

Projekt feladatok dolgozat

Bálint Levente

Bánfi-Nagy Ádám

Soproni Egyetem

Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar

Faépítészeti Intézet

Műszaki Mechanika és Tartószerkezetek Tanszék

Harka, Pantzer Gertrud Általános Iskola födémgerendáinak roncsolásmentes vizsgálata

Szerzők:

Bálint Levente III. évfolyam

Bánfi-Nagy Ádám III. évfolyam

Témavezető:

Dr. Andor Krisztián

egyetemi docens

2021

Tartalomjegyzék

ELŐZMÉNYEK.....	4
FELADAT.....	5
MÓDSZER.....	5
HELYSZÍNI SZEMLE	5
FÖDÉMSZERKEZET FELMÉRÉSE.....	6
RONCSOLÁSMENTES VIZSGÁLATOK.....	9
A roncsolásmentes faanyagvizsgálatok ismertetése	9
EREDMÉNYEK BEMUTATÁSA	12
JAVÍTÁSI JAVASLAT	14

ELŐZMÉNYEK

A kivitelező a 9422 Harka, Keresztúri utca 2. Hrsz.: 29. ingatlanon lévő egyszintes közintézményt illetően a meglévő épületrészben az osztálytermek kialakításának céljából a borított gerendafödém és a felette található tetőszerkezet felújítási munkálatai során a födém szerkezet felső deszkázatát –néhol az alsó deszkázatot is– teljesen elbontotta. A feltárult födém szakaszokon a gerendák láthatóvá váltak, melyeket ezideig a működő iskolai időszakban csak pontszerű feltárásokkal volt mód vizsgálni. A láthatóvá vált födém szerkezetről megállapítható volt, hogy sok helyen szakszerűtlenül kialakított födém áttörések voltak kialakítva, több gerendát biológiai károsodás ért.

A födém áttörések során szakszerűtlenül kivitelezett gerendatoldások és kiváltások valósultak meg, melyekkel nem csak a födém szerkezet állékonyságát, hanem a falszerkezet oldalirányú megtámasztását is veszélybe sodorták. Csak a szeizmikus hatások elmaradásának köszönhető, hogy nem történt eddig katasztrófa.



1. ábra Biológiai károsodások (rovarrágások, beázások okozta korhadás)

FELADAT

A meglévő iskolaépület szomszéd felőli traktusának faszerkezeteinek állékonyságának roncsolásmentes vizsgálata.

MÓDSZER

A feladat elvégzése érdekében az alábbiak szerint jártunk el:

- Helyszíni szemlék.
- Fényképfelvételek készítése.
- Roncsolásmentes faanyagvizsgálat.

A feltett kérdésekben valószínűsített műszaki hibák jogosságát a tervezés és kivitelezés idejében hatályos rendelkezéseknek megfelelően vizsgáljuk.

HELYSZÍNI SZEMLE

A helyszínen az alábbi időpontokban végeztünk vizsgálatokat:

- 2021. 07. 14. fafödémés rész feltárása (hátsó traktus, régi épületrész)
- 2021. 09. 10. roncsolásmentes felmérés



2. ábra Feltárt födém- és tetőszervezet

FÖDÉMSZERKEZET FELMÉRÉSE

A fafödém szerkezeti rendszerének általános leírása

A meglévő főépülethez épített ÉK-i szárnyban (012, 013, 015, 016, 018 számú helyiségek) végzett építési munkálatok során a „leleplezett” faszerkezet hibái egyértelműen láthatóvá váltak. A korábbi, lokális feltárásoknál nem volt megállapítható (átlátható) a födémszerkezet károsodott volta, illetve a helyi feltárások olyan helyen történtek, ahol födémhiba nem volt.



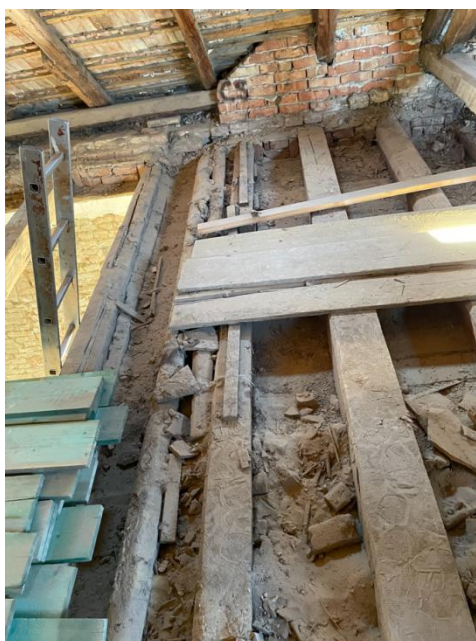
3. ábra Födémgerendák és a fal kapcsolata

Az eredeti szerkezeti rendszer szerint a tető vízszintes terheit a kötőgerendák, míg a falszerkezet vízszintes rögzítését a falba épített, födémgerendákhoz rögzített vaskapcsok biztosították.



