

WOOD

4

sustainability

*p*_{rocessing}

*c*_{onstruction}

*p*_{roduct}

*d*_{esign}

2024

Wood 4 Sustainability

Processing, Construction, Products and Design

2024

Főszerkesztő: Dr. Csiha Csilla

Wood 4 Sustainability

Processing, Construction, Products and Design

2024



SOPRONI EGYETEM KIADÓ

SOPRON, 2024

Közreadó a Soproni Egyetem Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kara

Felelős kiadó: Prof. Dr. Fábián Attila

a Soproni Egyetem rektora

Főszerkesztő

Dr. Csiha Csilla Mária

Szerkesztők

Prof. Dr. Kósa Balázs, Prof. Dr. Magoss Endre, Dr. habil. Németh László

Lektorok

Gerencsér Kinga Címzetes Egyetemi Tanár, Szabadhegyi Viktor Címzetes Egyetemi Docens,
Prof. Dr. Alpár Tibor, Prof. Emeritus Tolvaj László, Prof. Dr. Markó Balázs

Technikai szerkesztő

Mucsi Zsuzsanna

ISBN 978-963-334-541-2 (pdf)

DOI: <https://doi.org/10.35511/978-963-334-541-2>

Creative Commons license: BY-NC-SA 4.0 DEED



Nevezd meg! Ne add el! Így add tovább! 4.0 Nemzetközi
Attribution – Non commercial – Share Alike 4.0 International

Tartalom

A klímaváltozás hatása a faipari kutatásokra	11
<i>Magoss Endre, Csiha Csilla</i>	
Faanyagok dinamikus szilárdságvizsgálata	19
<i>Orbán Gábor, Kánnár Antal</i>	
A vastagság figyelembe vétele a mikrohullámú radarral történő sűrűség és nedvességtartalom becslés során	29
<i>Jakócs Mihály, Bejő László</i>	
Szürke nyár (<i>Populus × canescens</i>) fűrészáru szilárdság-becslésének lehetőségei	39
<i>Ács Ruben, Vécs Martin László, Hantos Zoltán</i>	
A klímaváltozás hatása a faanyag mennyiségére és minőségére	51
<i>Sütő Anett Ibolya, Báder Mátyás, Németh Róbert</i>	
Natúr és hőkezelt platán fatestének faanyagvédelmi, tartóssági vizsgálatai I. rész: Egyes fafizikai tulajdonságok és változásaik.....	60
<i>Buga-Kovács Luca, Horváth Norbert</i>	
Színreprodukció a csomagolóanyag-nyomtatásban – A flexográfiai és a digitális nyomtatás komparatív vizsgálata	67
<i>Maňúrová Klaudia, Horváth Csaba, Preklet Edina</i>	
2-5 rétegből álló kisméretű rétegelt-ragasztott tölgy fűrészáru hajlítóvizsgálata	79
<i>Báder Mátyás, Fehér Sándor, Horváth Dénes Ákos</i>	
Termo-hidromechanikusan módosított tölgy érettfá nyomóvizsgálatai tulajdonságai különböző nedvességtartalmakon	88
<i>Báder Mátyás, Németh Róbert, Gecseg Péter Pál</i>	
Finite element analysis of furniture structures made from underutilized wood species.....	95
<i>Zsófia Benedek-Csányi, József Garab</i>	

Relationships of Fibers length and Ring Width with Precipitation and Temperature on Wood of <i>Robinia pseudoacacia</i>	104
<i>Fath Alrhman Awad Ahmed Younis, Mátyás Báder, Miklós Bak, Róbert Németh</i>	
Comparison of barks of deciduous and coniferous trees	113
<i>Hiba Khalifa, Róbert Németh</i>	
Ecological and Health Implications of Microplastics in Water: A Short Review	121
<i>Omar Saber Zinad, Csilla Csiha, Dhafer Saber Zinad, Ali Fahem Al-Mamoori</i>	
Cultural Preservation Meets Modern Design: Investigating the Impact of Traditional Woodcarvings on Natural Ventilation in Johor, Malaysia	131
<i>Noor Roziana Binti Abdul Rahim, Kovács Zsolt</i>	
Smart Network: The Role of Meta-Organizational Networks in the Sustainability-Digital Transition	150
<i>Andrea Reményi</i>	
Investigating the stability of wooden lake piles: the influence of dynamic MOE and pile length on buckling behavior	161
<i>Brougui Marwa, Krisztián Andor</i>	
Wood-based composites for 3D printing filaments to use in technical applications....	175
<i>Mihályi Domonkos, Garab József, Alpár Tibor</i>	
Clustering analysis of the nineteen most populous Hungarian cities using Urban Atlas Building Height Data from Copernicus Land Monitoring Service's 10m raster maps	191
<i>Zsolt Tóth</i>	
Az európai LVL gyártás helyzetének áttekintése	200
<i>Horváth Kund</i>	

Hazai faipari kisvállalkozások gyártási és szervezettségi szintjét felmérő hatékonyságnövelő tanácsadó rendszere	206
<i>Suriné Lengyel Veronika, Magoss Endre</i>	
A hajdani MÁV Gyermekotthon (Kőszeg) huszártonyának szerkezeti megerősítése	217
<i>Hantos Zoltán</i>	
Handler Jakab klasszicista lakóépülete a soproni Várkerületen.....	229
<i>Tárkányi Sándor</i>	
Faszerkezetek Egyiptom korai piramisaiban	235
<i>Szabó Péter</i>	
Szemelvények a Sopron, Várkerület 34. számú üzletház építés- és tulajdonlástörténetéből	244
<i>Tárkányi Sándor</i>	
A Roth Gyula Erdészeti Szakközépiskola utcai homlokzatának 2019-2020 közötti helyreállítása.....	249
<i>Tárkányi Sándor</i>	
A Voronoi-szerkezetek bútorigipari felhasználása	254
<i>Boros Eszter</i>	
A tömördi Chernel-kúria bejárati kapujának restaurálása	259
<i>Tárkányi Sándor</i>	
Modularitás és érték	265
<i>Bodorkós Dániel, Zalavári József, Horváth Péter György</i>	
A Zichy-Meskó palota porcelánkabinetjének kétszárnyú ajtói	275
<i>Tárkányi Sándor</i>	

