Magyar Mérnöki Kamara Kiadványsorozata

21.

Faanyagok tartós szilárdsága

Erdőmérnöki, Faipari és Agrárműszaki Tagozat

FAP-2018/103-EFAT

Magyar Mérnöki Kamara
Kiadványsorozata 21.

Faanyagok tartós szilárdsága

MMK FAP azonosító:
FAP-2018/103-EFAT

Budapest, 2018. október

A sorozat szerkesztője:

NAGY GYULA
a Magyar Mérnöki Kamara elnöke

Készült a Magyar Mérnöki Kamara Erdőmérnöki, Faipari és Agrárműszaki Tagozatának gondozásában, a 2018. évi Feladat Alapú Pályázatok pénzügyi keretéből.

Szerző:

Dr. Karácsonyi Zsolt

Lektorálta:

Dr. Andor Krisztián

Kiadó:

Magyar Mérnöki Kamara
1094 Budapest, Angyal u. 1-3.
info@mmk.hu, www.mmk.hu

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés

A faanyagok tartós szilárdságának ismerete a teherhordó faszerkezetek felújítás-tervezésének alapvető feltétele. A szilárdság időbeni változásának leírására több elmélet is létezik, ill. a méretezési szabványokban is megjelenik a szilárdság időbeni változásának kérdése. A szakirodalom egymásnak némiképp ellentmondó feltételezésekkel él a fa tartós szilárdságával kapcsolatban, ill. a tartós szilárdság fogalma sem teljesen egyértelmű. 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 függ-vényében a $\sigma(t)=1-1/3(t/t_o)- 1/3(t/t_o)^2- 1/3(t/t_o)^3$ 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 erőtani tervezése szabvány a természetes fák határfeszültségeit T=50 éves élettartamra tervezett épületekre adta meg és az ennél hosszabb (T=50-150 év) élettartamra tervezett épültek esetén a határfeszültségeket 0,5-075 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

A faanyag rendkívül bonyolult kémiai és szövettani felépítése miatt szilárdság-vesztés rendkívül összetett folyamat, s a faanyag viszkoelasztikus tulajdonsága miatt modellezni, s így prognosztizálni sem egyszerű. Emiatt kézenfekvőnek látszott Mistéth felvetése, miszerint: „*célszerű lenne a kérdés megoldását olyan módon elkezdeni, hogy az elbontásra ítélt házak építőanyagaiból (téglafalazat, faszerkezet, 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.*"

2016-ban a Pécsi Püspökség 43 temploma tetőszerkezetének diagnosztizálása, s majd 2018-ban ezek felújítása szolgáltatta a lehetőséget a tartós szilárdság meghatározására a fenti ajánlás figyelembe vételével. A különböző korú mintákból vett próbatestek töréseredményiből a szilárdság időtől függő változására megbízható értékeket kaphatunk, hiszen a kapott értékek statisztikai értékelésével és a minta eredeti (a beépítéskor számításba vehető) szilárdságának kalkulálásával a szilárdság időbeni változása meghatározható.

2.1. A próbatestek származása

1. Pécsvárad, Koch-vízimalom gazdasági épület tetőszerkezete – épült 1900

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

2. Geresdlak, Római Katolikus Templom tetőszerkezete – épült 1828

190 éves, anyaga: Vörösfenyő (Larix decidua)

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

255 éves, anyaga: Vörösfenyő (Larix decidua)

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

298 éves, anyaga: Erdei fenyő (Pinus silvestris

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 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 nedvességtartamát. A geresdlaki mintákat átszámítottuk 12%-os nedvességtartalomnak megfelelő értékekre, a többieknél 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 50-54 elemből állnak, nyolc osztályba sorolva megadjuk azok hisztigramját, majd maximum like-lihood becsléssel a normális, Weibull és lognormális eloszláscsaládból meghatározzuk az adatokra legjobban illeszkedők paramétereit, amelyekkel az adatokon $\chi 2$ 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 %-os alsó küszöbérték (Mpa)	34,931	50,191	44,800	20,043
szórás	17,762	14,464	8,586	16,601
a mintára legjobban illeszkedő eloszlás	normális	normális	lognormáli s	normális
Rugalmassági modulus középértéke (Mpa)	10420	12334	8306	9568

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, illetve karakterisztikus értéke az egyes kísérleti sorozatokban:

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

	1. sorozat	2.sorozat	3. sorozat	4. sorozat
$P\rho_{átl}$ a sűrűség középértéke (kg/m³)	479	399	434	466
$\rho_{átl}$ –hoz tartozó szilárdsági osztály	C30	C20	C24	C30
$\rho_{0,05}$ a sűrűség karakterisztikus értéke (kg/m³)	391	370	401	409
$\rho_{0,05}$-hoz tartozó szilárdsági osztály	C30	C27	C35	C35

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 megfeleltető 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.

A módosított szilárdsági osztályok:

1. sorozat: **C 30**
2. sorozat: **C 50**
3. sorozat: **C 50**
4. sorozat: **C 35**

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
f_0 kezdeti kalkulált szilárdság (Mpa)	30	50	50	35
a sorozat életkora (év)	118	190	255	298
F_t életkorhoz tartozó szilárdság (Mpa)	34,93	50,19	44,80	20,04

Az 5%-os alsó küszöbértékeket az Eurocode 5 szerint karakterisztikus értékekként 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 négy 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 idő-pontokhoz tartozó szilárdsági értékek:

t=0	f=1
t=119 év	f=1,164 (1. sorozat)
t=190 év	f=1,004 (2. sorozat)
t=255 év	f=0,896 (3. sorozat)
t=298 év	f=0,573 (4. sorozat)

2.3.3.2. A Szilárdság-idő függvény meghatározása

Az illesztések nem lineáris regresszióval valósultak meg, hanem a modell függvény paramétereit legkisebb négyzetes hiba kereséssel határoztuk meg. Egyszer harmadfokú polinomból, máskor polinomok hányadosából (racionális) indulva. 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 (1000,0.5) adatpont jelzi.

1. illesztés polinommal 1000 évnél felvett 0 értékkel: a szilárdság időbeni változását az f(t)= 1,746 x 10-8 x t3-2,228 x 10-5 x t2+0,003829 x t+0,9959 függvény 0,01039 hibanégyzettel adja meg a kb. 410 éves értelmezési tartományon belül. A korrelációs együttható négyzete R^2=0,9885

2. racionális illesztés 1000 évnél felvett 0,5 értékkel: R^2=0,4807 miatt elvetettük.

3. illesztés polinommal 1000 évnél felvett 0,5 értékkel: a szilárdság időbeni változását az $f(t)= 1,829 \times 10^{-8} \times t^3-2,265 \times 10^{-5} \times t^2+0,003868 \times t+0,9957$ függvény 0,01051 hibanégyzettel adja meg a kb. 410 éves értelmezési tartományon belül. A korrelációs együttható négyzete R^2=0,9694

4. racionális illesztés 1000 évnél felvett 0 értékkel: a szilárdság időbeni változását az $f(t)= (-92,02 \times t+7,919 \times 10^4)/\ t^2-295,2 \times t+7,964 \times 10^{-4}$ függvény 0,01481 hibanégyzettel adja meg. A korrelációs együttható négyzete R^2=0,9837

Mindkét polinom függvény a Taylor sorfejtés lokális mivoltából adódóan a függvény kifejtés helyétől távolodva gyorsan növekvő hibákat ad. A kb. 410 éves időtartam –

amikor a szilárdság zérus lesz – közel áll a Mistéth által megadott 500-1000 év alsó határához. A racionális illesztéssel kapott polinomok hányadosával előállított függvény az 1000 évnél felvett 0 értékkel a polinomokkal hasonló megbízhatósággal közelíti a szilárdság időbeni változását. Mindhárom közelítés ellentmond annak a feltételezésnek, hogy a tartós szilárdság az a feszültség, amelyet a faanyag statikus teherrel elméletileg végtelen hosszú ideig is el-visel törés nélkül.

2.4. Következtetések

A kisszámú, 300 évnél nem öregebb 4 mintából nyert adatokra illesztett függvények közül 3 db, az 1. és a 3. számú polinom, valamint a 4. sz. polinomok hányadosa is a vizsgált időszakra a gyakorlat számára megfelelő pontossággal írja le a hajlítószilárdság időbeni változását. Ezen kísérleti eredmények azonban a hosszabb távú (a mérnöki gyakorlat számára még az 500 és 1000 év közötti élettartam jöhet számításba) szilárdságcsökkenés meghatározására nem alkalmasak

A további kísérletek, a különböző korú kísérletsorozatok által a függvényértékek sűrítése, valamint az eddig vizsgált 298 évnél is régebbi minták vizsgálata jelentheti a faanyag szilárdságának időbeni változását leíró összefüggés finomításának lehetőségét.

2.5. Irodalomjegyzék

[1] Mistéth Endre: Méretezés-elmélet (Akadémiai Kiadó, Budapest 2001.)

[2] Dr. Rónai Ferenc: Faanyagok mechanikája (Statikus rugalmasság és reológia) kézirat Erdészeti és Faipari Egyetem Sopron 1982.

[3] Dr. Wittmann Gyula: Mérnöki faszerkezetek I. (Szaktudás Kiadó Ház, Budapest)

[4] MSZ 15025 Építmények teherhordó faszerkezeteinek erőtani tervezése

[5] Eurocode 5 Faszerkezetek tervezése

[6] MSZ EN 408 Faszerkezetek. Szerkezeti fa és rétegelt-ragasztott fa. Egyes fizikai és mechanikai tulajdonságok meghatározása

3. Mellékletek

1. számú melléklet – 1. számú minta (Koch-malom) vizsgálati eredményei

2. számú melléklet – 2. számú minta (Geresdlak róm. kat. templ.) vizsgálati eredményei

3. számú melléklet – 3. számú minta (Újpetre róm. kat. templ.) vizsgálati eredményei

4. számú melléklet – 4. számú minta (Szentlőrinc róm. kat. temp) vizsgálati eredményei

5. számú melléklet – 1. sz. sorozat statisztikai elemzése

6. számú melléklet – 2. sz. sorozat statisztikai elemzése

7. számú melléklet – 3. sz. sorozat statisztikai elemzése

8. számú melléklet – 4. sz. sorozat statisztikai elemzése

9. számú melléklet –1. sz. függvény illesztés

10. számú melléklet –2. sz. függvény illesztés

11. számú melléklet –3. sz. függvény illesztés

12. számú melléklet – 4. sz. függvény illesztés

1. számú melléklet – 1. számú minta (Koch-malom) vizsgálati eredményei

	b (mm)	h (mm)	l_{hossz} (mm)	m (g)	V (cm^3)	ρ (g/cm^3)	$l_{támasz}$ (mm)	$a_{támasz\text{-}erő}$ (mm)	Mere-dekség	F_{max} (kN)	W (mm^3)	f_m (N/mm^2)	E_{teljes} (N/mm^2)
1.	19,410	19,432	306	45,867	115,42	0,397	280	80	0,2484	1,45	1221,54	47,55	7310,21
2.	19,724	19,438	306	62,305	117,32	0,531	280	80	0,5994	2,80	1242,07	90,17	17345,33
3.	19,593	19,641	306	62,631	117,76	0,532	280	80	0,5039	2,62	1259,73	83,32	14228,45
4.	19,652	19,391	306	53,252	116,61	0,457	280	80	0,3955	2,21	1231,56	71,71	11572,17
5.	19,665	19,622	306	64,912	118,08	0,550	280	80	0,5168	2,33	1261,91	73,84	14581,61
6.	19,611	19,696	306	59,143	118,20	0,500	280	80	0,3595	1,93	1267,96	60,99	10056,10
7.	19,485	19,510	305	52,205	115,95	0,450	280	80	0,3075	1,34	1236,13	43,32	8908,48
8.	19,491	19,506	306	61,202	116,34	0,526	280	80	0,4520	2,30	1236,00	74,48	13099,49
9.	19,385	19,343	305	63,546	114,36	0,556	280	80	0,4655	1,99	1208,82	65,87	13907,82
10.	19,674	19,588	306	56,519	117,92	0,479	280	80	0,1761	1,60	1258,12	50,95	4992,69
11.	19,635	19,664	306	63,769	118,15	0,540	280	80	0,5389	2,23	1265,39	70,51	15131,10
12.	19,486	19,726	306	51,650	117,62	0,439	280	80	0,3387	2,02	1263,72	63,90	9494,06
13.	19,725	19,438	306	59,226	117,32	0,505	280	80	0,4978	2,25	1242,14	72,48	14404,13
14.	19,759	19,514	306	65,265	117,99	0,553	280	80	0,5445	2,84	1254,03	90,59	15544,50
15.	19,590	19,807	306	61,046	118,73	0,514	280	80	0,2653	1,64	1280,92	51,30	7304,81
16.	19,586	19,609	306	59,367	117,52	0,505	280	80	0,4069	1,89	1255,18	60,29	11550,77
17.	19,562	19,514	306	62,881	116,81	0,538	280	80	0,5435	2,93	1241,52	94,25	15673,62
18.	19,566	19,394	306	48,385	116,12	0,417	280	80	0,2743	1,78	1226,55	57,92	8055,40

