora puteana*),
- **9- es a házi kéreggomba** (*Poria vaporaria*),
- **16- os a labirintus tapló** (*Daedalea quercina*).

Ezeket a kódokat minden lombik nyakán szerepeltettem. Továbbá szerepel még a lombikokon egy egyedi kód is, ami megkülönbözteti egymástól a fenyő és tölgy mintákat, illetve megadja a benne lévő próbatestek egyedi azonosítóját is. (Az „E1” felirat az erdei fenyőre, míg a „T4” a tölgy mintákára utal.) Az egyedi azonosítókat és a vizsgálatok során végzett összes mérést Excel táblázatban vezettem. A lombikokba helyezett mintáknak is megvan a maga sorrendje. Az erdei fenyő esetében 4, míg a tölgnél 2 csoportot különítettem el: bontott erdei fenyő geszt és szijács, beépített erdei fenyő geszt és szijács, illetve bontott és beépített tölgy minták. (27. ábra)

M	N	O	P	Q	R	S	
		8.PINCEGOMBA		9.KÉREGGOMBA		16.LABIRINTUS TAPLÓ	
Csoportosítás lombikonként							
próbatetek:							
Gombafaj	lombik száma	beépített geszt	beépített szjács	bontott geszt	bontott szjács		
8 E1		B/5BII.	5AI.	GB/3BI.	SB/1BI.		
8 E2		B/6AII.	5BII.	GB/2AI.	SJ/5AI.		
8 E3		J/4AI.	2CI.	GJ/4AI.	SB/2AI.		
8 E4		J/3AII.	4AI.	GJ/2BI.	SJ/2AI.		
9 E1		B/5AI.	3AII.	GB/3BII.	SB/1BII.		
9 E2		B/4AII.	3BII.	GB/2AII.	SJ/5AII.		
9 E3		J/4AII.	4CI.	GJ/4AII.	SB/2AII.		
9 E4		J/4BII.	5BI.	GJ/2BII.	SJ/2AII.		
16 E1		J/5BI.	6CII.	GJ/2BIII.	SJ/2AIII.		
16 E2		J/4BI.	5CI.	GJ/4AIII.	SB/2AIII.		
16 E3		B/4AI.	4BI.	GB/2AIII.	SJ/5AIII.		
16 E4		B/5BI.	4AII.	GB/3BIII.	SB/1BIII.		

27. ábra: a lombikok elnevezésének és feltöltésének rendszere (Kovács L.)

2022. 12. 01- én oltottam rá a táptalajra az egyetem által, a BAM Ebw- től vásárolt gombatorzseket. A lombikon belül, a megfelelő mennyiségű micélium kialakuláshoz általában két hétre van szükség. A kéreggomba és a labirintustapló esetében ez így is volt, de a pincegombának kicsit több időre volt szüksége az megerősödéshez. Így a próbatesteket 5 nap különbséggel helyeztem a lombikokba, 2022.12.15. illetve 2022.12.20- án. (28. ábra)



28. ábra: a próbatetek Kolle lombikba helyezése a steril oltófülkében

Ami a képpel kapcsolatban fontos tudnivaló:

- az oltófülkét teljesen sterilizáltam munka előtt,

- a jobb kezemmel az egyik mintadarabot lángolom a borszeszégő felett, és ezt minden elemmel, távtartó üvegpálcával, pólya dugóval, minden esetben megtettem,
- a csipeszt is minden fogás előtt sterilizáltam,
- és nem utolsó sorban érdemes közelről jobban megnézni a gyönyörűen (gombamicéliumokkal) átszőtt lombikot.

A fenti felsorolást azért is tartom fontosnak, mert valószínűleg ezeknek az apró kis részleteknek köszönhetem, hogy a 24 lombikomból csupán 1 fertőződött meg penésszel. A lombikokat rendszeresen ellenőriztem és rengeteg fényképet készítettem a micéliumok, gombafonalak, - és kötegek alakulásáról, erősödéséről. Csatolok két fényképet a lombikok 6, illetve 10. hetes koráról. (29-30. ábra) (A képeken jól látszódik mennyit erősödtek a gombaképletek 4 hét eltelte után.)



29. ábra: a lombikok 6 hetes korukban



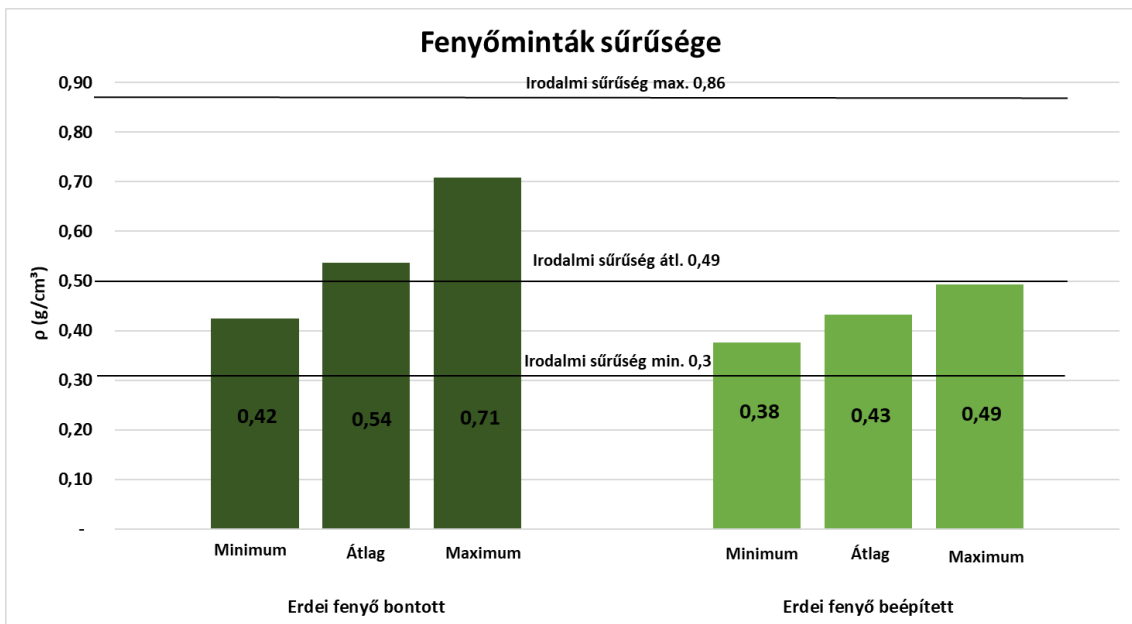
30. ábra: a lombikok 10 hetes korukban

Napra pontosan 2023.04.06- án járt le a szabványban a bontási kísérletre előírt 16 hét, ekkor kezdtem hozzá a lombikokból kivett mintatestek analizálásához. Felírtam és lefényképeztem minden olyan anomáliát, amit a próbatesteken és lombikokon felfedeztem, felfedezni véltem. Vizsgáltam az azonos próbatestek egymáshoz képest mutatott eltéréseit, a lombikon belül elfoglalt helyük alapján jelentkező különbségeket, illetve a lombikok együttes jellemzőit. Először óvatosan megtisztítottam a próbatesteket a felszínükön kialakult gomba képletektől, majd egyenként megmértem a nedves gombabontott tömegüket. Ezt követően újból tömegállandóságig szárítottam őket és utána újból megmértem a tömegüket. Ezeknek az értékeknek az ismeretében tudtam a gombabontás eredményeit különböző szempontoknak (vízmennyiség, tömegvesztés, térfogat, sűrűség) megfeleltetve Excel táblázatban összehasonlítani.

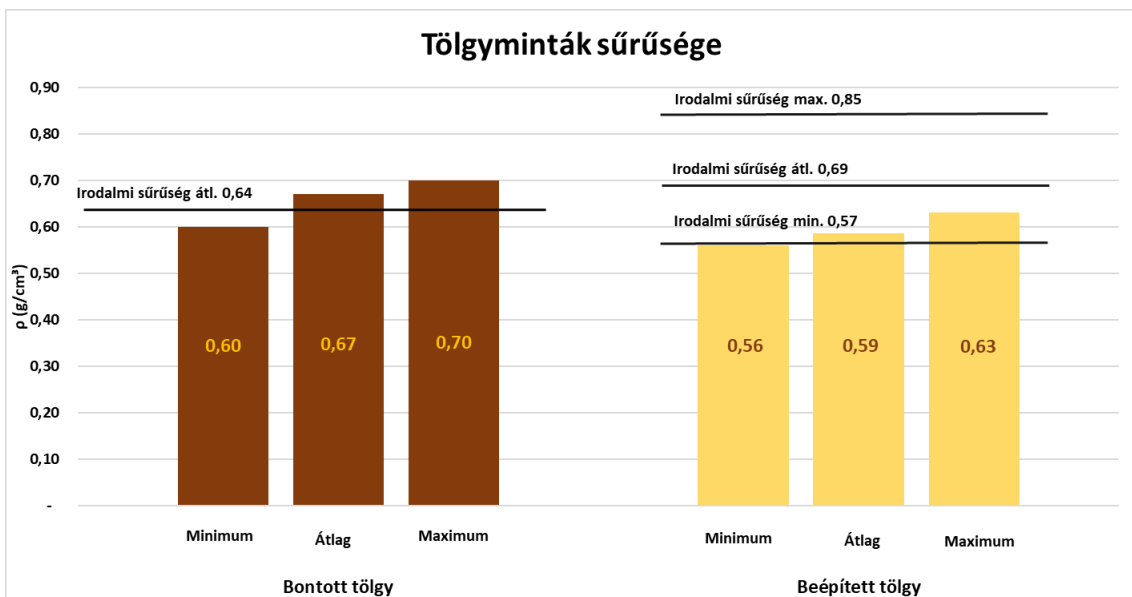
5. Vizsgálati eredmények bemutatása és értékelése

5.1 Normál klímához tartozó sűrűségi vizsgálat eredményeinek bemutatása

A normál (légszáraz) sűrűség meghatározását az MSZ 6786-3 szabványra támaszkodva, **154** darab fenyő és **106** tölgy mintadarab, 25×15×50 mm nagyságú, 20°C-on és 65% relatív páratartalom klimatizált mintán végeztem el. A sűrűségmérési eredményeket az 1. és 2. diagramm szemlélteti.



1. diagramm: a bontott és beépített erdei fenyők sűrűségének összehasonlítása



2. diagramm: a bontott és beépített tölgyek sűrűségének összehasonlítása

A fizikai tulajdonságok közül a fa sűrűségének, vagyis az egységnyi térfogatú faanyag tömegének kiemelkedő jelentősége van az építőiparban. A diagrammokat nézve láthatjuk, hogy az erdei fenyő és a tölgy esetében is a kibontott elemek helyére kerülő új elemek sűrűség tekintetében elmaradnak a korabeli elemektől.