A hajdani MÁV Gyermekotthon (Kőszeg) huszártonyának szerkezeti megerősítése

217 / 217-228

Hantos Zoltán^a

^a Soproni Egyetem Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar, Kreatívipari Intézet, 9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4. Email: hantos.zoltan@uni-sopron.hu

DOI: <https://doi.org/10.35511/978-963-334-541-2-21>

ABSZTRAKT

A Magyar Nemzeti Vagyonkezelő Zrt. a Kőszeg, felső körút 4. szám alatti, hajdani MÁV Gyermekotthon (Árvaház) komplex felújítását végezteti, mely során a főépület teljes tetőszerkezete bontásra kerül, helyette új, tetőtér beépítésre alkalmas ácsolat készül. A tetőszerkezet és egyben az épület központi motívumaként értelmezhető huszártorony azonban olyan építészeti és szerkezeti értéket képvisel, hogy itt a bontást a beruházó és a kivitelező is egyhangúan elutasította. A torony állapota azonban beavatkozást, ráadásul komplex beavatkozást igényel, ezért itt előbb faanyagvédelmi és tartószerkezeti vizsgálat, majd ezek eredményein alapuló tartószerkezeti megerősítési tervek készítésére volt szükség – a számos szereplő olykor egymással teljesen ellentétes igényeinek figyelembe vételével és összehangolásával. A beavatkozások a cikk írása idején is folynak, így az eredmények sem tekinthetők véglegesnek.

Kulcsszavak: huszártorony, hagyományos ácsszerkezet, megerősítés, Ipar, innováció és infrastruktúra

1. Bevezetés

A Magyar Szent Korona Országai Vasutas Szövetség (aminek a Magyar Királyi Államvasutak, Kassa-Oderbergi, a Déli, az Arad-Csanádi, a Szamosvölgyi, a Mohács-Pécsi, a Brassó-Háromszéki és a Győr-Sopron-Ebenfurti Vasúttársaságok is tagjai voltak) 1912-ben, a Magyar Szent Korona Országai Vasutas Szövetség (az 1905-ben megalapított, tulajdonképpen vasutas szakszervezet) régi követelésének eleget téve alapította meg a kőszegi árvaházat. A vasút, egyfajta állam az államban, hatalmas alkalmazotti létszámmal és szociálpolitikai felelősséggel bírt, közben sajnálatos módon szerepe volt –

a veszélyes munkaüzem okán – az árvaház lakóinak utánpótlásában is. Az intézmény persze nem csak árvák, hanem utazószolgálatos alkalmazottak, családtól kiküldetés miatt távol lévő vasutasok gyermekeit is fogadni tervezte, ezért volt szükség nagy befogadóképességű, modern módszerekkel szervezett, tágas épületre (Koloszi, 2021). A vasúttársaságok által üzemeltetett gyermekotthon jelentőségéről sokat mondó adat, hogy az 1950-1960-as években 370 főt számlált a létszám. A helyszínválasztás során 15 város közül Kőszeg szabad királyi város nyerte el a lehetőséget, hogy a felépítendő

intézménynek otthont adhasson. A döntésben szerepet játszott a város kiemelkedő ajánlata: a városvezetés az impozáns méretű, 12 ezer négyszögöl (4,315 hektár) városszéli telekkel, 65 ezer korona készpénzzel (mai értékén kb. 160~180 MFt), kedvezményes kőszegi téglával és az építmények utáni községi pótdadó alóli mentességgel is támogatta a beruházást.

Az építészeti tervezés feladatát Thier Manó, a Déli Vasút főmérnöke kapta meg, aki többek között Münchenben is folytatott előtanulmányokat, hogy a korszerű nevelő intézményt végül „alpesi és kőszegi stílusban”, kastélyszerű formában alkossa meg, mintegy 120 fős befogadó képességgel, és a későbbi bővítés lehetőségével. Az építkezés mai szemmel vizsgálva is rohamtempóban folyt: 1912. július 15-én kezdték meg a munkálatokat, szeptember 29-én már bokrétaünnepet tartottak (vagyis ekkorra készült el a tetőszerkezet), míg az épület avatása 1913. augusztus 10-én történt (Nagy, 2016). Az épület minden irányból szembetűnő, fő éke a huszártorony, ami mintegy 10 m-rel magasodik a fő épületszárny gerincvonalára fölé, benne bronzharanggal, csúcsán a MÁV jelképeként szolgáló szárnyas kerékkel, ami közel 30 m magasságban található.

Az intézmény 1913 megnyitásától 2005-ig bezárásáig folyamatos üzemben volt. Állapota már ekkor is felújítást követelt volna meg, de az elhanyagoltságból eredeztethető állagromlás csak ezután gyorsult fel igazán. Az épület jelenlegi tulajdonosa a Magyar Nemzeti Vagyongazdálkodási Zrt., aki a Felsőbbfokú Tanulmányok Intézete kezelésében, a Kutatási és Fejlesztési Központ és Campus funkcióval képzei az épület jövőjét. Ennek érdekében komplex felújítási és át-

alakítási munkák folytatódnak, számos tervező és kivitelező szoros együttműködése keretében.

2. Előzmények

2.1. Állapotfelmérés

A tetőszerkezetről 2018 év során Király Béla faanyagvédelmi szakértő és Baratta Egon tartószerkezeti szakértő készített diagnosztikai vizsgálatokat, illetve ezek alapján megerősítési tervet. A vizsgálatok ugyan kiterjedtek a huszártoronyra is, beavatkozással kapcsolatos döntések azonban ekkor még nem születtek. Az építési munkálatok előre haladtával kialakulni látszott, hogy a tetőszerkezet – az eredeti elképzelésekkel ellentétben – teljes egészében elbontásra kerül, így acél tartókeretek közbeiktatásával egy szabadon formálható, belső székoszlopok és főtámaszok nélküli tér alakulhat ki, ami az ezekből eredő térhasználati kötöttségektől mentesülve sokkal inkább szolgálja az üzemeltető majdani céljait (1. és 2. ábra).

