

# A 3PHV60 típusú műgyanta alkalmazása a nyomásra igénybe vett fa tartószerkezeti elemek javításánál

## Use of 3PHV60 resin for the repair of pressure-stressed wooden structural elements

*drd.ing. MÁRTON Péter*

S.C. Trustatik s.r.l., 5355500 Gyergyószentmiklós, gyilkostó sgt.128  
Adeco Építészeti Tervező, Szakértő és Szolgáltató, 1114 Budapest, Kemenes utca 6  
Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar, doktori iskola

### Abstract

*The present article deals with the issue of repairing pressure-stressed wooden structural elements with 3PHV60 type resin within the framework of a PhD thesis at the Faculty of Civil Engineering, Technical University of Cluj-Napoca. The testing of the pressure-loaded wood specimens was carried out at the Adolf Czako Laboratory of Strength of Materials of the Budapest University of Technology and Economics.*

**Keywords:** structural wood, epoxy resin, compressive strength of the wood, wood repair, reconstruction

### Kivonat

*A jelen cikk a Kolozsvári Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karán készülő doktori disszertációm keretein belül, a nyomásra igénybe vett fa tartószerkezeti elemek 3PHV60 típusú műgyantával történő javításának kérdéskörével foglalkozik. A nyomásra igénybe vett fa próbatetek vizsgálatát a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Czako Adolf Szilárdságtani Laboratóriumában végeztem el.*

**Kulcsszavak:** tartószerkezeti fa, műgyanta, fa nyomási teherbírása, fa javítása, helyreállítás

## 1. ALAPHELYZET

Meglévő épületek esetében számos esetben merül fel a tartószerkezeti elemek megerősítésének-, helyreállításának szükségessége. A fa tartószerkezetek megerősítésére vagy helyreállítására is többféle módszer létezik a beavatkozás mértékének függvényében. A mechanikailag károsodott fa tartószerkezeti elemek 3PHV60 típusú műgyantával történő helyreállításának témakörét helyeztem kilátásba több, már általam közzétett tanulmány keretein belül.

A jelen cikk a nyomási igénybevételnek kitett fa próbatetek különböző variációit tárgyalja. A mechanikailag sérülésmentes próbatetek kerülnek összehasonlításra gyengített-, majd a 3PHV60 típusú műgyantával helyreállított fa próbatetekkel. Az összehasonlítások alapja a tönkremenetelnél mért nyomóerő.

## 2. A 3P TÍPUSÚ MŰGYANTÁK ÁLTALÁNOS ISMERTETÉSE ÉS ALKALMAZÁSA A FASZERKEZETEK JAVÍTÁSÁRA

[1] A 3P gyanták kétkomponensű rendszerek, melyek poliizocianát/vízüveg összetételű kopolimerek. A 3P gyanták a nevüket az összetevőik angol-német nyelvű szavak kezdőbetűiből kapták: Polysilicic acid, Poliisocyanates, Phosphoric acid esters.

A kemény 3P gyantá „A” komponense minden esetben Na-vízüveg, a „B” komponense pedig MDI (metilén-difenilizocianát és származékai).

[1] A 3P gyanta előállítása a két komponens összekeverésével kezdődik, a két komponenst az 1:2 térfogatarányban homogenizáljuk. A gyanta akkor tekinthető homogénnek, ha a teljes mennyiség egy egységes tejszínűvé vált.

A több tudományos cikkből álló tanulmányom első lépése a 3PHV60 típusú műgyanta anyagjellemzőinek vizsgálata volt. Ezt a kérdéskört *A 3PHV60 típusú műgyanta anyagjellemzőinek meghatározása és összehasonlítása a C24 szilárdsági osztályú puhafák anyagjellemzőivel* című cikkben tárgyalom részletesen. Törésvizsgálatok segítségével megvizsgáltuk a 3PHV60 típusú műgyanta húzási-, nyírési-, hajlítási- és helyi nyomási teherbírásait.

