

Kvantitatív módszerek – szimuláció – példák - A

Kovács Zoltán
Szervezési és Vezetési Tanszék

E-mail: kovacs@gtk.uni-pannon.hu
URL: <http://almos.vein.hu/~kovacs>

Szimulációs példák

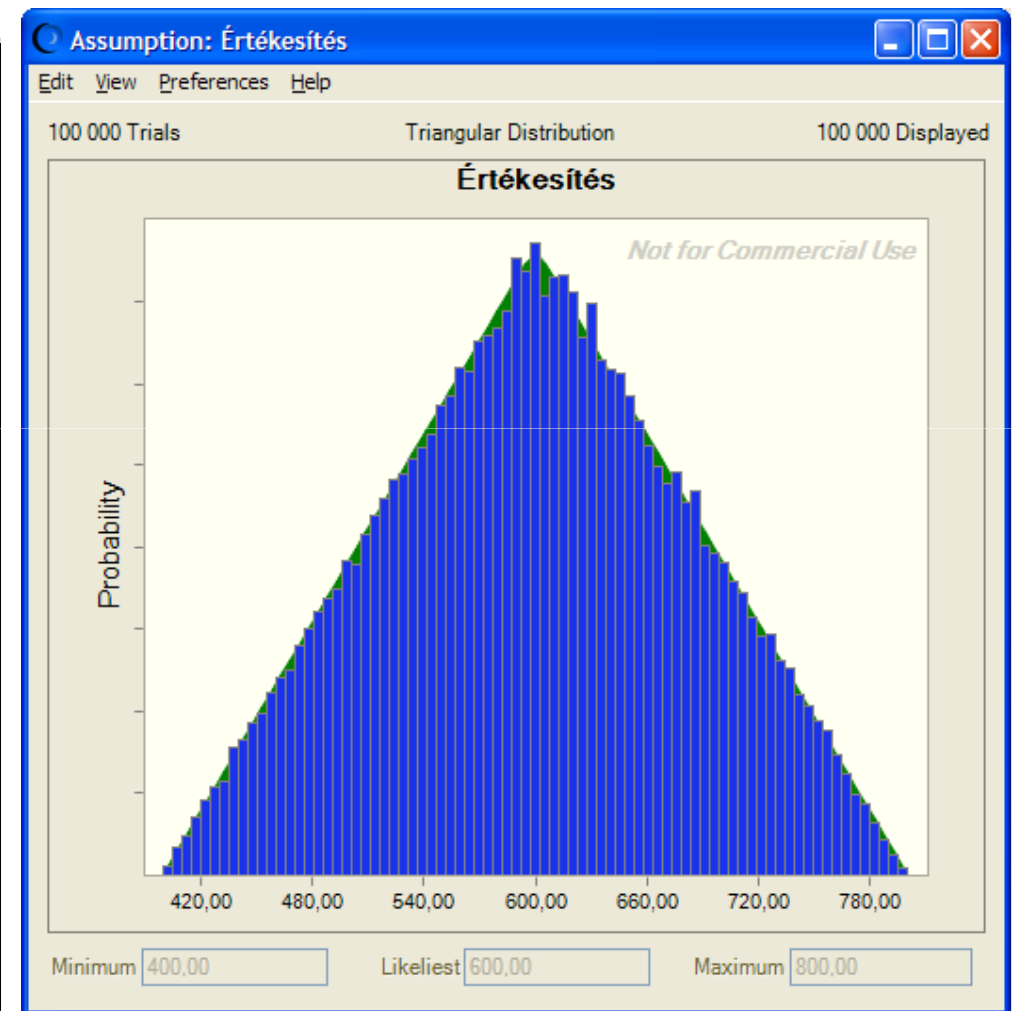
- Értékesítés
- Projekt
- Beszerzési döntés
- Megbízhatóság

Gyakori alkalmazási területek

- Projektek
- Befektetések
- Termelés
- Készletek
- Műszaki területek, pl. megbízhatóság, áramkörök működése, tűrésekkel kapcsolatos érzékenységvizsgálat
- Általában: kockázatelemzés

Értékesítés várható eredménye

Értékesítés	1000 db	
Egységár	50 €/db	
Árbevétel	50000 €	
Változó egységköltség	30 €/db	
Összes változó költség	30000 €	
Összes fix költség	10000 €	
Összes költség	40000 €	
Eredmény	10000 €	