A bontott erdei fenyő átlaga kicsit meghaladja, míg a beépített kicsit alulmúlja az irodalmi átlagértéket. Érdeemes még megjegyezni, hogy a beépítésre került új erdei fenyő gerendák maximuma, - bár lényegesen meghaladják az irodalmi minimum értéket, - de ennek ellenére sem érik el az irodalmi középátlagot.

A beépített tölgyfák esetében, talán még rosszabb eredményt hoztak a számítások. A bontott (kocsányos) tölgyfa minták átlaga meghaladja az irodalmi értéket, míg a beépítésre került (cser) tölgy átlaga éppen csak, hogy átlépi az irodalmi sűrűség minimum értékét.

5.2 Normál klímához tartozó egyensúlyi fanedvesség vizsgálatának eredményei

A normál klímához tartozó egyensúlyi fanedvességet ($u\%$) az MSZ 6786-2 szabványra támaszkodva, **192** darab fenyő és **90** tölgy mintadarab, $25 \times 15 \times 50$ mm nagyságú mintából határoztam meg. A normál klímához tartozó egyensúlyi fanedvesség vizsgálatának eredményeit az 2. és 3. számú táblázatok tartalmazzák. (A mérési eredmények részleteit az 5. számú melléklet tartalmazza.)

2. számú táblázat: a bontott és beépített erdei fenyő mintatestek egyensúlyi fanedvességének összehasonlítása

Egyensúlyi fanedvesség u (%)		
	Erdei fenyő bontott	Erdei fenyő beépített
Átlag	12,22	14,17
Szórás	0,87	0,39

3. számú táblázat: a bontott és beépített tölgyfa mintatestek egyensúlyi fanedvességének összehasonlítása

Egyensúlyi fanedvesség u (%)		
	Tölgy bontott	Tölgy beépített
Átlag	12,11	21,47
Szórás	0,29	6,74

Az adott hőmérséklethez és relatív páratartalomhoz kapcsolódó fanedvességet nevezzük egyensúlyi fanedvességnek. A fa a döntést követően fokozatosan szárad, ez történhet természetes úton vagy mesterségesen, az erre kialakított, különböző technikákkal működő szárító berendezésekben. A faanyag nedvességtartalma a száradás során elér egy bizonyos pontot, amikor a szabad víz már elpárolgott, és csak a kötött víz van jelen. Ezt a határt rosttelítettségi állapotnak nevezzük. A rosttelítettségi nedvességtartalom fafajonként eltérő, általában 28- 32% között van. (Gyarmati, 1975)

A faanyag, mivel egy üreges test, képes a belső felületén a levegőben lévő gőzöket, így a vízgőzt is megkötni (abszorbeálni). A faanyag nedvességtartalma és a környező levegő hőmérséklete és páratartalma között törvényszerű összefüggés van. (Gyarmati, 1975)

A táblázatokat vizsgálva látjuk, hogy a kibontott erdei fenyő és a tölgyfa mintáim gyakorlatilag tizedes pontosságig egyenlő értéket mutatnak. Ez nyilván azzal van összefüggésben, hogy felhasználási osztály szerint a minták egyaránt az FO2-es kategóriába tartoznak. Ez a gyakorlatban, akkor valósul meg, ha a fa és faalapú termékek beltérben, vagy fedett, csapóesőtől, illetve időjárástól védett helyen vannak. A külső környezeti állapotok (elsősorban a páratartalom), nem

zárható ki hermetikusan, ezért kialakulhat a fainedvesedés és a páralecsapódás jelensége. A faanyag nedvességtartalma esetenként meghaladja a 20%-ot. A nem légszáraz faanyagot megtámadhatják a felületi elszíneződést okozó penészgombák, gombák, valamint adott esetben farontó rovarok is. (Király, 2013) Az újonnan beépített faanyagok nedvességtartalma, főleg a csertölgyé szemmel láthatóan magasabb, ez egy szomorú jellemzője a mai építőiparnak. Arra gondolok, hogy sajnos nincs idő az épületek esetében a megfelelő természetes száradás kivárására. A teherhordó szerkezeteknél nagyon fontos lenne az alacsony egyensúlyi fainedvesség betartása, megtartása, hiszen ez a dimenzióstabilitás egyik legfontosabb paramétere.

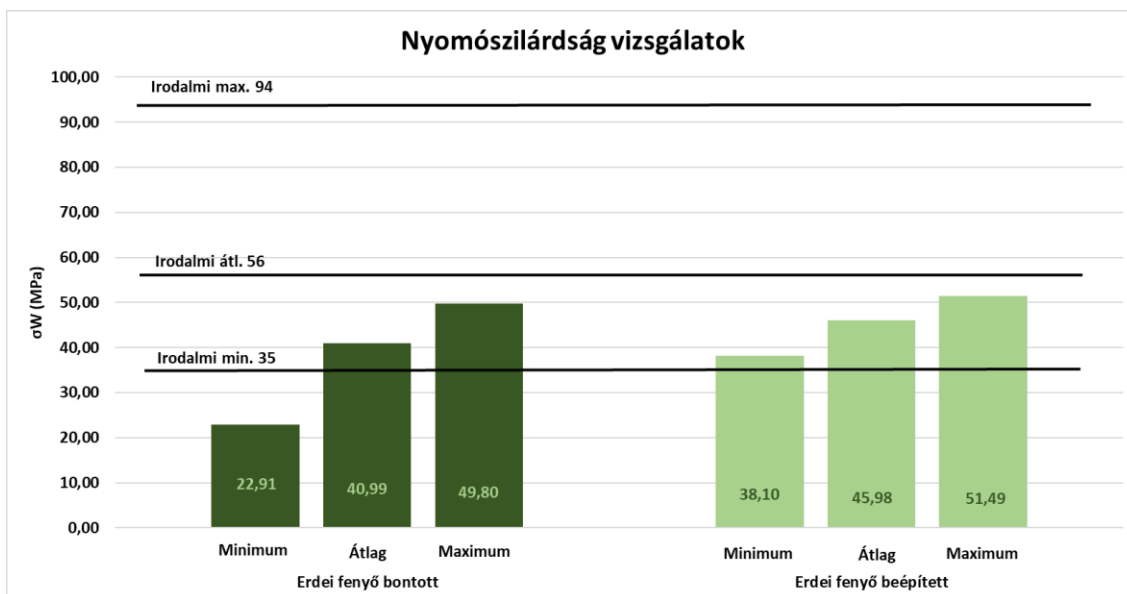
A táblázatból kitűnik még, hogy a kibontott és beépített erdei fenyők esetében igen nagy a szórások közti különbség. Szerintem ez elsősorban azzal magyarázható, hogy a kibontott fenyőfa mintám esetében élesen elkülönült a geszt és a szíjács, míg a beépítésre kerülőnél, alig lehetett meghatározni ezt a határt. Úgy gondolom ez a nagy kontraszt a két minta esetében, biztosan döntően hat lehetett hatással a szórás növekedésére.

5.3 Nyomószilárdság vizsgálati eredményeinek bemutatása

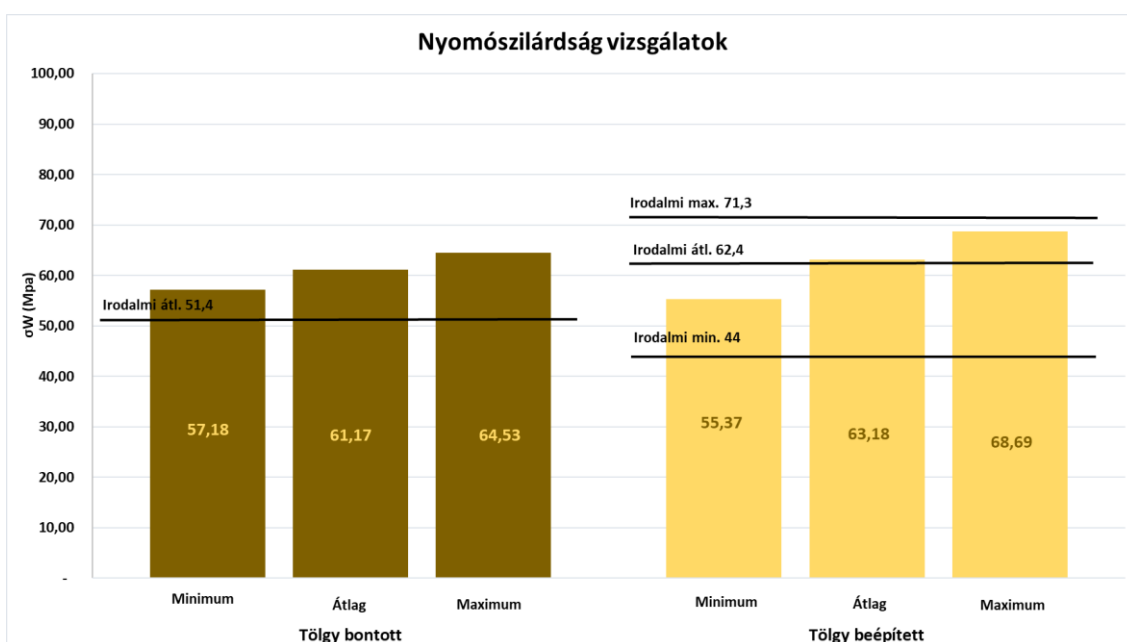
A faanyag rostirányú nyomószilárdság vizsgálatát az MSZ 6786-8:1977 szabványra támaszkodva, **30** darab fenyő és **30** darab tölgy mintadarab, 15×15×22,5 mm nagyságú próbatesten végeztem el.

Nyomó igénybevételek gyakran előfordulnak a faszerkezetekben, fedélszékekben, vagy különböző fa termékek esetében egyaránt. Nyomószilárdságon a fának a rostok irányában vagy a rostokra merőleges irányban történő terheléssel szemben kifejtett ellenállását értjük.

A nyomószilárdsági vizsgálat eredményeit a 3. és 4. diagramm szemlélteti.



3. diagramm: bontott és beépített erdei fenyők nyomószilárdságának összehasonlítása



4. diagramm: bontott és beépített tölgyek nyomószilárdságának összehasonlítása

A fenyő minták diagrammját nézve látjuk, hogy a minta sorozatok közül sajnos egyik sem érte el az átlagos irodalmi értéket, az viszont örömteli, hogy ebben a vonatkozásban az újonnan beépítésre került gerendák kicsivel jobb átlagértéket mutatnak.