A műgyanta anyagjellemzőinek meghatározása után, a műgyanta puhafán (lucfenyő) történő alkalmazhatóságának vizsgálata volt a következő lépés. E célból a következő méréseket végeztük el:

- A 3PHV60 típusú műgyanta és fa tapadásvizsgálatai (bütös, szálirányú, szálirányra merőleges)
- Nyírési teherbírások vizsgálata: ép-, gyengített-, gyengített+műgyantával helyreállított próbatestek esetében
- Hajlítási teherbírások: alsó- illetve felső övben gyengített próbatestek; alsó- illetve felső övben gyengített, műgyantával helyreállított próbatestek

Ezek a kísérletek részletesebb bemutatásra kerülnek *A 3PHV60 típusú műgyanta alkalmazása a faszerkezetek javítására* című cikkben.

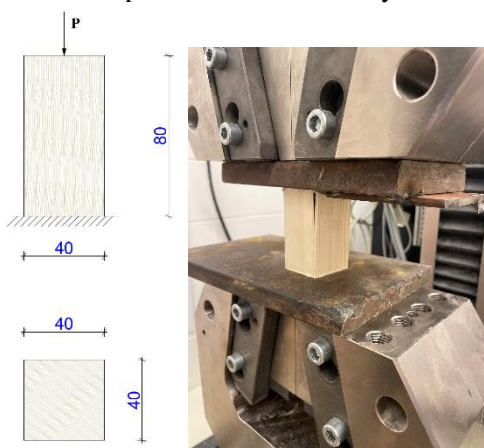
### 3. NYOMÁSI TEHERBÍRÁSOK VIZSGÁLATA

A nyomási teherbírások vizsgálatánál 40x40 mm keresztmetszetű nyomott rudakat alkalmaztam. A nyomási teherbírások vizsgálatához a Zwick Roell Z150 törőgépet használtam. Minden esetben 12% relatív nedvességtartalom alatti lucfenyőből (*picea abies*) készült elemeket alkalmaztam.

A próbatestek egyes paramétereit változtatva a következő eseteket különböztettem meg:

#### 3.1. Ép keresztmetszetű zömök rudak nyomási teherbírása

Ennél a vizsgálatnál 5 db. 40x40x80 mm próbatest készült, melyet a 2. ábra szemléltet.



1. ábra. *Ép keresztmetszetű zömök rúd nyomási teherbírásának vizsgálata*

Az 1. táblázat összegzi ez eset mérési eredményeit:

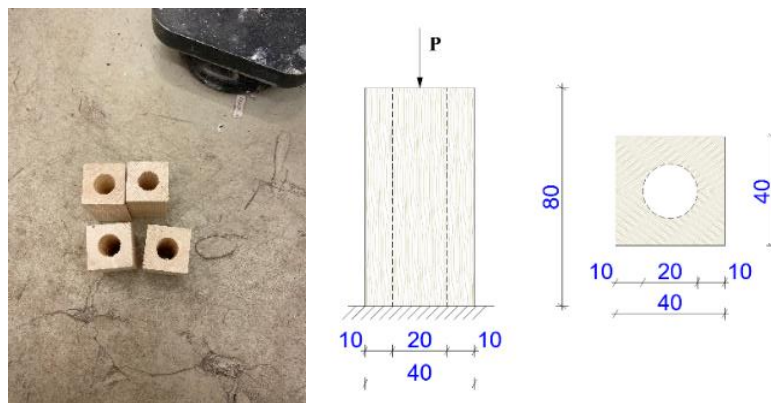
Ép keresztmetszetű zömök nyomott próbatestek átlag törőerőjének értéke

1. táblázat

Vizsgálat neve	Keresztmetszet[mm]	Hossz [mm]	Átlag törőerő [N]	Szórás [N/mm <sup>2</sup> ]
C_K_F	40x40	80	58887,22	2616,099

#### 3.2. A belső magjában gyengített zömök rudak nyomási teherbírása

Ennél a vizsgálatnál is 5 db. 40x40x80 mm próbatest készült, melyek keresztmetszetét az elemek teljes hosszában egy 20 mm átmérőjű furattal gyengítettünk (2. ábra).