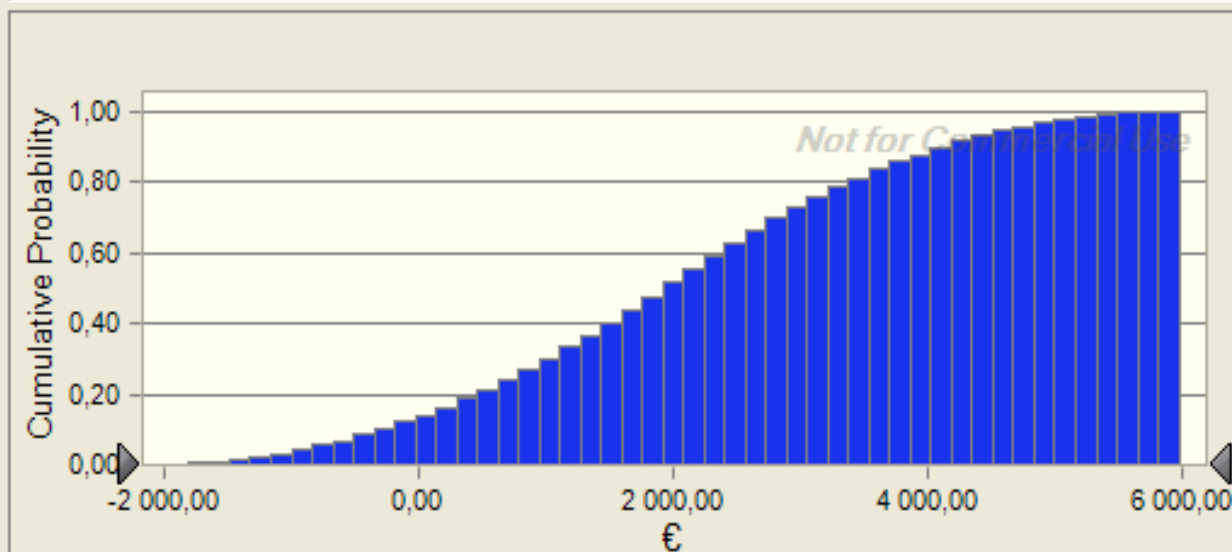
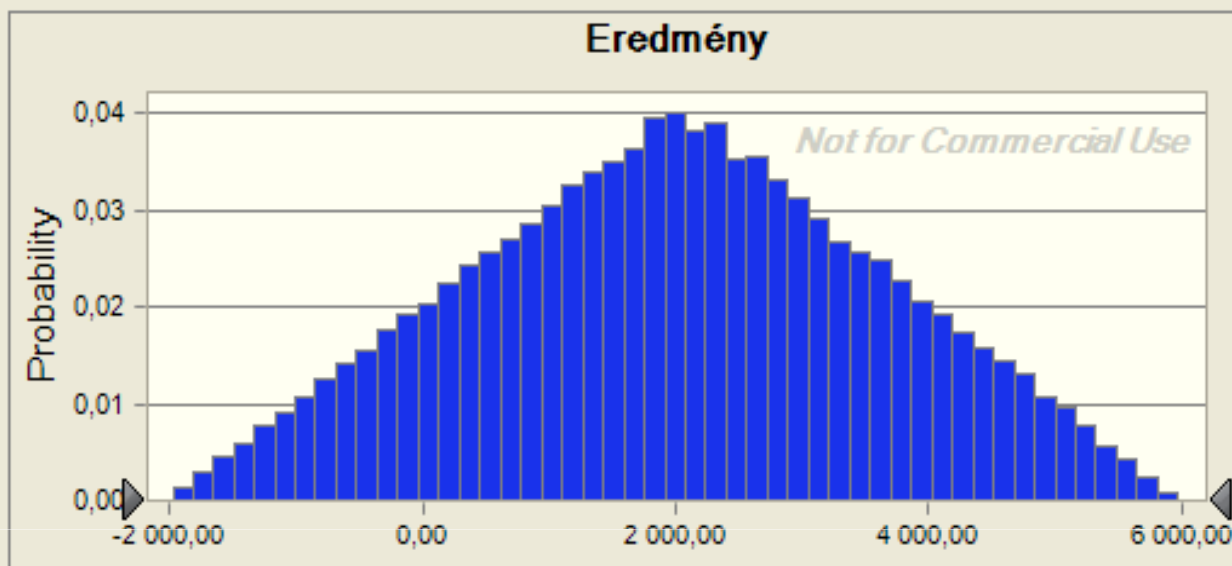
Forecast: Eredmény

Edit View Forecast Preferences Help

100 000 Trials

Split View

100 000 Displayed



Statistic	Forecast values
Trials	100 000
Mean	2 005,32
Median	2 011,84
Mode	---
Standard Deviation	1 632,26
Variance	2 664 281,97
Skewness	-0,0136
Kurtosis	2,40
Coeff. of Variability	0,8140
Minimum	-1 979,18
Maximum	5 978,95
Mean Std. Error	5 16

Percentile	Forecast values
0%	-1 979,18
10%	-211,48
20%	532,98
30%	1 108,76
40%	1 590,36
50%	2 011,83
60%	2 433,68
70%	2 903,86
80%	3 478,64
90%	4 211,93
100%	5 978,95

negatív végtelen

Certainty: 100.000 %

végtelen

Define Assumption: Cell D11

Edit View Parameters Preferences Help

Name: Földmunka

Triangular Dis

Minimum 4,00 Likeliest 5,50

OK Cancel Enter Gall

Define Assumption: Cell D19

Edit View Parameters Preferences Help

Name:

Custom Distribution

Relative Probability

Not for Commercial Use

Value	Probability
1.00	2.0
2.00	5.0
3.00	4.0
4.00	3.0
5.00	2.0

Load Data...