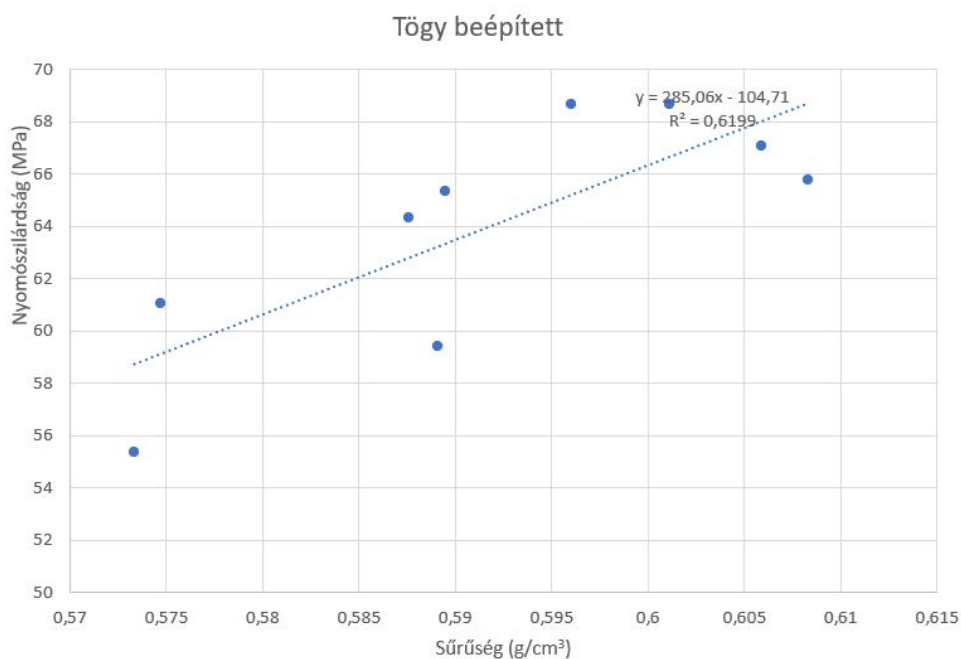
A rostokkal párhuzamos irányú nyomószilárdsági vizsgálatoknál a próbatesten általában szabad szemmel is jól látható törésképek alakulnak ki. A kibontott

fenyőminták préselésénél azt figyeltem meg, hogy gyakorlatilag az összes próbatesten az egysíkú elnyíródás, illetve az egysíkú zúzódás jegyei alakultak ki. Ez feltételezésem szerint a kibontott erdei fenyő rendkívül magas gyantatartalmával lehet összefüggésben.

A korábbi sűrűség vizsgálat eredményeiből már lehetett számítani a nyomószilárdsággal végzett vizsgálatok alakulására. A bontott tölgyfa minták átlaga közel 10 MPa -al meghaladja az irodalmi középértéket, míg a beépített csertölgy éppen, eléri a rá jellemző 62,4 MPa- os értéket.

A csertölgy az egyensúlyi fanedvesség vizsgálatánál is nagyobb szórást mutatott, mint a vizsgálatokban szereplő kibontott kocsányos tölgy. Azt gondolom, hogy a nyomószilárdsági vizsgálatok nagy szórás eredménye, kapcsolatban kell, hogy legyen az egyensúlyi nedvesség vizsgálatának eredményeivel.

A szilárdsági jellemzők alakulása a nyomószilárdság és a sűrűség függvényében: a fa inhomogén, ortotrop, porózus jellegénél fogva a sűrűség, a rostirány és a szöveti szerkezet nagymértékben befolyásolja a szilárdsági és rugalmassági jellemzőket. Mint ismeretes a különböző szilárdság és sűrűség között szoros lineáris kapcsolat mutatható ki. A regressziós együttható R^2 értéke 0,36-0,49 között volt, kivéve a beépített tölgyet, ahol az R^2 értékére 0,62, amely faanyagok esetén már egy közepes kapcsolatnak tekinthető.



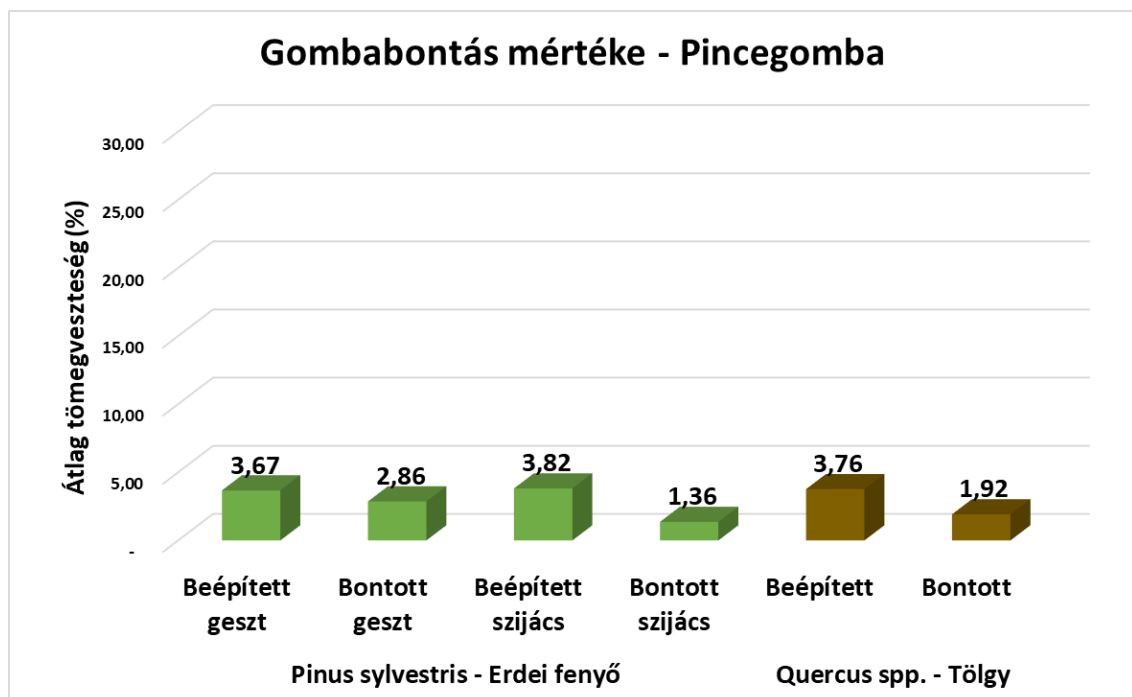
31. ábra: nyomószilárdság változása a sűrűség függvényében, beépített tölgy

5.4 Gombabontás vizsgálati eredményeinek bemutatása

A gombabontással kapcsolatos vizsgálatimat az MSZ EN 113:1993 szabványra támaszkodva, **84** darab 25×15×50 mm- es mintadarabon (a korábban részletezett módon és arányban csoportosítva) végeztem el.

Mielőtt rátérek a bontott és beépített (élettelen) gerendák elemzésére, fontosnak tartok egy érdekességet megemlíteni. Az élő fa esetében az élettelen geszt, illetve érett fa jobban ki van téve a bontás veszélynek, mint a szijácsrész. Ez abból fakad, hogy itt élő sejtek vannak, illetve a nagyobb nedvességtartalom miatt nincs megfelelő mennyiségű oxigén a gombák számára. A döntött fa esetében pont fordított a helyzet. A gombák először a szerves anyagokban (cukrok, keményítők) gazdag szijács bontásával kezdik meg lebontó munkájukat. Ezenkívül a szijács gyorsabb és folyamatos száradása is segíti a farontó gombák megtelepedésének lehetőségét. (Gyarmati, 1975)

A pincegomba gyakorlatilag minden fafajon megtelepszik, lomos fajokon és fenyőféléken egyaránt. (5. diagramm)



5. diagramm: pincegomba bontásának mértéke erdei fenyő és a tölgyek esetében

A három vizsgált gombfaj közül a pincegomba és a labirintus tapló tömeg bontás tekintetében gyakorlatilag egyformák, %- os arányban nézve a második helyen

állnak. Az 5. diagrammot elemezve látható, hogy a 6 oszlop közül a három legalacsonyabb oszlop, - ugyan nem teljesen egyformán, - a kibontott elemekre vonatkozik.

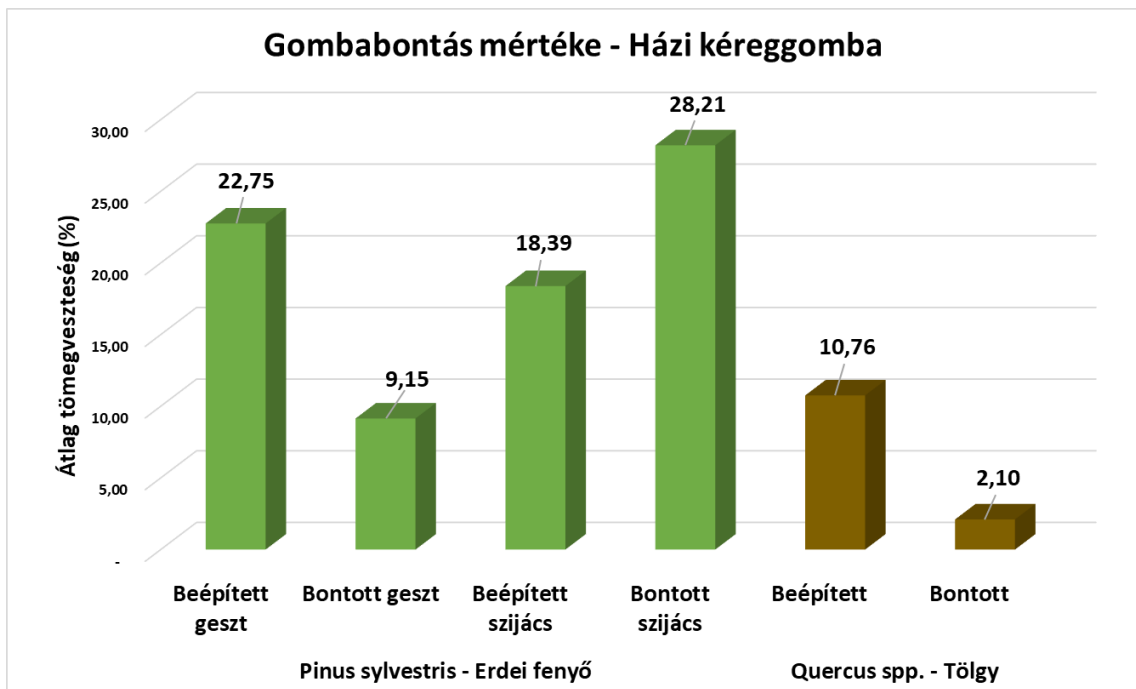
A diagrammot vizsgálva Horváth Norbert tanár úrral felfedeztünk egy érdekes kérdést a kibontott erdei fenyő szijácsával kapcsolatban, amit a jövőben esetleg érdekes lehet tovább vizsgálni. A kibontott fenyő gerenda szijácsából gyakorlatilag semmit sem bontott a gomba. Arra gondolunk, hogy ez a gerenda az 1974- es felújításkor védőkezelésben részesülhetett.

