

**Faanyagok tartós szilárdsága
Faanyagok szilárdságának változása az
idő függvényében**



**Magyar Mérnöki Kamara
Kiadványsorozata 43.**

**Faanyagok tartós szilárdsága
Faanyagok szilárdságának változása az
idő függvényében**

**MMK FAP azonosító:
FAP-2019/113-EFAT**

Budapest, 2019. szeptember

A sorozat szerkesztője:
NAGY GYULA
a Magyar Mérnöki Kamara elnöke

Készült a Magyar Mérnöki Kamara Erdőmérnöki, Faipari és Agrárműszaki Tagozatának gondozásában, a 2019. évi Feladat Alapú Pályázatok pénzügyi keretéből.

A kiadvány a Magyar Mérnöki Kamara tulajdona. Másolása, teljes terjedelmében való közzététele csak a Kamara engedélyével lehetséges. Minden jog fenntartva.

Szerzők:
Dr. Karácsonyi Zsolt

Lektorálta:
Dr. Andor Krisztián

Kiadó:
Magyar Mérnöki Kamara
1117 Budapest, Szerémi út 4.
info@mmk.hu, www.mmk.hu

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés	6
2. A kutatás indoklása	7
2.1. A próbatestek származása	7
2.2. A próbatestek kialakítása	8
2.3. A vizsgálatok leírása	8
2.3.1. A próbatörések eredményei	8
2.3.2. A beépítéskor feltételezett szilárdság kalkulációja	9
2.3.3. A hajlítószilárdságok az idő függvényében	10
3. Irodalomjegyzék	14
4. Mellékletek	15
4.1. sz. melléklet: a hajlítószilárdság mérési adatainak elemzése - P sorozat.....	15
4.2. sz. melléklet: hajlítószilárdság mérési adatainak elemzése - S sorozat	19
4.3. sz. melléklet: függvényillesztések	22

1. Bevezetés

Az előző évben elkezdett vizsgálatok – a különböző korú faanyagokból vett minták hajlítószilárdságának meghatározása nagyszámú próbatestek törésével – nem adtak kielégítő eredményt annak eldöntésére, hogy a 3 ismert feltételezés közül melyik közelít leginkább a kísérletek eredményeihez. A Dr. Rónai: Faanyagok mechanikája (Statikus rugalmasság és reológia kézirat) kísérletekkel meghatározott, valamint elméleti megfontolások útján számított számos értéket ad meg – külföldi szakirodalomból – a tartós szilárdságra. Ennek értéke a pillanatnyi szilárdság 0,562-ed és 0,667-ed része között változik.

A Wittmann: Mérnöki faszerkezetekből a tartós szilárdság az $X = (0,55-0,65) X_0$, és $X_{0,001} = X - t s$, ahol: X a tartós szilárdság átlaga, X_0 a pillanatnyi szilárdság átlaga, S az adatok szórása, t a Student-szám (táblázatból) összefüggéssel határozható meg.

Mistéth : Méretezéselmélet-e szerint a szilárdságcsökkenést az idő függvényében a $s(t) = 1 - 1/3(t/t_0) - 1/3(t/t_0)^2 - 1/3(t/t_0)^3$ polinommal lehet számolni. Peremfeltételként a haszonfák élettartamát – az az idő, amely alatt elvesztik szilárdságukat – 500 és 1000 év között adja meg.

A már hatálytalan MSZ 15025 Építmények teherhordó faszerkezeteinek erőtantervezése szabvány a természetes fák határfeszültségeit $T=50$ éves élettartamra tervezett épületekre adta meg és az ennél hosszabb ($T=50-150$ év) élettartamra tervezett épületek esetén a határfeszültségeket 0,5-0,75 nagyságú módosító tényezővel csökkentette. A jelenleg is hatályos Eurocode 5 Faszerkezetek tervezése szabvány a természetes faanyagokat a hajlítószilárdság (pillanatnyi hajlítószilárdság) 5%-os alsó küszöbértéke alapján szilárdsági osztályokba sorolja – a szilárdság karakterisztikus értéke – és a szilárdság időben változó értékét a teher időtartamát és a faanyag nedvességtartalmát figyelembe vevő k_{mod} tényezővel veszi figyelembe.

2. A kutatás indoklása

Az egy évvel korábbi próbatörések eredményei már megmutatták, hogy a tartós szilárdság meghatározására a kísérletek útján kapott eredmények felhasználásával nyert függvények értékelése adhat megbízható közelítést. Vagyis elfogadva Mistéth felvetését, miszerint: „célszerű lenne a kérdés megoldását olyan módon elkezdni, hogy az elbontásra ítélt házak építőanyagaiból (tégla falazat, faszervezet, beton, acél stb.) szabványos mintavétel után roncsolásos törőszilárdsági eredményeket gyűjtenek. Ezek feldolgozása folyamatosan történne, eredményei évi jelentésekben kerülnének publikálásra. Az eredmények a következő méretezési szabvány átdolgozásánál hasznosulnának.”

A korábbi, műemlék épületekből (nagy részt a Pécsi Püspökség templomai tető szerkezetei) vett minták eredményeit két újabb töréssorozat eredményeivel egészítettük ki.

Egy részt egy 30 éves vörösfenyő pallóból vett mintákat, a szintén a Mistéth: Méretezéselméletből vett feltételezés, hogy bizonyos építőanyagok szilárdsága a beépítés után bizonyos ideig még növekedhet is, igazolására.

Más részt egy 310 éves tető szerkezet lucfenyő anyagából elő állított próbatesteket, hogy a szilárdság időbeni változásának határait valamelyest kitoljuk.