Linked to:
=C23:D27

OK Cancel Enter Gallery Correlate... Help

	1	2
	2	5
	3	4
	4	3
Kvantitatív módszerek – szimuláció	5	2

Forecast: Összes idő

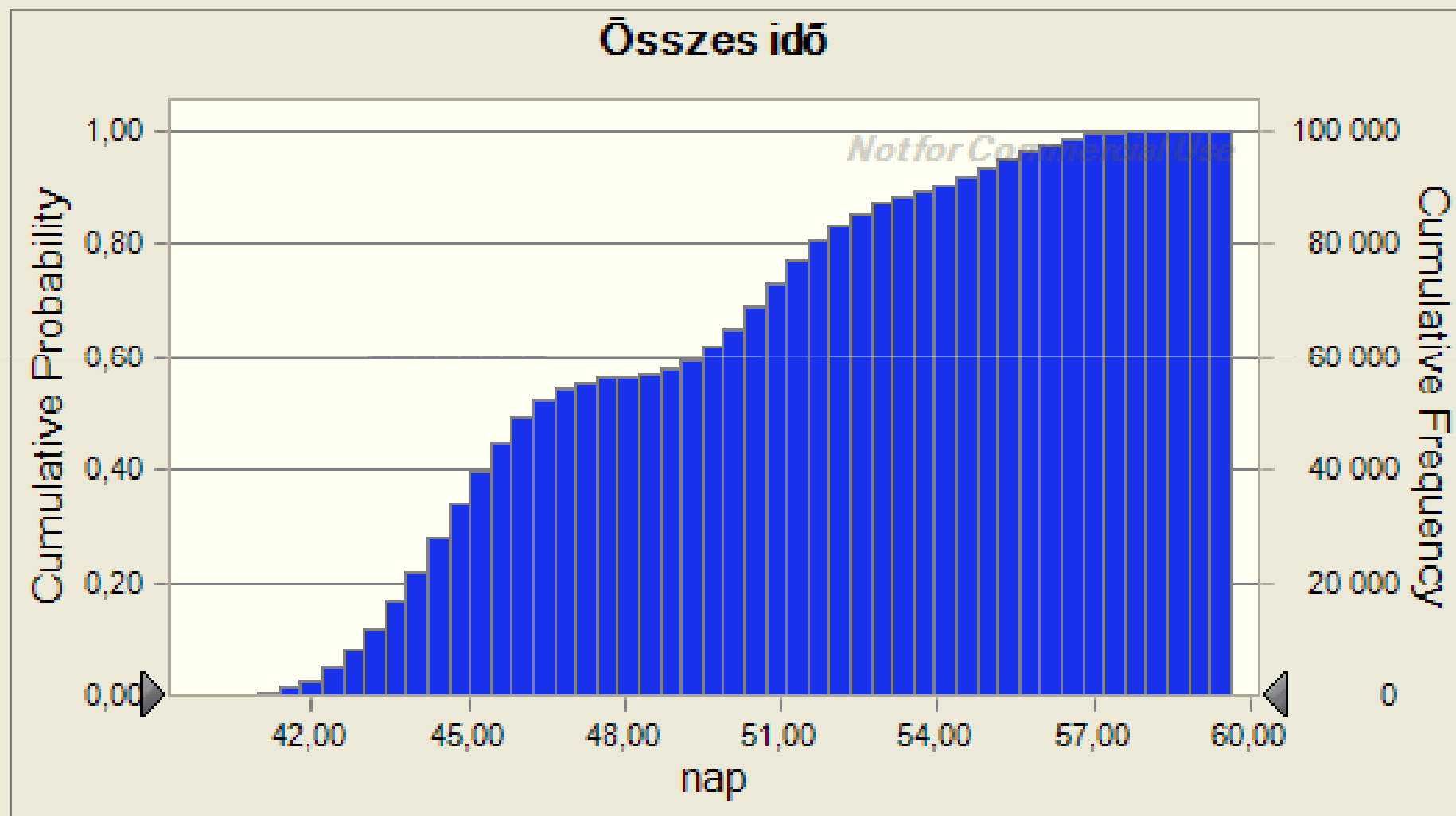


Edit View Forecast Preferences Help

100 000 Trials

Cumulative Frequency View

100 000 Displayed



negatív végtelen

Certainty: 100,000 %

végtelen

Forecast: Összes idő

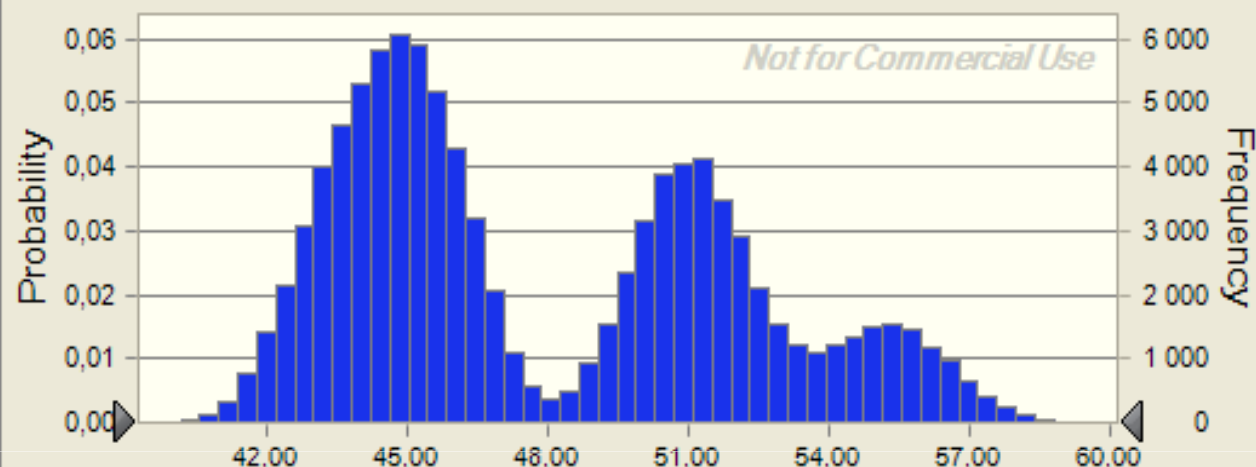
Edit View Forecast Preferences Help

100 000 Trials

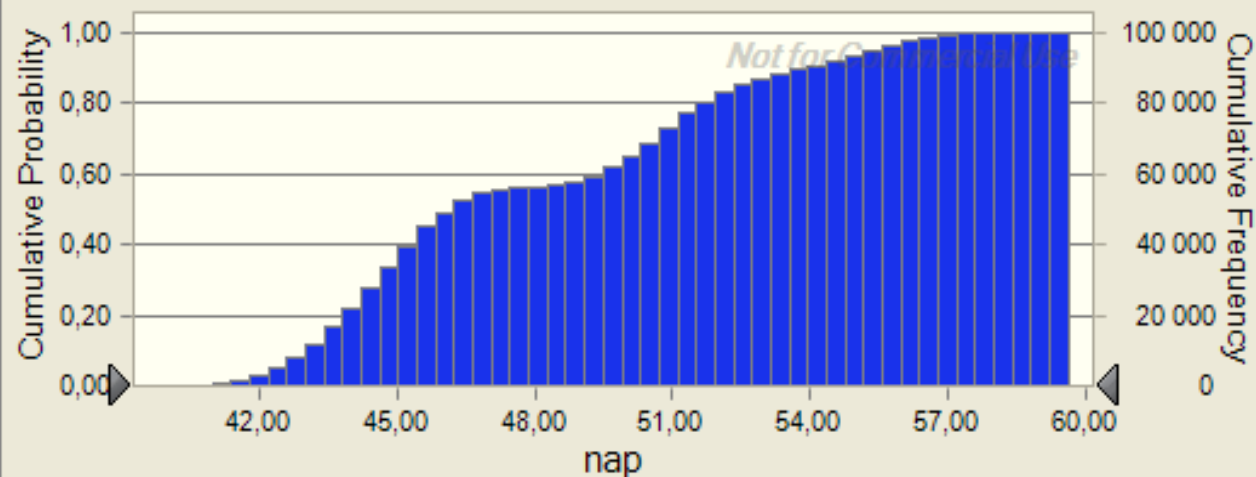
Split View

100 000 Displayed

Összes idő



Statistic	Forecast values
Trials	100 000
Mean	47,93
Median	46,33
Mode	---
Standard Deviation	4,20
Variance	17,61
Skewness	0,4627
Kurtosis	2,02
Coeff. of Variability	0,0876
Minimum	39,76
Maximum	59,61
Mean Std. Error	0,01