A beépítésre került elemek bontásának tekintetében gyakorlatilag nincsen különbség az erdei fenyő és tölgy minták között. Az erdei fenyő szijácsáról elmondható, hogy gyakorlatilag a beépített fenyőnek több, mint kétszeresét, majdnem háromszorosát elbontotta. Csatolok egy fényképet, amin nagyon szépen látszik, hogy milyen vastag, erőteljes micélium kötegeket képzett a gomba a mintatest felszínén a 16 hét alatt. Szintén jól látszik a fényképen, hogy mennyivel jelentősebb a bontás mértéke a korai pásztaiban, a késeihez viszonyítva. A képet az abszolút leszárítást követően készítettem az A 4AI- es mintatestről (beépített erdei fenyő szijács), amit az E4- es lombikból vettem ki. (32. ábra)



32. ábra: pincegomba bontásképe a szárítókamrából való kivételkor

A házi kéreggombát a vizsgálatban szereplő fenyők miatt választottam. A hangsúly direkt nem az erdei fenyőn, hanem általánosan a fenyőkön van, mert több éves tapasztalatom, hogy fedélszékeken az egyik leggyakoribb fenyőkárosító a *Poria vaporaria*. Ennek több oka is lehet, de az egyik legbiztosabb, hogy magas a hőoptimuma, így jól alkalmazkodik a tetőtér jellemzően magasabb hőmérsékleteihez. A tölgy mintatestek esetében lényegesen gyengébb a bontás eredménye, a bontott tölgyből gyakorlatilag nem fogyott. A kibontott erdei fenyővel kapcsolatban fontosnak tartom megjegyezni, hogy elég magas volt a gyantatartalma, ezt igazolja a diagramban szereplő alacsony bontott geszt hasáb is. (6. diagram: a házi kéreggomba bontásának mértéke.)



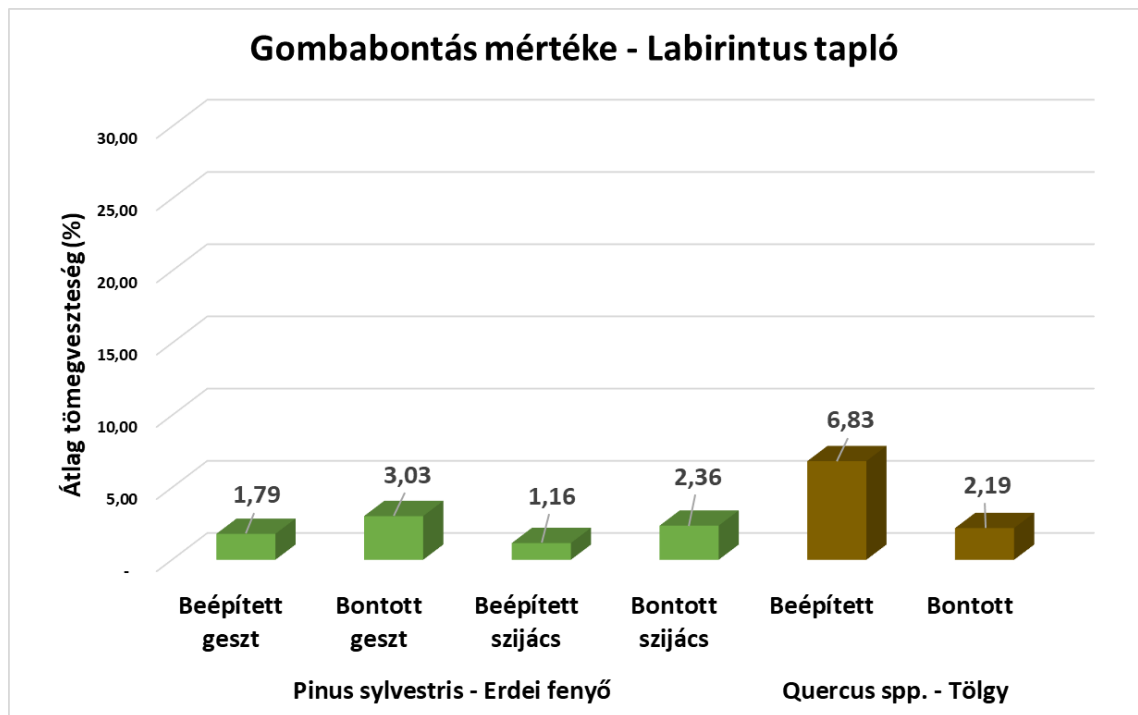
6. diagramm: a házi kéreggomba bontásának mértéke erdei fenyő és a tölgyek esetében

Az oszlopdiagrammból jól látszik, hogy a bontott erdei fenyő szijácsának majdnem 30%- át elbontotta a gomba, ennek ellenére nem egy szijácsos, hanem egy gesztes mintatest fényképét választottam. Ugyanis ezzel szeretném szemléltetni, hogy mekkora kárt tud okozni a jóval berakódottabb, járulékos anyagokkal (színező, gesztesítő, cserzőanyagokkal) felvértezett gesztben is a gombabontás. (33. ábra)



33. ábra: J4All- es mintatest, a beépítésre került erdei fenyő gesztjéből

A házi kéreggomba esetében már írtam róla, hogy szándékosan választottam az az adott farontó gomba fajt, ez igaz a tölgyekhez választott labirintus tapló esetében is. A témavezetőm, a munkahelyemen szerzett saját tapasztalataim és a faanyagvédelemmel évtizedek óta foglalkozó kollégáim tanácsát megfogadva esett a választás végül erre a gombafajtára. A 7. diagrammot nézve rögtön látható, hogy a vizsgálatok teljes mértékben alátámasztják az irodalmi adatokat, és a sokéves gyakorlatot, miszerint a tölgyfákra nézve a labirintus tapló lényegesen veszélyesebb, mint a fenyőkre.



7. diagramm: a labirintus tapló bontásának mértéke erdei fenyő és a tölgyek esetében

A beépítésre került csertölgy bontási értékei némileg szembe mennek Igmándy 1960- as megállapításával, miszerint a labirintus tapló az összes tölgyet bontja, kivéve a csertölgyet. A diplomamunkám készítése során nagy érdeklődéssel olvastam többek között konzulensemnek a doktori disszertációját is. A tanár úr is foglalkozik az értekezésben a labirintus taplónak csertölgyre gyakorolt bontó képességével. Az Ő kísérleteiben is jelentős tömegcsökkenést szenvednek a kísérletben résztvevő csertölgy minták.

A diagrammot szemlélve felmerül a kérdés, hogy a beépített csertölgy miért mutat ennyivel rosszabb eredményt? – A tölgy mintatesetek esetében nem különböztettem meg egymástól a gesztet és a szijácsot. Mivel a kibontott tölgy gerenda sem volt sokkal jobb állapotban, mint a fenyő, így elképzelhető, hogy kicsivel több gesztes mintaelem került a vizsgálatba. A beépítésre került csertölgy fatesté nagyon homogén szerkezetű volt és mint tudjuk a cser fájának szijács hányada a nemes tölgyekhez mérten azoknak a többszörösét is kiteheti. Így elképzelhető, hogy a beépített minták közé nagyobb arányban került szijácsos mintatest, ami kicsit ront az átlagon.

Szeretnék még egy érdekességet leírni a labirintus taplóval kapcsolatban tapasztalt megfigyelésemről. A 16 hetes bontási ciklus lejártakor, amikor a próbatesteket megtakarítottam a gombaképletektől, a pincegomba és a

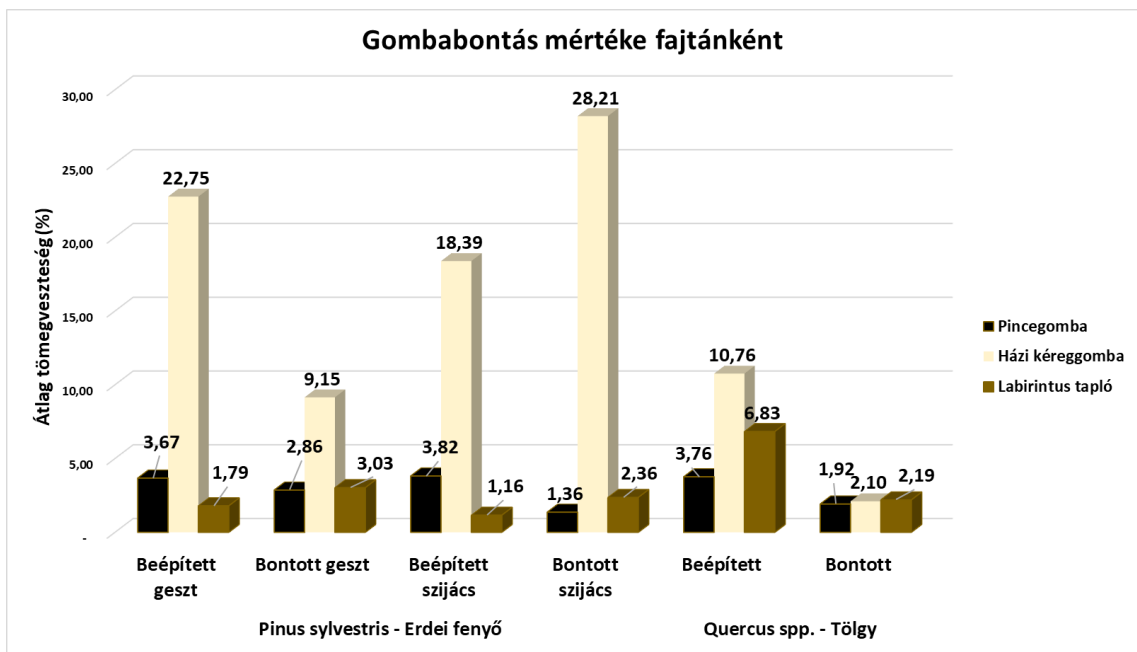
kéreggomba micéliumképleteit viszonylag könnyen el tudtam távolítani. Ezzel szemben a labirintus tapló micéliumai nagyon erősen szervültek a próbatesthez, ahogy jellemzően a termőteste is szervülnek a bontott fához. A 34. ábrán a T1-es lombik 4JIII- as beépítésre kerülő csertölgy mintája látható.



34. ábra: a labirintus tapló bontotta 4JIII- as minta

A képen jól látható a tölgyekre jellemző keskeny sejtsoros és széles homogén bélsugár, aminek bontásához könnyen hozzáfért a labirintus tapló.

A gombabontási vizsgálatom során a beépített faanyagok gombakárosítói közül, - ahogy azt már korábban is írtam, - igyekeztem a legjellemzőbb fajtákkal foglalkozni. Az utolsó, - talán legszemléletesebb diagrammban, - a három bazídiumos, barna korhasztó gombát egyszerre jelenítem meg. (8. diagramm)



8. diagramm: a pincegomba, a házi kéreggomba és a labirintus tapló bontása

6. Összefoglalás

6.1 Az elvégzett munka rövid ismertetése

A bevezetésben célul megfogalmazott diagnosztikai kísérleteket, a Visontai házból kibontott és a helyükre újból pótoltt gerendákon, az egyetem hathatós segítségével elvégeztem.