A huszártorony azonban – mivel az épület jelképeként szolgál – még nyilvánvalóan rossz állapota ellenére is megmentésre hivatott, ebben a beruházó, és a kivitelező is egyetértett, így 2023 januárjában tartószerkezeti és faanyag védelmi állapotfelmérést rendeltek meg a Szerzőtől (Dr. Hantos Zoltán faanyagvédelmi és tartószerkezeti szakértő), ahol kifejezetten a torony szerkezet megmentésének, felújításának, megerősítésének lehetőségeit kellett keresni.

2.2. A huszártorony bemutatása

A torony tartószerkezetileg 7 szakaszra tagolható:

2.2.1. Talpgerenda-keret

A talpgerenda keret két különböző síkból áll. Az alsó két kötőgerenda, 18/23 cm szelvénymérettel, fűrészelt fenyőfából készült. Ezekre merőlegesen helyezkednek el a 18/23~20/23 cm szelvényméretű, felső kötőgerendák. Emelő erő ellen biztosító kötőelem nem látható, vízszintes átlós merevítés nem készült.

2.2.2. Lépcsőház – 1. merevítő keretig

A felső kötőgerendákon támaszkodik a huszártony lépcsőházát alkotó, 16 db oszlop. Az oszlopok 17/17~17,5/17,5 cm szelvényméretű fűrészelt lucfenyőből készültek. A kötőgerendákba vélhetően csapolással rögzülnek, a kötéseket 1-1 db ácskapoccsal is biztosították. A külső oszlopok között körben, 2,75 m magasságban, 17,5/14,5 cm szelvényű mellszorítókat építettek be, jellemzően csapolással és szintén 1-1 db ácskapocsrögzítéssel. A köztes oszlopokat csak a lépcső, illetve pihenő szinteket gyámolító vízszintes elemek merevítik. A belső oszlopok között, balra forduló grádicslépcső-rendszer készült. A sarokoszlopoknál pihenő szinteket alakítottak ki.

2.2.3. Lépcsőház – 2. merevítő keretig

Az 1. merevítő keret felett 14,5/14,5 cm szelvényű, fűrészelt fenyőfából készített ferde merevítő dúcokat építettek be, amik minden külső síkban, a külső sarokoszloptól befelé támasztanak. A ferde dúcokat a keret sarkaiba jellemzően csak befeszítették, helyenként ferde beeresztés is készült. A 2. merevítő keret esetében megismételték az első keret megoldásait: a külső oszlopok között körben, 5,45 m magasságban, 17,5/14,5 cm szelvényű mellszorítókat építettek be, csapolással és 1-1 db ácskapocsrögzítéssel. A köztes oszlopokat itt is csak a

lépcső, illetve pihenő szinteket gyámolító vízszintes elemek merevítik.

2.2.4. Lépcsőház – 3. merevítő keretig

Az 2. merevítő keret felett szintén 14,5/14,5 cm szelvényű, fűrészelt fenyőfából készített ferde merevítő dúcokat építettek be, amik minden külső síkban, a külső sarokoszloptól befelé támasztanak. A 3. merevítő keret az oszlopok merevítésén túl támasztó felületet biztosít a körbejárható szint (gallér) konzolosan kinyúló födémgerendáit támasztó könyökfáknak is. A könyökfák ojtással csatlakoznak a merevítő kerethez. A merevítő keret alatt 2×10/14,5 cm szelvényű átlós fogópárok készültek, egymás alatt-felett elhelyezve. Ezek a belső 4 oszlopra feles lapolással csatlakoznak, szelvénygyengítéssel. Meghökkenítő, hogy ugyanezek az elemek a sarokoszlopokhoz mindössze бүтүс vágással támaszkodnak, a kötés 1-1 db huzalszeg, így húzóerőt tulajdonképpen nem is vesznek fel. Ugyanitt, a torony tetősík feletti szakaszát betonacél hálóval erősített rabcifallal köpenyezték, amibe minden homlokzaton 2-2 db gerébtokos ablakot is szerkesztettek. Az ablakok beépíthetősége miatt a dúcokat kismértékben megfaragták, gyengítve azok szelvényméretét.

2.2.5. Körbejárható szint – gallér

A zárófödém síkjától 9,21 m magasságban egy körbejárható szint készült, itt a torony szerkezetében is jelentős váltást alakítottak ki. A külső oszlopok tetején készült egy 17,5/14,5 szelvényű záró keret, majd ezek tetején egy 18/18 cm névleges szelvényméretű kötőgerenda-keret, ami pozíciójából adódóan ~60 cm-rel kisebb külméretet biztosít a rá támaszkodó segédoszlopoknak. A belső oszlopok azonban továbbfutnak, egészen a harangszék tetejéig. Voltaképpen ez a

4 oszlop biztosítja a toronysisak oldalirányú merevítését.

A gallér fiókgerendái mérlegtartóként támaszkodnak az alsó oszlopok tetejére rögzített záró koszorún, illetve a stabilitás fokozása érdekében könyökfákkal is visszatámasztanak a mellszorító keretre. A fiókgerendák szelvénymérete 14/14 cm, anyaguk lucfenyő. A homlokzatonként 5 db merőleges és a sarkokon további 1-1 db átlós fiókgerendát gyalulva, a gerendavégeket díszes faragással ellátva alakították ki, hangsúlyozva az épület alpesi stílusjegyeit. A körbejárható szint felső síkján a bádoglemezzel fedett deszkázat lejtésben készült, ehhez vélhetően a kötőgerenda keret mellé szegezett, 5/10 cm-es pallók, párnafák adták a vezérgeometriát. A gallért szegélyező fakorlát a szemle idejére már teljesen elpusztult.