Percentile	Forecast values
0%	39,76
10%	43,22
20%	44,08
30%	44,77
40%	45,46
50%	46,33
60%	49,59
70%	50,83
80%	51,86
90%	54,16
100%	59,61

negatív végtelen

Certainty: 100,000 %

végtelen

Sensitivity: Összes idő

Edit View Sensitivity Preferences Help

100 000 Trials

Contribution to Variance View

Sensitivity: Összes idő

-90,0% -60,0% -30,0%

Időjárás index -89,2%

Földmunka

Gépészet

Tető

Falazás, aljzat, földem

Burkolás, festés

Alapozás

Not for Commercial

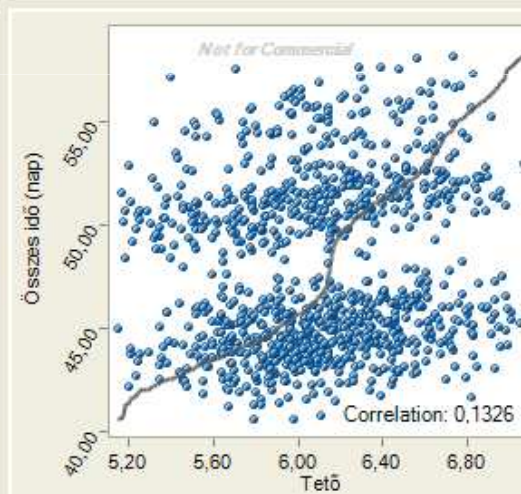
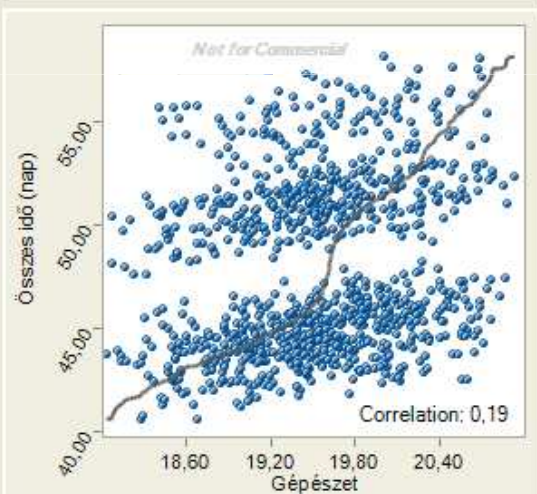
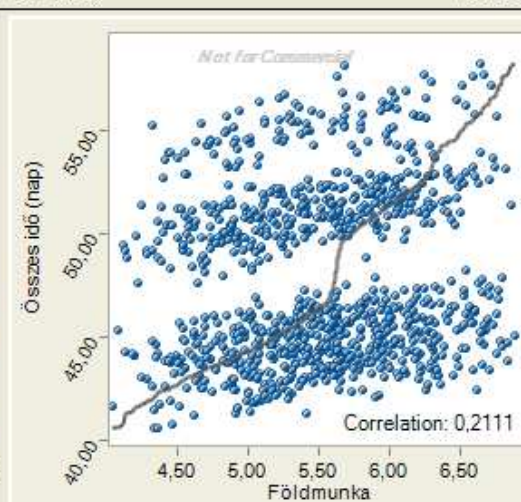
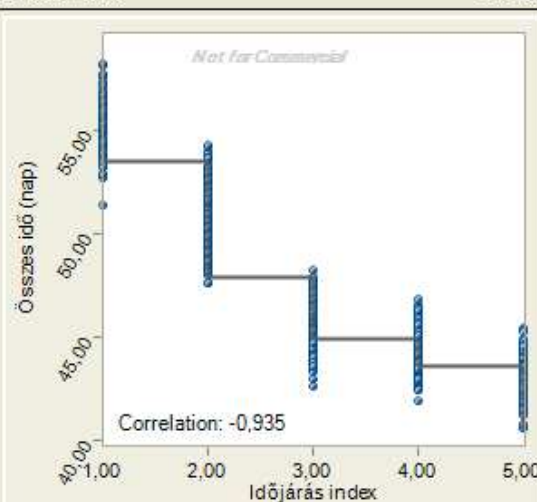
Scatter: Összes idő

Edit View Scatter Preferences Help

100 000 Trials

Scatter View (1xN)

1 000 Displayed



Beszerzési döntéselemzés

Két alternatíva:

- Előfizetési: havidíj + alacsonyabb percdíj+lebeszélhetőség
 - Kártyás: nincs havidíj + magasabb percdíj
-
- Két általános modell az összehasonlításra

Havi beszélgetés	perc	70	
		Előfizetéses	Kártyás
Alapdíj	Ft	1750	0
Percdíj	Ft/perc	20	30
Lebeszélhető	Ft	1750	0
Össz. percdíj:	Ft	1400	2100
Össz. díj:	Ft	3150	2100
Lebeszélhető:	Ft	1400	0
Fizetendő:	Ft	1750	2100
Tényleges percdíj	Ft/perc	25	30
Megtakarítás előfizetéssel	Ft	-350	

Analitikus megoldás az átlagra

- A probléma determinisztikus esetben két fedezeti diagram összehasonlítására hasonló modellre vezethető vissza. Az két lehetőség közötti egyenértékű pont:

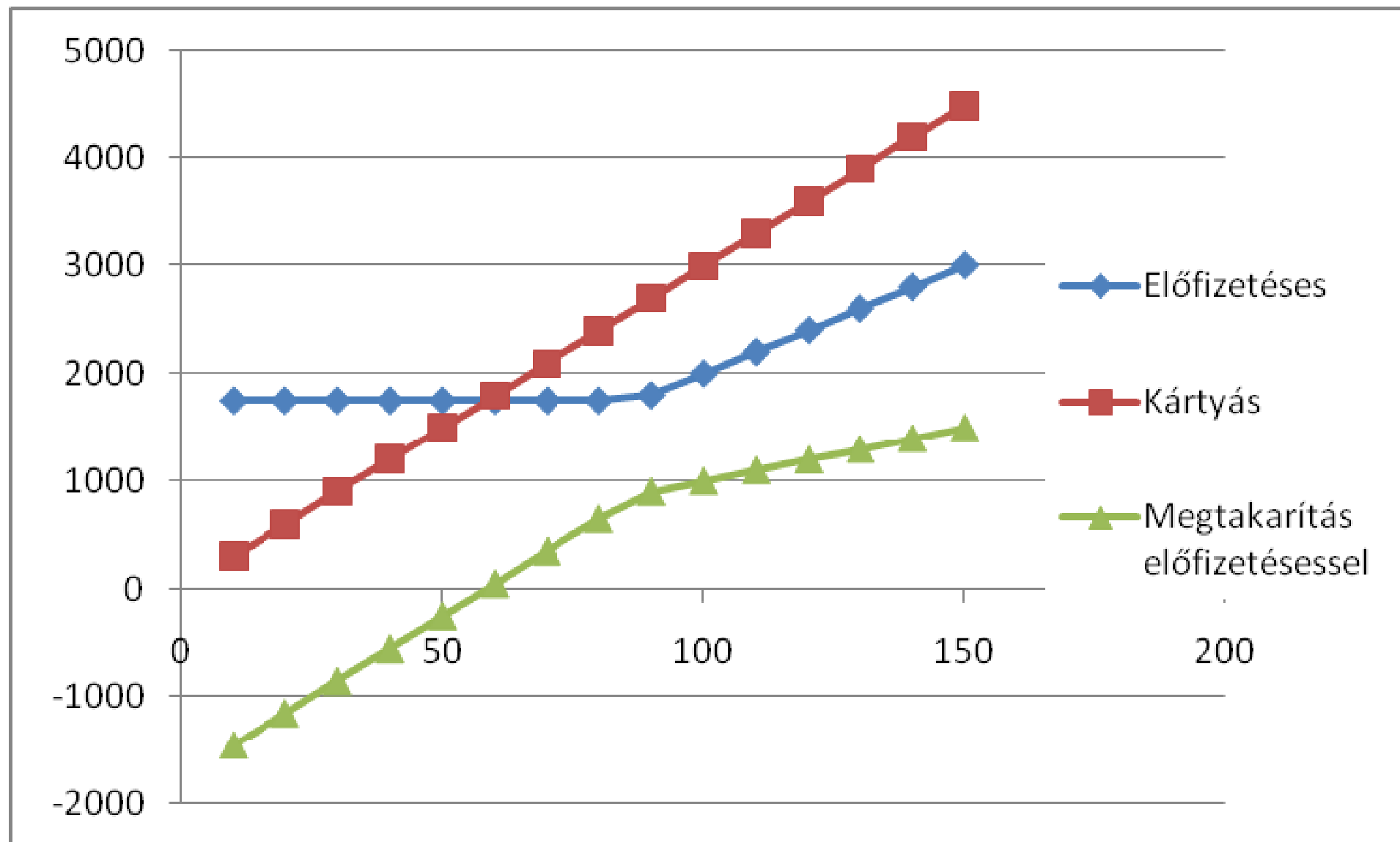
$$(20x+1750) - \min\{20x; 1750\} = 30x$$

A megoldás: $x = 58,33$ óra.