A hagyományos őrségi településszerkezet, a területen jellemző boronafalás építkezés leírása mellett igyekeztem a Visontai házat is kellő gondossággal részletesen bemutatni. Ebben nagy segítségemre volt az Őrségi Népi Műemlékegyütteshez tartozó Visontai házat kezelő Vas megyei Múzeumok Igazgatósága.

Az épületszerkezetben vizsgált fagerendák fajtájának meghatározását a rájuk adaptált szakvéleményeket felhasználva végeztem el. Vizsgáltam a kibontott fenyő és tölgygerendákat makro- és mikroszkópos úton, majd összevettem az eredményeimet a hazai és külföldi szakirodalomban olvasottakkal.

A Visontai ház faanyagvédelmi diagnosztikai vizsgálatának leírása kapcsán megismertettem a kivitelezés előzményeit és bemutattam a faanyagvédelmi szakértők korábban készült állásfoglalásait. Röviden szót ejtettem és képekkel illusztráltam a fontosabb bontási és építési munkák fázisait.

Sokat dolgoztam a mintavételezésen, a minták tárolásán és az előkészítésen az eredményes kísérletek reményében. A releváns eredmények előfeltétele a precíz mintavétel és egyben a mintakialakítás is. Részletesen bemutattam a vizsgált tulajdonságok meghatározásának módszereit. A normál klímához tartozó sűrűséget, egyensúlyi fanedvességet, a nyomószilárdságot és három fajtán keresztül a gombabontás mértékét.

Diplomamunkámat a vizsgálati eredmények mérnöki értékelésével és a belőlük levonható eredmények ismertetésével zárom.

6.2 A diplomamunka főbb eredményei

A mikroszkópos és laboratóriumi vizsgálataimmal, valamint a hazai és nemzetközi szakirodalommal összevetve megállapítottam, hogy a faanyagvédelmi szakértők, dr. Horváth Norbert és Román Árpád előzetes vizsgálatai helytállóan bizonyultak. A Visontai ház faszerkezetében azonosított fafajok, valamint a rovar és gombakárosítók megegyeztek a kutatásaim eredményével.

Az épület felújításának elrendelése teljesen megalapozott, indokolt döntés volt. A kivitelezés a legnagyobb szakértelemmel, gondossággal és hibátlanul megvalósult.

Az épületből vételezett és az épületbe beépített faanyagokkal végzett vizsgálataim sok esetben megkérdőjelezik a „piacon” kapható épületfák minőségét. Sűrűség tekintetében a beépített fenyő egy fokkal jobb eredményeket hozott, mint a beépített tölgyfa, de így is elmaradnak a bontott értékektől. Egyensúlyi fanedvesség terén a fenyő minták szintén szépen szerepeltek, de a tölgyek nagyon nagy szórást mutattak. A nyomószilárdság terén már a beépített csertölgy is elérte az irodalmi középértéket, bár meg kell említenem, hogy a kibontott kocsányos tölgy minimum értékei minden esetben meghaladták az irodalmi átlagot. A gombabontással végzett kísérleteimhez igyekeztem olyan gombafajtákat választani, amelyekkel bizonyítani tudom a gyakorlatban tapasztaltakat. Ez sikerült, gyengébb bontási erélyt a pincegomba és a labirintus tapló mutatott, míg a házi kéreggomba várakozáson felül teljesített. Több vizsgált paraméter esetében a kibontott minták mutattak jobb eredményt, de egy érdekesség, hogy a legnagyobb tömegcsökkenést mégis a kibontott erdei fenyő szijácsán mértem, melynek majdnem 30%-át elbontotta a házi kéreggomba.

Régi faszerkezetek javításánál mindig felmerül egy probléma, hogy a régi sok évtizede, évszázada beépített szerkezeti elemek közé újat helyezünk be, de az új és a régi faanyag másént viselkedik. Az új faanyag még zsugorodik, reped, görbül, csavarodik stb., míg a régi már beállt és minimális mozgása van. Látjuk régi tetőszerkezetek felújítása során, hogy az új még feszültségeket tartalmazó elemek sokszor kifordulnak szerkezetből. Arról már nem is beszélve, hogy más fafajú elemek kerülnek be, mint az eredetiek.

6.3 Az eredmények gyakorlati hasznosítása

A diplomamunkám során végzett vizsgálatok is bizonyították, hogy sok esetben nem új faanyagot, hanem a jó állapotban lévő régit lenne célszerű beépíteni. Viszont a jelenlegi piaci helyzet – általában gyengébb minőségű faanyagok kínálata - miatt okvetlenül törekedni kell a beépítésre kerülő faanyagok esetében a leghatékonyabb védőszerek használatára, hiszen így biztosítható azok élettartamának növelése. A műemléki épületekkel kapcsolatos törvények, szabályok, engedélyeztetési eljárások nagyon szigorúak, de ennek a tárgyalása nem képezi a diplomamunkám részét. A cél a megmentés, korszerű technikával, tervezéssel megvalósítani a faanyagvédelmet, hogy az utókor ne csak fényképekről ismerjen ilyen csodás műemlékeket.

6.4 Javaslatok a munka folytatására

Horváth Norbert tanár úr hívta fel a figyelmemet rá, hogy a pincegomba az erdei fenyő szijácsát gyakorlatilag nem bontotta. Elképzelhető, hogy korábban ezt a gerendát védőszerrel kezelték, érdekes munka lenne a védőszerek kimutatásának vizsgálata is.

Célszerű lenne az ellenőrző munkákra nagyobb hangsúlyt fektetni, 3 - 5 év távlatából következtetéseket levonni, az alkalmazott technikák eredményességét és időállóságát vizsgálni.

A kibontott erdei fenyő nyomószilárdság vizsgálatokor szinte minden esetben egysíkú elnyíródást tapasztaltam, érdekes lenne megvizsgálni, hogy ez kapcsolatban lehet- e a magas gyantatartalommal?

7. Köszönetnyilvánítás

Itt szeretném megragadni az alkalmat, hogy köszönetet mondjak konzulensemnek, dr. Horváth Norbert tanár úrnak a lelkes szakmai támogatásáért és az izgalmas diplomafeladatért. Továbbá az intézet minden tagjának, közülük is elsősorban Kovács Luca doktorandusz hallgatónak, aki sosem hagyott elveszni az adatok tengerében.

A munkahelyemen a főnökömnek és egyben nagybátyámnak, Babos Rezsőnek, aki az első perctől kezdve bízott bennem és biztosított nekem minden feltételt a tanulmányaimhoz.

És a többi munkatársamnak, akik kiváló szakemberek: Devescovi Józsefnek, dr. Király Bélának, Román Árpádnak és név nélkül mindenkinek, hogy számíthattam rájuk mindenben.

Nagy Endre muzeológus úrnak a Savaria Múzeumból, aki minden követ megmozgatott a múlt feltérképezésének érdekében.

Nem utolsó sorban feleségemnek Reninek és kislányomnak Dórikámnak, hogy lassan három éve szurkolnak apának.

8. Irodalomjegyzék

Babos, R. – Kiss, Gy. – Vargay, K. (2004): Hogyan válasszunk faanyagvédőszert? Segédlet

Dr. Király, B.- Dr. Csupor, K. (2013): A kémiai faanyag – és tűzvédelem anyagai és keverékei. Palatia Nyomda és Kiadó Kft., Győr. 27. o.

Dr. Tóth, E. (szerk.) (2001): Épületfelújítási kézikönyv. Verlag Dashöfer Szakkönyvkiadó, Budapest. 9. rész 4.1 fejezet 1-2. o., 4.2. fejezet 1-3. o.

Gyarmati, B.: Faanyagvédelem – környezetvédelem:

<http://www.anyagvedelem.hu/index.php?stilus=lap&hiv=196&forr=5> (2023.05.16.)

Gyarmati, B. - Igmándy, Z. – Pagony, H. (1975): Faanyagvédelem, második, átdolgozott kiadás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 26.o, 41-44.o, 89.o.

Horváth, N. (2008): A termikus kezelés hatása a faanyag tulajdonságaira, különösképpen a gombaállóságra. Doktori (Ph.D.) értekezés. 44-45. o.

Horváth, N. (2020): Előzetes faanyagvédelmi szakértői vélemény Szalafő, Pityerszer 1-3. Visontai ház beépített faanyagairól. 6. o.

<https://gombanet.hu/a-gombak-szaporodasa> (2023.04.25.)

Molnár, S. (2004): Faanyagismeret. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest. 292. o., 316. o.

Molnár, S. – Farkas, P. – Börcsök, Z. – Zoltán, Gy. (2006): Földünk ipari fáit. Erfaret Nonprofit Kft., Sopron. 48. o., 58. o., 121-122.o.

MSZ 6786-3: Normál klímához tartozó sűrűség meghatározása

MSZ EN 6786-2: Normál klímához tartozó egyensúlyi fanedvesség meghatározása

MSZ 6786-8:1977: Nyomószilárdság meghatározása

MSZ EN 113:1993: Gombabontás mértékének meghatározása

Nagy, E.: (2006): Őrségi Népi Műemlékegyüttes a szalafői Pityerszeren. Pannon Gyöngyszemek sorozat, Szombathely

Németh, L. (2003): Faanyagok és faanyagvédelem az építőiparban. Agroinform Kiadó, Budapest. 142-147. o.

Román, Á. (2021): Faanyagvédelmi szakértői vélemény és jegyzőkönyv 9942 Szalafő Pityerszer 1. Hrsz.:524 Visontai-féle ház falszerkezet gerendáinak beépíthetőségéről.

4-5. o.

Sabján, T. – Buzás, M. (2003): Hagyományos falak. TERC Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. Szakkönyvkiadó Üzletága, Budapest. 14-26. o., 56. o.

Schmidt - Moreth (2003): Holzlexikon. DRW-Verlag WeinbrennerG mbH & Co., Leinfelden-Echterdingen. 184- 186.o., 199-200.o., 285-287. o., 676-677. o.

Szalai, L. (2001): Műszeres favizsgálat. Erdészeti Lapok, CXXXVI. évf. 10. szám. 313. o.

Wagenführ, R. – Scheber, C. (1985): Holzatlas. Leipzig by Fachbuchverlag. 69.o, 82.o.