2.1. A próbatestek származása

1. Pécsvárad, Koch-vizimalom gazdasági épület tető szerkezete – épült 1900

118 éves, anyaga : Erdeifenyő (Pinus silvestris) és Lucfenyő (Picea abies)

2. Geresdlak, Római Katolikus Templom tető szerkezete – épült 1828

190 éves, anyaga : Vörösfenyő (Larix decidua)

3. Újpetre, Római Katolikus Templom tető szerkezete – épült 1760-1763

255 éves, anyaga : Vörösfenyő (Larix decidua)

4. Szentlőrinc, Római Katolikus Templom tető szerkezete – épült 1718-1720

298 éves, anyaga : Erdei fenyő (Pinus silvestris)

5. Pécsvárad, Dózsa Gy. u. 44. Lakóház tető szerkezete – épült 1989

30 éves, anyaga : Vörösfenyő (Larix decidua)

6. Sopron, Balfi út 8. –lakóház tetőszerkezete – épült 1709

300 éves, anyaga : Lucfenyő (Picea abies)

2.2. A próbatestek kialakítása

A tetőszerkezetekből kivett, cserére ítélt (a keresztmetszet megengedettnél nagyobb mértékű gomba-és/vagy rovarkárosodást szenvedett) gerendáiról a biológiailag károsodott részeket eltávolítottuk, majd a megmaradó ép keresztmetszetekből szabványos, 20x20x300, illetve 20x20x380 mm-es próbatesteket készítettünk.

2.3. A vizsgálatok leírása

A Soproni Egyetem Tartószerkezet Vizsgáló laboratóriumában az MSZ EN 408 Szabvány szerinti hajlító szilárdság meghatározást végeztünk próbatörésekkel, s egyúttal az MSZ EN 408 Szabvány szerinti hajlító rugalmassági modulust is meghatároztuk.

A törőgép típusa: FPZ-100 anyagvizsgáló berendezés.

A törés után a nedvességtartalom meghatározásra alkalmas próbatesteket súlyállandóságig szárítottuk, és meghatároztuk mind a négy kísérlet sorozat átlagos nedvességtartalmát. A geresdlaki mintákat átszámítottuk 12%-os nedvességtartalomnak megfelelő értékekre, a többiekénél a nedvességtartalom számottevő mértékben nem tért el a 12 %-os értéktől.

2.3.1. A próbatörések eredményei

Az egyes adatsorok leíró statisztikai kiértékelését felhasználva, mivel az adatsorok 50-62 elemből állnak, nyolc osztályba sorolva megadjuk azok hisztogramját, majd maximum likelihood becsléssel a normális, Weibull és lognormális eloszláscsaládból meghatározzuk az adatokra legjobban illeszkedők paramétereit, amelyekkel az adatokon χ^2 modell tesztet futtatva 95 %-os megbízhatósági szinten kiválasztják a statisztikailag elfogadhatókat. Az adatokból megadjuk a tapasztalati eloszlás grafikonját, valamint a tapasztalati 5%-os alsó kvantilist és az elfogadott elméleti eloszlásokra kiszámoljuk az 5%-os alsó kvantiliseket.

1.I. táblázat: A próbatörések statisztikai értékei

	1. sorozat	2. sorozat	3. sorozat	4. sorozat	5. sorozat	6. sorozat
5 %-os also küszöb- érték (MPa)	34,931	50,191	44,800	20,043	79,486	53,115
szórás	17,762	14,464	8,586	16,601	10,363	11,802
a mintára legjobban illeszkedő eloszlás	normális	normális	lognormális	normális	lognormális	lognormális
rugalmassági modulus középértéke (MPa)	10420	12334	8306	9568	14454	10443

A lognormális eloszlások szórása a normális eloszlásra átszámított eloszlás konverziója.

2.3.2. A beépítéskor feltételezett szilárdság kalkulációja

A $t=0$ időponthoz tartozó szilárdság meghatározása a sűrűség alapján és/vagy vizuális osztályozás segítségével lehetséges. A próbatestek mérete és tömege alapján számított sűrűségek átlaga az egyes kísérleti sorozatokban és az ahhoz tartozó szilárdsági osztályok:

1.II. táblázat: a kezdeti szilárdság becslése a sűrűség alapján

	1. sorozat	2. sorozat	3. sorozat	4. sorozat	5. sorozat	6. sorozat
$P_{\text{átlag}}$ a sűrűség középértéke (kg/m ³)	479	399	434	466	620	428
$P_{\text{átl}}$ -hoz tartozó szilárdsági osztály	C30	C50	C50	C35	C62	C24

A sűrűség alapján becsült szilárdsági osztályok a hajlítószilárdság karakterisztikus értékei is egyúttal. A 2. és a 3. sorozat szilárdsági osztályai nyilvánvalóan hibás becslések, hiszen a 190 éves, illetve a 255 éves értéknél jóval kisebb értékek, ami a szilárdság jelentős növekedését jelentené. A vizuális osztályozásnak megfelelő szilárdsági osztály is csak maximum C 30-as értékkel vehető figyelembe. Feltételezésünk szerint a török hódoltság után, illetve az ellenreformáció eredményeként megerősödött katolikus egyház a templomok építésére az akkor beszerezhető legjobb minőségű faanyagokat használta – Baranya megye területén

jellemzően a mai Szlovénia területéről származó vörösfenyőt – amely a mainál magasabb szilárdsági jellemzőkkel bírt, így **C 50**-es szilárdsági osztállyal vettük figyelembe.

Az 5. sorozat sűrűségének középértéke 620 kg/m^3 , ami rendkívül magas szilárdságra enged következtetni. Az Eurocode 5 szabvány fenyőre megadott legmagasabb szilárdsági osztálya C 50. A szerkezeti faanyagok szilárdsági osztályai táblázatból lineáris interpolációval meghatározott érték **C 62** (mivel az 5.sorozat próbatöréseinek eredménye lognormális el-oszlást mutat, okkal feltételezhetjük, hogy a kapott értékek valóságok).

A módosított szilárdsági osztályok:

1. sorozat : **C 30**

2. sorozat : **C 50**

3. sorozat : **C 50**

4. sorozat : **C35**

5. sorozat : **C 62**

6. sorozat : **C 24**

2.3.3. A hajlítószilárdságok az idő függvényében

1.III. táblázat: A kezdeti és az életkor szerinti szilárdságok

	1. sorozat	2. sorozat	3. sorozat	4. sorozat	5. sorozat	6. sorozat
f_0 kezdeti kalkulált szilárdság (MPa)	30	50	50	35	62	24
a sorozat életkora (év)	118	190	255	298	30	310
f_t a t életkorhoz tartozó szilárdság	34,93	50,19	44,80	20,04	79,49	53,12

Az 5%-os alsó küszöbértékeket az Eurocode 5 szerint karakterisztikus értékeként vettük figyelembe, mivel „a szilárdság és a sűrűség karakterisztikus (jellemző) értéke az az érték, amelyet egy végtelen elemszámúnak feltételezett kísérletsorozatban kedvezőtlen értelemben nem lépünk túl. Ez az érték faanyagok esetében általában az

adott tulajdonság, mint valószínűségi változó alsó 5 %-os előfordulási valószínűséghez tartozó kvantilise.”