	b (mm)	h (mm)	l_{hossz} (mm)	m (g)	V (cm^3)	ρ (g/cm^3)	$l_{támasz}$ (mm)	$a_{támasz\text{-}erő}$ (mm)	Mere-dekség	F_{max} (kN)	W (mm^3)	f_m (N/mm^2)	E_{teljes} (N/mm^2)
19.	19,512	19,414	306	55,411	115,91	0,478	280	80	0,3334	1,43	1225,69	46,78	9787,86
20.	19,638	19,517	306	46,625	117,28	0,398	280	80	0,2761	1,11	1246,73	35,55	7927,79
21.	19,554	19,549	306	53,715	116,97	0,459	280	80	0,2811	1,82	1245,47	58,32	8067,47
22.	19,392	19,645	306	57,605	116,57	0,494	280	80	0,4266	2,26	1247,31	72,35	12162,73
23.	19,513	19,726	306	57,369	117,78	0,487	280	80	0,2650	1,43	1265,47	45,14	7416,52
24.	19,575	19,441	306	63,285	116,45	0,543	280	80	0,4332	2,43	1233,07	78,89	12625,30
25.	19,554	19,538	306	57,087	116,91	0,488	280	80	0,4017	2,55	1244,07	81,88	11545,45
26.	19,571	19,768	306	47,342	118,39	0,400	280	80	0,2469	1,82	1274,64	57,16	6845,48
27.	19,603	19,571	307	61,593	117,78	0,523	280	80	0,4329	2,63	1251,40	84,13	12348,52
28.	19,608	19,538	306	46,396	117,23	0,396	280	80	0,2431	1,21	1247,50	38,73	6967,15
29.	19,606	19,689	306	57,316	118,12	0,485	280	80	0,3091	1,06	1266,73	33,35	8658,55
30.	19,529	19,445	305	46,132	115,82	0,398	280	80	0,2443	1,20	1230,68	39,13	7132,44
31.	19,310	19,455	305	62,672	114,58	0,547	280	80	0,4698	2,69	1218,13	88,40	13851,33
32.	19,471	19,542	305	44,784	116,05	0,386	280	80	0,2929	1,73	1239,30	55,77	8449,22
33.	19,373	19,462	305	45,196	115,00	0,393	280	80	0,2885	1,07	1222,98	34,93	8468,39
34.	19,560	19,477	307	45,446	116,96	0,389	280	80	0,2711	1,07	1236,69	34,67	7863,94
35.	19,581	19,563	307	66,021	117,60	0,561	280	80	0,5171	2,83	1248,98	90,61	14786,90
36.	19,599	19,360	307	59,098	116,49	0,507	280	80	0,2692	1,63	1224,32	53,41	7936,46
37.	19,596	19,666	306	59,963	117,92	0,508	280	80	0,2703	1,51	1263,13	47,84	7603,68
38.	19,592	19,562	306	62,710	117,28	0,535	280	80	0,4384	2,47	1249,55	79,00	12530,59

	b (mm)	h (mm)	l_{hossz} (mm)	m (g)	V (cm^3)	ρ (g/cm^3)	$l_{támasz}$ (mm)	$a_{támasz-erő}$ (mm)	Mere-dekség	F_{max} (kN)	W (mm^3)	f_m (N/mm^2)	E_{teljes} (N/mm^2)
39.	19,622	19,417	307	58,278	116,97	0,498	280	80	0,4290	2,31	1232,98	74,88	12518,91
40.	19,550	19,648	306	50,811	117,54	0,432	280	80	0,2385	1,41	1257,86	44,86	6742,91
41.	19,487	19,711	306	58,751	117,54	0,500	280	80	0,2725	1,35	1261,86	42,69	7655,62
42.	19,600	19,491	306	52,689	116,90	0,451	280	80	0,3206	1,89	1241,00	60,85	9260,82
43.	20,033	19,548	306	52,983	119,83	0,442	280	80	0,2740	1,22	1275,85	38,12	7674,42
44.	19,553	19,685	307	48,920	118,16	0,414	280	80	0,2828	1,55	1262,80	49,16	7947,37
45.	19,598	19,512	307	59,399	117,40	0,506	280	80	0,4713	2,52	1243,55	81,02	13571,58
46.	19,551	19,632	306	59,476	117,45	0,506	280	80	0,5118	2,65	1255,88	84,30	14503,78
47.	19,550	19,598	306	58,373	117,24	0,498	280	80	0,5331	2,64	1251,47	84,47	15185,52
48.	19,621	19,681	306	53,598	118,17	0,454	280	80	0,1903	1,64	1266,67	51,79	5334,36
49.	19,591	19,689	306	50,735	118,03	0,430	280	80	0,2117	1,66	1265,76	52,37	5934,45
50.	19,545	19,470	306	51,829	116,45	0,445	280	80	0,2935	1,68	1234,86	54,42	8529,18

2. számú melléklet – 2. számú minta (Geresdlak róm. kat. templom) vizsgálati eredményei

	b (mm)	h (mm)	l (mm)	m (g)	V (cm^3)	ρ (g/cm^3)	$l_{támasz}$ (mm)	$a_{támasz\text{-}erő}$ (mm)	Mere-dekség	F_{max} (kN)	W (mm^3)	f_m (N/mm^2)	E_{teljes} (N/mm^2)
1.	20,023	20,117	304	48,145	122,45	0,393	280	80	0,3598	2,49	1350,53	73,73	9251,77
2.	20,000	20,167	305	51,695	123,02	0,420	280	80	0,3738	1,42	1355,69	41,90	9551,21
3.	20,012	20,077	304	48,055	122,14	0,393	280	80	0,2692	1,42	1344,43	42,25	6967,01
4.	20,079	20,060	304	54,982	122,45	0,449	280	80	0,4814	2,96	1346,64	87,84	12450,58
5.	20,043	20,129	305	48,162	123,05	0,391	280	80	0,3272	2,46	1353,49	72,74	8390,55
6.	20,135	20,076	305	53,424	123,29	0,433	280	80	0,4236	2,34	1352,55	69,20	10899,74
7.	19,970	20,122	305	48,471	122,56	0,395	280	80	0,4365	2,58	1347,63	76,66	11246,76
8.	19,945	20,178	305	51,598	122,75	0,420	280	80	0,4230	2,58	1353,44	76,25	10821,08
9.	20,073	20,059	304	50,211	122,40	0,410	280	80	0,4056	2,93	1346,11	86,97	10496,14
10.	20,051	20,059	305	51,688	122,67	0,421	280	80	0,3823	2,10	1344,63	62,39	9903,23
11.	20,132	20,022	305	55,039	122,94	0,448	280	80	0,4405	2,39	1345,09	70,97	11428,53
12.	20,166	20,046	305	51,303	123,30	0,416	280	80	0,4263	2,88	1350,59	85,26	11001,13
13.	20,156	20,173	305	47,307	124,02	0,381	280	80	0,3597	2,36	1367,08	68,94	9113,53
14.	20,088	20,207	304	52,348	123,40	0,424	280	80	0,4520	2,65	1367,06	77,48	11431,23
15.	20,157	20,051	304	53,388	122,87	0,435	280	80	0,3832	2,11	1350,66	62,63	9884,55
16.	19,943	20,046	304	49,655	121,53	0,409	280	80	0,4205	2,63	1335,66	78,86	10971,57
17.	19,916	20,163	305	53,389	122,48	0,436	280	80	0,4648	2,83	1349,46	83,83	11935,81
18.	19,730	20,105	305	48,397	120,98	0,400	280	80	0,3341	2,40	1329,18	72,35	8734,50
19.	20,036	20,025	304	51,361	121,97	0,421	280	80	0,4683	3,09	1339,07	92,16	12201,93

	b (mm)	h (mm)	l (mm)	m (g)	V (cm^3)	ρ (g/cm^3)	$l_{támasz}$ (mm)	$a_{támasz\text{-}erő}$ (mm)	Mere-dekség	F_{max} (kN)	W (mm^3)	f_m (N/mm^2)	E_{teljes} (N/mm^2)
20.	19,974	20,240	305	53,129	123,30	0,431	280	80	0,4760	3,03	1363,75	89,01	12047,28
21.	20,226	20,143	305	49,589	124,26	0,399	280	80	0,3968	2,42	1367,75	70,85	10063,16
22.	20,139	20,107	304	48,622	123,10	0,395	280	80	0,4261	2,75	1357,00	81,00	10910,10
23.	20,014	20,123	305	53,582	122,84	0,436	280	80	0,4764	2,81	1350,73	83,12	12245,64
24.	20,168	20,181	304	52,700	123,73	0,426	280	80	0,3846	2,41	1368,98	70,28	9725,28
25.	20,036	20,063	304	49,026	122,20	0,401	280	80	0,3195	2,00	1344,16	59,56	8278,09
26.	19,947	20,098	304	54,588	121,87	0,448	280	80	0,3230	1,59	1342,86	47,50	8362,46
27.	20,067	20,166	305	49,677	123,42	0,402	280	80	0,3241	2,47	1360,10	72,54	8256,54
28.	20,128	20,075	305	50,811	123,24	0,412	280	80	0,3359	2,17	1351,95	64,22	8646,53
29.	20,040	20,139	305	48,464	123,09	0,394	280	80	0,3531	2,48	1354,63	73,19	9043,61
30.	20,025	20,035	305	48,277	122,37	0,395	280	80	0,3322	1,93	1339,68	57,61	8647,73
31.	20,143	20,088	305	48,792	123,41	0,395	280	80	0,4320	2,70	1354,71	79,76	11089,72
32.	20,068	20,025	305	46,668	122,57	0,381	280	80	0,4176	2,51	1341,21	74,80	10862,20
33.	20,003	20,005	305	48,880	122,05	0,400	280	80	0,3419	2,22	1334,20	66,52	8949,61
34.	20,154	20,030	305	56,252	123,12	0,457	280	80	0,5442	3,18	1347,63	94,27	14085,27
35.	19,933	20,087	305	52,204	122,12	0,427	280	80	0,4535	2,80	1340,45	83,43	11767,80
37.	20,164	19,989	305	49,992	122,93	0,407	280	80	0,4062	1,16	1342,79	34,59	10573,49
38.	20,090	20,182	305	48,328	123,66	0,391	280	80	0,4321	2,65	1363,82	77,66	10969,16
39.	20,005	20,052	305	51,342	122,35	0,420	280	80	0,3611	2,50	1340,61	74,47	9383,84
40.	19,802	19,929	306	47,005	120,76	0,389	280	80	0,4427	2,48	1310,78	75,60	11840,20

	b (mm)	h (mm)	l (mm)	m (g)	V (cm^3)	ρ (g/cm^3)	$l_{támasz}$ (mm)	$a_{támasz-erő}$ (mm)	Mere-dekség	F_{max} (kN)	W (mm^3)	f_m (N/mm^2)	E_{teljes} (N/mm^2)
41.	20,223	20,088	306	51,037	124,31	0,411	280	80	0,3634	2,61	1360,09	76,86	9291,72
42.	20,000	20,028	305	50,549	122,17	0,414	280	80	0,3982	2,27	1337,07	67,97	10390,27
43.	20,166	20,023	306	54,841	123,56	0,444	280	80	0,4939	2,66	1347,49	78,92	12789,03
44.	20,175	20,075	305	54,037	123,53	0,437	280	80	0,4215	2,48	1355,11	73,28	10824,46
45.	20,107	20,108	305	47,775	123,32	0,387	280	80	0,4232	2,53	1354,98	74,83	10850,86
46.	20,153	20,130	305	52,716	123,73	0,426	280	80	0,4523	2,82	1361,06	82,99	11534,48
47.	19,994	20,076	305	48,329	122,43	0,395	280	80	0,3347	2,42	1343,08	72,03	8672,98
48.	20,121	20,132	305	49,498	123,55	0,401	280	80	0,4088	2,53	1359,16	74,44	10437,83
49.	19,937	19,940	305	49,730	121,25	0,410	280	80	0,4137	2,81	1321,17	84,93	10972,51
50.	20,098	20,091	305	52,735	123,16	0,428	280	80	0,4318	2,70	1352,09	79,99	11106,80
51.	20,014	20,005	305	47,607	122,12	0,390	280	80	0,3752	2,50	1334,93	74,83	9817,00