2. ábra. Az elem belső magjában gyengített keresztmetszetű zömök próbatetek

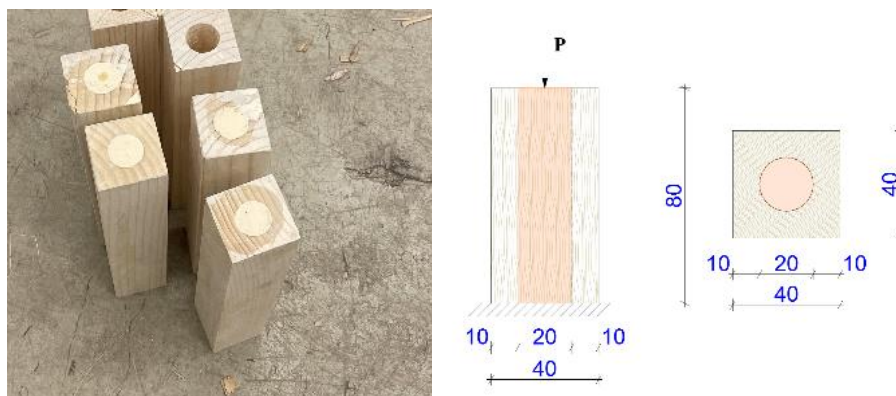
A belső magjában gyengített zömök nyomott próbatetek átlag törőerőjének értéke

2. táblázat

Vizsgálat neve	Keresztmetszet [mm]	Hossz [mm]	Átlag törőerő [N]	Szórás [N/mm <sup>2</sup> ]
C_K_F_GY	40x40-gyengített	80	47997,92	3032,568

### 3.3. A belső magjában gyengített, műgyantával helyreállított zömök rudak nyomási teherbírása

A 3.2. alfejezetben bemutatotthoz hasonlóan itt is 5 darab, az elem belső magjában gyengített keresztmetszetű próbatest készült, melyet 3P típusú műgyantával töltöttünk ki. (3. ábra)



3. ábra. A belső magjában gyengített, műgyantával helyreállított keresztmetszetű zömök próbatetek

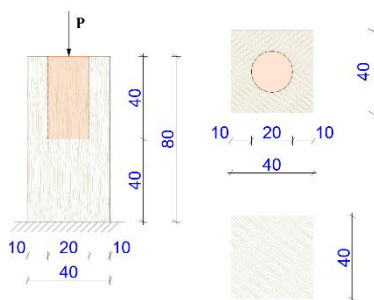
A belső magjában gyengített, műgyantával helyreállított zömök próbatetek átlag törőerőjének értéke

3. táblázat

Vizsgálat neve	Keresztmetszet [mm]	Hossz [mm]	Átlag törőerő [N]	Szórás [N/mm <sup>2</sup> ]
C_K_F_MGY	40x40-megerősített	80	55978,22	984,035

### 3.4. Az elem fél hosszán, belső magjában gyengített, műgyantával helyreállított zömök rudak nyomási teherbírása

A 3.3. alfejezetben bemutatott próbatetekhez hasonlóan ezúttal csak a próbatetek félhosszán történt gyengítés, melyet műgyantával töltöttünk ki. Ez esetben is 5 db. próbatest készült. (4. ábra)



4. ábra. Az elem fél hosszán, belső magjában gyengített, műgyantával helyreállított zömök próbatetek

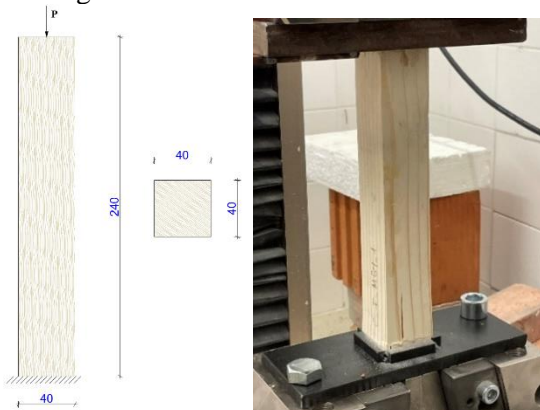
Az elem fél hosszán, belső magjában gyengített keresztmetszetű zömök próbatetek átlag törőértéke

4. táblázat

Vizsgálat neve	Keresztmetszet [mm]	Hossz [mm]	Átlag törőerő [N]	Szórás [N/mm <sup>2</sup> ]
C_K_FF_MGY	40x40-megerősített	80	52460,78	1845,299

### 3.5. Ép keresztmetszetű nyomott rudak nyomási teherbírása

A 3.1. alfejezetben bemutatott próbatetekhez hasonlóan itt is ép keresztmetszettel dolgoztunk, annyi különbséggel, hogy az [2] MSZ EN 408:2010+A1:2012 szabványban előírt geometriai adatokat alkalmaztuk a törésteszték során. 5 db próbatestet vizsgáltunk.