2.3.3.1. A szilárdság időbeni változása

A 6 törési sorozat eltérő szilárdsági osztálya miatt az $f(t)$, a szilárdság időben változó értékeit leíró függvényt a $t=0$ időpontban becsült szilárdságra vonatkoztatott értékekhez – dimenzió nélküli szám – legjobban közelítő függvényként keressük. Így a különböző időpontokhoz tartozó szilárdsági értékek:

$$t=0 \quad f=1$$

$$t = 30 \text{ év} \quad f = 1,274 \text{ (5. Sorozat)}$$

$$t = 119 \text{ év} \quad f = 1,164 \text{ (1. sorozat)}$$

$$t = 190 \text{ év} \quad f = 1,004 \text{ (2. sorozat)}$$

$$t = 255 \text{ év} \quad f = 0,896 \text{ (3. sorozat)}$$

$$t = 298 \text{ év} \quad f = 0,573 \text{ (4. sorozat)}$$

$$t = 310 \text{ év} \quad f = 2,208 \text{ (6. Sorozat)}$$

A 6. sorozathoz tartozó 2,208 függvényérték többszörösen eltér a többi mérési eredményből nyert értéktől, s további kérdéseket vet fel. Az Eurocode 5 szerinti legmagasabb C 50-es szilárdsági osztálynál is magasabb 53,12 N/mm² -es hajlítószilárdság a 310 éves minta esetén a 428 kg/m³-es sűrűséggel további vizsgálatokat és elemzéseket igényel, annál is inkább, mivel a korábbi kísérletsorozat 2. és 3. sorozata kezdeti szilárdságának kalkulációja is a sűrűség alapján ellentmondásos értékeket adott.

2.3.3.2. A szilárdság-idő függvény meghatározása

A fa szilárdságának időbeli változására feltettük, hogy mindvégig nem negatív, kezdetben egységnyi, majd egy ideig növekvő, aztán csökkenő lefutású. Ilyen tulajdonságokkal rendelkezőt a racionális függvények között találhatunk, amelyek polinomok hányadosaként állnak elő. A mérési adatokra legjobban illeszkedő függvényt a legkisebb négyzetek módszerével határoztuk meg ebből a függvényosztályból. Két esetet különböztettünk meg: amikor a végtelenben 0-hoz tart a szilárdság, amit 1000

évnél felvett 0 értékkel vettünk figyelembe, továbbá amikor 0.5-höz tart a szilárdság, ezt a (1000, 0.5) adatpont jelzi.

A keresett függvényt nem lineáris illesztéssel a legkisebb négyzetek módszerével határoztuk meg. Két esetet különböztettünk meg: amikor a végtelenben 0-hoz tart a szilárdság, amit 1000 évnél felvett 0 értékkel vettünk figyelembe, továbbá amikor 0.5-höz tart a szilárdság, ezt a (1000, 0.5) adatpont jelzi.

1. racionális illesztés 1000 évnél felvett 0,5 értékkel: a szilárdság időbeni változását az $f(t) = (1,751 * t + 1,963) / (-t^3 + 1,885 * t^2 + 4,701 * t + 2,608)$ függvény 0,03354 hibanégyzettel adja meg. A korrelációs együttható négyzete $R^2=0,9319$. A korrigált $R^2 = 0,7958$ miatt elvetettük.

2. racionális illesztés 1000 évnél felvett 0 értékkel : a szilárdság időbeni változását az $f(t) = 0,5096 / (t^2 + 1,075 * t + 0,6979)$ függvény 0,0422 hibanégyzettel adja meg. A korrelációs együttható négyzete $R^2=0,9624$, a korrigált $R^2 = 0,9436$.

A szakirodalomban használt közelítés polinom függvény Taylor sorfejtésével történik a nulla időpont körül, ami lokális mivoltából adódóan a kifejtés helyétől távolodva gyorsan növekvő hibákat ad. A racionális illesztéssel előállított függvény az 1000 évnél felvett 0 értékkel a legnagyobb biztonsággal közelíti a szilárdság időbeni változását.

2.3.3.3. Következtetések

A korábbi 4 sorozat kiegészítése két további – egy 30 éves és egy 310 éves mintából vett próbatestek hajlító szilárdsági vizsgálatával – sorozattal két fontos adalékkal finomította a szilárdság időbeni változását leíró függvényt.

- 1.) A $t = 30$ évhez tartozó érték felveti annak lehetőségét, hogy a faanyagnál is – más építőanyagokhoz (pl. beton) hasonlóan – az első néhány évben szilárdság növekedés tapasztalható. Ugyanakkor a 30 évhez tartozó függvényérték a korábbi 3, közel hasonló pontosságú függvényillesztés közül már csak egynél adott 95%-os megbízhatóságot. Így a szilárdság időbeni változását az $f(t) = 0,5096 / (t^2 + 1,075 * t + 0,6979)$ függvénnyel írható le.
- 2.) A 310 éves sorozat töréseredményei viszont további bizonytalanságokat eredményeztek. A több száz éves faanyagok kezdeti szilárdságának kalkulációja az életkor növekedésével hatványozottan bizonytalanná válhat. A Magyarországon csak kis számban megmaradt 300 évesnél is idősebb

műemléki faszerkezet teherbírás ellen-őrzéséhez az adott szerkezetből vett minták próbatörései adhatnak szilárdsági értékeket.