3. számú melléklet – 3. számú minta (Újpetre róm. kat. templom) vizsgálati eredményei

	b (mm)	h (mm)	l (mm)	m (g)	V (cm^3)	ρ (g/cm^3)	$l_{támasz}$ (mm)	$a_{támasz-erő}$ (mm)	Mere-dekség	F_{max} (kN)	W (mm^3)	f_m (N/mm^2)	E_{teljes} (N/mm^2)
1.	19,927	20,071	306	60,660	122,39	0,496	280	80	0,3790	2,16	1337,92	64,62	9859,69
2.	20,032	20,082	306	57,496	123,10	0,467	280	80	0,2853	2,45	1346,44	72,92	7372,55
3.	19,977	20,102	306	63,614	122,88	0,518	280	80	0,2598	2,45	1345,42	72,98	6711,35
4.	20,018	20,120	306	53,424	123,25	0,433	280	80	0,3404	2,09	1350,60	61,92	8752,06
5.	20,009	20,055	306	54,489	122,79	0,444	280	80	0,3591	2,35	1341,28	69,94	9327,96
6.	20,065	20,052	306	51,923	123,12	0,422	280	80	0,2942	1,87	1344,63	55,61	7623,54
7.	20,170	19,974	305	53,088	122,88	0,432	280	80	0,3199	2,14	1341,17	63,75	8342,63
8.	20,051	19,985	306	50,149	122,62	0,409	280	80	0,3525	2,17	1334,73	65,13	9233,90
9.	19,862	19,930	305	50,993	120,73	0,422	280	80	0,3567	1,94	1314,88	59,10	9510,89
10.	20,087	19,845	306	51,220	121,98	0,420	280	80	0,2369	1,32	1318,46	40,09	6325,11
11.	20,123	20,113	306	55,225	123,85	0,446	280	80	0,3621	1,95	1356,74	57,35	9269,88
12.	19,972	20,103	306	61,506	122,86	0,501	280	80	0,2707	1,88	1345,22	55,82	6994,78
13.	20,232	20,036	306	57,263	124,04	0,462	280	80	0,3235	2,31	1353,66	68,40	8332,72
14.	20,115	20,032	306	50,421	123,30	0,409	280	80	0,2697	2,03	1345,29	60,42	6992,30
15.	19,879	19,780	306	48,484	120,32	0,403	280	80	0,3122	1,65	1296,27	50,89	8506,07
16.	19,995	19,783	306	48,749	121,04	0,403	280	80	0,2630	1,58	1304,23	48,42	7121,51
17.	20,066	20,047	306	51,949	123,09	0,422	280	80	0,3191	1,64	1344,03	48,77	8275,27
18.	20,106	20,025	306	51,220	123,20	0,416	280	80	0,3608	2,28	1343,75	67,87	9367,85
19.	20,067	19,905	306	55,919	122,23	0,458	280	80	0,3883	2,44	1325,12	73,65	10285,42

	b (mm)	h (mm)	l (mm)	m (g)	V (cm^3)	ρ (g/cm^3)	$l_{támasz}$ (mm)	$a_{támasz-erő}$ (mm)	Mere-dekség	F_{max} (kN)	W (mm^3)	f_m (N/mm^2)	E_{teljes} (N/mm^2)
20.	20,010	20,044	306	56,045	122,73	0,457	280	80	0,3651	1,78	1339,88	53,26	9498,99
21.	19,993	20,154	306	53,750	123,30	0,436	280	80	0,3942	2,42	1353,47	71,44	10096,62
22.	20,090	20,079	306	56,188	123,44	0,455	280	80	0,3428	2,11	1349,93	62,38	8835,78
23.	20,038	19,936	306	50,950	122,24	0,417	280	80	0,3344	2,16	1327,33	65,09	8828,06
24.	20,100	20,013	306	56,058	123,09	0,455	280	80	0,3403	1,96	1341,74	58,51	8853,63
25.	20,042	20,037	306	49,686	122,88	0,404	280	80	0,2810	1,97	1341,08	58,70	7306,93
26.	20,000	20,034	306	55,823	122,61	0,455	280	80	0,3576	1,66	1337,87	49,59	9321,62
27.	19,958	20,090	305	49,866	122,29	0,408	280	80	0,3079	1,69	1342,54	50,45	7975,88
28.	20,167	20,099	306	56,774	124,03	0,458	280	80	0,2422	1,78	1357,81	52,52	6200,13
29.	19,841	20,071	306	58,181	121,86	0,477	280	80	0,3882	2,02	1332,14	60,77	10144,08
30.	20,126	20,120	306	54,561	123,91	0,440	280	80	0,3996	2,35	1357,88	69,32	10219,89
31.	20,093	20,078	306	48,745	123,45	0,395	280	80	0,0665	1,51	1350,00	44,80	1714,32
32.	20,041	20,121	306	50,501	123,39	0,409	280	80	0,3743	1,97	1352,28	58,37	9610,27
33.	20,071	19,987	306	49,992	122,75	0,407	280	80	0,2824	1,88	1336,33	56,31	7387,84
34.	20,030	19,963	306	50,520	122,36	0,413	280	80	0,2774	1,92	1330,40	57,85	7298,32
35.	19,974	19,847	306	48,368	121,31	0,399	280	80	0,3065	1,79	1311,30	54,66	8227,86
36.	19,991	19,989	306	53,254	122,28	0,436	280	80	0,3565	2,32	1331,27	69,83	9359,39
37.	20,261	20,282	306	53,954	125,75	0,429	280	80	0,2871	1,94	1389,09	55,83	7118,82
38.	19,904	20,007	306	52,860	121,86	0,434	280	80	0,3312	2,08	1327,86	62,78	8710,41
39.	19,994	20,006	305	52,603	122,00	0,431	280	80	0,3380	2,15	1333,73	64,54	8849,19

	b (mm)	h (mm)	l (mm)	m (g)	V (cm^3)	ρ (g/cm^3)	$l_{támasz}$ (mm)	$a_{támasz-erő}$ (mm)	Mere-dekség	F_{max} (kN)	W (mm^3)	f_m (N/mm^2)	E_{teljes} (N/mm^2)
40.	20,064	19,967	306	49,523	122,59	0,404	280	80	0,2954	1,94	1333,19	58,25	7752,53
41.	20,135	20,064	306	50,441	123,62	0,408	280	80	0,3363	1,98	1350,94	58,67	8667,22
42.	20,124	20,139	306	50,927	124,01	0,411	280	80	0,2519	1,80	1360,31	52,89	6424,23
43.	20,086	20,202	306	54,806	124,17	0,441	280	80	0,2443	1,82	1366,25	53,40	6183,32
44.	19,999	20,073	306	55,677	122,84	0,453	280	80	0,3552	2,19	1343,02	65,25	9204,47
45.	20,043	20,074	305	52,306	122,71	0,426	280	80	0,3049	2,05	1346,11	60,90	7883,92
46.	20,091	20,105	305	57,517	123,20	0,467	280	80	0,3400	2,34	1353,50	69,19	8728,37
47.	19,878	19,969	305	56,681	121,07	0,468	280	80	0,3466	2,08	1321,10	63,10	9178,94
48.	19,882	19,778	305	53,243	119,93	0,444	280	80	0,3744	1,89	1296,20	58,26	10202,75
49.	20,061	19,993	305	52,789	122,33	0,432	280	80	0,3155	1,93	1336,46	57,82	8249,71
50.	19,796	19,427	305	48,534	117,30	0,414	280	80	0,2926	1,77	1245,20	56,97	8451,32
51.	20,041	20,075	306	47,596	123,11	0,387	280	80	0,2595	0,96	1346,11	28,61	6708,62
52.	19,981	20,037	306	54,178	122,51	0,442	280	80	0,3384	1,86	1337,00	55,53	8825,88
53.	19,781	19,739	306	51,365	119,48	0,430	280	80	0,3406	2,35	1284,54	73,28	9385,10
54.	20,060	20,079	305	51,948	122,85	0,423	280	80	0,3453	1,97	1347,92	58,40	8913,23

4. számú melléklet – 4. számú minta (Szentlőrinc róm. kat. templom) vizsgálati eredményei

	b (mm)	h (mm)	l_{hossz} (mm)	m (g)	V (cm^3)	ρ (g/cm^3)	$l_{támasz}$ (mm)	$a_{támasz-erő}$ (mm)	Mere-dekség	F_{max} (kN)	W (mm^3)	f_m (N/mm^2)	E_{teljes} (N/mm^2)
1.	19,982	20,193	306	58,352	123,47	0,473	280	80	0,4503	2,46	1357,97	72,50	11472,60
2.	20,375	20,211	306	60,736	126,01	0,482	280	80	0,3963	2,54	1387,15	73,32	9875,12
3.	20,051	20,196	306	52,026	123,91	0,420	280	80	0,3241	2,39	1363,06	70,04	8225,96
4.	20,146	20,461	306	60,574	126,14	0,480	280	80	0,5526	2,71	1405,70	77,17	13422,92
5.	20,096	20,327	305	57,790	124,59	0,464	280	80	0,5508	2,73	1383,90	78,89	13679,60
6.	20,256	20,352	306	65,305	126,15	0,518	280	80	0,3192	1,26	1398,35	36,04	7836,46
7.	20,138	20,264	305	58,204	124,46	0,468	280	80	0,4885	2,51	1378,21	72,91	12220,63
8.	20,270	20,084	306	65,927	124,57	0,529	280	80	0,3668	1,04	1362,71	30,57	9363,62
9.	20,437	20,175	306	63,002	126,17	0,499	280	80	0,4572	2,70	1386,41	77,78	11420,04
10.	20,131	20,398	306	57,670	125,65	0,459	280	80	0,4357	2,31	1396,01	66,21	10690,53
11.	20,348	20,186	306	54,028	125,69	0,430	280	80	0,4667	2,50	1381,88	72,37	11689,14
12.	20,081	20,179	306	57,549	124,00	0,464	280	80	0,4168	2,61	1362,80	76,59	10590,49
13.	20,188	20,181	306	56,720	124,67	0,455	280	80	0,4524	2,58	1370,34	75,23	11430,31
14.	20,209	19,961	306	55,861	123,44	0,453	280	80	0,3691	2,41	1342,02	71,81	9626,26
15.	20,438	20,188	305	61,902	125,84	0,492	280	80	0,4204	1,58	1388,27	45,49	10481,18
16.	20,188	20,321	306	60,346	125,53	0,481	280	80	0,5193	2,66	1389,42	76,46	12850,12
17.	20,077	20,080	305	58,793	122,96	0,478	280	80	0,4965	2,49	1349,20	73,80	12804,82
18.	20,278	20,129	306	55,820	124,90	0,447	280	80	0,2816	1,65	1369,36	48,06	7137,24

	b (mm)	h (mm)	l_{hossz} (mm)	m (g)	V (cm^3)	ρ (g/cm^3)	$l_{támasz}$ (mm)	$a_{támasz-erő}$ (mm)	Mere-dekség	F_{max} (kN)	W (mm^3)	f_m (N/mm^2)	E_{teljes} (N/mm^2)
19.	20,159	20,170	305	54,520	124,02	0,440	280	80	0,3636	2,11	1366,88	61,84	9214,66
20.	20,173	20,093	306	60,487	124,03	0,488	280	80	0,4975	2,69	1357,40	79,25	12742,98
21.	20,291	20,179	306	61,632	125,29	0,492	280	80	0,5470	2,94	1377,06	85,32	13753,55
22.	20,226	20,399	306	52,210	126,25	0,414	280	80	0,3134	2,19	1402,74	62,43	7651,00
23.	20,285	20,122	306	56,056	124,90	0,449	280	80	0,4994	2,51	1368,88	73,25	12667,33
24.	20,404	20,046	306	57,455	125,16	0,459	280	80	0,0602	0,62	1366,53	18,27	1535,50
25.	20,335	19,909	305	51,478	123,48	0,417	280	80	0,2866	1,88	1343,36	56,10	7487,17
26.	20,273	20,268	305	57,259	125,32	0,457	280	80	0,4718	2,71	1388,00	78,08	11717,25
27.	20,400	20,458	306	64,661	127,71	0,506	280	80	0,3193	2,14	1423,00	60,23	7662,00
28.	20,262	20,259	305	59,635	125,20	0,476	280	80	0,3122	1,62	1386,01	46,71	7769,18
29.	20,310	20,179	305	67,948	125,00	0,544	280	80	0,1525	0,45	1378,35	13,12	3830,32
30.	20,203	20,535	305	61,817	126,53	0,489	280	80	0,5877	2,85	1419,89	80,34	14081,30
31.	20,189	20,305	305	64,457	125,03	0,516	280	80	0,2558	2,26	1387,30	65,05	6343,40
32.	20,248	20,335	306	59,597	125,99	0,473	280	80	0,3786	2,26	1395,47	64,90	9321,83
33.	20,082	20,140	306	56,127	123,76	0,454	280	80	0,3700	2,26	1357,61	66,71	9454,07
34.	20,063	20,242	306	56,120	124,27	0,452	280	80	0,3378	1,65	1370,10	48,11	8509,20
35.	20,260	20,181	305	64,806	124,70	0,520	280	80	0,4040	2,25	1375,22	65,50	10169,78
36.	20,118	20,332	305	58,814	124,76	0,471	280	80	0,5351	2,29	1386,10	66,03	13265,46
37.	20,249	20,397	305	50,900	125,97	0,404	280	80	0,2369	1,91	1404,06	54,51	5779,97
38.	20,394	20,017	305	55,021	124,51	0,442	280	80	0,4966	2,43	1361,91	71,27	12726,38

	b (mm)	h (mm)	l_{hossz} (mm)	m (g)	V (cm^3)	ρ (g/cm^3)	$l_{támasz}$ (mm)	$a_{támasz\text{-}erő}$ (mm)	Mere-dekség	F_{max} (kN)	W (mm^3)	f_m (N/mm^2)	E_{teljes} (N/mm^2)
39.	20,178	20,436	305	58,314	125,77	0,464	280	80	0,4965	2,70	1404,49	76,93	12086,88
40.	20,171	20,385	305	64,156	125,41	0,512	280	80	0,3137	0,70	1397,00	20,04	7696,93
41.	20,398	20,230	306	48,129	126,27	0,381	280	80	0,2369	1,27	1391,32	36,49	5880,05
42.	20,016	20,368	305	64,020	124,34	0,515	280	80	0,2353	1,25	1383,96	36,19	5832,88
43.	20,323	20,160	305	54,064	124,96	0,433	280	80	0,4208	1,69	1376,63	49,09	10594,58
44.	20,407	20,198	305	56,249	125,72	0,447	280	80	0,2443	1,67	1387,54	48,20	6090,90
45.	20,313	20,179	305	56,513	125,02	0,452	280	80	0,2720	1,97	1378,55	57,18	6831,49
46.	20,113	20,337	306	55,985	125,17	0,447	280	80	0,4536	2,27	1386,43	65,59	11238,69
47.	20,006	20,332	306	55,489	124,47	0,446	280	80	0,4008	2,36	1378,38	68,41	9991,11
48.	20,066	20,474	305	54,458	125,30	0,435	280	80	0,3152	2,14	1401,89	61,06	7672,80
49.	20,177	20,465	305	64,277	125,94	0,510	280	80	0,3214	2,14	1408,41	60,70	7791,70
50.	20,172	20,225	305	56,585	124,43	0,455	280	80	0,2680	2,19	1375,23	63,68	6730,86
51.	20,114	20,395	305	60,859	125,12	0,486	280	80	0,4178	2,45	1394,42	70,22	10264,00
52.	20,321	20,184	305	53,416	125,10	0,427	280	80	0,3952	2,45	1379,78	71,08	9914,36
53.	20,324	20,337	305	53,723	126,07	0,426	280	80	0,3308	2,06	1400,98	58,78	8111,78
54.	19,988	20,211	305	58,435	123,21	0,474	280	80	0,3708	2,56	1360,80	75,13	9419,60