9. Mellékletek

1. számú melléklet: a Savaria Múzeum fénykép dokumentációjának egyik darabja

SAVARIA MÚZEUM, SZOMBATHELY

1. Letári szám FN 28091	2. A fénykép tárgya Pitzerszeri részlet	3. Gyűjtőhely Szalafó
4. Tudományág NÉPRAJZ	5. A felvétel időpontja 1977 JAN 19	6. A felvétel készítőjének neve Szekely Anikó
7. Méret Negatív 4x6,5 Pozitív 6x9	8. Adatgyűjtő	9. Megjegyzés, revízió



66.5590 Van negyfel Nyomda 8090 dt.

2. számú melléklet: A kivitelezés során használt védőszerek Műszaki és Biztonsági Adatlapjai

http://www.annon-protect.eu/files/M_AdolitBQ20cc.pdf

http://www.annon-protect.eu/files/B_AdolitBQ20cc.pdf

<http://www.annon-protect.eu/files/MXilix.pdf>

<http://www.annon-protect.eu/files/BXilix.pdf>

http://www.annon-protect.eu/files/M_AntilInsekt.pdf

http://www.annon-protect.eu/files/B_AntilInsekt.pdf

3. számú melléklet: erdei fenyő (*Pinus sylvestris*) teljesítmény nyilatkozata:



Drongo Kereskedelmi és szolgáltató Kft
 Székhely: 2151 Fót, Fehérkő utca 8.
 Fióktelep: 2013 Pomáz, Céhmeister út 3
 Adószám: 12966550-2-13

TELJESÍTMÉNYNYILATKOZAT

- 1/ A termék típus egyedi azonosítója: **Építőipari fenyő fűrészáru.**
- 2/ Típus-, tétel-, sorszám vagy bármilyen más elem, amely lehetővé teszi az építési termék azonosítását a: **a gyártási dátum, a megrendelés azonosító száma (számla száma) vagy a termék neve és vásárlás dátuma alkalmas az építési termék azonosítására.**
- 3/ Az építési termék gyártó által meghatározott rendeltetés szerinti használata a vonatkozó harmonizált műszaki jellemzőknek megfelelően: **Épület- és egyéb szerkezetek készítéséhez.**
- 4/ A gyártó neve, bejegyzett kereskedelmi neve, illetve bejegyzett védjegye, valamint címe a 11. cikk (5) bekezdésében megfelelően: **PRP, s.r.o.**
- 5/ Meghatalmazott képviselő neve, illetve címe: **Nincs kijelölt meghatalmazott képviselő.**
- 6/ Az építési termék teljesítménye állandóságának értékelése és ellenőrzésére szolgáló, az V. mellékletben szereplők szerinti rendszer vagy rendszerek: **2- rendszer.**
- 7/ A nyilatkozat szerinti teljesítmény a mellékletekben megtalálható.
- 8/ Az 1. és 2. pontokban meghatározott termék teljesítménye megfelel a 6. pontban feltüntetett, nyilatkozat szerinti teljesítménynek.
- 9/ Tanúsítványok: Vizuálisan osztályozott szerkezeti fűrészáru CE jelölés, típusvizsgálatát a gyártó cég: **PRP, s.r.o. (Tomášovce 395, 985 56 Szlovák Köztársaság)** megbízása alapján. A vizsgálati CE jelölés száma: 1478.

A teljesítménynyilatkozat kiadásáért kizárólag a 4. pontban meghatározott gyártó felelős.
 A forgalmazó nevében és részéről aláíró személy: Dudoglo Pavel – ügyvezető igazgató
 Drongo Kft 2151 Fót, Fehérkő utca 8.
 Megjegyzés: A teljesítménynyilatkozat a Drongo Kft által kibocsátott Szállítólevéllel és Számlával együtt érvényes a számlán szereplő termékekre vonatkozóan.

DRONGO KFT
 2151 Fót, Fehérkő utca 8.
 Tel.: +36-30-3255500
 E-mail: erkezes@drongo.hu
 Dudoglo Pavel
 Ügyvezető igazgató

Fót, 2021.05.08.

Tel.: +36-30 013 8838; Tel.: +36-30 265-33-77
 Levelezési cím: 2151 Fót, Fehérkő utca 8.
 E-mail: erkezes@drongo.hu



ES – Megfelelőségi nyilatkozat

A gyártó
PRP, s.r.o.
Tomášovce 395, 985 56 Tomášovce, Szlovák Köztársaság
RP, s.r.o., Tomášovce 395, 985 56 Tomášovce, Szlovák Köztársaság
 településen
 alulírott képviselője ezennel kijelenti, hogy a következő termék:

szilárdág szerit vizuálisan osztályozott lucfenyő (Picea abies) szerkezeti fűrészáru (deszka és gerenda) a Szlovák Köztársaság területéről

megfelel a 69/2008/EK tanácsi irányelv rendelkezéseinek, amennyiben a termékre vonatkozó műszaki követelmények és a termék használati útmutatójának megfelelően kerül beépítésre, valamint hogy a gyártási folyamatban az adott szabványt és annak ZA módosított érvényesítő: **EN 14081-1:2005 + A1:2011**

Faszervezetek. Szilárdág szerit osztályozott, téglalap keresztmetszetű szerkezeti fa. 1. rész: Általános követelmények

Tulajdonság	Deklarált érték vagy osztály	A vizsgálati jegyzőkönyv száma és oldala a laboratóriumban
Szilárdági osztály: S0 (C30)	EN 14081-1 A fa hibáinak megengedett mértékű előfordulása az STN 49 1531 szabvány S0 osztály alapján, és az EN 1912 szabvány 5.2 cikké alapján.	(1), (2)
Jellemző szilárdság - hajlítási szilárdság - nyomószilárdság - húzószilárdság - csúszási szilárdság	Jellemző szilárdság az EN 338 szabvány C30 osztály szerint Hajlítási szilárdság 30 MPa Nyomószilárdság 23 MPa Húzószilárdság II 18 MPa Csúszási szilárdság 2,6 MPa	
Sűrűség Rugalmassági modul	Sűrűség 460 kg/m³ Rugalmassági modul 12 000 MPa	
Szilárdági osztály: S1 (C30)	EN 14081-1 A fa hibáinak megengedett mértékű előfordulása az STN 49 1531 szabvány S0 osztály alapján, és az EN 1912 szabvány 5.2 cikké alapján.	(1), (2)
Jellemző szilárdság - hajlítási szilárdság - nyomószilárdság - húzószilárdság - csúszási szilárdság	Jellemző szilárdság az EN 338 szabvány C24 osztály szerint Hajlítási szilárdság 24 MPa Nyomószilárdság 21 MPa Húzószilárdság II 14 MPa Csúszási szilárdság 2,6 MPa	
Sűrűség Rugalmassági modul	Sűrűség 400 kg/m³ Rugalmassági modul 11 000 MPa	
Szilárdági osztály: S11 (C16)	EN 14081-1 A fa hibáinak megengedett mértékű előfordulása az STN 49 1531 szabvány S0 osztály alapján, és az EN 1912 szabvány 5.2 cikké alapján.	(1), (2)
Jellemző szilárdság - hajlítási szilárdság - nyomószilárdság - húzószilárdság - csúszási szilárdság	Jellemző szilárdság az EN 338 szabvány C16 osztály szerint Hajlítási szilárdság 16 MPa Nyomószilárdság 17 MPa Húzószilárdság II 10 MPa Csúszási szilárdság 1,8 MPa	
Sűrűség Rugalmassági modul	Sűrűség 370 kg/m³ Rugalmassági modul 8 000 MPa	
Természetes tartósság	EN 14081-1 EN 300-2 Farontó gombák – 4. osztály Farontó rovarok – B1 osztály Termékek – 5. osztály	(1), (2)
Tűrésválto reagálás	EN 14081-1, C11 táblázat D-s2, 0B osztály.	(1), (2)

A termék leírása és felhasználási területe:
 Szárkezesi Értékszerű – az STN 49 1531 szabvány alapján, szilárdság szerint S0, S1 és SII osztályba vizuálisan osztályozott lucfenyőből (Picea abies) készült téglalap keresztmetszetű (deszkák, lécok) és négyzet keresztmetszetű (gerendák), amelyek minimális vastagsága 22 mm és minimális átlagos sűrűsége 350 kg/m³ a Szlovák Köztársaság területéről. A termékeknél védőanyagokat nem alkalmaztunk.
 A termék hordozó (építkezéskor) felhasználásra alkalmas olyan védett területeken, ahol nincs kitéve az időjárás körülményeknek. A terméket az építkezés során utólagosan lehet farontó gombák és farontó rovarok ellen kezelni.

A hiteles és notifikált személy neve és címe:
 1) LIGNOTESTING, a.s., a hiteles személy száma: SK02, A notifikált személy száma: 1478, Technická 5, SK-821 04 Bratislava 2.

A belső ellenőrzés ES Tanúsítványának száma: 1478 – CPD – 0038

A tanúsítvány érvényességi ideje és feltételei: Amíg a fenti harmonizált technikai specifikáció feltételei, vagy a gyártási feltételek, esetleg a belső üzemi ellenőrzés feltételei jelentősen nem változnak meg.

Azon laboratóriumok neve és címe, amelyek a vizsgálatot végezték:

- 1) A 2007/24/30-an hirt 01/2007/1803 számú jegyzékönyv
- 2) A 01/2007/1803 számú jegyzékönyv 2012.03.22-én kelt 2. számú toldaléka

Név: Štefan Straňavský
 Tisztviselő: Gyvezető
 Dátum: 2016.07.20.

Aláírás:

PRP, s.r.o.
 985 54 Tomášovce 395
 IČO: 316 19 665
 IČ DPH: SK2020472751

TELJESÍTMÉNYNYILATKOZAT

Száma: 001/CPR/PRP/2016

1. A terméktípus egyedi azonosító kódja:
 Szilárdság szerint vizuálisan osztályozott, megmunkáltatlan élő négyzetű keresztmetszetű gerenda Picea abies – Lucfenyő a Szlovák Köztársaság vegetációs övezetéből
 2. Felhasználás célja:
 Az építkezési szerkezetek teherhordó elemei, amelyek alkalmasak védett területen való használatra, ahol a fa nincs kitéve az időjárás hatásainak, az épületeken utólagosan kezelhető farontó gombák és farontó rovarok elleni faanyag-védőszerekkel.
 3. Gyártó:
 PRP, s.r.o., 985 56 Tomášovce 395, Szlovák Köztársaság
 4. Az AVCP-rendszer:
 2+
 5. Harmonizált szabvány:
 EN 14681-1:2005+A1:2011
- Bejelentett szerv:
LIGNOTESTING, a.s., Bejelentett szerv 1478, Technická 5, 821 04 Bratislava 2, Szlovák Köztársaság

6. A nyilatkozatban szereplő teljesítmények:

Alapvető tulajdonságok	A nyilatkozatban szereplő teljesítmények		
	szilárdsági osztály		
Jellemző szilárdsági adatok	C30 (S0)	C24 (S1)	C16 (SII)
Hajlítási szilárdság (N/mm²)	30	24	16
Párhuzamos nyomó szilárdság (N/mm²)	24	21	17
Mértőleges nyomó szilárdság (N/mm²)	2,7	2,5	2,2
Párhuzamos szakító szilárdság (N/mm²)	19	14,5	8,5
Mértőleges szakító szilárdság (N/mm²)	0,4	0,4	0,4
Csővező szilárdság (N/mm²)	4,0	4,0	3,2
Párhuzamos rugalmassági tényező - átmértékének (N/mm²)	12,0	11,0	8,0
Mértőleges rugalmassági tényező - átmértékének (N/mm²)	0,40	0,37	0,27
természetes tartóssága	gomba – 4. osztály, rovarok – S4s, SII osztály		
tűzvel szembeni reakció	termeszték – S1 osztály		

A fent azonosított termék teljesítménye megfelel a bejelentett teljesítmény(ek)nek. A 305/2011/EU rendeletnek megfelelően e teljesítménynyilatkozat kiadásáért kizárólag a fent meghatározott gyártó a felelős.