3. Irodalomjegyzék

- Mistéth Endre : Méretezés-elmélet (Akadémiai Kiadó, Budapest 2001.)
- Dr. Rónai Ferenc : Faanyagok mechanikája (Statikus rugalmasság és reológia) kézirat Erdészeti és Faipari Egyetem Sopron 1982.
- Dr. Wittmann Gyula : Mérnöki faszerkezetek I. (Szaktudás Kiadó Ház, Budapest)
- MSZ 15025 Építmények teherhordó faszerkezeteinek erőtani tervezése
- Eurocode 5 Faszerkezetek tervezése
- MSZ EN 408 Faszerkezetek. Szerkezeti fa és rétegelt-ragasztott fa. Egyes fizikai és mechanikai tulajdonságok meghatározása

4. Mellékletek

4.1. sz. melléklet: a hajlítószilárdság mérési adatainak elemzése - P sorozat

Fa hajlítószilárdsága mérési adatainak elemzése

Elemzés módszere

Az egyes adatsorok leíró statisztikai kiértékelését felhasználva, mivel az adatsorok 50-62 elemből állnak, nyolc osztályba sorolva megadjuk azok hisztogramját, majd maximum likelihood becsléssel a normális, Weibull és lognormális eloszláscsaládból meghatározzuk az adatokra legjobban illeszkedők paramétereit, amelyekkel az adatokon modell tesztet futtatva 95%-os megbízhatósági szinten kiválasztjuk a statisztikailag elfogadhatókat. Az adatokból megadjuk a tapasztalati eloszlást, ábrázoljuk az elfogadott elméleti eloszlásokkal együtt, valamint kiszámoljuk a tapasztalati és az elfogadott elméleti eloszlásokra az 5%-os alsó kvantiliseket.

P sorozat

Adatok

Az Excelben adott mérési adatok $\left([f_m] = \frac{N}{mm^2} \right)$ rendezve nagyság szerint és tizedesvesszőt tizedespontra cserélve.

$$data := \left[\begin{array}{l} 1 \dots 55 \text{ Vector}_{column} \\ \text{Data Type: anything} \\ \text{Storage: rectangular} \\ \text{Order: Fortran_order} \end{array} \right]$$

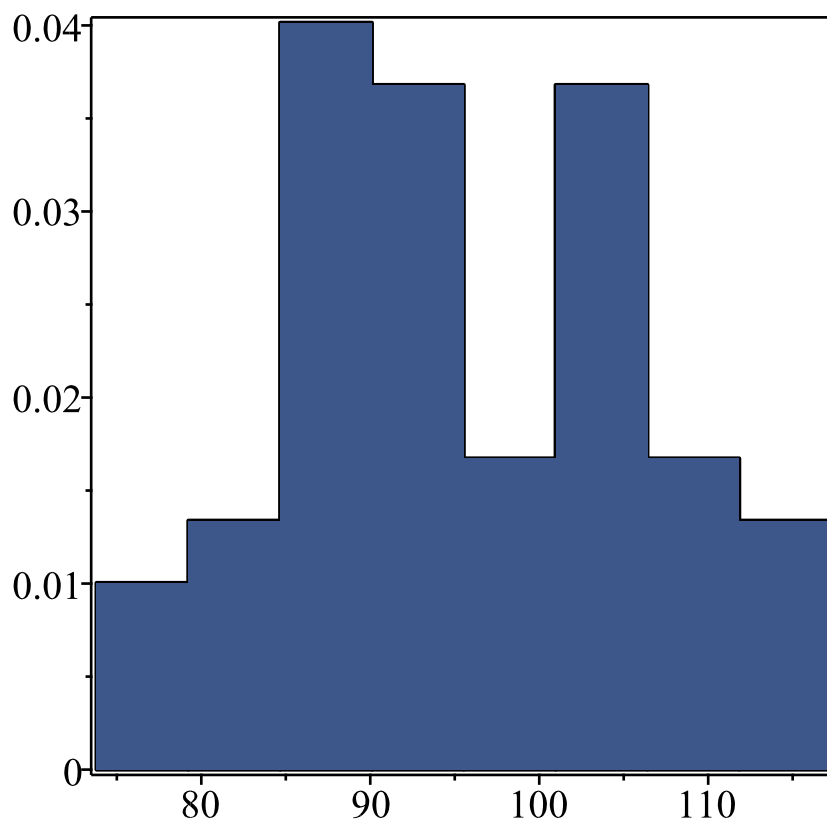
Elemzés

Leíró statisztikai elemzés

Jellemzők

mean = 95.5179406027371414
standarddeviation = 10.3474394190704686
skewness = 0.0644939512651969277
kurtosis = 2.29107358132240035
minimum = 73.7958675947975991
maximum = 117.272978719010993
cumulativeweight = 55.

Hisztogram



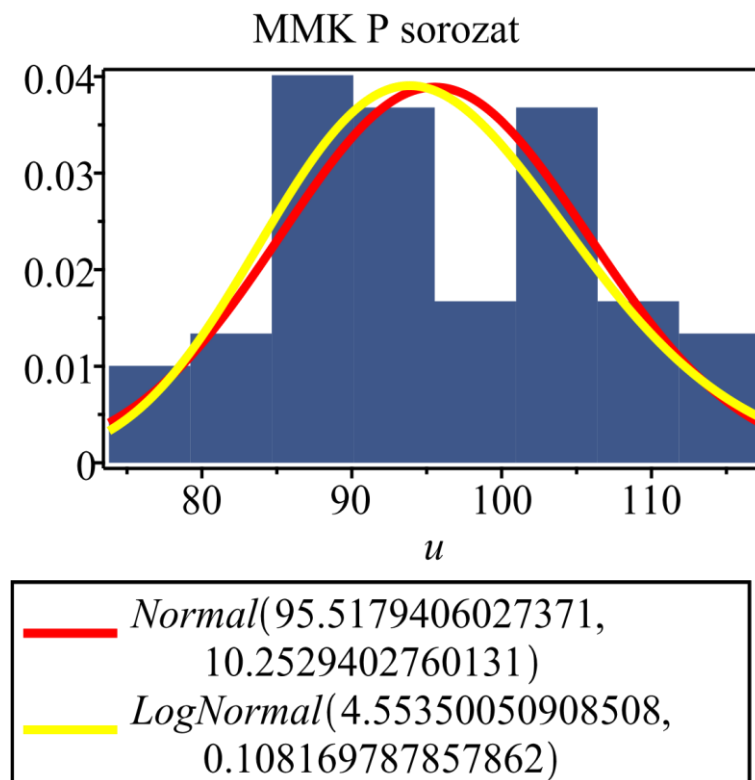
Paraméter becslések normális és lognormális eloszlásokra maximum likelihood módszerrel

Eloszlások paraméter becslése:

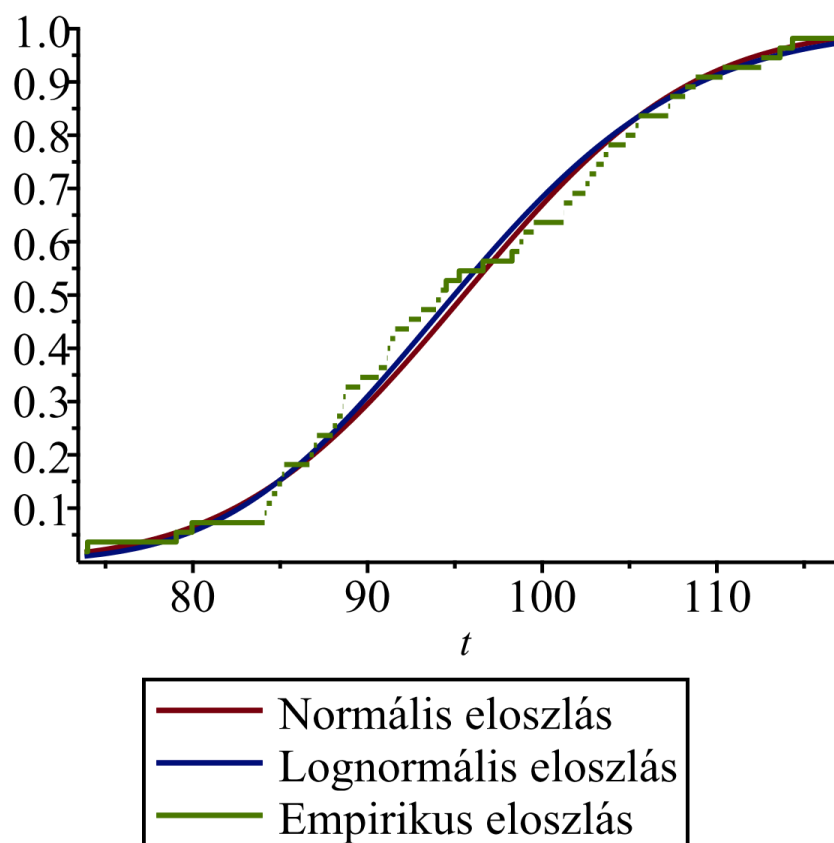
Normál: ($\mu = 95,5179406027371$, $\sigma = 10,2529402760$)

Lognormális: ($m = 4,55350050908508$, $s = 0,108169787857862$)

Elméleti sűrűségfüggvények és a mérési adatok hisztogramja



Elméleti eloszlásfüggvények és a tapasztalati eloszlás



Alsó 5%-os percentilisek az elfogadott elméleti és a mérési adatok tapasztalati eloszlására alsó 5%-os percentilisek

Normális: 78.65335460

Lognormális: 79.48569284

Tapasztalati: 79.0451936872310

4.2. sz. melléklet: hajlítószilárdság mérési adatainak elemzése - S sorozat

Elemzés módszere

Az egyes adatsorok leíró statisztikai kiértékelését felhasználva, mivel az adatsorok 50-62 elemből állnak, nyolc osztályba sorolva megadjuk azok hisztogramját, majd maximum likelihood becsléssel a normális, Weibull és lognormális eloszláscsaládból meghatározzuk az adatokra legjobban illeszkedők paramétereit, amelyekkel az adatokon modell tesztet futtatva 95%-os megbízhatósági szinten kiválasztjuk a statisztikailag elfogadhatókat. Az adatokból megadjuk a tapasztalati eloszlást, ábrázoljuk az elfogadott elméleti eloszlásokkal együtt, valamint kiszámoljuk a tapasztalati és az elfogadott elméleti eloszlásokra az 5%-os alsó kvantiliseket.

S sorozat

Adatok

Az Excelben adott mérési adatok $\left([f_m] = \frac{N}{mm^2} \right)$ rendezve nagyság szerint és tizedesvesszőt tizedespontra cserélve.

$$data := \left[\begin{array}{l} 1 .. 62 \text{ Vector}_{column} \\ \text{Data Type: anything} \\ \text{Storage: rectangular} \\ \text{Order: Fortran_order} \end{array} \right]$$

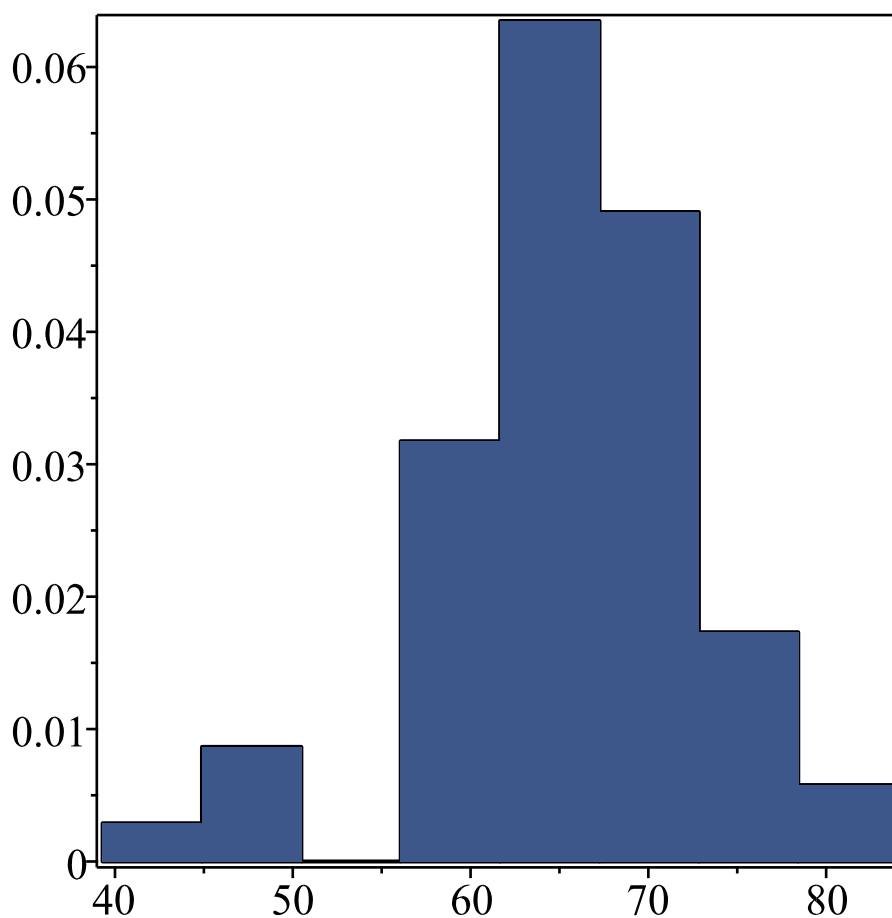
Elemzés

Leíró statisztikai elemzés

Jellemzők

$$\left[\begin{array}{l} mean = 65.4955705800915950 \\ standarddeviation = 7.61071164276345691 \\ skewness = -0.576930416497251963 \\ kurtosis = 4.68035743582471131 \\ minimum = 39.3021476961555010 \\ maximum = 84.0212425982067970 \\ cumulativeweight = 62. \end{array} \right]$$