5. számú melléklet – 1. sz. sorozat statisztikai elemzése

$$data := \begin{bmatrix} \text{1 .. 50 } Vector_{column} \\ \text{Data Type: anything} \\ \text{Storage: rectangular} \\ \text{Order: Fortran\_order} \end{bmatrix} \quad \textbf{(3.1)}$$

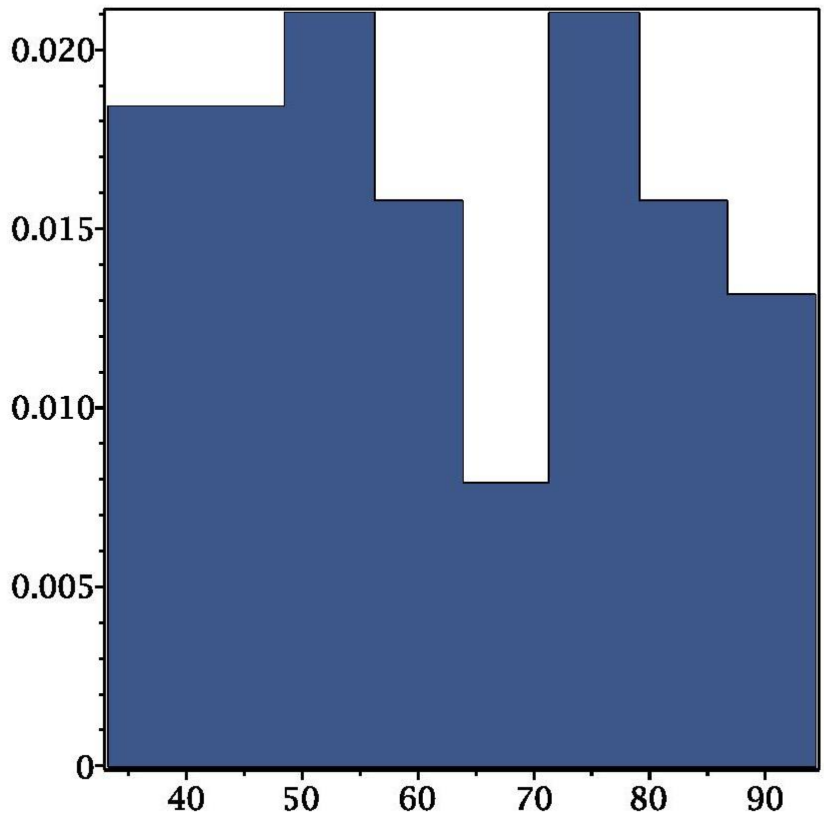
$ds := DataSummary(data)$

$$ds := \begin{bmatrix} mean = 61.9679677022733131 \\ standarddeviation = 17.9061678343799215 \\ skewness = 0.135194674756531907 \\ kurtosis = 1.75706549833712322 \\ minimum = 33.3456232457085022 \\ maximum = 94.2498659154082929 \\ cumulativeweight = 50. \end{bmatrix} \quad \textbf{(3.2)}$$

$mindata, maxdata := rhs(ds[5]), rhs(ds[6])$

$$mindata, maxdata := 33.3456232457085, 94.2498659154083 \quad \textbf{(3.3)}$$

$H := Histogram(data, bincount = 8) : H;$



$fittednormal := MaximumLikelihoodEstimate(Normal(\mu, \sigma), data)$

$$fittednormal := [\mu = 61.9679677022733, \sigma = 17.7262017810563] \quad \textbf{(3.4)}$$

$\mu, \sigma := rhs(fittednormal[1]), rhs(fittednormal[2])$

$$\mu, \sigma := 61.9679677022733, 17.7262017810563 \quad \textbf{(3.5)}$$

fittedweibull := *MaximumLikelihoodEstimate*(*Weibull*(*b*, *c*), *data*)

$fittedweibull := [b = 68.6136453681065, c = 3.924404478]$ **(3.6)**

b, *c* := *rhs*(*fittedweibull*[1]), *rhs*(*fittedweibull*[2])

$b, c := 68.6136453681065, 3.924404478$ **(3.7)**

fittedlognormal := *MaximumLikelihoodEstimate*(*LogNormal*(*m*, *s*), *data*, *bounds* = [*s* = 0 .. ∞])

$fittedlognormal := [m = 4.08357662995246, s = 0.297921330812867]$ **(3.8)**

m, *s* := *rhs*(*fittedlognormal*[1]), *rhs*(*fittedlognormal*[2])

$m, s := 4.08357662995246, 0.297921330812867$ **(3.9)**

ChiSquareSuitableModelTest(*data*, *Normal*(μ, σ), *level* = 0.05, *bins* ='*deduce*', *fittedparameters* = 2, *summarize* = *embed*);

hypothesis = *true*, *criticalvalue* = 11.0704974062099, *distribution* = *ChiSquare*(5), *pvalue* = 0.411017646065749, *statistic* = 5.040000000 **(3.10)**

Chi-Square Test for Suitable Probability Model

Null Hypothesis:	Sample was drawn from specified probability distribution
Alternative Hypothesis:	Sample was not drawn from specified probability distribution

Bins	Degrees of Freedom	Distribution	Computed Statistic	Computed p-value	Critical Value
8.	5.	*ChiSquare*(5)	5.04000	0.411018	11.0705

Result:	**Accepted:** This statistical test does not provide enough evidence to conclude that the null hypothesis is false.

ChiSquareSuitableModelTest(*data*, *Weibull*(*b*, *c*), *level* = 0.05, *bins* ='*deduce*', *fittedparameters* = 2, *summarize* = *embed*);

hypothesis = *true*, *criticalvalue* = 11.0704974062099, *distribution* = *ChiSquare*(5), *pvalue* = 0.411017646065749, *statistic* = 5.040000000 **(3.11)**

Chi-Square Test for Suitable Probability Model

Null Hypothesis:	Sample was drawn from specified probability distribution
Alternative Hypothesis:	Sample was not drawn from specified probability distribution

Bins	Degrees of Freedom	Distribution	Computed Statistic	Computed p-value	Critical Value
8.	5.	*ChiSquare*(5)	5.04000	0.411018	11.0705

Result:	**Accepted:** This statistical test does not provide enough evidence to conclude that the null hypothesis is false.

ChiSquareSuitableModelTest(*data*, *LogNormal*(*m*, *s*), *level* = 0.05, *bins* ='*deduce*', *fittedparameters* = 2, *summarize* = *embed*);

hypothesis = *true*, *criticalvalue* = 11.0704974062099, *distribution* = *ChiSquare*(5), *pvalue* = 0.779504080490350, *statistic* = 2.480000000 **(3.12)**

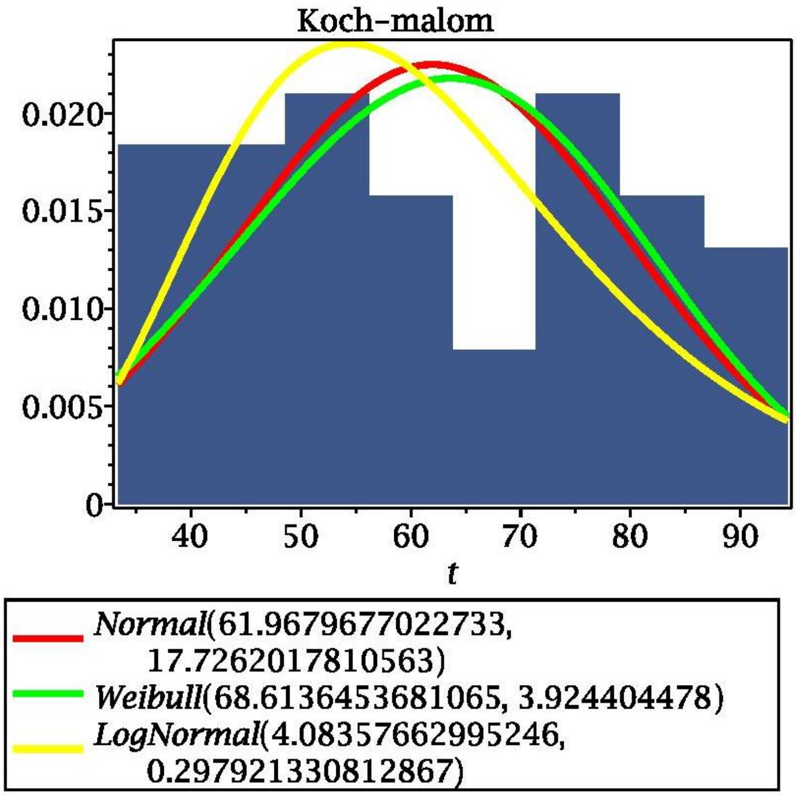
Chi-Square Test for Suitable Probability Model

Null Hypothesis:	Sample was drawn from specified probability distribution
Alternative Hypothesis:	Sample was not drawn from specified probability distribution

Bins	Degrees of Freedom	Distribution	Computed Statistic	Computed p-value	Critical Value
8.	5.	*ChiSquare*(5)	2.48000	0.779504	11.0705

Result:	**Accepted:** This statistical test does not provide enough evidence to conclude that the null hypothesis is false.

suruseg0 := *plot*(*PDF*(*Normal*(μ, σ), *t*), *t* = *mindata*..*maxdata*, *thickness* = 3, *color* = *red*, *legend* ='*Normal*(μ, σ)') :
suruseg1 := *plot*(*PDF*(*Weibull*(*b*, *c*), *t*), *t* = *mindata*..*maxdata*, *thickness* = 3, *color* = *green*, *legend* ='*Weibull*(*b*, *c*)') :
suruseg2 := *plot*(*PDF*(*LogNormal*(*m*, *s*), *t*), *t* = *mindata*..*maxdata*, *thickness* = 3, *color* = *yellow*, *legend* ='*LogNormal*(*m*, *s*)') :
HD := *plots*[*display*]([*H*, *suruseg0*, *suruseg1*, *suruseg2*], *title* = "Koch-malom");



$X1 := RandomVariable(Normal(\mu, \sigma))$

$$X1 := \_R8 \tag{3.13}$$

$X2 := RandomVariable(Weibull(b, c))$

$$X2 := \_R9 \tag{3.14}$$

$X3 := RandomVariable(LogNormal(m, s))$

$$X3 := \_R10 \tag{3.15}$$

$N := LinearAlgebra[RowDimension](data)$

$$N := 50 \tag{3.16}$$

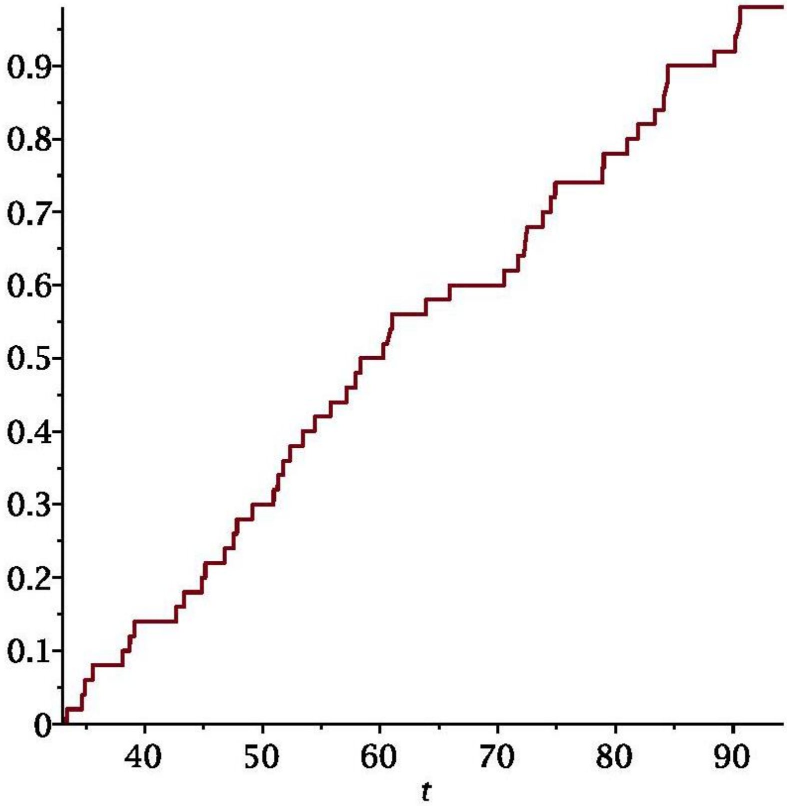
$X1sample, X2sample, X3sample := Sample(X1, N), Sample(X2, N), Sample(X3, N)$

$$X1sample, X2sample, X3sample := \begin{bmatrix} \text{1 .. 50 } Vector_{row} \\ \text{Data Type: } float_8 \\ \text{Storage: rectangular} \\ \text{Order: Fortran\_order} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{1 .. 50 } Vector_{row} \\ \text{Data Type: } float_8 \\ \text{Storage: rectangular} \\ \text{Order: Fortran\_order} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{1 .. 50 } Vector_{row} \\ \text{Data Type: } float_8 \\ \text{Storage: rectangular} \\ \text{Order: Fortran\_order} \end{bmatrix} \tag{3.17}$$