4. ábra Födémgerendába rögzített vaskapocs

Megállapítható volt, hogy vélhetően a szakszerűtlen födémszerkezeti beavatkozások miatt a gerendázatot sűrítették további gerendákkal, melyek azonban sem keresztmetszeti méretben és sajnos sok esetben még hosszban sem idomultak a meglévő szerkezethez.



5. ábra Feltárt és vizsgált födémrészek

Az eredetileg 1,2 m-es osztásközre tervezett, 5,95 m fesztávú borított gerendafödém tartógerendáit 4-5 gerendánként a tartófalba épített vaskapcsokkal a falhoz rögzítették, így biztosítva a tetőszerkezet vízszintes komponensű igénybétételeinek történő ellenállást, melyeket a ritkán felvett kötőgerendák nem tudtak elégségesen viselni.



6. ábra Rögzítő vaskapcsok

Megfigyelhető volt, hogy a vaskapcsok sok esetben elégtelenül rögzültek a vízszintes földemgerendákban részben a gerendák sérülései, szakszerűtlen kiváltásai miatt.



7. ábra Vaskapocs nagymértékben károsodott gerendavégben

A födémszerkezet láthatóan jelentős lehajlása miatt a gerendák egyenkénti vizsgálata vált indokolttá, melyeket szemrevételezéssel és roncsolásmentes faanyagvizsgálattal végeztünk.

RONCSOLÁSMENTES VIZSGÁLATOK

A roncsolásmentes faanyagvizsgálatok ismertetése

A vizsgálat célja a kiválasztott gerendák rugalmassági modulusának és pillanatnyi hajlító szilárdságának meghatározása.

Kiválasztott gerendákon a következő vizsgálatokat végeztük:

- Pilodyn tű behatolási mélységének meghatározása
- hangsebesség mérés rostirányban

A **Pilodyn** nevű eszközt fából készült telefonoszlopok vizsgálatára fejlesztették ki. A berendezés ~6 Joule energiával 2mm átmérőjű tűt lő a fába. A behatolás mélysége jelzi a faanyag minőségét, sűrűségét.

A vizsgálati helyet úgy választottuk ki, hogy ághely vagy repedés közelsége ne zavarhassa a vizsgálatot. A behatolás mélysége 10 és 20 mm közötti, ami azt is jelzi, hogy az eredmény a felszínhez közeleső faanyagot jellemzi. A sűrűséget a következő képlettel származtattuk:

$$\rho = -48,5 \cdot P + 1085$$

ahol: ρ : sűrűség [kg/m^3]

P: Pilodyn behatolási mélysége [mm]



8. ábra Pilodyn behatolása a földmgerendába

A hangsebesség mérése a **FAKOPP akusztikus készülékkel** történt a látható elrendezés szerint. A műszer a gerjesztett hang terjedési idejét méri μs -ban. A két érzékelő közötti távolság és a mért terjedési idő hányadosából megállapítható a hangterjedési sebessége, mely már közvetlenül felhasználható a dinamikus rugalmassági modulusz meghatározásához.



9. ábra FAKOPP akusztikus vizsgáló készülék

A nedvesség mérésére a **GANN HYDROMETTE M4050-es beütő-kalapácsos nedvességmérőt** használtuk.



10. ábra HYDROMETTE M4050-es beütő-kalapácsos nedvességmérő

A hangsebesség és az átlag sűrűség adatokból származtattuk a gerendák pillanatnyi rugalmassági moduluszát és a várható hajlító szilárdságot. A meglévő adatok segítségével az adott gerenda besorolható az MSZ EN 338-as szabványnak megfelelő szilárdsági osztályba. A besoroláshoz nedvességkorrekciót kell végezni melyet az MSZ EN 384-es szabvány ír elő. A nedvességkorrekciót a feltüntetett értékre végeztük.