Hisztogram



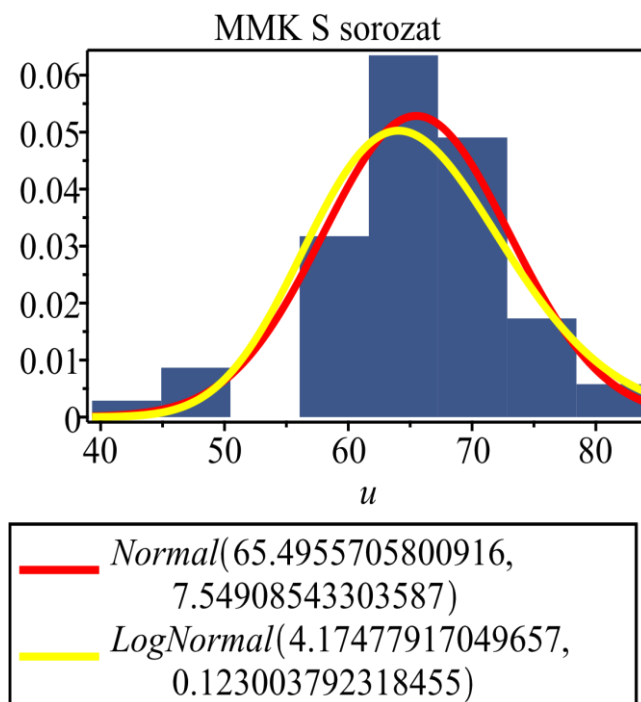
Paraméter becslések normális és lognormális eloszlásokra
maximum likelihood módszerrel

Eloszlások paraméter becslése:

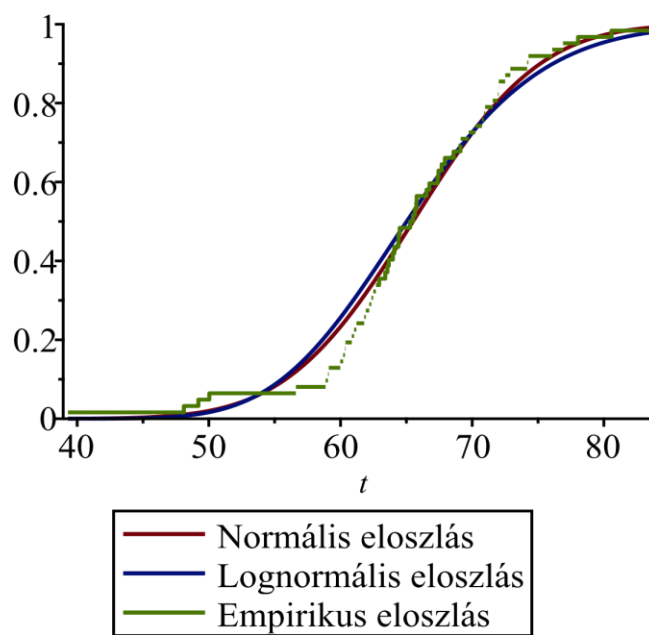
Normál: ($\mu = 65,4955705800916$, $\sigma = 7,54908543303587$)

Lognormális: ($m = 4,17477917049657$, $s = 0,123003792318455$)