2.2.6. Körbejárható szint – oszlopok

A körbejárható szinten a külső segédoszlopok 3 illetve 4 oldalon szokatlanul vastag rabcivakolattal ellátottak, kívülről nézve téglapillérként tetszenek. Az oszlopok belső felületén deszkaborítás készült; ez, és a belső oszlopok festett felületűek. Az oszlopok szelvénymérete nem azonosítható be pontosan, de vélhetően a többször előforduló 14,5/14,5 szelvényt alkalmazták. Az oszlo-

pok tetejét 14,5/14,5 cm szelvényméretű koszorú keret zárja.

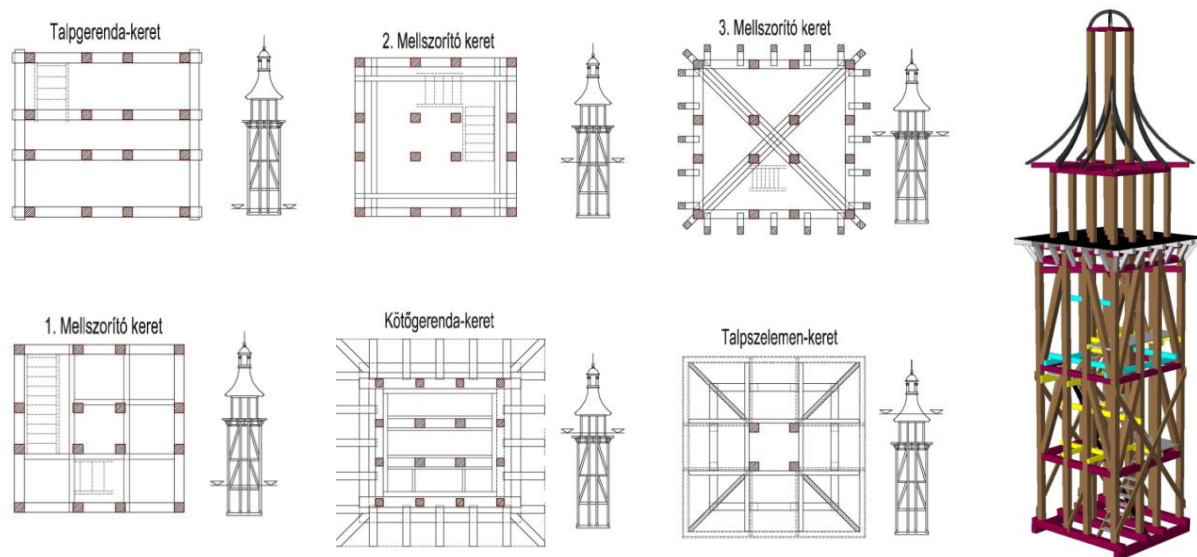
2.2.7. Toronysisak (szoknya + harangszék + tető)

A toronysisak három fő szakaszra bontható. A szoknya fő tartószerkezete 8/15 cm-es kötőgerenda keretből és átlós fiókgerendákból, valamint az ezekre támaszkodó, 6/16~17 cm szelvényméretű, kétrétegű deszkaívekből áll, amit az ereszalján gyalult és profilozott, a tetősíkon pedig gyalult deszkaborítás fed. A szoknyán rézlemez fedés készült, ereszcatornával és az udvari (északi) oldalon 2 db ejtőcsővel. Ezek ma már hiányoznak, a csapadék szabadon áztatja a torony falazatát és alsóbb szerkezeteit.

A harangszék szakaszán a 4 belső oszlop fut keresztül, a harangot tartó szerkezet 2 db, ívesre kovácsolt acél gerendából áll, melyek az oszlopokra csavarokkal kerültek rögzítésre. Az oszlopok külső felületei a torony egyéb részeivel azonos rézlemez fedést kaptak. A toronytető kialakításához az oszlopok bütüjén palló vastagságú keretet készítettek, melyen a 4 sarokban deszkából készített mintaívek támaszkodnak, végül ezeket is deszkázat és rézlemez fedés zárja. A csapadékvédettnek tekinthető elemeket nem látták el felületkezeléssel.



1. ábra. A huszártony külső és belső képe (forrás: szerző)



2. ábra. A szintek alaprajzai és a tartószerkezet 3D modellje. (Forrás: szerző; a torony építészeti felmérését és a megerősítés alapját adó 3D modellt az Optimumterm Kft. készítette.)

2.3. A huszártorony állapotának bemutatása

Általánosan elmondható, hogy a torony rendkívül elhanyagolt állapotban van. Az épület beltérben alkalmazott mészfestés, valamint a torony tetőszerkezeti elemein alkalmazott fedőmázolás egyaránt megkopott, védelmet nem biztosít. A bádogos elemek és a héjazat részben hiányzik, a csapadékelvezető rendszer hiányos, a körüljárható szint korlátja és földemgerendái elkorhadtak, a korlát pedig már teljes egészében hiányzik. A felső szint ablakai leszakadtak, kiestek, a rabicfal hiányos, a torony belsejébe így beesik az eső. Az állapotokat súlyosbítja a felső szinten felgyülemlett madár ürülék, ami kémhatásával ugyancsak gyorsítja a degradációs folyamatokat. A beázások környezetében a nedvességtartalom magas ($u=27\%$ és több), emiatt néhány helyen előrehaladott gomba (jellemzően Házi kéreggomba) károsítás alakult ki. Ezzel összefüggő, súlyos tartószerkezeti probléma, hogy a

körüljárható szint kötőgerendái nagymértékben elkorhadtak, a felfekvő felületek mentén a palástnyomási illetve nyírási teherbírásuk teljesen kimerült, emiatt a kötőgerendák végei megroppantak és 5~8 cm mértékben megsüllyedtek. A kötőgerendákon nyugvó segédoszlopok a kötőgerenda süllyedését követték, a torony pedig nyugati irányban szabad szemmel is látható mértékben megdőlt. A gombakárosításon kívül több helyen látható aktív cincérekárosítás is, ám ezek bárdolással és a szelvény megerősítésével jellemzően kezelhetők (Hantos, 2023).