A gyártó nevében és részéről aláíró személy:
 Jozef Tamiš, ügyvezető igazgató
 Tomášovce, 2016. október 26.

PRP, s.r.o.
 985 54 Tomášovce 395
 IČO: 316 19 665
 IČ DPH: SK2020472751

4. számú melléklet: csertölgy (*Quercus cerris*) teljesítmény nyilatkozata:



TELJESÍTMÉNY
NYILATKOZAT

1. A terméktípus egyedi azonosító kódja:

Szilárdság szerint vizuálisan osztályozott, téglalap keresztmetszetű szerkezeti fa Quercus Robur- D30

2. Az építési termékek a gyártó által meghatározott rendeltetése vagy rendeltetései az alkalmazandó harmonizált műszakielőírással összhangban:
szerkezeti felhasználásra az EN 14081-1:2005+A1:2011 szabvány követelményei szerint

3. A gyártó neve, bejegyzett kereskedelmi neve, illetve bejegyzett védjegye, valamint értesítési címe a 11. cikk (5) bekezdésében előírtaknak megfelelően:

LEXIM Faipari Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. (HU-2092 Budakeszi, Barackvirág u. 70.)

4. Az építési termékek teljesítménye állandóságának értékelésére és ellenőrzésére szolgáló, az V. mellékletben szereplőkszerinti rendszer vagy rendszerek:

2+-os rendszer

5. Harmonizált szabványok által szabályozott építési termékekre vonatkozó gyártói nyilatkozat esetén:

Az ÉMI Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft., H-2000 Szentendre, Dózsa György út26,, 1415 számon bejelentett szerv, aki

- **a gyártó üzem és az üzemi gyártásellenőrzés alapvizsgálatát,**

- **az üzemi gyártásellenőrzés folyamatos felügyeletét, vizsgálatát és értékelését végezte a (2+)rendszerben és a termék (EK-) Üzemi gyártásellenőrzési tanúsítványát adta ki 1415-CPR-14-(C- 24/2012) számon.**

6. A nyilatkozat szerinti teljesítmény

Alapvető tulajdonságok	Teljesítmény	Harmonizált műszaki előírás
Szilárdsági osztály EN338	D30	EN 14081-1:2005+A1:2011
Származási hely	CNE	
Veszélyes anyag kibocsátás	NPD	
Nedvességtartalom	>20%	
Célzott biológiai közeg	gombák, rovar	
Elarthatósági osztály	2	
Tűzvesélyességi besorolás	D-s2, d0	

NPD: nincs meghatározott teljesítmény

Egyéb technikai dokumentáció: nem elérhető

7. Az 1. és 2. pontban meghatározott termék teljesítménye megfelel a 7. pontban feltüntetett, nyilatkozat szerinti teljesítménynek.

E teljesítménynyilatkozat kiadásáért kizárólag a 4. pontban meghatározott gyártó a felelős.

Ezen teljesítménynyilatkozat kizárólag a számú szállítólevél együttes meglétével érvényes.

A gyártó nevében és részéről aláíró személy:
Perbál, 20.....

.....
dr. Kántor Kinga

5. számú melléklet: a normál klímához tartozó egyensúlyi fanedvesség számításához használt táblázatok:

Erdei fenyő bontott			
Mintadarabok	m0 [g] absz. száraz	mn [g] 20-65 kondicionált	u [%]
GB/1A I.	10,89	12,28	12,76
GB/1A II.	11,17	12,72	13,88
GB/1B I.	11,48	13,32	16,03
GB/1B II.	12,72	14,52	14,15
GB/2A I.	9,4	10,54	12,13
GB/2A II.	10,44	11,69	11,97
GB/2A III	11,69	13,23	13,17
GB/2B I.	13,01	14,69	12,91
GB/2B II.	12,56	14,1	12,26
GB/3A I.	10,86	12,18	12,15
GB/3B I.	12,69	14,32	12,84
GB/3B II	13,26	15	13,12
GB/3B III.	12,02	13,5	12,31
GB/3B IV.	12,01	13,37	11,32
GB/4A I.	11,81	13,13	11,18
GB/4A II	11,45	12,99	13,45
GB/4A III	12,49	14,02	12,25
GB/4A IV	11,25	12,66	12,53
GB/4B I	13,37	14,96	11,89
GB/4B II	11,14	12,53	12,48
GB/5A I	12,57	14,08	12,01
GB/5B I	12,65	14,01	10,75
GB/5B II	11,73	13,15	12,11
GB/6B I	10,57	11,91	12,68
GJ/1A I.	8,11	9,09	12,08
GJ/1A II.	8,24	9,26	12,38
GJ/1A III.	9,1	10,25	12,64
GJ/1B I.	11,48	12,87	12,11
GJ/1B II.	12,3	13,88	12,85
GJ/2A I.	10,28	11,62	13,04
GJ/2A II.	10,76	12,12	12,64
GJ/2B I.	13,26	14,85	11,99
GJ/2B II.	13,65	15,45	13,19
GJ/2B III.	9,94	11,19	12,58
GJ/3A I.	11,46	12,99	13,35

GJ/3A II.	12	13,63	13,58
GJ/3A III.	12,77	14,44	13,08
GJ/3B I.	12,55	14,09	12,27
GJ/3B II.	10,65	11,98	12,49
GJ/4A I.	11,12	12,55	12,86
GJ/4A II.	11,19	12,62	12,78
GJ/4A III.	11,99	13,54	12,93
GJ/4B I.	11,33	12,7	12,09
GJ/4B II.	11,84	13,26	11,99
GJ/4B III.	11,92	13,32	11,74
GJ/4B IV	10,69	12,08	13,00
GJ/5A I	12,98	14,82	14,18
GJ/5A II	12,46	13,93	11,80
1A I.	8,34	9,33	11,87
1A II.	8,08	9,04	11,88
1A III.	8,59	9,64	12,22
1B I.	8,69	9,72	11,85
1B II.	8,49	9,48	11,66
1B III	8,48	9,49	11,91
1B IV	8,25	9,24	12,00
2A I	8,19	9,12	11,36
2A II	8,47	9,44	11,45
2A III	9,66	10,79	11,70
2A IV	9,92	11,1	11,90
2B I.	8,91	9,94	11,56
2B II.	8,49	9,48	11,66
2B III.	8,47	9,47	11,81
3A I.	11,12	12,4	11,51
3A II.	13,51	15,43	14,21
3B I.	8,82	9,85	11,68
3B II.	9,2	10,28	11,74
4A I.	11,01	12,19	10,72
4A II	13,06	14,61	11,87
4A III	13,69	15,4	12,49
4A IV	13,61	15,1	10,95
5A I	11,93	13,03	9,22
5A II	11,47	12,75	11,16
1A I.	7,86	8,81	12,09
1A II.	8,03	9,04	12,58
1A III.	7,79	8,77	12,58
1B I.	8,76	9,83	12,21
1B II.	8,68	9,76	12,44
1B III	8,92	10,03	12,44
1BIV	9,05	10,17	12,38
2A I.	8,14	9,1	11,79

2A II.	7,97	8,91	11,79
2A III	7,71	8,65	12,19
2B I.	8,69	9,74	12,08
2B II.	8,51	9,53	11,99
2B III.	8,53	9,55	11,96
2B IV	8,61	9,64	11,96
3A I.	8,53	9,54	11,84
3A II.	8,14	9,1	11,79
3A III.	8,82	9,85	11,68
3A IV	8,29	9,24	11,46
3B I.	8,3	9,28	11,81
3B II.	8,55	9,56	11,81
3B III	8,83	9,88	11,89
4A I.	8,85	9,85	11,30
4A II	9,37	10,44	11,42
4A III	10,26	11,38	10,92
Átlag	10,41	11,68	12,22
Szórás	1,84	2,09	0,87
Maximum	13,69	15,45	16,03
Minimum	7,71	8,65	9,22

Erdei fenyő beépített			
Mintadarabok	m0 [g] absz. száraz	mn [g] 20-65 kondicionált	u [%]
J/1AI.	7,58	8,64	13,98
J/2AI.	7,24	8,27	14,23
J/3AI.	7,93	9,09	14,63
J/4AI.	8,41	9,66	14,86
J/5AI.	9,34	10,73	14,88
J/6AI.	9,25	10,6	14,59
J/7AI.	8,26	9,44	14,29
J/8AI.	7,68	8,74	13,80
J/1AII.	7,29	8,3	13,85
J/2AII.	7,65	8,74	14,25
J/3AII.	7,93	9,09	14,63
J/4AII.	8,64	9,93	14,93
J/5AII.	9,6	11,04	15,00
J/6AII.	9,51	10,92	14,83
J/7AII.	8,55	9,77	14,27
J/8AII.	8,11	9,23	13,81
J/1BI.	8,09	9,26	14,46
J/2BI.	7,59	8,7	14,62

J/3BI.	7,39	8,45	14,34
J/4BI.	8,56	9,83	14,84
J/5BI.	8,6	9,88	14,88
J/6BI.	9	10,34	14,89
J/7BI.	8,42	9,63	14,37
J/8BI.	7,93	9,02	13,75
B/1AI.	7,99	9,1	13,89
B/2AI.	8,27	9,42	13,91
B/3AI.	8,05	9,15	13,66
B/4AI.	7,57	8,6	13,61
B/5AI.	7,66	8,7	13,58
B/6AI.	7,58	8,62	13,72
B/7AI.	7,77	8,83	13,64
B/8AI.	8,4	9,53	13,45
B/1AII.	7,99	9,1	13,89
B/2AII.	8,18	9,33	14,06
B/3AII.	7,88	8,99	14,09
B/4AII.	7,48	8,52	13,90
B/5AII.	7,47	8,5	13,79
B/6AII.	7,79	8,87	13,86
B/7AII.	8,1	9,24	14,07
B/8AII.	8,71	9,91	13,78
B/1BI.	7,9	9	13,92
B/2BI.	7,66	8,74	14,10
B/3BI.	7,42	8,49	14,42
B/4BI.	7,8	8,89	13,97
B/5BI.	7,25	8,25	13,79
B/6BI.	7,26	8,26	13,77
B/7BI.	7,64	8,69	13,74
B/8BI.	7,91	8,97	13,40
1AI.	8,67	9,91	14,30
2AI.	8,27	9,46	14,39
3AI.	8,46	9,67	14,30
4AI.	8,83	10,11	14,50
5AI.	8,97	10,26	14,38
6AI.	8,73	9,99	14,43
7AI.	8,14	9,29	14,13
8AI.	7,91	8,99	13,65
1AII.	8,28	9,44	14,01
2AII.	8,03	9,15	13,95
3AII.	8,2	9,36	14,15
4AII.	8,37	9,56	14,22
5AII.	8,95	10,24	14,41
6AII.	8,57	9,8	14,35
7AII.	7,79	8,88	13,99