Elméleti sűrűségfüggvények és a mérési adatok hisztogramja



Elméleti eloszlásfüggvények és a tapasztalati eloszlás



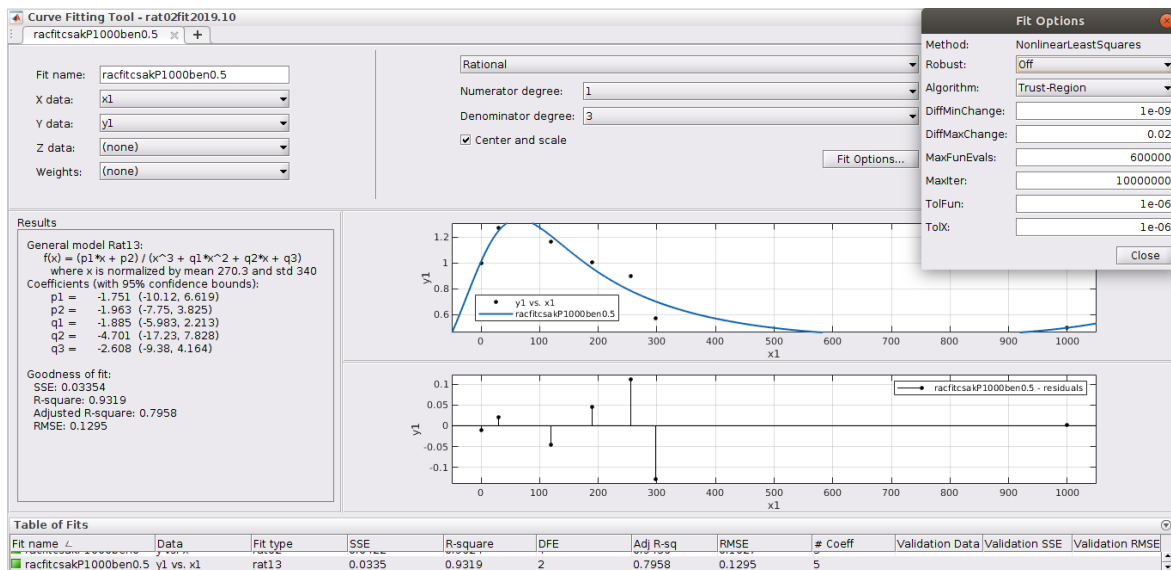
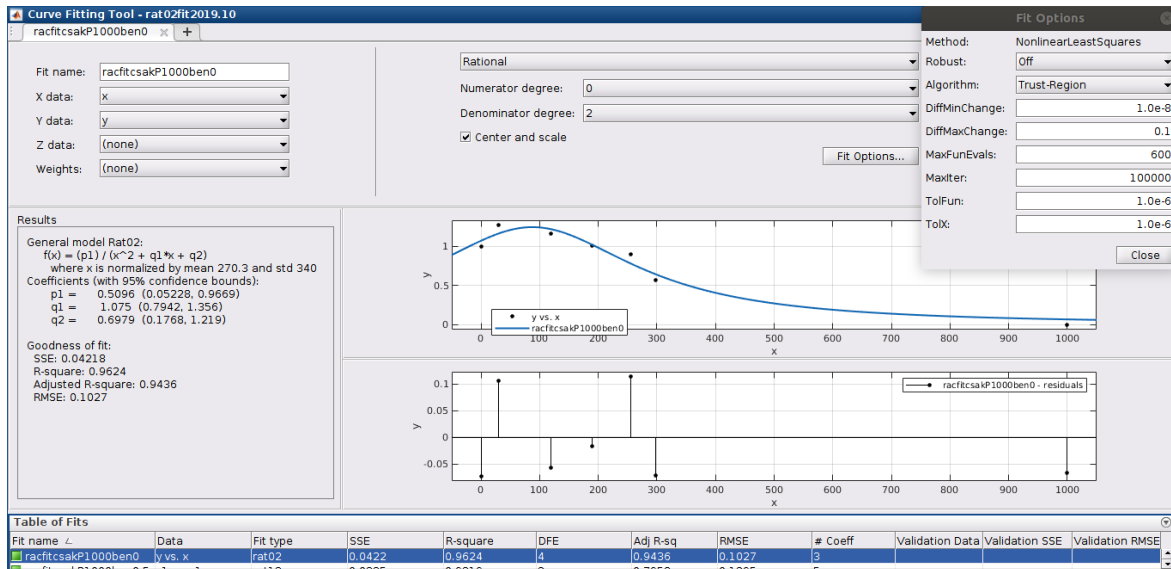
Alsó 5%-os percentilisek

Normális: 53,07843003

Lognormális: 53,11481741

Tapasztalati: 50,0360098411988

4.3. sz. melléklet: függvényillesztések



A sorozat keretében eddig megjelent kiadványok

2017.

- | | | |
|----|---|---|
| 1. | NÉMETH András, MILÁVECZ Richárd | Iparban használatos vízminőségek |
| 2. | DR. SZILÁGYI Zsombor, DR. SZUNYOG István | Mérések a gáziparban |
| 3. | DR. BARNA Lajos, EÖRDÖGHNÉ DR. MIKLÓS Mária, DR. SZÁNTHÓ Zoltán, DR. BALLA József | A biztonságos ívóvízellátás megteremtésének tervezési eszközei |
| 4. | BORBÁS Lajos Dr. | Felépítés elvű (additív) gyártástechnológiák a gépészetben |
| 5. | BERENCSI Miklós, BEREZKY Ákos, HORVÁTH László, KOVÁCS Gergely, MIHÁLFFY Krisztina | Kerékpárosbarát közlekedéstervezés |
| 6. | TÜDŐS Tibor, DR. VARJÚ György, DR. PETRI Kornél, GÁBOR András | A csillagpontkezelés legújabb külföldi és hazai eredményei (Útmutató és tervezési segédlet) |
| 7. | DR. GARBAI László, DR. JASPER Andor, VÁRADI András | Fűtési és használati melegvíz-igények kockázati elvű méretezése példákkal |
| 8. | KÁDI Ottó, DOHÁNY Máté, JÓZSA Bálint, LÁSZLÓ Csaba Tibor, JAKKEL Ottó | A közúti vasutak (villamos) tervezésével kapcsolatos kézikönyv |

2018.

- | | | |
|-----|---|---|
| 9. | BLAZSOVSZKY László | A gázfogyasztó készülékek égéstermék elvezetésével kapcsolatos szabályozások hiányosságai és ellentmondásai |
| 10. | CSORDÁS Szilveszter, FORGÁCS Lajos Dr., PÓLYA Endre ifj., RÉV Zoltán, UDVARDY Péter | Orvostechológiai továbbképzés ismeretanyaga |
| 11. | NÁDASDY Tamás, EGYHÁZY Zita, KOVÁCS Ákos Sándor, SZECSŐ Dániel Géza | A közúti biztonsági audit (KBA) jelentések elkészítésének alkalmazási segédlete – A közúti infrastruktúra közlekedésbiztonsági kezeléséről szóló jogszabályhoz és ütügyi műszaki előíráshoz kapcsolódó értelmezési, kidolgozási és elfogadtatási javaslatrendszer |
| 12. | DR. SZILÁGYI Zsombor, HORÁNSZKY Beáta | Földgáz kereskedelem (mérnöki segédlet) |
| 13. | DR. SZILÁGYI Zsombor | Az energiahordozók jövője – kőolaj, földgáz, megújulók |
| 14. | S. VÍGH Judit, DOHÁNY Máté | Magános közlekedők baleseti súlyosságának csökkentése mobil applikáció segítségével |
| 15. | DR. BALIKÓ Sándor, DR. CSÚRÖK Tibor, NOVÁK Dániel, ORBÁN Tibor, DR. ZSEBIK Albin | Ötletlapok I. – Energiahatékonyság növelő ötletek egyszerű energetikai és gazdasági számításai |
| 16. | DARABOS Zoltán, KOLTAI Henrik, SZABÓ Tamás, SZÁSZ Béla, VAJDA Sándor | Felvonók felújítása és átalakítása – Műszaki segédlet |
| 17. | TÜDŐS Tibor, KRUPPA Attila | Alapozásföldelők új tervezési elvei és kivitelezési módszerei – Tervezési segédlet és kivitelezési útmutató |
| 18. | FENYVESI Zsolt | Tűzvédelmi tervek tartalmi szabályainak átdolgozása |