3. Műszeres vizsgálat

A vizsgálat során a talpgerenda keret minden kötőgerendáját (K1~K6), a huszártorony oszlopait (O5~O20) valamint a külső síkok andrásmerevítőit (M1~M8) vizsgáltam, így minden elemen 1-1 db vizsgálati pont felvételével, összesen 30 vizsgálat készült. A műszeres mérés lépései a következők voltak:

3.1. Nedvességtartalom-mérés

Nedvességtartalom meghatározása WHT-860 beütőtűskés nedvességmérővel történt. A műszer alkalmas a külső hőmérséklet figyelembe vételére, mérési tartománya pedig 2 állásban pontosítható. A leolvasott értékek lucfenyőre vonatkoznak, így fafaj korrekcióra nem volt szükség.

3.2. Sűrűségmérés

Az egyes gerendák testsűrűségének megállapítása Nylodin beütőtűs mérő-műszerrel készült. Ez egy egyedi műszer, aminek a kalibrációja a Soproni Egyetem Központi Vizsgáló Laboratóriumában történt. A Nylodin beütőtűskés szonda eredményeit a szonda oldalán leolvasott értékből (vonal) az alábbi empirikus összefüggésekkel lehet meghatározni (Blahó, 2018).

$$\rho_{mean} = 19,256 \cdot v + 106,0 \left[\frac{kg}{m^3} \right], \quad (1)$$

ahol: v : a műszer vonalkázásáról leolvasható érték [mm].

3.3. Hangsebességmérés

A hangsebesség mérés a faanyag rugalmassági modulusának meghatározására *Fakopp* beütőszondás mérőberendezéssel történt. A berendezés képes a két szonda között kopintással gerjesztett hang terjedési idejét megadni, ebből számítható a hangsebesség, amennyiben figyelembe vesszük a Divós Ferenc kutatásai alapján meghatározott k időkorrekciót (Divós et al. 2015):

$$v = \frac{s}{t-k} \cdot 10^4 \left[\frac{m}{s^2} \right], \quad (2)$$

ahol: s : a szondák távolsága [m],
 t : műszerről leolvasott idő [μ s],
 k : korrekciós érték [9 μ s].

3.4. Rugalmassági modulus meghatározás

Ebből a sűrűség figyelembe vételével számítható a dinamikus rugalmassági modulus:

$$E_{din} = \frac{\rho_{mean} \cdot v^2}{10^6} \left[\frac{N}{mm^2} \right], \quad (3)$$

ahol: ρ_{mean} : a faanyag testsűrűségének átlagos értéke [kg/m^3],
 v : a Fakopp méréssel meghatározott terjedési sebesség [m/s^2].

A dinamikus rugalmassági modulusból származtatható a faanyag statikus rugalmassági modulusa, (Sismándy-Kiss, 2012):

$$E_{stat} = 0,787 \cdot E_{din} + 1,3857 \left[\frac{N}{mm^2} \right], \quad (4)$$

ahol: E_{din} : a dinamikus módon meghatározott rugalmassági modulus [N/mm^2].

3.5. Szilárdsági osztályba sorolás

Az értékeket ezután át kell váltani az aktuális (a mérések alapján egységesen 17 %-nak tekinthető) nedvességtartalomról $u=12\%$ nettó nedvességtartalomra, ehhez az MSZ EN 384:2016 szabvány ad iránymutatást. A vizsgálatokat minden kijelölt gerendán egyszer végeztem el. Az eredmények alapján meghatározható az egyes elemek szilárdsági kategóriája az MSZ EN 338 szabvány szerint.

1. Táblázat. A vizsgált alkatrészek szilárdsági osztályba sorolása

Gerenda jele	Funkció	Nylodin leolvasás	Fakopp		Sűrűség	Rug. Mod középértéke ($u=12\%$)	Szilárdsági kategória (EN 338)	
			Kalibráció	9				
			Távolság	Idő				
		vonal	s cm	t μ s	ρ_{mean} kg/m^3	E_{mean} N/mm^2		
K1	Kötőgerenda	10	80,0	178	299	5 533	oszt.	kív.
K2	Kötőgerenda	12	104,0	215	337	7 105	C	14
K3	Kötőgerenda	15	98,5	215	395	7 466	C	14
K4	Kötőgerenda	13	105,0	210	356	8 042	C	16
K5	Kötőgerenda	13	102,5	195	356	8 949	C	16
K6	Kötőgerenda	10	91,5	195	299	5 976	oszt.	kív.
O5	Oszlop	12	104,5	201	337	8 258	C	16
O6	Oszlop	11	98,0	187	318	7 967	C	16
O7	Oszlop	17	93,0	172	433	11 666	C	24
O8	Oszlop	17	99,0	193	433	10 375	C	22
O9	Oszlop	12	109,5	217	337	7 726	C	14
O10	Oszlop	17	105,0	206	433	10 181	C	22
O11	Oszlop	12	110,0	214	337	8 026	C	18
O12	Oszlop	14	108,0	223	376	7 911	C	16
O13	Oszlop	12	88,5	222	337	4 813	oszt.	kív.
O14	Oszlop	16	112,5	225	414	9 290	C	18
O15	Oszlop	14	112,0	223	376	8 508	C	16
O16	Oszlop	15	113,0	211	395	10 218	C	22
O17	Oszlop	15	75,0	151	395	9 109	C	18
O18	Oszlop	14	100,5	192	376	9 368	C	18
O19	Oszlop	17	100,0	220	433	8 050	C	16
O20	Oszlop	16	111,5	210	414	10 538	C	22
M1	Merevítő	16	102,0	217	414	8 236	C	16
M2	Merevítő	15	90,0	168	395	10 462	C	22
M3	Merevítő	14	94,0	217	376	6 344	oszt.	kív.
M4	Merevítő	11	97,0	187	318	7 805	C	14
M5	Merevítő	15	87,5	174	395	9 183	C	18
M6	Merevítő	17	115,0	220	433	10 646	C	22
M7	Merevítő	18	99,0	240	453	6 875	oszt.	kív.
M8	Merevítő	17	100,5	180	433	12 379	C	30

A vizsgálat alapján a gerendák testsűrűsége $300\sim430\text{ kg/m}^3$ közötti értékeket mutat, ez azonban a nedves közegben kialakult lokális gombakárosítás okán az érintett helyeken már lecsökkent. A táblázatosan összefoglalt adatokból jól látható, hogy az anyagok kis szórás mellett, C14~C22 közötti kategóriákba sorolhatók, illetve található köztük (~10% értékben) osztályon kívüli anyagok is (1. Táblázat). A torony szerkezeti alapanyagai tehát alapvetően alkalmasak teherhordó szerepre, mindössze a lokális károsodásokat kell kezelni (megerősítéssel vagy cserével).