8All.	7,93	9,01	13,62
1Bl.	8,18	9,34	14,18
2Bl.	8,62	9,88	14,62
3Bl.	8,75	10,03	14,63
4Bl.	8,38	9,59	14,44
5Bl.	8,8	10,07	14,43
6Bl.	8,34	9,53	14,27
7Bl.	7,97	9,11	14,30
8Bl.	7,89	8,98	13,81
1BII.	8,27	9,43	14,03
2BII.	8,47	9,68	14,29
3BII.	8,41	9,62	14,39
4BII.	8,65	9,88	14,22
5BII.	8,9	10,17	14,27
6BII.	8,58	9,8	14,22
7BII.	8,13	9,29	14,27
8BII.	7,93	9,03	13,87
1CI.	8,26	9,42	14,04
2CI.	8,77	10,06	14,71
3CI.	8,76	10,04	14,61
4CI.	8,6	9,86	14,65
5CI.	8,25	9,44	14,42
6CI.	7,88	9,01	14,34
7CI.	7,56	8,61	13,89
8CI.	7,39	8,38	13,40
1CII.	8,08	9,2	13,86
2CII.	8,3	9,5	14,46
3CII.	8,49	9,71	14,37
4CII.	8,69	9,94	14,38
5CII.	8,42	9,61	14,13
6CII.	8	9,13	14,13
7CII.	7,64	8,69	13,74
8CII.	7,42	8,41	13,34
Átlag	8,18	9,34	14,17
Szórás	0,52	0,62	0,39
Maximum	9,60	11,04	15,00
Minimum	7,24	8,25	13,34

Tölgy bontott			
Mintadarabok	m0 [g] absz. száraz	mn [g] 20-65 kondicionált	u [%]
A1I.	13,9	15,56	11,94
A1II.	13,78	15,42	11,90
A1III.	13,55	15,15	11,81
A2I.	13,53	15,14	11,90
A2II.	13,39	14,98	11,87
A2III.	13,23	14,81	11,94
A2IV.	12,83	14,37	12,00
A3I.	13,34	14,92	11,84
A3II.	13,62	15,25	11,97
A3III.	13,43	15,01	11,76
F1I.	13,49	15,14	12,23
F1II.	13,63	15,32	12,40
F1III.	13,59	15,27	12,36
F2I.	13,02	14,62	12,29
F2II.	13,04	14,68	12,58
F2III.	13,21	14,86	12,49
S1I.	12,81	14,37	12,18
S1II.	13,23	14,86	12,32
S1III.	13,24	14,86	12,24
S1IV.	13,35	14,97	12,13
S2I.	12,94	14,5	12,06
S2II.	12,35	13,88	12,39
S2III.	12,11	13,6	12,30
S2IV.	11,79	13,36	13,32
S3I.	13,51	15,12	11,92
S3II.	13,24	14,87	12,31
S3III.	13,75	15,43	12,22
S3IV.	13,52	15,16	12,13
S4I.	12,85	14,39	11,98
S4II.	12,76	14,31	12,15
S4III.	12,78	14,35	12,28
S5I.	13,5	15,16	12,30
S5II.	13,65	15,34	12,38
S5III.	13,6	15,28	12,35
S6I.	13,08	14,62	11,77
S6II.	13,25	14,82	11,85
S6III.	13,2	14,77	11,89
S7I.	13,42	15,04	12,07
S7II.	13,16	14,74	12,01
S7III.	13,14	14,72	12,02
S8I.	12,85	14,35	11,67

S8II.	12,99	14,51	11,70
S8III.	13,11	14,65	11,75
S9I.	13,62	15,27	12,11
S9II.	13,96	15,64	12,03
Átlag	13,23	14,83	12,11
Szórás	0,44	0,48	0,29
Maximum	13,96	15,64	13,32
Minimum	11,79	13,36	11,67

Tölgy beépített			
Mintadarabok	m0 [g] absz. száraz	mn [g] 20-65 kondicionált	u [%]
1BI.	11,33	13,54	19,51
1BII.	11,28	12,15	7,71
1BIII.	11,44	12,55	9,70
2BI.	11,18	12,79	14,40
2BII.	11,1	13,95	25,68
2BIII.	11,1	14,02	26,31
3BI.	11,16	13,03	16,76
3BII.	11,07	14,22	28,46
3BIII.	11,17	14,42	29,10
4BI.	10,85	12,55	15,67
4BII.	10,91	14,06	28,87
4BIII.	10,95	14,16	29,32
5BI.	10,85	12,51	15,30
5BII.	10,84	13,79	27,21
5BIII.	10,86	13,92	28,18
6BI.	10,88	12,6	15,81
6BII.	10,64	13,51	26,97
6BIII.	10,6	13,51	27,45
7BI.	10,98	12,68	15,48
7BII.	10,65	13,48	26,57
7BIII.	10,68	13,58	27,15
8BI.	10,89	12,43	14,14
1JI.	11,61	12,04	3,70
1JII.	11,63	12,61	8,43
1JIII.	11,57	12,64	9,25
2JI.	11,6	13,56	16,90
2JII.	11,6	14,13	21,81
2JIII.	11,61	14,21	22,39

3Jl.	11,14	13,28	19,21
3JII.	11,39	14,21	24,76
3JIII.	11,63	14,5	24,68
4Jl.	10,9	13,04	19,63
4JII.	11,08	13,9	25,45
4JIII.	11,14	13,97	25,40
5Jl.	10,75	12,78	18,88
5JII.	10,89	13,61	24,98
5JIII.	10,94	13,69	25,14
6Jl.	11,06	13,22	19,53
6JII.	10,95	13,73	25,39
6JIII.	10,86	13,59	25,14
7Jl.	11,32	13,67	20,76
7JII.	11,37	14,41	26,74
7JIII.	11,41	14,46	26,73
8Jl.	10,63	13,87	30,48
8JII.	11,56	14,47	25,17
Átlag	11,11	13,49	21,47
Szórás	0,31	0,69	6,74
Maximum	11,63	14,50	30,48
Minimum	10,60	12,04	3,70

6. számú melléklet: az INSTRON berendezés által generált nyomószilárdsági

táblázat

Minta fájlnév: Dobner.is_comp

	Próba test címke	Maximum Load (N)	Compressive Strength (MPa)	Szélesség (mm)	Vastagság (mm)
1	SJ1BI II	950,31	45,09	14,96	15,55
2	SJ2BI	910,04	43,92	14,94	15,53
3	SJ1A VI	10010,44	44,47	14,86	15,15
4	SJ4BI II	11331,21	49,02	14,99	15,42
5	5B1AI I	9035,98	40,35	14,90	15,03
6	5B2B III	10203,73	44,24	14,93	15,45
7	SJ3AI	10976,86	48,24	14,91	15,26
8	5B2B I	10767,47	47,06	14,76	15,50
9	SB3B II	5266,96	22,91	14,91	15,42
10	SB1A I	9253,42	40,99	14,90	15,15
11	GJ3AI	9913,80	42,93	14,87	15,53
12	GB1B I	8464,18	36,22	14,96	15,62
13	GB2B I	8641,36	37,46	14,93	15,45
14	GB5A I	8343,38	35,36	14,97	15,76
15	GJ4BI II	9003,76	38,20	15,04	15,67
16	GJ5AI V	11725,83	49,80	14,97	15,73
17	GJ3BI I	9124,56	39,59	14,85	15,52
18	GJ3AI II	9994,34	42,87	15,01	15,53
19	GB5B I	6966,24	29,75	15,65	14,96
20	GB3A I	9591,66	41,36	14,96	15,50
21	5AII	10775,52	47,61	14,94	15,15
22	8AII	10501,70	46,49	14,89	15,17
23	2BI	11210,41	49,59	14,95	15,12
24	6AI	10284,26	45,26	15,00	15,15
25	1AI	10984,91	48,28	14,93	15,24

26	2CII	10598,35	47,68	15,03	14,79
27	5CII	11129,87	50,13	14,88	14,92
28	8CII	10163,46	45,17	14,87	15,13
29	6BII	11355,37	50,50	14,89	15,10
30	7BI	9946,02	44,15	14,89	15,13
31	B/4BI	8931,28	39,46	14,88	15,21
32	B/8AI	10332,58	46,05	14,88	15,08
33	B/8BI I	9809,11	43,14	14,90	15,26
34	J/BI	10839,95	51,31	14,94	14,14
35	J/6AI I	10654,72	46,67	14,92	15,30
36	J/2AI	8601,09	38,10	14,92	15,13
37	B/2AI I	11468,12	51,49	14,81	15,04
38	J/7AI	9752,73	42,89	14,92	15,24
39	J/7BI	9921,86	43,92	14,92	15,14
40	B/3BI I	9374,22	41,70	14,83	15,16
41	F2III	14455,95	62,88	14,91	15,42
42	S4III	13247,93	57,18	14,91	15,54
43	S9II	14834,46	64,20	14,87	15,54
44	S2IV	13545,91	58,54	14,93	15,50
45	S9I	14302,93	61,93	14,93	15,47
46	F1III	14778,09	64,53	14,88	15,39
47	S3IV	13859,99	60,32	14,91	15,41
48	S8II	13980,80	60,46	14,89	15,53
49	F2I	14447,90	62,84	14,91	15,42
50	S7I	13328,47	58,85	14,90	15,20
51	2BI	14198,24	64,34	14,80	14,91
52	9III	15301,56	68,69	14,96	14,89
53	3BII	13336,52	61,05	14,86	14,70
54	8BI	12917,74	59,42	14,89	14,60
55	3III	14761,98	67,08	14,83	14,84
56	1JII	14560,64	65,76	14,92	14,84
57	9BII	13755,30	62,08	14,87	14,90
58	7JII	14327,09	65,32	14,93	14,69
59	4BI	12152,66	55,37	14,90	14,73
60	10JII	14157,57	62,68	15,17	14,89
Átlag		10771,49	47,64	14,91	15,20