$empX := RandomVariable(EmpiricalDistribution(data))$

$$empX := \_R11 \tag{3.18}$$

plot(*CDF*(*empX*, *t*), *t* = *mindata*..*maxdata*, *discont* = *true*)



Percentile(*X1*, 5), *Percentile*(*X2*, 5), *Percentile*(*X3*, 5)

32.81096041, 32.1894561562501, 36.36255907 **(3.19)**

Percentile(*EmpiricalDistribution*(*data*), 5)

34.9309723348653 **(3.20)**

6. számú melléklet – 2. sz. sorozat statisztikai elemzése

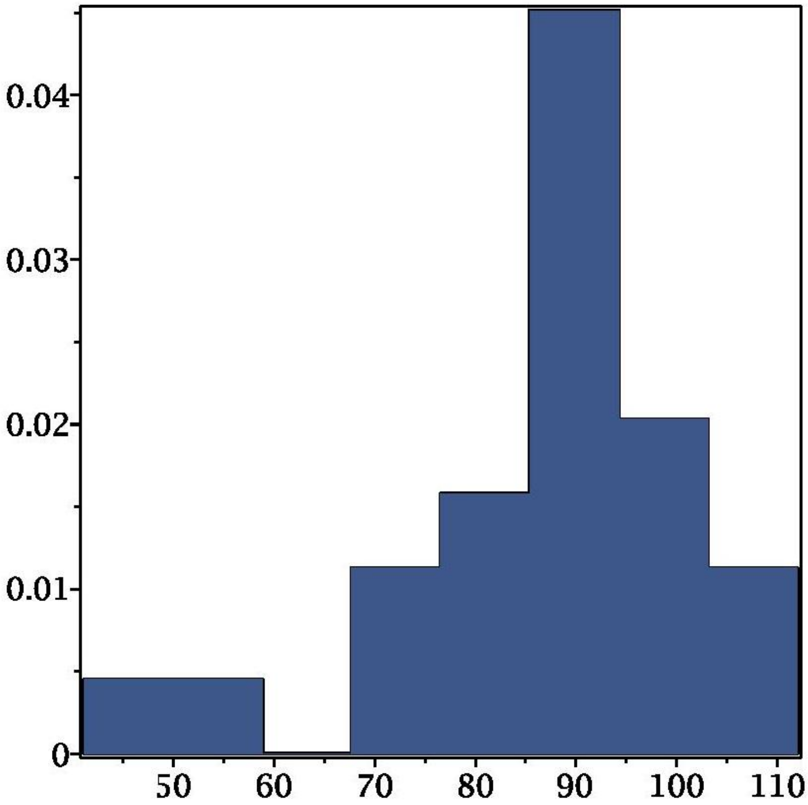
$ds := DataSummary(data)$

$$ds := \begin{bmatrix} mean = 86.8064271824654838 \\ standarddeviation = 14.6106883867047657 \\ skewness = -1.17257020926795841 \\ kurtosis = 4.61452524278015375 \\ minimum = 41.0984785331617033 \\ maximum = 111.991488931617994 \\ cumulativeweight = 50. \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

$mindata, maxdata := rhs(ds[5]), rhs(ds[6])$

$$mindata, maxdata := 41.0984785331617, 111.991488931618 \quad (4.2)$$

$H := Histogram(data, bincount = 8) : H;$



$fittednormal := MaximumLikelihoodEstimate(Normal(\mu, \sigma), data)$

$$fittednormal := [\mu = 86.8064271824655, \sigma = 14.4638435704595] \quad (4.3)$$

$\mu, \sigma := rhs(fittednormal[1]), rhs(fittednormal[2])$

$$\mu, \sigma := 86.8064271824655, 14.4638435704595 \quad (4.4)$$

$fittedweibull := MaximumLikelihoodEstimate(Weibull(b, c), data)$

$$fittedweibull := [b = 92.4017893442042, c = 7.797579516] \quad (4.5)$$

$b, c := rhs(fittedweibull[1]), rhs(fittedweibull[2])$

$$b, c := 92.4017893442042, 7.797579516 \quad (4.6)$$

$fittedlognormal := MaximumLikelihoodEstimate(LogNormal(m, s), data, bounds = [s = 0 ..$

∞])

fittedlognormal := [*m* = 4.44658360749747, *s* = 0.195991609156866] **(4.7)**

m, *s* := *rhs*(*fittedlognormal*[1]), *rhs*(*fittedlognormal*[2])

m, *s* := 4.44658360749747, 0.195991609156866 **(4.8)**

ChiSquareSuitableModelTest(*data*, *Normal*(μ, σ), *level* = 0.05, *bins* ='*deduce*', *fittedparameters* = 2, *summarize* = *embed*);

hypothesis = *true*, *criticalvalue* = 11.0704974062099, *distribution* = *ChiSquare*(5), *pvalue* = 0.0900359028873646, *statistic* = 9.520000000 **(4.9)**

Chi-Square Test for Suitable Probability Model

Null Hypothesis:	Sample was drawn from specified probability distribution
Alternative Hypothesis:	Sample was not drawn from specified probability distribution

Bins	Degrees of Freedom	Distribution	Computed Statistic	Computed p-value	Critical Value
8.	5.	*ChiSquare*(5)	9.52000	0.0900359	11.0705

Result:	**Accepted:** This statistical test does not provide enough evidence to conclude that the null hypothesis is false.

ChiSquareSuitableModelTest(*data*, *Weibull*(*b*, *c*), *level* = 0.05, *bins* ='*deduce*', *fittedparameters* = 2, *summarize* = *embed*);

hypothesis = *true*, *criticalvalue* = 11.0704974062099, *distribution* = *ChiSquare*(5), *pvalue* = 0.338611396602609, *statistic* = 5.680000000 **(4.10)**

Chi-Square Test for Suitable Probability Model

Null Hypothesis:	Sample was drawn from specified probability distribution
Alternative Hypothesis:	Sample was not drawn from specified probability distribution

Bins	Degrees of Freedom	Distribution	Computed Statistic	Computed p-value	Critical Value
8.	5.	*ChiSquare*(5)	5.68000	0.338611	11.0705

Result:	**Accepted:** This statistical test does not provide enough evidence to conclude that the null hypothesis is false.

ChiSquareSuitableModelTest(*data*, *LogNormal*(*m*, *s*), *level* = 0.05, *bins* ='*deduce*', *fittedparameters* = 2, *summarize* = *embed*);

hypothesis = *false*, *criticalvalue* = 11.0704974062099, *distribution* = *ChiSquare*(5), *pvalue* = 0.00159107355935806, *statistic* = 19.44000000 **(4.11)**

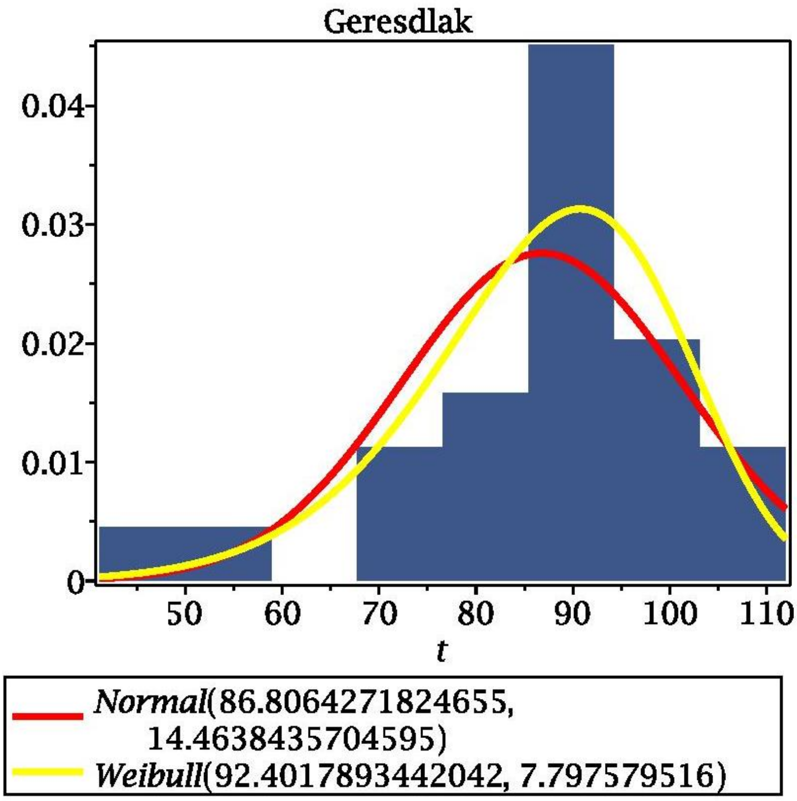
Chi-Square Test for Suitable Probability Model

Null Hypothesis:	Sample was drawn from specified probability distribution
Alternative Hypothesis:	Sample was not drawn from specified probability distribution

Bins	Degrees of Freedom	Distribution	Computed Statistic	Computed p-value	Critical Value
8.	5.	*ChiSquare*(5)	19.4400	0.00159107	11.0705

Result:	**Rejected**: This statistical test provides evidence that the null hypothesis is false.

suruseg0 := *plot*(*PDF*(*Normal*(μ, σ), *t*), *t* = *mindata*..*maxdata*, *thickness* = 3, *color* = *red*, *legend* ='*Normal*(μ, σ)') :
suruseg1 := *plot*(*PDF*(*Weibull*(*b*, *c*), *t*), *t* = *mindata*..*maxdata*, *thickness* = 3, *color* = *yellow*, *legend* ='*Weibull*(*b*, *c*)') :
#*suruseg2*:=*plot*(*PDF*(*LogNormal*(*m*, *s*), *t*), *t* = *mindata*..*maxdata*, *thickness* = 3, *color* = *yellow*, *legend* ='*LogNormal*(*m*, *s*)') :
HD := *plots*[*display*]([*H*, *suruseg0*, *suruseg1*], *title* = "Geresdlak");



X1 := *RandomVariable*(*Normal*(μ, σ))

X1 := *_R7* **(4.12)**

$X2 := RandomVariable(Weibull(b, c))$

$$X2 := \_R8 \qquad (4.13)$$

$\#X3 := RandomVariable(LogNormal(m, s))$
$N := LinearAlgebra[RowDimension](data)$

$$N := 50 \qquad (4.14)$$

$X1sample := Sample(X1, N)$

$$X1sample := \begin{bmatrix} 1\ ..\ 50\ Vector_{row} \\ Data\ Type: float_8 \\ Storage: rectangular \\ Order: Fortran\_order \end{bmatrix} \qquad (4.15)$$

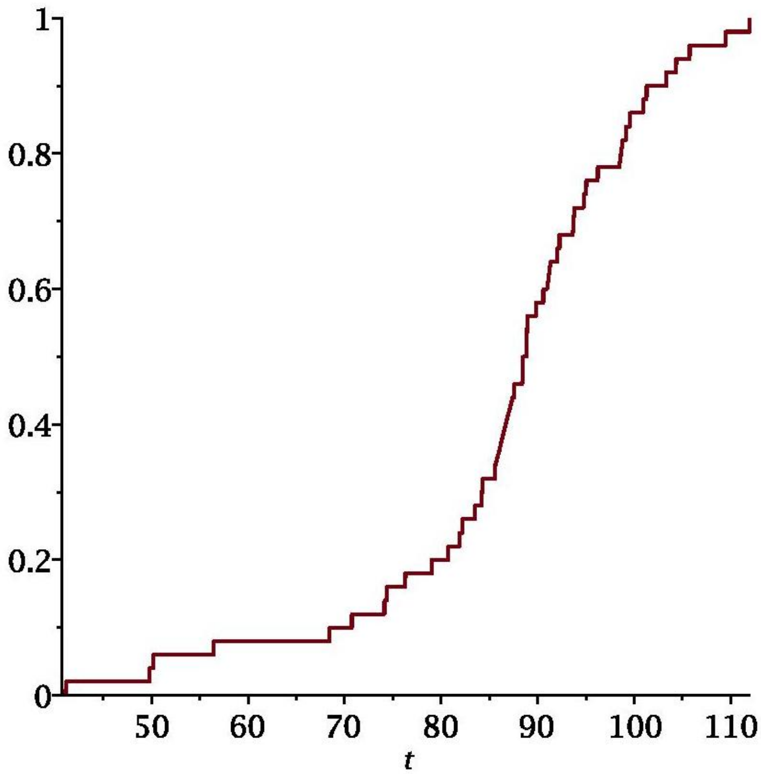
$X2sample := Sample(X2, N)$

$$X2sample := \begin{bmatrix} 1\ ..\ 50\ Vector_{row} \\ Data\ Type: float_8 \\ Storage: rectangular \\ Order: Fortran\_order \end{bmatrix} \qquad (4.16)$$