5. ábra. Ép keresztmetszetű próbatetek nyomási teherbírásának vizsgálata

Az ép keresztmetszetű nyomott rudak átlag törőerőjének értéke

5. táblázat

Vizsgálat neve	Keresztmetszet [mm]	Hossz [mm]	Átlag törőerő [N]	Szórás [N/mm <sup>2</sup> ]
C_F	40x40	240	54398,56	5953,827

### 3.6. A belső magjában gyengített rudak nyomási teherbírása

A 3.2. fejezetben szemléltetett próbatetek mintájára, 5 db 240 mm hosszúságú próbatestet készítettünk, melyeket a tönkremenetelig terhelünk. A törési eredmények összegzése a 6. táblázatban történik.

A belső magjában gyengített próbatestek átlag törőerőjének értéke

6. táblázat

Vizsgálat neve	Keresztmetszet [mm]	Hossz [mm]	Átlag törőerő [N]	Szórás [N/mm <sup>2</sup> ]
C_F_GY	40x40	240	44463,84	4975,84

### 3.7. A belső magjában gyengített, műgyantával helyreállított rudak nyomási teherbírása

A 3.3. fejezetben szemléltetett próbatestek mintájára, 5 db 240 mm hosszúságú próbatestet készítettünk, melyeket a tönkremenetelig terhelünk. A törési eredmények összegzése a 7. táblázatban történik.

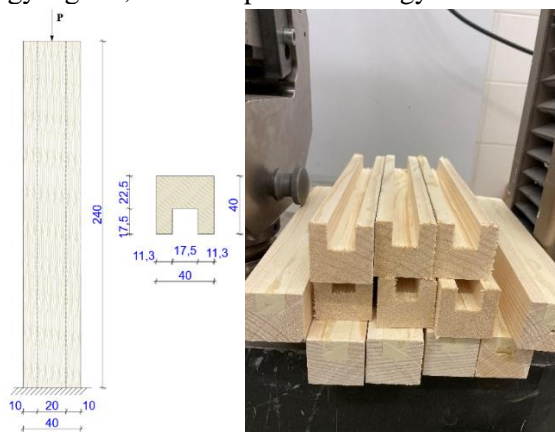
A belső magjában gyengített, műgyantával helyreállított próbatestek átlag törőerőjének értéke

7. táblázat

Vizsgálat neve	Keresztmetszet [mm]	Hossz [mm]	Átlag törőerő [N]	Szórás [N/mm <sup>2</sup> ]
C_F_MGY	40x40	240	47582	4174

### 3.8. A külső oldalán gyengített rudak nyomási teherbírása

Ez esetben is szabályos gyengítést alakítottunk ki a fa próbatesteken, melyből 6 db készült. Az eltávolított terület megegyezik az eddig vizsgált esetek területével, annyi különbséggel, hogy a fa próbatestek ezúttal nem a belső magban lettek gyengítve, hanem a próbatestek egyik oldalsó részén. (7. ábra)



6. ábra. Az elem külső oldalán gyengített rudak nyomási teherbírása

A külső oldalán gyengített próbatestek átlag törőerőjének értéke

8. táblázat

Vizsgálat neve	Keresztmetszet [mm <sup>2</sup> ]	Hossz [mm]	Átlag törőerő [N]	Szórás [N/mm <sup>2</sup> ]
C_OGY_F	40x40	240	39981	5133

### 3.9. A külső oldalán gyengített, műgyantával helyreállított rudak nyomási teherbírása

A 3.8 pontban bemutatott próbatesteket 3P típusú műgyantával töltöttük ki, majd az előírt szilárdulási idő után töréstanulmányokat végeztünk. A méréshez 6 db próbatestet készítettünk.