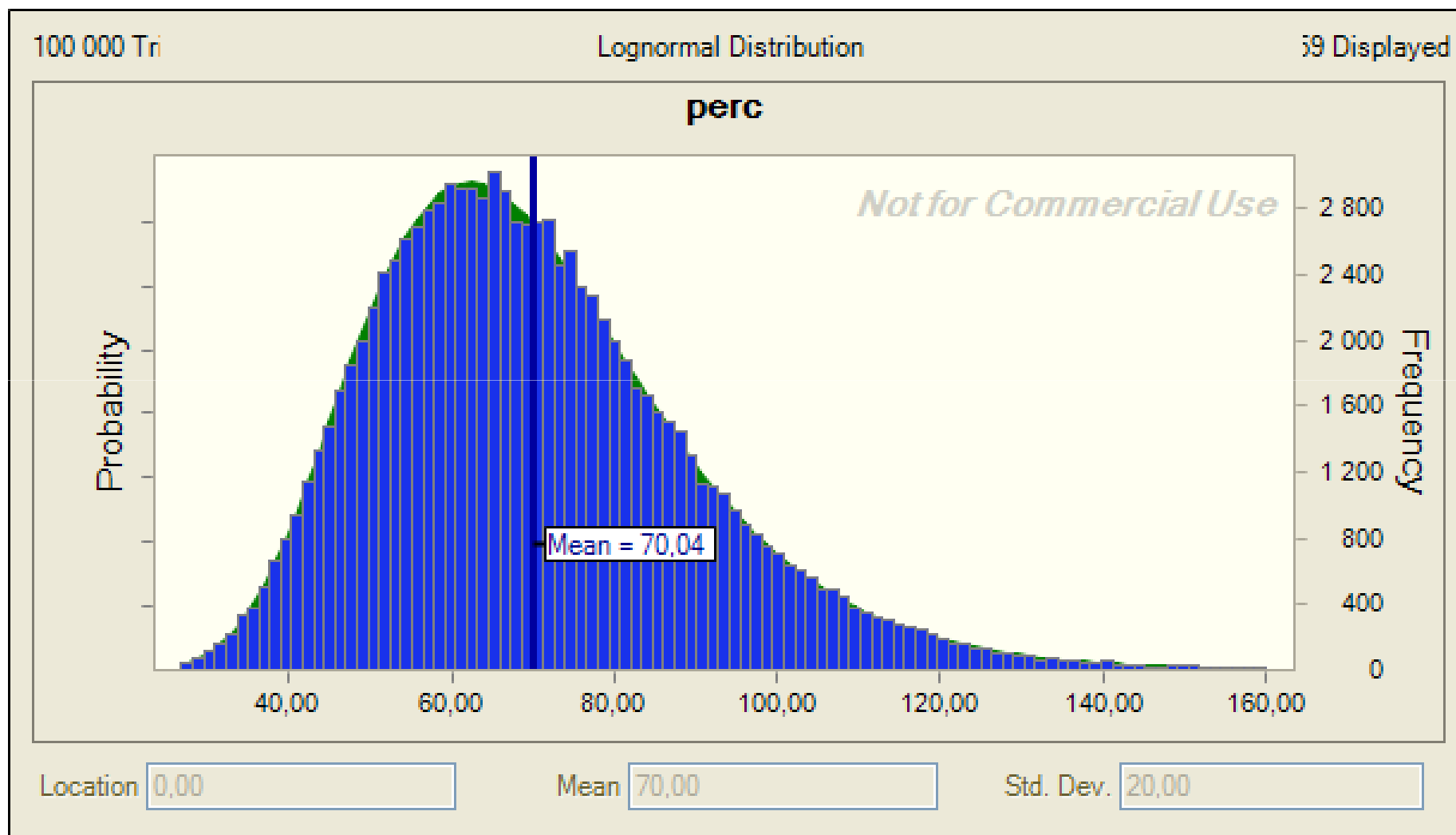
Ft	58,333
3150	1750
2100	1750
0	2E-05

- Az előfizetési változat költségei akkor kezdenek el nőni, ha 'elfogy' az előfizetési díj lebeszélhetősége: $x = 1750/20 = 87,5$ óra.

A modell kimenetei a havi beszélgetés függvényében



Telefonálási szokások



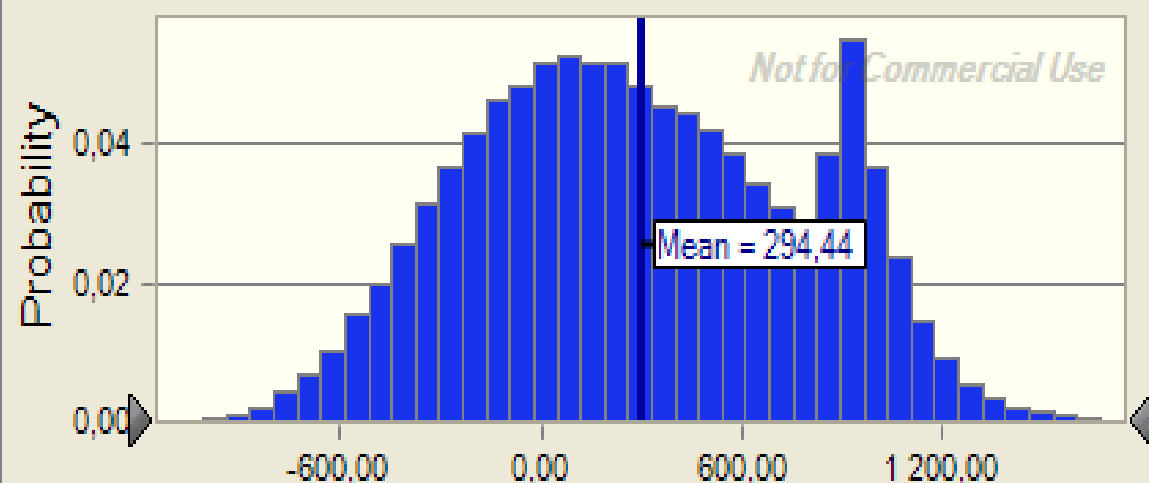
	Fizetendő előfiz.	Fizetendő kárty.	Megtak. Előf.
Trials	1 000 000	1 000 000	1 000 000
Mean	1 802,71	2 099,99	297,28
Median	1 750,00	2 019,20	269,20
Mode	1 750,00	---	---
Standard Dev.	165,48	599,95	491,40
Variance	27 384,45	359 934,52	241 478,52
Skewness	4,54	0,8792	0,0688
Kurtosis	29,86	4,40	2,23
Coeff. of Vari.	0,0918	0,2857	1,65
Minimum	1 750,00	534,88	-1 215,12
Maximum	4 888,82	7 333,23	2 444,41
Mean Std. Err.	0,17	0,60	0,49
10%	1 750,00	1 410,16	-339,84
90%	1 927,52	2 891,28	963,76

100 000 Trials

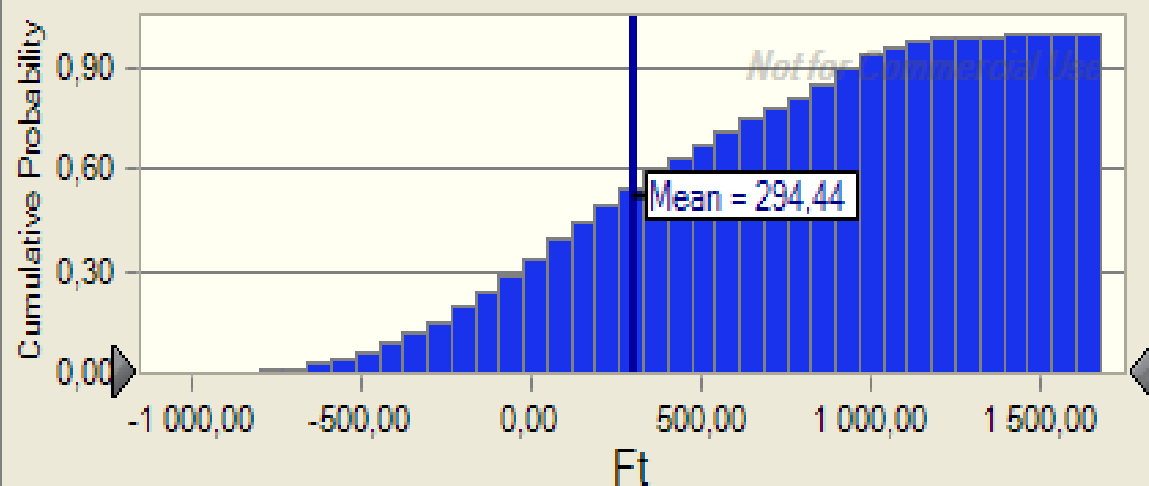
Split View

99 941 Displayed

Megtakarítás előfizetéssel



Statistic	Forecast values
Trials	100 000
Mean	294,44
Median	263,94
Mode	---
Standard Deviation	491,72
Variance	241 788,60
Skewness	0,0731
Kurtosis	2,24
Coeff. of Variability	1,67
Minimum	1 124,00