GRADE	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
MOE	7	8	9	10	10	11	12	12	13	14	15	16
MOE 95%	6,65	7,60	8,55	9,025	9,50	10,45	10,925	11,40	12,35	13,30	14,25	15,20
DENSITY	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
MEAN DENSITY	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

11. ábra Szilárdsági osztályok az MSZ EN 338 szabvány szerint

A dinamikus rugalmassági moduluszt az alábbi képlettel számítottuk:

$$E_{din} = c^2 \cdot \rho$$

ahol: E_{din} dinamikus rugalmassági modulusz [Pa]

c: a hang terjedési sebessége a fában [m/s]

ρ : sűrűség [kg/m³].

Statikus rugalmassági modulusz és a dinamikus rugalmassági modulusz között igen szoros kapcsolat van. A lehető legjobb közelítés érdekében egy doktori disszertációból vett képletet alkalmazunk (Sismándy-Kiss Ferenc - Doktori disszertáció 2012) annak érdekében, hogy rugalmassági moduluszt a lehető legpontosabban meg tudjuk határozni. A képlet a következő:

$$E_{számolt} = 0,7875 \cdot E_{din} + 1,3857$$

ahol: $E_{számolt}$: számolt rugalmassági modulusz [GPa]

E_{din} : a dinamikus rugalmassági modulusz [GPa]

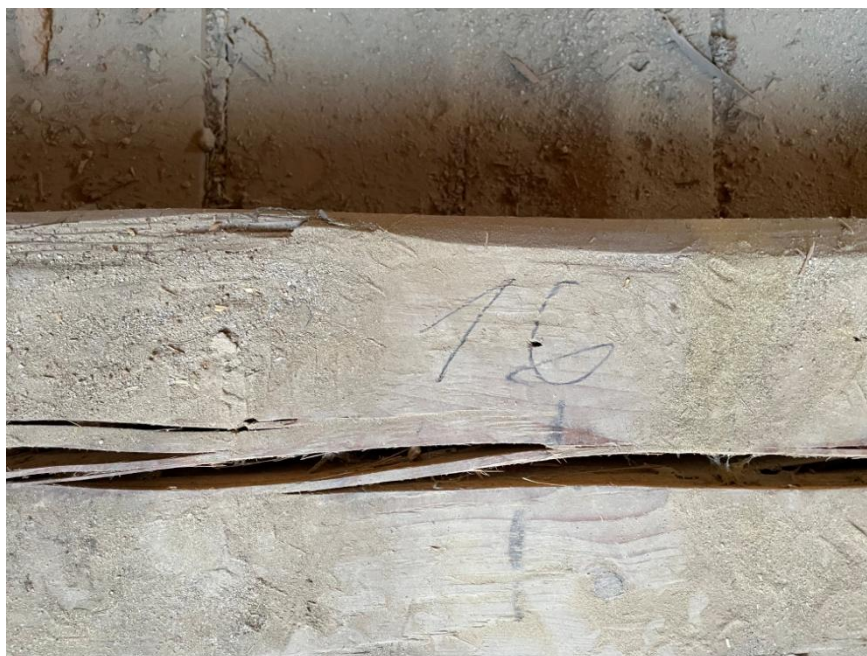
A hajlítószilárdság és a rugalmassági modulusz között ugyan nincs olyan jó kapcsolat, mint a statikus és dinamikus rugalmassági modulusz között, azonban a hajlítószilárdság becslésére - 10,5 MPa-os standard hibával - alkalmas. A pillanatnyi szilárdság kiszámításához szintén az említett disszertációból vett képletet alkalmazzuk. A képlet a következő:

$$\sigma_{számolt} = 2,9638 \cdot E_{din} + 4,6019$$

ahol: $\sigma_{számolt}$ pillanatnyi hajlítószilárdság [MPa]
 E_{din} a dinamikus rugalmassági modulusz [GPa]

EREDMÉNYEK BEMUTATÁSA

A gerendákat azonosító jellel láttuk el, mely során az eredeti főépülettől kezdődő sorszámozást alkalmaztunk, és melyeket a gerendákra jól láthatóan felvittünk a beazonosíthatóság érdekében.