19. GÁBORI László Dr., BEINSCHRÓTH József Dr., NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás Nagyméretű informatikai beruházásoknál (fejlesztéseknél) ajánlott szoftveroldali tervdokumentációk tartalmi elemeinek meghatározása (I. – II. kötet)
20. DR. DIVÓS Ferenc Az élő fák stabilitása – mérnöki megközelítés – Élő fák, mint teherhordó faszerkezetek
21. DR. KARÁCSONYI Zsolt Faanyagok tartós szilárdsága
22. BARNA Lajos Dr., ERDEI István, JASPER Andor Dr., TAKÁCS Gyula Segédlet épületek csatorna-berendezéseinek tervezéséhez
23. ANTÓK Péter István, FÜZÉR Ferenc, SÁRKÖZI András Fényvezető kábelszakaszok műszaki-minőségi ajánlás gyűjteménye
24. JANCsó Béla, DR. KULCSÁR Alexandra, NÉMETH Gábor, DR. VÍMI Zoltán, DÉRI Lajos, SZIMANDEL Dezső Vízbiztonsági engedélyezési eljárással kapcsolatos dokumentációk és engedélyeztetéssel kapcsolatos követelmények a 2018.01.01-én hatályba lépett 41/2017. (XII.29.) BM rendelet alapján
25. DR. TAKÁCS Bence, DR. SIKI Zoltán, DR. ÉGETŐ Csaba, BÉNYI László Mérnökegeodéziában alkalmazott alapponthálózatok – A jó gyakorlat bemutatása mintapéldákkal
26. DR. MÓCZÁR Balázs, LAUFER Imre, TÓTH Gergő, WOLF Ákos Korszerű támszerkezetek tervezése
27. HALÁSZ Györgyné Dr., CSERVENYÁK Gábor, TUCZAI Attila, VIRÁG Zoltán Különböző funkciójú épületek klimatechnikája II.
28. KÁDI Ottó, JÓZSA Bálint Kerékpáros balesetek létesítmények szerinti vizsgálata
29. GARBAI László Dr., JASPER Andor Dr., PELLER József Bendegúz Hőteljesítményátviteli tényező alkalmazása távhőrendszerek optimális szabályozásának modelljében
30. GARBAI László Dr., SÁNTA Róber Dr., JASPER Andor Dr. A kompresszoros hőszivattyúk optimalizálása – Tervezés és üzemeltetés
31. LADÁNYI Gábor Dr. Diagnosztika a karbantartásban
32. MÉSZÁROS János, MOLNÁR Tibor, RITZL András KIÜRÍTÉSI ÉS MENEKÜLÉSI ÚTVONALBA ÉPÍTETT AJTÓK tervezési segédlet (2018)

2019.

33. BLAZSOVSZKY László Földgáz elosztóvezetékek üzemeltetése
34. DR. SZILÁGYI Zsombor A megújuló energiahordozók jövője Magyarországon
35. FORGÁCS Lajos Dr., HAIDEGGER Tamás Dr., PÓLYA Endre ifj. Új fejlesztések, innovatív megoldások az orvostechnológia terén
36. VARRÓ Beáta, DR. KIS András Magyarországon előforduló, épületekbe beépített faanyagokat károsító gombák vizsgálata és azonosítása DNS diagnosztikával
37. MANNINGER Marcell, SZEPESHÁZI Attila, SCHEURING Ferenc, MOLNÁR György Munkatér határoló szerkezetek
38. KORSÓS András, RÁDULY Zsolt A közterületi és belterületi térfigyelő kamerarendszerek tervezési irányelvei
39. GERGELY Edit, DR. BEZEGH András Módszertani útmutató az üvegházhatású gázok közvetlen és közvetett kibocsátásának számítására
40. DR. BEZEGH András, BITE Pálné Dr., GERGELY Edit Városi környezetvédelem (Fenntartható és okos városok)

41. GÓDOR Balázs, DR. KÁSA László, SZÉKELY Bence Híddaruk méretezési segédlete (2019.)
42. FÜRJES Andor Tamás, KOTSCHY András, NAGY Attila Balázs, CSOTT Róbert Teremakusztikai méretezés gyakran előforduló szituációkban
43. DR. KARÁCSONYI Zsolt Faanyagok tartós szilárdsága
Faanyagok szilárdságának változása az idő függvényében
44. DR. BALIKÓ Sándor, ORBÁN Tibor, VARGA Péter, DR. ZSEBIK Albin Ötletlapok II. – Energiahatékonyság növelő ötletek egyszerű energetikai és gazdasági számításai
45. PRIMUSZ Péter, PhD. Hajlékony útpályaszerkezetek méretezése talajstabilizációk figyelembevételével
46. NÉMETH Balázs, HÁMORI Sándor, KOSTYÁK Attila, VÍGH Gellért Különböző funkciójú épületek klímatechnikája III. Segédlet ipari épületek lég- és klímatechnikai rendszereinek tervezése
47. JANCsó Béla, KAVECZKI Gergely, KÓCZÁN Gábor, LABORCZI Tamás, KNOLMÁR Marcell, RAUM László Csapadékvízgazdálkodás tervezési követelményei
Hogyan tervezzünk városi csapadékelvezető rendszereket
48. DOHÁNY Máté, SCHVANNER Norbert Kerékpárosok sebességének felülvizsgálata jelzőlámpás csomópontokban
49. JÓZSA Bálint, S. VÍGH Judit Sebességcsökkentés hatásainak vizsgálata gyorsforgalmi utakon
50. DR. ZSEBIK Albin, NOVÁK Dániel Projektlapok I. – Energiahatékonyság növelő javaslatok projektlapjai
51. DR. MÓGA István Beruházási projektek szabályozási és szabvány környezete, Tervezési követelmények meghatározása
52. DR. GÁBORI László, DR. BEINSCHRÓTH József, NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás Informatikai Tervező szakmai minősítő rendszere (Informatikai szakmai terület illesztése a Mérnök Kamarai működési rendbe és rendszerekbe)
I. kötet: Konceptió és modell
II. kötet: Modell illesztése
III. kötet: Tudástár
53. VIRÁG Zoltán, GYURKOVICS Zoltán, SZAKÁL Szilárd, VIRÁG Zsolt, ORCSI Attila Országos Tűzvédelmi Szabályzat épületgépész értelmezése a szakmai gyakorlatban
Segédlet a gyakorló épületgépész mérnökök számára I.