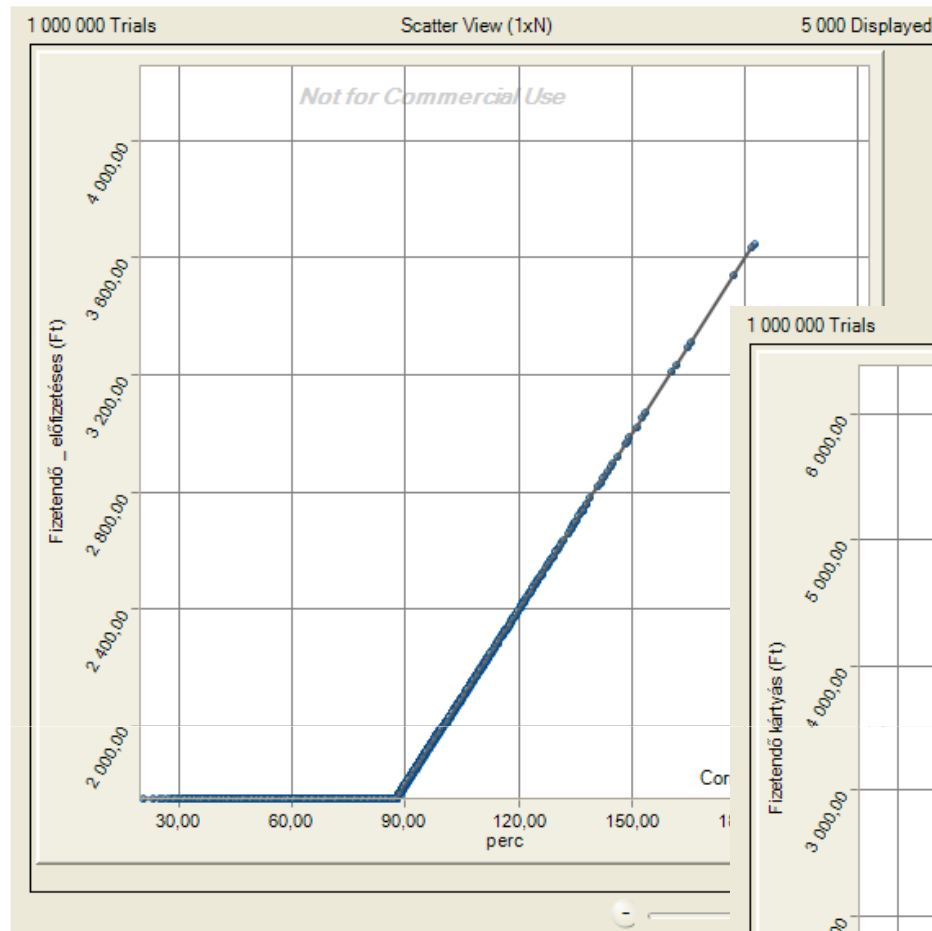
Percentile	Forecast values
0%	-1 134,36
10%	-343,23
20%	-156,44
30%	-8,91
40%	126,54
50%	263,93
60%	416,14
70%	585,14
80%	801,57
90%	961,72