12. ábra Födémgerendák számozása

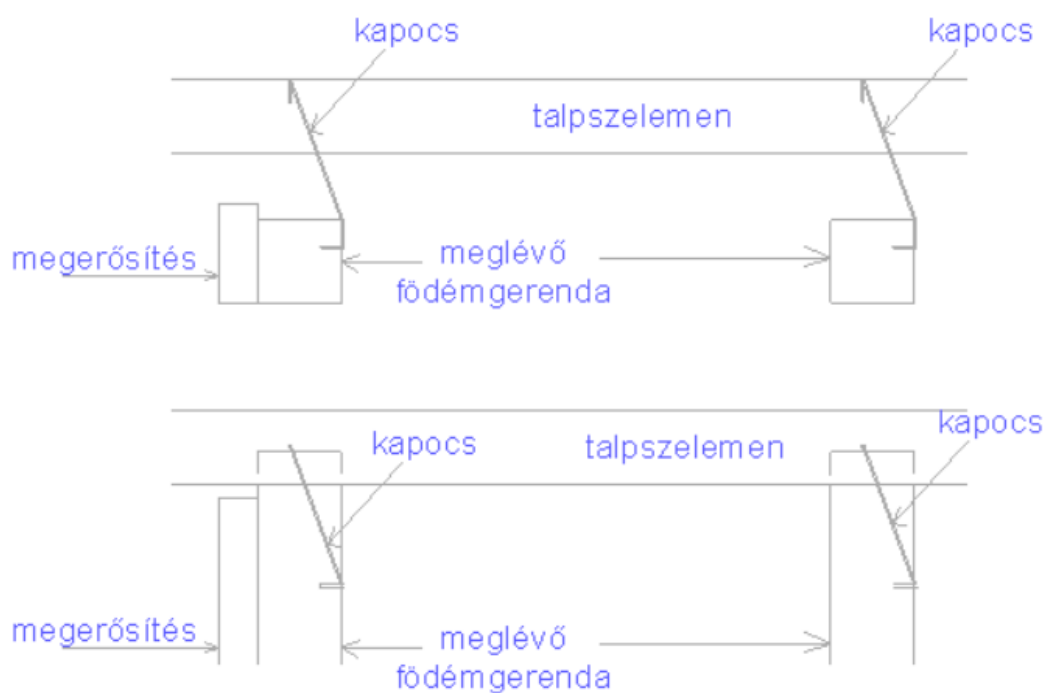
Az alábbi táblázat bemutatja az előző pontban körülírt módszer alkalmazása során előállt eredményeket, mely során megállapítható, hogy 14 db. gerenda olyan állapotban található, melyek szilárdsága miatt nem tud részt venni a teherviselésben.

Födémgerendák vizsgálati eredmények												
Ssz.	Idő [μs]	Idő korrigált [μs]	Távolság [cm]	Nyitódyn [mm]	Hangsebesség [m/s]	Sűrűség [kg/m ³]	Din. Rug. mod. [GPa]	SZÁMOLT Rug. Mod. [GPa]	Nedvesség [%]	Szilárdság [MPa]	Rug. mod. (12%) [GPa]	Szilárdsági osztály
1.	210	201	70	10	3483	600	7,3	7,1	10,4	26,2	7,00	C14
2.	213	204	70	9	3431	648,5	7,6	7,4	11,4	27,2	7,35	C14
3.	190	181	70	13	3867	454,5	6,8	6,7	12,4	24,7	6,77	C14
4.	140	131	70	10	5344	600	17,1	14,9	13,4	55,4	15,09	C45
5.	225	216	70	16	3241	309	3,2	3,9	14,4	14,2	4,04	OUT
6.	145	136	70	12	5147	503	13,3	11,9	15,4	44,1	12,28	C27
7.	201	192	70	10	3646	600	8,0	7,7	16,4	28,2	8,00	C16
8.	149	140	70	10	5000	600	15,0	13,2	17,4	49,1	13,91	C35
9.	203	194	70	15	3608	357,5	4,7	5,1	18,4	18,4	5,37	OUT
10.	129	120	70	6,5	5833	769,75	26,2	22,0	19,4	82,2	23,64	C45
11.	212	203	70	12	3448	503	6,0	6,1	20,4	22,3	6,61	OUT
12.	138	129	70	6,5	5426	769,75	22,7	19,2	21,4	71,8	21,04	C50
13.	202	193	70	15	3627	357,5	4,7	5,1	22,4	18,5	5,62	OUT
14.	139	130	70	11	5385	551,5	16,0	14,0	23,4	52,0	15,57	C40
15.	223	214	70	16	3271	309	3,3	4,0	24,4	14,4	4,48	OUT
16.	137	128	70	6,5	5469	769,75	23,0	19,5	25,4	72,8	22,13	C50
17.	235	226	70	17	3097	260,5	2,5	3,4	26,4	12,0	3,84	OUT
18.	146	137	70	6,5	5109	769,75	20,1	17,2	27,4	64,2	19,86	C50
19.	208	199	70	18	3518	212	2,6	3,5	28,4	12,4	4,02	OUT
20.	211	202	70	15	3465	357,5	4,3	4,8	29,4	17,3	5,60	OUT
21.	148	139	70	12	5036	503	12,8	11,4	30,4	42,4	13,53	C24
22.	203	194	70	16	3608	309	4,0	4,6	31,4	16,5	5,44	OUT
23.	136	127	70	6,2	5512	784,3	23,8	20,1	32,4	75,2	24,26	C50
24.	199	190	70	6,1	3684	789,15	10,7	9,8	33,4	36,3	11,92	C50
25.	197	188	70	12	3723	503	7,0	6,9	34,4	25,3	8,42	C16
26.	169	160	70	11	4375	551,5	10,6	9,7	35,4	35,9	11,97	C18
27.	203	194	70	16	3608	309	4,0	4,6	36,4	16,5	5,66	OUT
28.	145	136	70	12	5147	503	13,3	11,9	37,4	44,1	14,90	C50
29.	226	217	70	17	3226	260,5	2,7	3,5	38,4	12,6	4,45	OUT
30.	165	156	70	11	4487	551,5	11,1	10,1	39,4	37,5	12,91	C14
31.	141	132	70	11	5303	551,5	15,5	13,6	40,4	50,6	17,46	C40
32.	216	207	70	18	3382	212	2,4	3,3	41,4	11,8	4,26	OUT
33.	159	150	70	13	4667	454,5	9,9	9,2	42,4	33,9	11,97	C20
34.	221	212	70	16	3302	309	3,4	4,0	43,4	14,6	5,31	OUT
35.	204	195	70	14	3590	406	5,2	5,5	44,4	20,1	7,29	C14
36.	158	149	70	11	4698	551,5	12,2	11,0	45,4	40,7	14,64	C24
37.	223	214	70	13	3271	454,5	4,9	5,2	46,4	19,0	7,01	C14
38.	157	148	70	12	4730	503	11,3	10,2	47,4	38,0	13,87	C24
39.	216	207	70	16	3382	309	3,5	4,2	48,4	15,1	5,69	OUT
40.	149	140	70	10	5000	600	15,0	13,2	49,4	49,1	18,13	C35
41.	217	208	70	17	3365	260,5	3,0	3,7	50,4	13,3	5,13	OUT
42.	133	124	70	11	5645	551,5	17,6	15,2	52,5	56,7	15,30	C50