$\#X3sample := Sample(X3, N)$
$empX := RandomVariable(EmpiricalDistribution(data))$

$$empX := \_R9 \qquad (4.17)$$

$plot(CDF(empX, t), t = mindata..maxdata, discont = true)$



$Percentile(X1, 5), Percentile(X2, 5)$

$$63.01552163, 63.1323853806061 \qquad (4.18)$$

$Percentile(EmpiricalDistribution(data), 5)$

$$50.1912359550562 \qquad (4.19)$$

7. számú melléklet – 3. sz. sorozat statisztikai elemzése

Elemzés

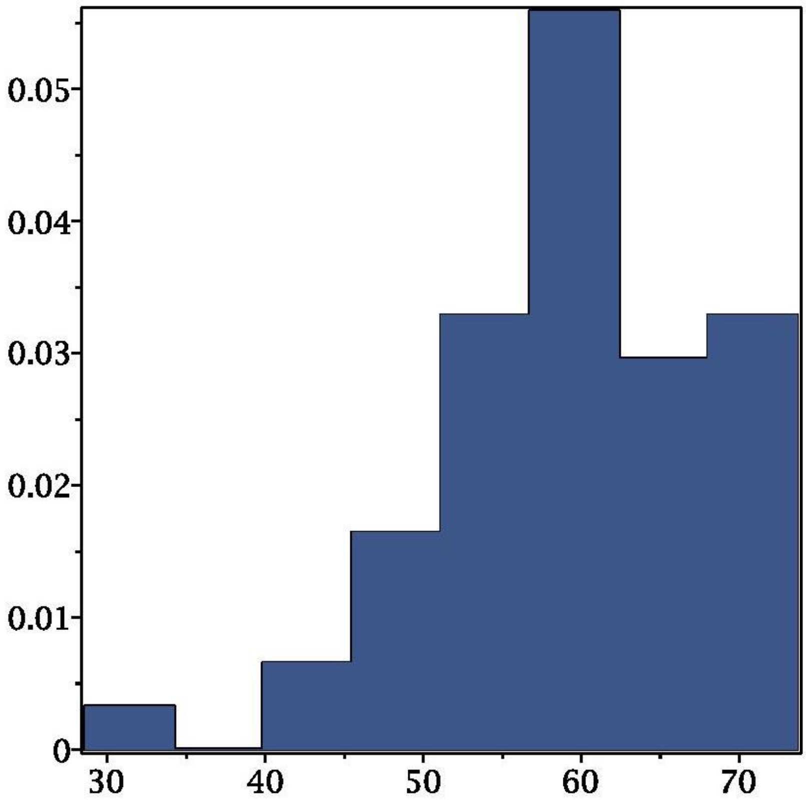
ds := *DataSummary*(*data*)

$$ds := \begin{bmatrix} mean = 59.3548621380938712 \\ standarddeviation = 8.66692749841620902 \\ skewness = -0.761734319979693320 \\ kurtosis = 4.55643365918021903 \\ minimum = 28.6059697665272985 \\ maximum = 73.6536457874346979 \\ cumulativeweight = 54. \end{bmatrix} \quad (1.1)$$

mindata, *maxdata* := *rhs*(*ds*[5]), *rhs*(*ds*[6])

$$mindata, maxdata := 28.6059697665273, 73.6536457874347 \quad (1.2)$$

H := *Histogram*(*data*, *bincount* = 8) : *H*;



fittednormal := *MaximumLikelihoodEstimate*(*Normal*(μ, σ), *data*)

$$fittednormal := [\mu = 59.3548621380939, \sigma = 8.58630316467536] \quad (1.3)$$

μ, σ := *rhs*(*fittednormal*[1]), *rhs*(*fittednormal*[2])

$$\mu, \sigma := 59.3548621380939, 8.58630316467536 \quad (1.4)$$

fittedweibull := *MaximumLikelihoodEstimate*(*Weibull*(*b*, *c*), *data*)

$fittedweibull := [b = \mathrm{Float}(\mathrm{undefined}), c = \mathrm{Float}(\mathrm{undefined})]$ **(1.5)**

$b, c := rhs(fittedweibull[1]), rhs(fittedweibull[2])$

$b, c := \mathrm{Float}(\mathrm{undefined}), \mathrm{Float}(\mathrm{undefined})$ **(1.6)**

$fittedlognormal := MaximumLikelihoodEstimate(LogNormal(m, s), data, bounds = [s = 0 .. \infty])$

$fittedlognormal := [m = 4.07152655672106, s = 0.161653482908072]$ **(1.7)**

$m, s := rhs(fittedlognormal[1]), rhs(fittedlognormal[2])$

$m, s := 4.07152655672106, 0.161653482908072$ **(1.8)**

$ChiSquareSuitableModelTest(data, Normal(\mu, \sigma), level = 0.05, bins = 'deduce', fittedparameters = 2, summarize = embed);$

$hypothesis = true, criticalvalue = 11.0704974062099, distribution = ChiSquare(5), pvalue = 0.197006499776847, statistic = 7.333333332$ **(1.9)**

Chi-Square Test for Suitable Probability Model

Null Hypothesis:	Sample was drawn from specified probability distribution
Alternative Hypothesis:	Sample was not drawn from specified probability distribution

Bins	Degrees of Freedom	Distribution	Computed Statistic	Computed p-value	Critical Value
8.	5.	ChiSquare(5)	7.33333	0.197006	11.0705

Result:	**Accepted:** This statistical test does not provide enough evidence to conclude that the null hypothesis is false.

$\#ChiSquareSuitableModelTest(data, Weibull(b, c), level = 0.05, bins = 'deduce', fittedparameters = 2, summarize = embed);$

$ChiSquareSuitableModelTest(data, LogNormal(m, s), level = 0.05, bins = 'deduce', fittedparameters = 2, summarize = embed);$

$hypothesis = true, criticalvalue = 11.0704974062099, distribution = ChiSquare(5), pvalue = 0.160365494205108, statistic = 7.925925925$ **(1.10)**

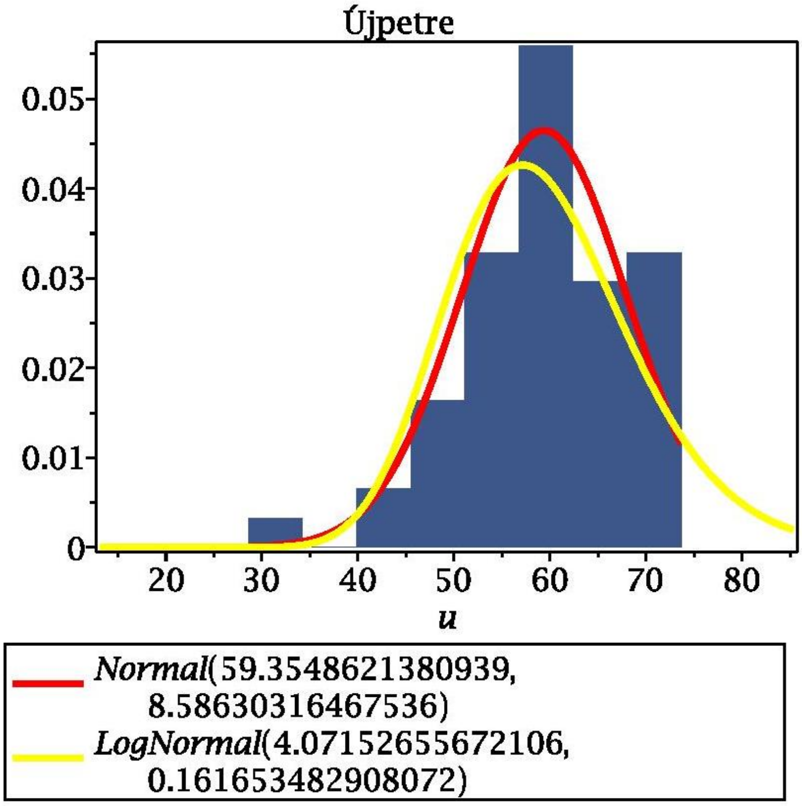
Chi-Square Test for Suitable Probability Model

Null Hypothesis:	Sample was drawn from specified probability distribution
Alternative Hypothesis:	Sample was not drawn from specified probability distribution

Bins	Degrees of Freedom	Distribution	Computed Statistic	Computed p-value	Critical Value
8.	5.	ChiSquare(5)	7.92593	0.160365	11.0705

Result:	**Accepted:** This statistical test does not provide enough evidence to conclude that the null hypothesis is false.

suruseg0 := *plot*(*PDF*(*Normal*(μ, σ), *u*), *u* = *mindata*..*maxdata*, *thickness* = 3, *color* = *red*, *legend* ='*Normal*(μ, σ) ') :
suruseg2 := *plot*(*PDF*(*LogNormal*(*m*, *s*), *u*), *u* = 13.1171796867010997 ..85.3221399317639992, *thickness* = 3, *color* = *yellow*, *legend* ='*LogNormal*(*m*, *s*) ') :
HD := *plots*[*display*]([*H*, *suruseg0*, *suruseg2*], *title* = "Újpetre");



X1, *X3* := *RandomVariable*(*Normal*(μ, σ)), *RandomVariable*(*LogNormal*(*m*, *s*))

X1, *X3* := _R6, _R7 **(1.11)**

N := *LinearAlgebra*[*RowDimension*](*data*)

N := 54 **(1.12)**

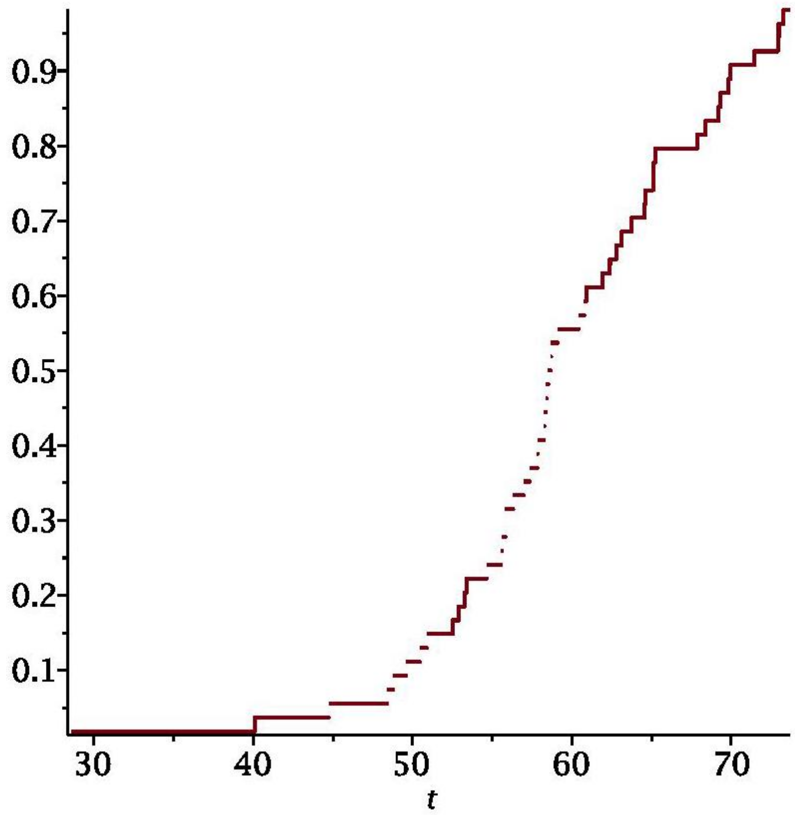
X1sample, *X3sample* := *Sample*(*X1*, *N*), *Sample*(*X3*, *N*)

$$X1sample,\ X3sample := \begin{bmatrix} \text{1 .. 54 } Vector_{row} \\ \text{Data Type: } float_8 \\ \text{Storage: rectangular} \\ \text{Order: Fortran\_order} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{1 .. 54 } Vector_{row} \\ \text{Data Type: } float_8 \\ \text{Storage: rectangular} \\ \text{Order: Fortran\_order} \end{bmatrix} \qquad (1.13)$$

empX := *RandomVariable*(*EmpiricalDistribution*(*data*))

empX := _R8 **(1.14)**

plot(*CDF*(*empX*, *t*), *t* = *mindata*..*maxdata*, *discont* = *true*)



Percentile(*X1*, 5), *Percentile*(*X3*, 5)

45.23165024, 44.95357268 **(1.15)**

Percentile(*EmpiricalDistribution*(*data*), 5)

44.7999308914997 **(1.16)**

8. számú melléklet – 4. sz. sorozat statisztikai elemzése

$$data := \begin{bmatrix} \text{1 .. 54 } Vector_{column} \\ \text{Data Type: anything} \\ \text{Storage: rectangular} \\ \text{Order: Fortran\_order} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

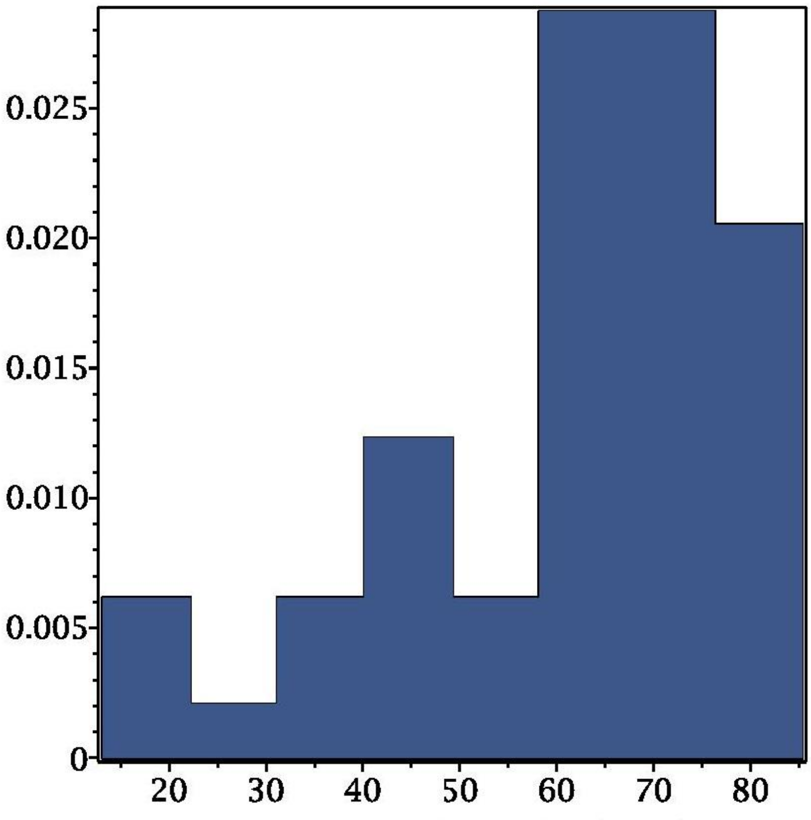
$ds := DataSummary(data)$

$$ds := \begin{bmatrix} mean = 61.6856860595299707 \\ standarddeviation = 16.7564408646570726 \\ skewness = -1.18271111406855334 \\ kurtosis = 3.76790197949893990 \\ minimum = 13.1171796867010997 \\ maximum = 85.3221399317639992 \\ cumulativeweight = 54. \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