4. Megerősítési terv

4.1. Első verzió: a toronysisak leemelése

A torony állapotának ismeretében, a tervező és a generál kivitelező egyetértésében az a döntés született, hogy a torony felső, alapvetően jó állapotban lévő, tetőszerkezettel fedett, „toronysisak” elnevezéssel beazonosítható szakaszát a középső 4 oszlop elfűrészelése árán egyben, toronydaru vagy autódaru segítségével leemelik, így bonthatóvá, hozzáférhetővé, és cserélhetővé válik a felső „kilátó szint” oszlop és talpgerenda rendszere, anélkül, hogy a felette lévő szerkezetek ideiglenes megtámasztásával foglalkozni kellene. A leemelendő toronyrész tömege ~1230 kg értékre tehető, azzal a feltétellel, hogy a csúcsdísz, a harangot, valamint a harangot tartó acél keretet előzetesen le kell eresztetni, majd külön leemelni.

A gombakárosított elemek esetében elemcsere, illetve a korhadt szakaszok csonkolása, majd új, az eredetivel megegyező szelvényű elemmel történő pótlása szükséges. A pótlás során ügyelni kell arra, hogy a csonkolt felületen és a beépített elemen is al-

kalmazzanak megelőző faanyagvédőszeres kezelést.

A rovarkárosított elemek esetében a bárdolás, felülettisztítás és megszüntető védőszeres kezelés javasolható technológia, azonban a szelvénykeresztmetszet csökkenés mértékének megfelelően a faelem hevederes megerősítése, esetleg bepótlása válhat szükségessé. A pótdarab anyaga, szelvénymérete, rögzítési módja, az alkalmazott kötőelem illeszkedjen az elem funkciójához és terheléseihez.

A műszakilag elégtelen csomóponti kapcsolatokat, szétcsúszott, húzóerőket átadni képtelen ácskötéseket laposacél pántokkal és hevederekkel, valamint ehhez kapcsolódó átmenő csavaros illetve facsavaros kapcsolatokkal kell megerősíteni, ezekről részletes kiviteli terv készült. A torony felbillenéssel szembeni lehorgonyozása a tetőtérben készíthető vasbeton lemezhez való lekötéssel biztosítható. A lekötéshez egyedi vasalatok készülnek, amiket előzetesen bebetonozandó menetes szárokhoz kell kapcsolni (Hantos, 2024).

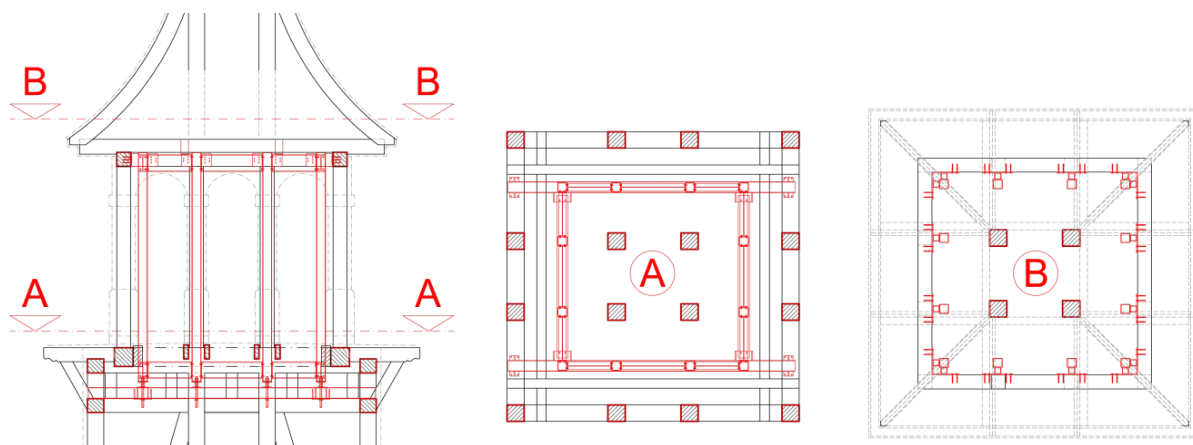
4.2. Második verzió: a kötőgerenda keret és oszlopsor kiváltása acélszerkezettel

Az első verziót a tényleges beavatkozás megkezdése előtt, az alvállalkozó kivitelező kérésére, a megfelelő emelési technológia rendelkezésre állásának hiányában, illetve ennek költségvonzata okán utóbb el kellett vetni. Ugyanakkor a toronyköpenyt korábban borító rabicfalazat eltávolításával láthatóvá váltak a sarokoszlopokat érintő, súlyos szelvénycsökkenések, melyek részben gomba, és részben rovarkárosítók jelenlétének következtében alakulhattak ki, így egyértel-