13. ábra Födémgerendák vizsgálati eredményei

JAVÍTÁSI JAVASLAT

Az alapszakvéleményben rögzítetteknek is megfelelően javasolt az épület talpszelemenjei a szarufák kifordító hatása miatt valamint a tetőszerkezet alulméretezettsége okán szükséges lesz az átépítés során úgyis eltávolított fedés alkalmával a szerkezet visszahúzására kapcsokkal a födémgerendákhoz rögzítve, és új gerendák elhelyezésére.



14. ábra Javítási, megerősítési javaslat

A táblázatban jelölt, OUT minősítésű gerendák cseréje, talpszelemenhez történő rögzítése oly módon, hogy a falba is 50-60 cm mélyen kapaszkodó csavarral kerüljenek összekötésre, biztosítva a falszerkezet vízszintes állékonyságát. Ily módon elkerülhető egy utólagos betonkoszorú megépítése.

Az OUT minősítésű gerendák egyértelműen cserére szorulnak.



15. ábra Szakszerűtlen bevágások, kigyengítések

További gerendák a szakszerűtlen bevágások miatt kialakult elégtelen keresztmetszeti méret miatt gazdaságossági szempontokat szem előtt tartva vagy cserére, vagy hevederes megerősítésre szorulnak.

Ábrajegyzék

1. ábra	Biológiai károsodások (rovarrágások, beázások okozta korhadás).....	4
2. ábra	Feltárt földem- és tetőszerkezet.....	5
3. ábra	Földemgerendák és a fal kapcsolata	6
4. ábra	Földemgerendába rögzített vaskapocs.....	6
5. ábra	Feltárt és vizsgált földemrészek	7
6. ábra	Rögzítő vaskapcsok	8
7. ábra	Vaskapocs nagymértékben károsodott gerendavégben	8
8. ábra	Pilodyn behatolása a földemgerendába	9
9. ábra	FAKOPP akusztikus vizsgáló készülék	10
10. ábra	HYDROMETTE M4050-es beütő-kalapácsos nedvességmérő	10
11. ábra	Szilárdsági osztályok az MSZ EN 338 szabvány szerint	11
12. ábra	Földemgerendák számozása	12
13. ábra	Földemgerendák vizsgálati eredményei	13
14. ábra	Javítási, megerősítési javaslat.....	14
15. ábra	Szakszerűtlen bevágások, kigyengítések.....	15