$mindata, maxdata := rhs(ds[5]), rhs(ds[6])$

$$mindata, maxdata := 13.1171796867011, 85.3221399317640 \quad (2.3)$$

$H := Histogram(data, bincount = 8) : H;$



$fittednormal := MaximumLikelihoodEstimate(Normal(\mu, \sigma), data)$

$$fittednormal := [\mu = 61.6856860595300, \sigma = 16.6005636081751] \quad (2.4)$$

$\mu, \sigma := rhs(fittednormal[1]), rhs(fittednormal[2])$

$$\mu, \sigma := 61.6856860595300, 16.6005636081751 \quad (2.5)$$

$fittedweibull := MaximumLikelihoodEstimate(Weibull(b, c), data)$

$$fittedweibull := [b = \mathrm{Float(undefined)}, c = \mathrm{Float(undefined)}] \tag{2.6}$$

$b, c := rhs(fittedweibull[1]), rhs(fittedweibull[2])$

$$b, c := \mathrm{Float(undefined)}, \mathrm{Float(undefined)} \tag{2.7}$$

$fittedlognormal := MaximumLikelihoodEstimate(LogNormal(m, s), data, bounds = [s = 0 .. \infty])$

$$fittedlognormal := [m = 4.06626667551201, s = 0.378649527948964] \tag{2.8}$$

$m, s := rhs(fittedlognormal[1]), rhs(fittedlognormal[2])$

$$m, s := 4.06626667551201, 0.378649527948964 \tag{2.9}$$

$ChiSquareSuitableModelTest(data, Normal(\mu, \sigma - 3.5), level = 0.05, bins = 'deduce', fittedparameters = 2, summarize = embed);$

$$hypothesis = true, criticalvalue = 11.0704974062099, distribution = ChiSquare(5), pvalue = 0.0752352290275239, statistic = 9.999999998 \tag{2.10}$$

Chi-Square Test for Suitable Probability Model

Null Hypothesis:	Sample was drawn from specified probability distribution
Alternative Hypothesis:	Sample was not drawn from specified probability distribution

Bins	Degrees of Freedom	Distribution	Computed Statistic	Computed p-value	Critical Value
8.	5.	*ChiSquare*(5)	10.0000	0.0752352	11.0705

Result:	**Accepted:** This statistical test does not provide enough evidence to conclude that the null hypothesis is false.

$\#ChiSquareSuitableModelTest(data, Weibull(b, c), level = 0.05, bins = 'deduce', fittedparameters = 2, summarize = embed);$

$ChiSquareSuitableModelTest(data, LogNormal(m, s), level = 0.05, bins = 'deduce', fittedparameters = 2, summarize = embed);$

$$hypothesis = false, criticalvalue = 11.0704974062099, distribution = ChiSquare(5), pvalue = 1.20585197649348\ 10^{-6}, statistic = 35.48148148 \tag{2.11}$$

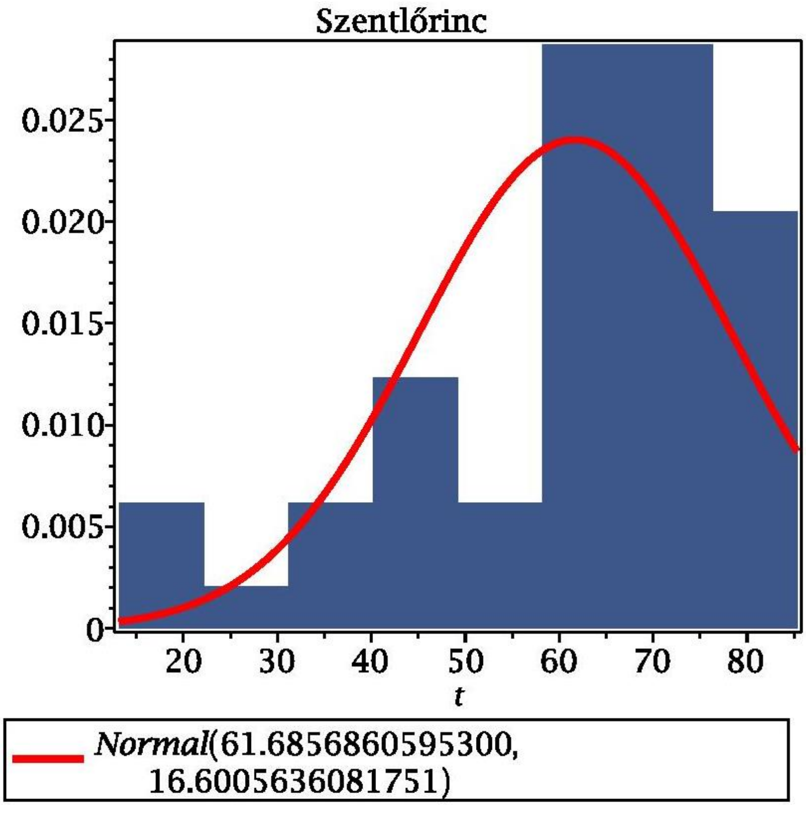
Chi-Square Test for Suitable Probability Model

Null Hypothesis:	Sample was drawn from specified probability distribution
Alternative Hypothesis:	Sample was not drawn from specified probability distribution

Bins	Degrees of Freedom	Distribution	Computed Statistic	Computed p-value	Critical Value
8.	5.	*ChiSquare*(5)	35.4815	$1.20585\ 10^{-6}$	11.0705

Result:	**Rejected**: This statistical test provides evidence that the null hypothesis is false.

suruseg0 := *plot*(*PDF*(*Normal*(μ, σ), *t*), *t* = *mindata*..*maxdata*, *thickness* = 3, *color* = *red*, *legend* ='*Normal*(μ, σ)') :
#*suruseg1* :=*plot*(*PDF*(*Weibull*(*b*, *c*), *t*), *t* = *mindata*..*maxdata*, *thickness* = 3, *color* = *green*, *legend* ='*Weibull*(*b*, *c*)') :
#*suruseg2* :=*plot*(*PDF*(*LogNormal*(*m*, *s*), *t*), *t* = *mindata*..*maxdata*, *thickness* = 3, *color* = *yellow*, *legend* ='*LogNormal*(*m*, *s*)') :
HD := *plots*[*display*]([*H*, *suruseg0*], *title* = "Szentlőrinc");



X1 := *RandomVariable*(*Normal*(μ, σ))

X1 := _*R5* **(2.12)**

N := *LinearAlgebra*[*RowDimension*](*data*)

$$N := 54 \tag{2.13}$$

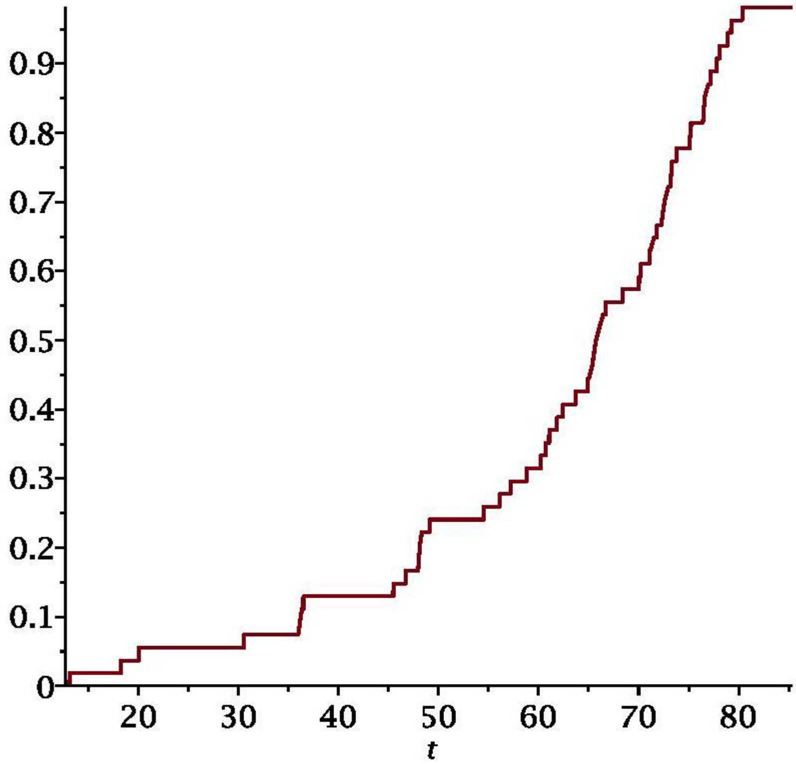
X1sample := *Sample*(*X1*, *N*)

$$X1sample := \begin{bmatrix} \text{1 .. 54 } Vector_{row} \\ \text{Data Type: } float_8 \\ \text{Storage: rectangular} \\ \text{Order: Fortran\_order} \end{bmatrix} \tag{2.14}$$

empX := *RandomVariable*(*EmpiricalDistribution*(*data*))

$$empX := \_R6 \tag{2.15}$$

plot(*CDF*(*empX*, *t*), *t* = *mindata*..*maxdata*, *discont* = *true*)



Percentile(*X1*, 5)

$$34.38018880 \tag{2.16}$$

Percentile(*EmpiricalDistribution*(*data*), 5)

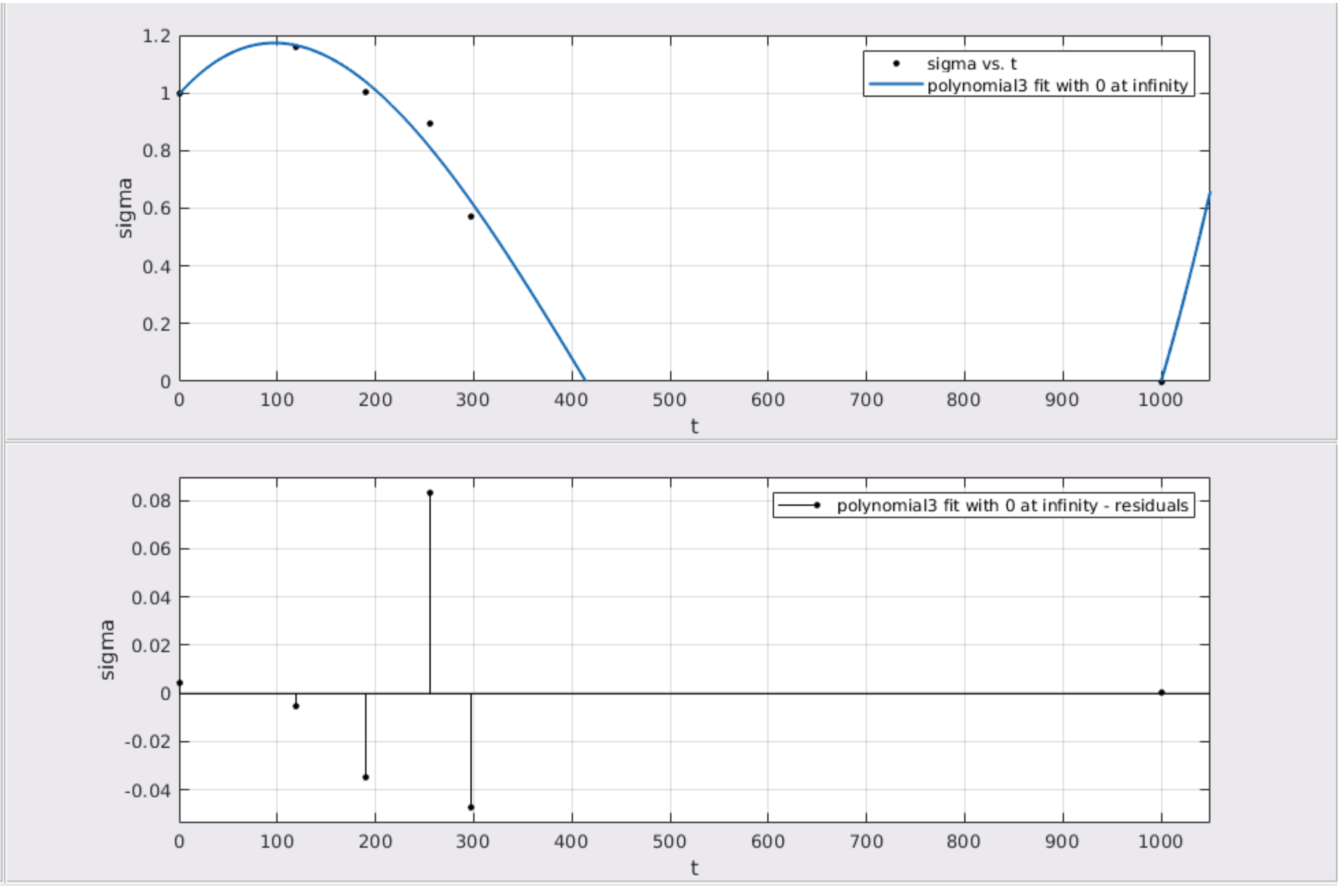
$$20.0428933730290 \tag{2.17}$$

9. számú melléklet –1. sz. függvény illesztés

Results

Linear model Poly3:
f(x) = p1*x^3 + p2*x^2 + p3*x + p4
Coefficients (with 95% confidence bounds):
p1 = 1.746e-08 (-3.401e-10, 3.525e-08)
p2 = -2.228e-05 (-4.506e-05, 4.992e-07)
p3 = 0.003829 (-0.001538, 0.009196)
p4 = 0.9959 (0.6887, 1.303)