művé vált, hogy a kötőgerendák javítása mellett az oszlop cseréje, kiváltása sem elkerülhető. Azonnali feladatként a toronysisak stabilizálását kell biztosítani, amihez a teherbírásra alkalmatlan kötőgerenda szint teljes kiváltása vált szükségessé. A kiváltáshoz a kötőgerenda szint alatti, a terveken +8,44 m-es magasságként feltüntetett mell-szorító keretre 2 db RHS 120/120/6 mm szelvényből készül a kötőgerendákkal párhuzamosan főtartó (illetve ezek közé merőlegesen befüggesztve fióktartó) keret. A keretre minden faoszlop mellett RHS 100/100/6 mm szelvényből készül állítható magasságú oszlop, ami a jelenlegi fémlemezfedéssel ellátott járószintet átszúrva, a toronysisak +11,08 m-es magasságban kialakított talpszelemen-keretét közvetlenül képes megtámasztani. Az acél oszlopok és a koszorú közötti kapcsolatot az oszlopok fejének speciális kialakítása, és ezen keresztül a koszorúba oldalról behajtott szerkezetépítő facsavarok biztosítják. A beépített acél

székállás ilyen módon tehermentesíti a korhadt kötőgerenda síkot, és a +8,99 és +10,93 m magasságok közötti oszloprendszert is.

Az első verziós megerősítési tervek a külső oszlopsor eredetileg is hiányzó merevítését Ø16 mm köracél pálcákból szerkesztett andráskeresztekkel kívánták pótolni, azonban a beruházó ragaszkodott hozzá, hogy a torony oszlopai között maradjon meg az átlátási lehetőség, azt semmilyen csillogó, vagy árnyékot vetni képes alkatrész ne zavarja meg. A függőleges acél oszlopok között ezért úgy a lábcsomópontok felett, mint a fejcsomópontok alatt IPE 180 gerendákból készül merevítő diafragma, amiket 6 mm-es vastagságú homloklemezek és M8 metrikus csavarok rögzítenek az oszlopokhoz. A diafragmák helyét úgy kellett meghatározni, hogy azok az egyéb szerkezeti illetve építészeti elemek takarásába kerüljenek, közben pedig végezzék el a torony merevítésének feladatát is (3. ábra).



3. ábra. A huszártorony kilátószintjének megerősítése és kiváltása
acélszerkezetes állószerkezet beépítésével (forrás: szerző)

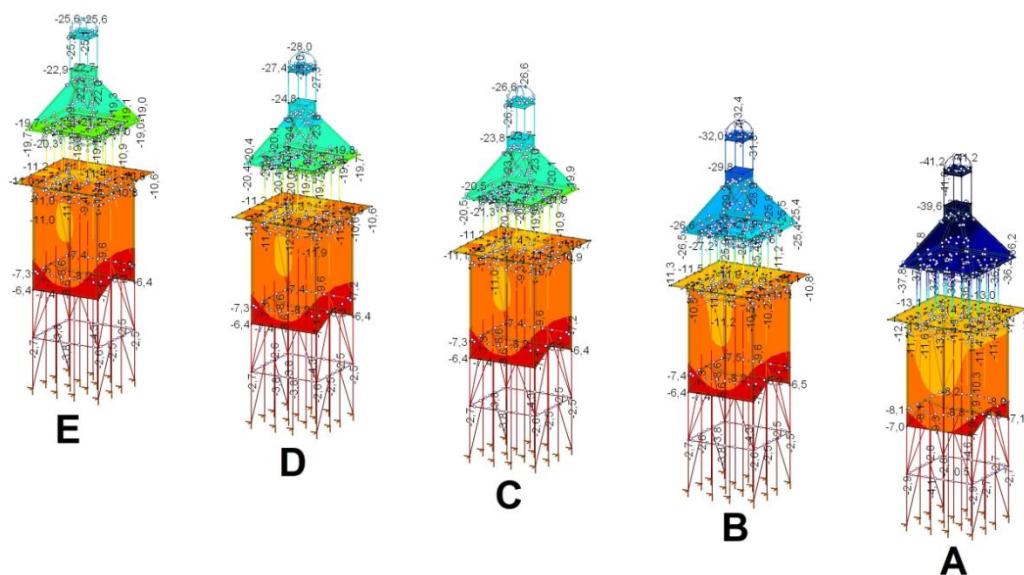
4.2.1. A merevítő keret teherbírásának ellenőrzése

A torony tartószerkezeti vázának 3D modellje AxisVM X6 statikai szoftver alkalmazásával készült (4. ábra). A modell többszöri átalakításával lehetőség nyílt arra, hogy a függőleges oszlop szelvényét és falvastagságát, valamint a diafragmaként szolgáló acél gerendák szelvényét össze lehessen hangolni, továbbá a diafragmák homloklemezére ható nyomaték, és az ebből születő húzó-nyomó erőpár is számszerűsíthetővé váljék.

4.2.2. A statikai modell ismertetése

A statikai modellben a korábban meghatározott anyagminőségekkel, és a felmérés szerinti szelvénytérképekkel dolgoztam. A modellalkotás során a ferde dűcokat, és egyéb, csak húzóerőt felvenni nem képes gerendákat „nemlineáris” rúdelemként modelleztem. Mivel a torony külső köpenyezése tárcsamerevség kialakítására is képes deszkaréteggé lesz elkészítve, ezért ezt héjszerkezetté váltam a gerendaváz-

hoz. A torony kritikus igénybevétele a szélteher lesz, ebben a teherkombinációban az önsúlynak és a széllekedéseknek lesz jelentősége, így egyéb terheket (hóteher, karbantartási szervízteher) nem vettem figyelembe. Az önsúly meghatározása a testsűrűség és a geometriai méretek szerint történt, míg a szélteher esetében az MSZ EN 1991-1-4 szabvány iránymutatásait követtem. A szélterheket a 2.2 pontban részletezett szerkezeti egységekre zónákra bontottam, hogy a magassággal növekedő szélességet, és ebből eredő torlónyomást, valamint a formai kialakítások szerint változó alaki tényezőket a lehető legpontosabb értékkel vehessem figyelembe. A szélterheket ugyan csak pontszerű teherként alkalmaztam, de ez a megoldás a kritikus eredmények (torony kilendülése, illetve emelő erők az alsó lehorgonyzásokban) kellő pontosságot ad, ugyanakkor definiálása, illetve szükség szerinti módosítása lényegesen egyszerűbb, mint vonalmenti vagy felületi teher esetében lenne.