A külső oldalán gyengített, műgyantával helyreállított próbatestek átlag törőerőjének értéke

9. táblázat

Vizsgálat neve	Keresztmetszet [mm]	Hossz [mm]	Átlag törőerő [N]	Szórás [N/mm <sup>2</sup> ]
C_OGY_MGY	40x40	240	45920	4185

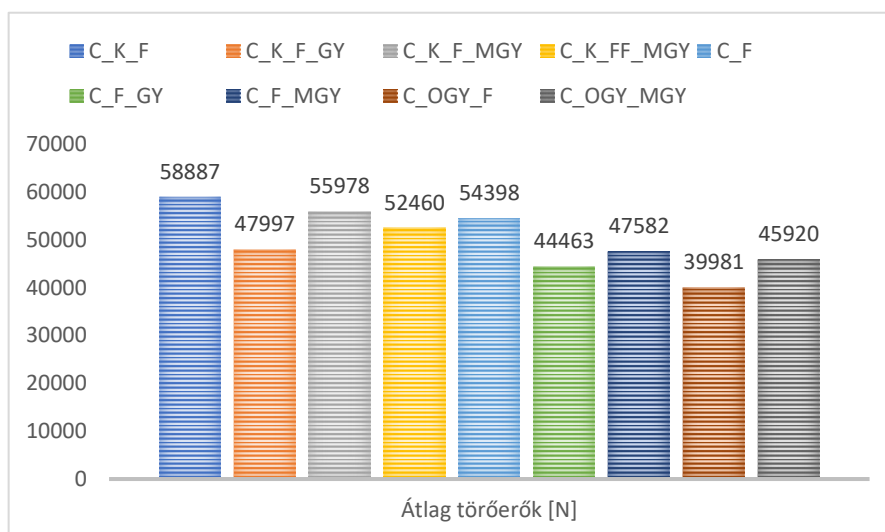
#### 4. KÖVETKEZTETÉSEK

Az alábbi diagramban (7. ábra) összegeztem valamennyi nyomási teherbírásvizsgálat eredményeit. A zömök próbatestek esetében a műgyantával helyreállított próbatesteknél (C\_K\_F\_MGY) 16%-os nyomási teherbírás növekedményt értünk el a gyengített próbatestekhez képest (C\_K\_F\_GY).

Az MSZ EN 408:2010+A1:2012 szabvány szerinti próbatestek esetében megfigyelhető a karcsúság negatív hatása a nyomási teherbírasi értékre vonatkozóan. A belső magban gyengített próbatestek nagyobb nyomási teherbírasi értékeket produkáltak az oldalán gyengített próbatestekhez képest, egyenlő felületű faanyag eltávolítása mellett. A belső magban gyengített, műgyantával helyreállított próbatestek (C\_F\_MGY) esetében 7%-kal nőtt az átlag nyomási teherbírás a meg nem erősített próbatestekkel (C\_F\_GY) szemben.

Az oldalainál gyengített próbatestek (C\_OGY\_F) esetében a műgyantával helyreállított próbatestek (C\_OGY\_MGY) átlag nyomási teherbírásainak értéke 14,85%-kal nőtt.

A zömök, műgyantával helyreállított próbatestek (C\_K\_F\_MGY) esetében a nyomási teherbírások értéke megközelítette az ép próbatestek nyomási teherbírások átlagértékét (C\_K\_F).



7. ábra. Az elvégzett kísérletek törőerőinek összegzése

#### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom Dr. Armuth Miklós címzetes egyetemi tanárnak (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem), Sebestyén Ottó technikusnak (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem), Karádi Dániel építészmérnök doktoranduszának (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem), Baróthy Miklós vegyészmérnöknek (Polinvent KFT) és prof. Dr. Köllő Gábornak (Kolozsvári Műszaki Egyetem), akik a tanulmányom megfelelő fázisaiban segítettek, támogattak.

#### IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Dr. Nagy G.: A Polinvent KFT. direkt és indirekt polikarbamid (PU) rendszerei, Gyál, 2012
- [2] MSZ EN 408:2010+A1:2012 : Faszerkezetek. Szerkezeti fa és rétegelt-ragasztott fa. Egyes fizikai és mechanikai tulajdonságok meghatározása