Goodness of fit:
SSE: 0.01039
R-square: 0.9885
Adjusted R-square: 0.9714
RMSE: 0.07208

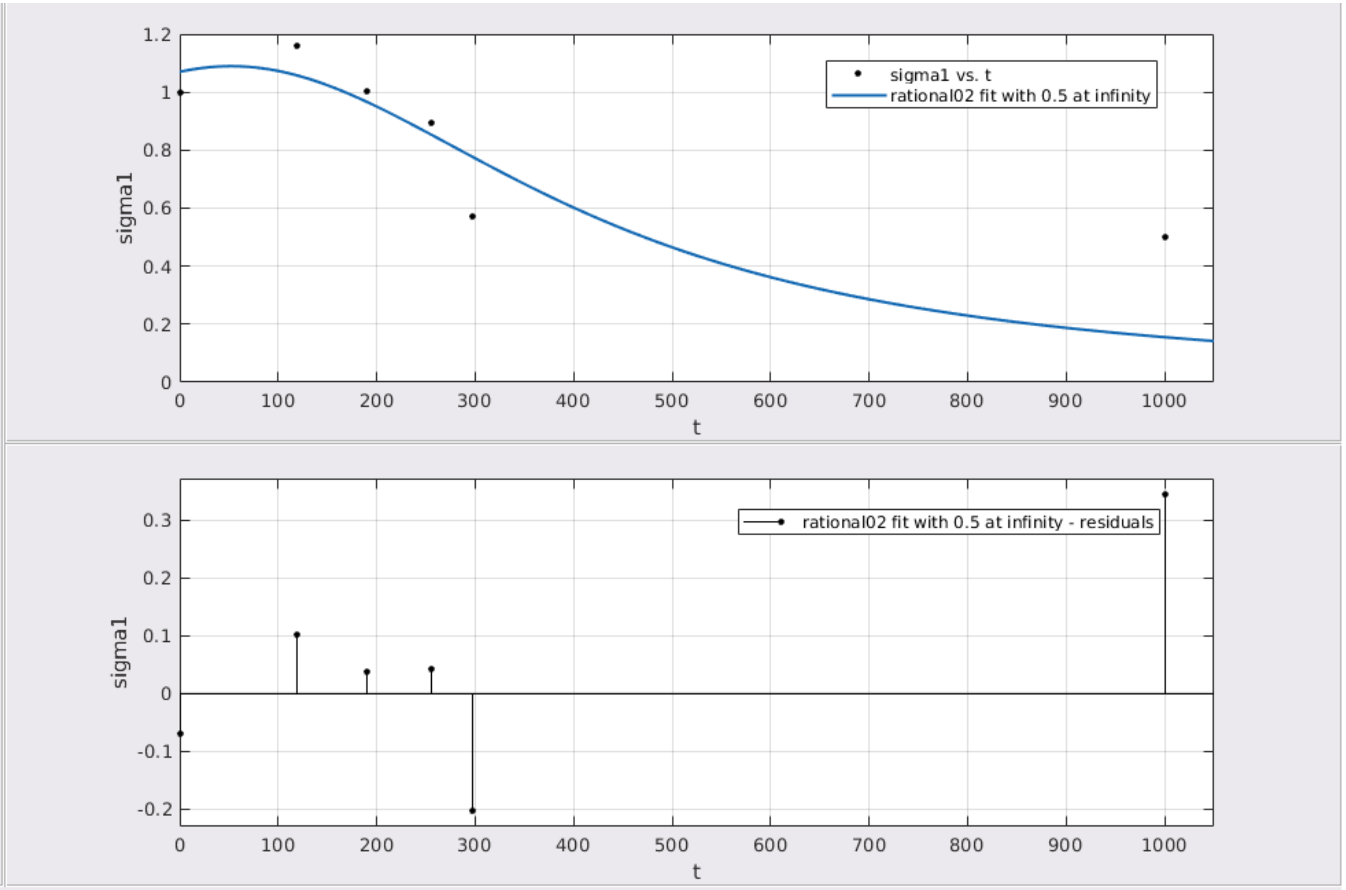


10. számú melléklet –2. sz. függvény illesztés

Results

General model Rat02:
    f(x) = (p1) / (x^2 + q1*x + q2)
Coefficients (with 95% confidence bounds):
      p1 =   1.627e+05 (-6.273e+05, 9.528e+05)
      q1 =   -104.3 (-1111, 902.7)
      q2 =   1.521e+05 (-5.541e+05, 8.582e+05)

Goodness of fit:
  SSE: 0.1784
  R-square: 0.4807
  Adjusted R-square: 0.1345
  RMSE: 0.2438

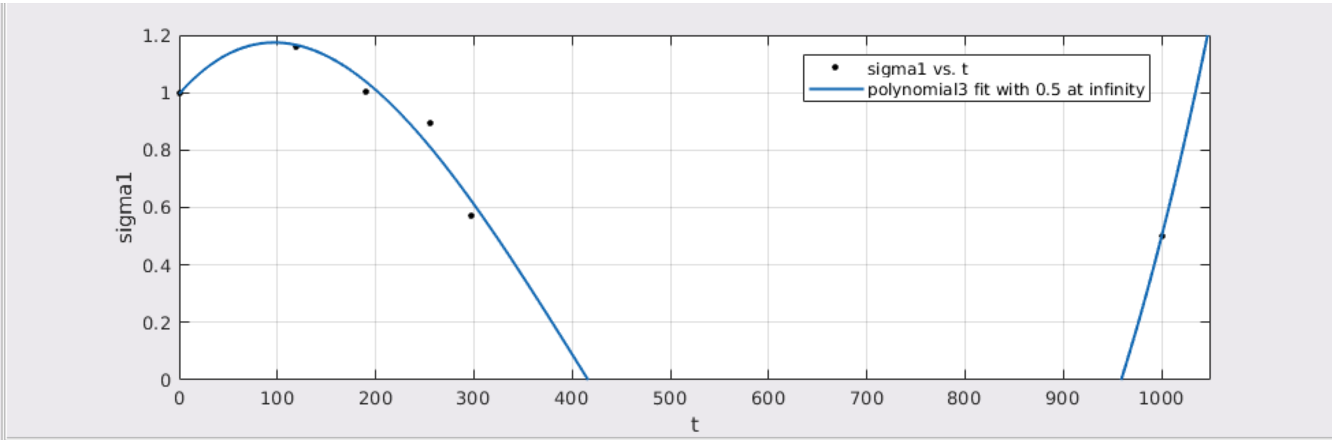


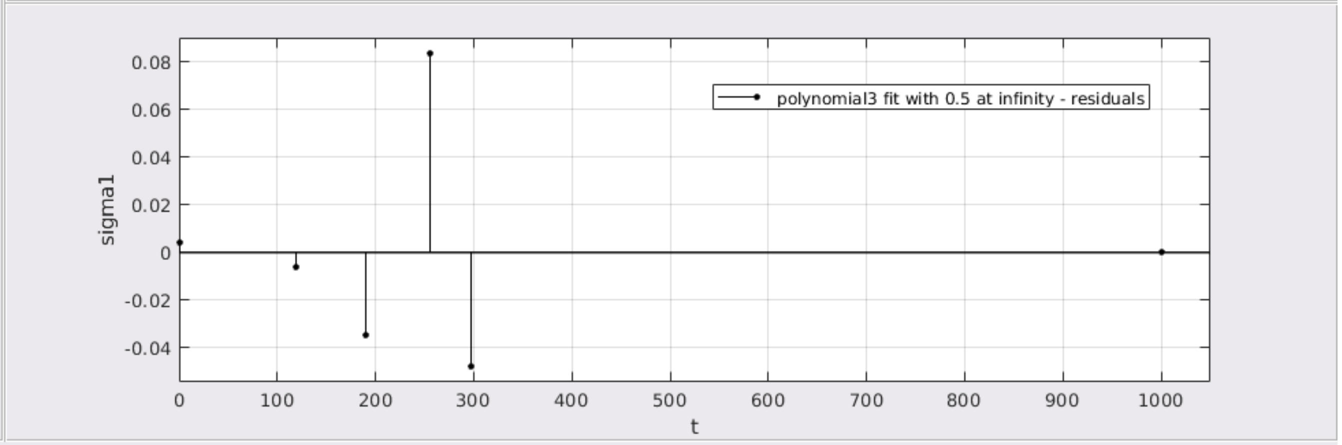
11. számú melléklet –3. sz. függvény illesztés

Results

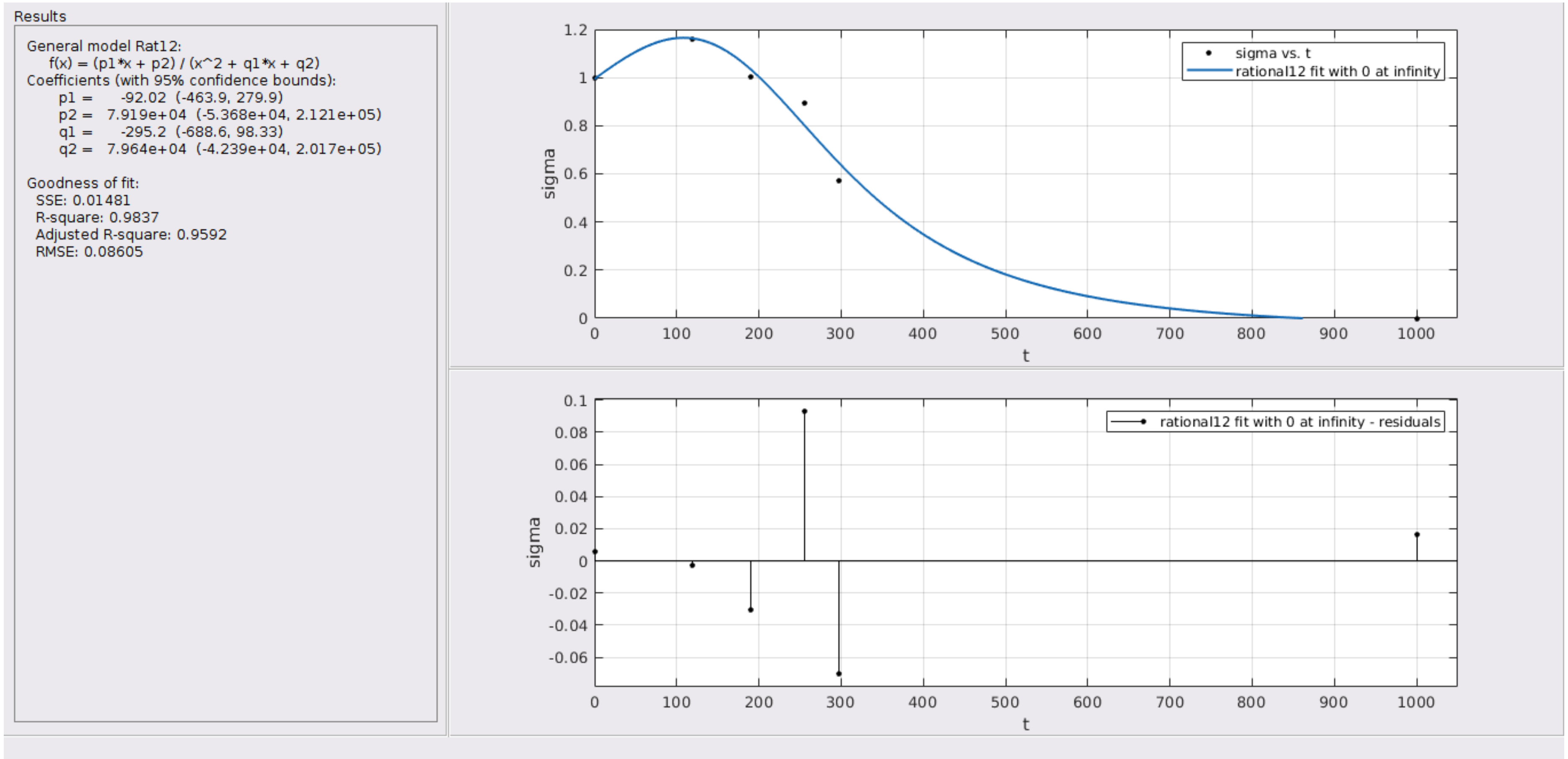
Linear model Poly3:
f(x) = p1*x^3 + p2*x^2 + p3*x + p4
Coefficients (with 95% confidence bounds):
p1 = 1.829e-08 (3.903e-10, 3.619e-08)
p2 = -2.265e-05 (-4.556e-05, 2.586e-07)
p3 = 0.003868 (-0.00153, 0.009266)
p4 = 0.9957 (0.6868, 1.305)

Goodness of fit:
SSE: 0.01051
R-square: 0.9694
Adjusted R-square: 0.9235
RMSE: 0.0725





12. számú melléklet – 4. sz. függvény illesztés



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, BERECZKY 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	Orvostechnológiai 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 útügyi 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. CSŰRÖK 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