4. ábra. A huszártorony vízszintes kilendülés értékei a különböző kiváltási verziókkal [mm]
(forrás: szerző saját számítógépes modelljéből kinyert ábrák)

A kilátószint kiváltását 5 szerkezeti megoldással ellenőriztem:

- A) az acél oszlopok csuklósan kapcsolódnak az ácsszerkezethez alul és felül is,
- B) oszlopváz merevítése IPE 100 diafragmákkal alul és felül,
- C) oszlopváz merevítése felül IPE 180 diafragmákkal, alul RHS 60/60/5 könyökökkel,
- D) oszlopváz merevítése felül RHS 60/60/5 könyökökkel, alul IPE 120 diafragmákkal,
- E) oszlopváz merevítése IPE 180 diafragmákkal alul és felül.

A számítás részletei jelen publikációban a terjedelmi korlátok miatt nem szerepelhetnek, de a torony közel 40 mm-es kilendülését az A~E verziók lépésről lépésre 20 mm alá javították, így született a kivitelezővel közösen meghozott döntés, hogy az E jelű, a 4.1 pontban ismertetett, illetve a 3. ábrán látható megoldást dolgozzuk ki a kiviteli tervekben.

5. Összefoglalás

A hajdani MÁV Gyermekotthon huszártonyának megerősítése lehetőséget nyújt arra, hogy egy 112 éves faszervezetű torony

úgy állíthasson emléket az intézmény 92 éves múltjának, hogy közben az őt gazdálkodó épület teljesen megújul, és részben ki is cserélődik. A tetőszerkezet újraépítésével és a torony héjazatának karbantartásával, illetve a csapadékvíz elvezetés és a köpenyezés teljes megújításával a torony faszervezetének további károsodása ugyan elkerülhető, de a torony tartószerkezetét ért, visszafordíthatatlan károsodások sem maradhatnak kezeletlenül. A rovarkárosított elemeken a bárdolás, és a hiányos anyagrészek pótlása könnyen kivitelezhető, de a gombakárosodott, fő tartószerkezeti elemek (kötőgerendák, sarokoszlop) kibontása csak úgy lehetséges, hogy előzetesen azok tehermentesítését biztosítjuk. A beruházói és kivitelezői igény szerint a tehermentesítést nem csak a beavatkozás idejére, hanem végleges jelleggel kell kialakítani, ehhez egy kiváltó acél szerkezet beépítése bizonyult a leginkább alkalmas műszaki megoldásnak.

Az acél keret (állószerkezet) kialakítása megfelel a tartószerkezeti, építészeti és esztétikai követelményeknek is (hiszen elrejthető), miközben kivitelezése összehangolható a helyszínen rendelkezésre álló technológiával, és nem utolsósorban a munka- és balesetvédelmi követelményekkel is.

Szerzői nyilatkozatok

Hantos Zoltán – a kutatás vezetője, szerző, alkotó: fotók, rajzok, ábrák.

Referenciák

Kolozsi Á., 2021. *Árvaház Kőszegen*

<https://hetifortepan.capacenter.hu/mav-gyermekotthon/>

Nagy R., 2016. *Körülnéztünk a több mint 100 éves kőszegi MÁV Nevelőotthonban.*

<https://www.frisss.hu/hirek/korulneztunk-a-tobb-mint-100-eves-koszegi-mav-nevelootthonban/>

Hantos Z., 2023. *Állapotrögzítő faanyagvédelmi és tartószerkezeti szakvélemény*, 9730 Kő-szeg, Felső körút 4. hrsz.: 1165 alatt készülő Kutatási és Fejlesztési Központ és Campus ácsszerkezetes huszártornyáról, Harka, 33p.

Blahó K., 2018. *Nyulodin kalibrálása különböző fafajokra és az eszköz gyakorlati alkalmazása*, Szakdolgozat, Soproni Egyetem, Simonyi Károly Műszaki, Faanyagtudományi és Művészeti Kar, Sopron, 52p

Divós F., Németh L., Major B., 2015. *Új technológiák bemutatása a faszerkezetek felülvizsgálata területén*, Magyar Mérnöki Kamara, Budapest, 28p

Sysmándy-Kiss F., 2012. *Fűrészáru szilárdsága és fizikai tulajdonságainak kapcsolata*, Doktori értekezés (tézisfüzet), Nyugat-Magyarországi Egyetem, Faipari Mérnöki Kar, Sopron, 22p

Hantos Z., 2024. *Tartószerkezeti műszaki leírás a 9730 Kőszeg, Felső körút 4. hrsz.: 1165 alatt készülő Kutatási és Fejlesztési Központ és Campus ácsszerkezetes ácsszerkezetes huszártornyá-nak tartószerkezeti megerősítéséről*, Harka, 15p.

Structure reinforcement on the hussar tower of the former MÁV Children's Home (Kőszeg)

Abstract

As the investor of the project, the Magyar Nemzeti Vagyongazdálkodó Zrt. is leading a complex renovation procedure on the former MÁV Children's Home (Orphanage) at 4. Felső körút, Kőszeg. During the building procedure, the entire roof structure of the building has been demolished and a new timber-steel hybrid construction will be built in its place. However, the hussar tower which can be interpreted as the central motif of the roof and of the building, represents such architectural and structural value that both the investor and the contractor unanimously rejected its demolition. On the other side, the condition of the tower required a complex intervention, so it was necessary to organise a structural inspection on the timber construction first, and then, prepare a complex reinforcement plans based on these results - taking into account and coordinating the needs of the numerous actors. Since the demands of the investor, the engineer, the general contractor, and the carpenter are diverse (sometimes contradictory to each other), finding the best solution is also a difficult task. The interventions are still ongoing at the time of writing this paper, so the results cannot be considered as the final one.

Keywords: hussar tower, traditional carpentry construction, reinforcement, Industry, innovation and infrastructure