negatív végtelen

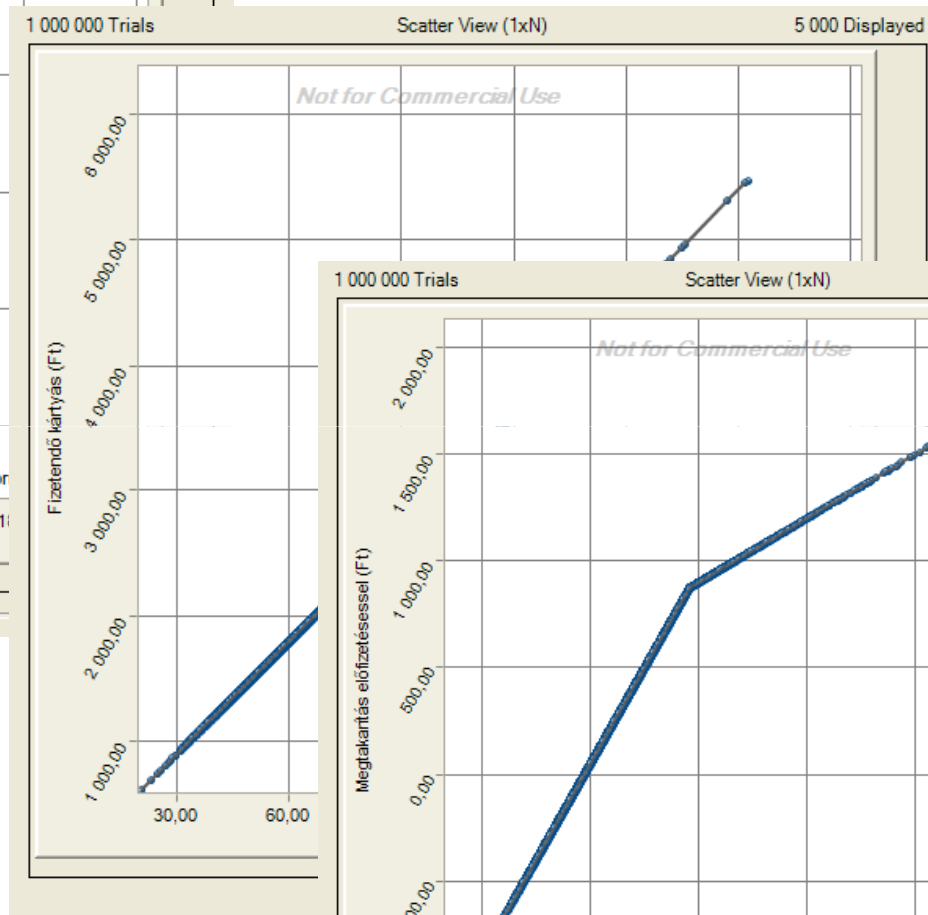
Certainty: 100,000 %

végtelen

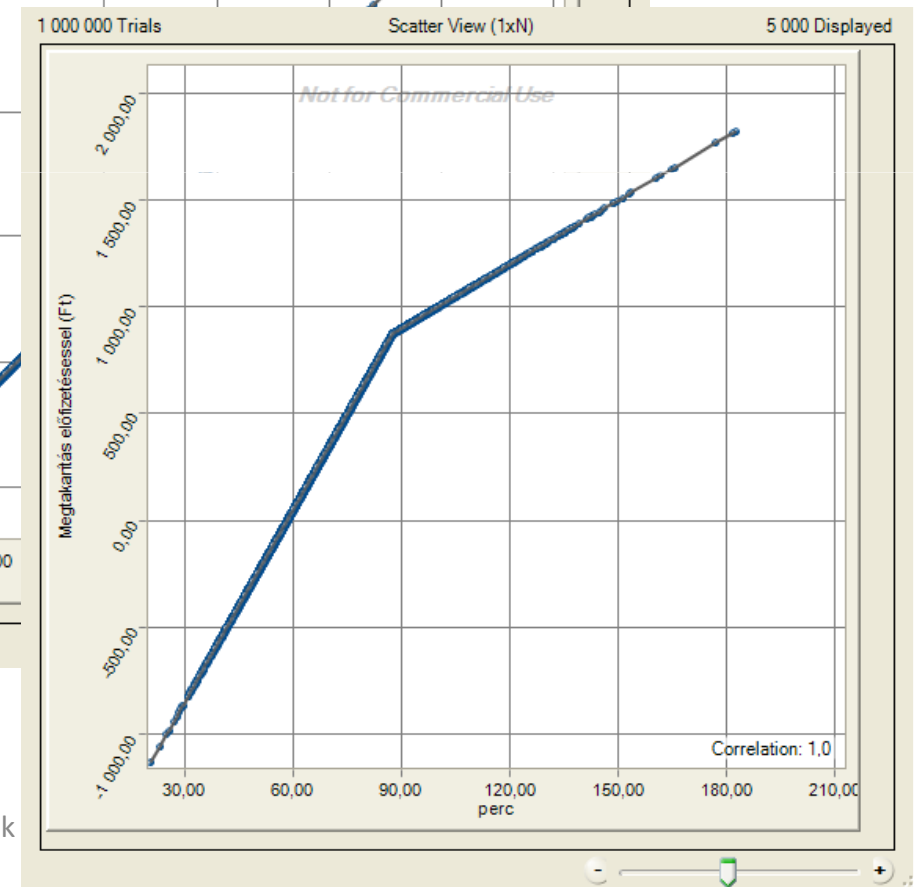
A szórás- diagramok



20:00



Kvantitatív módszerek

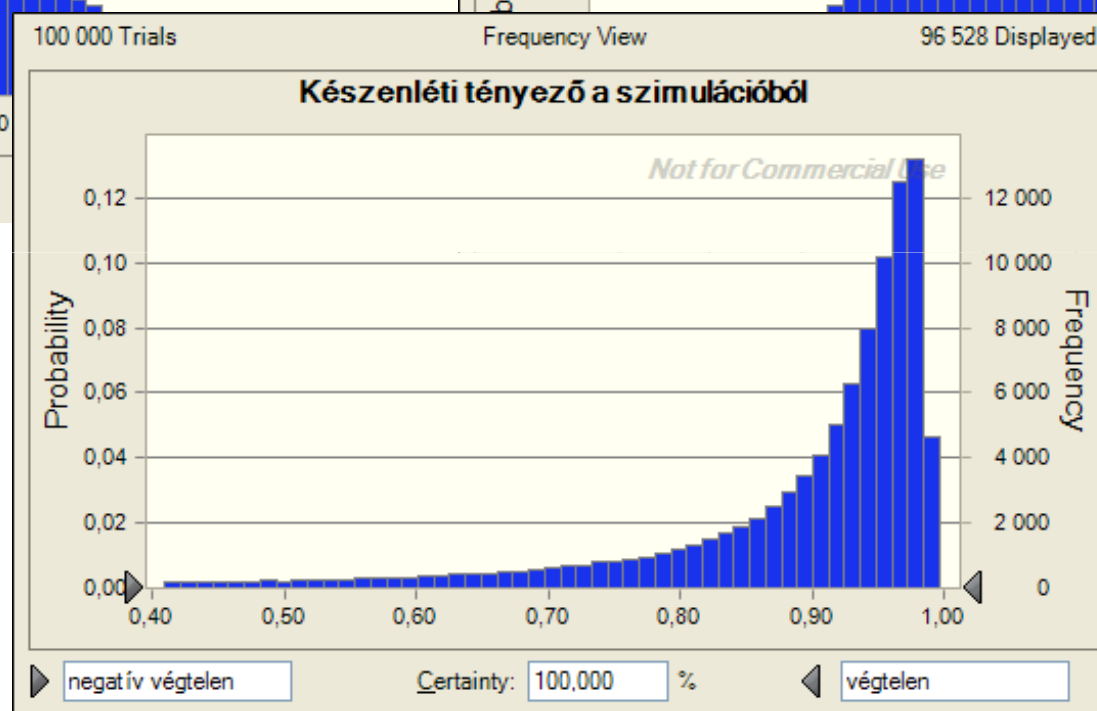
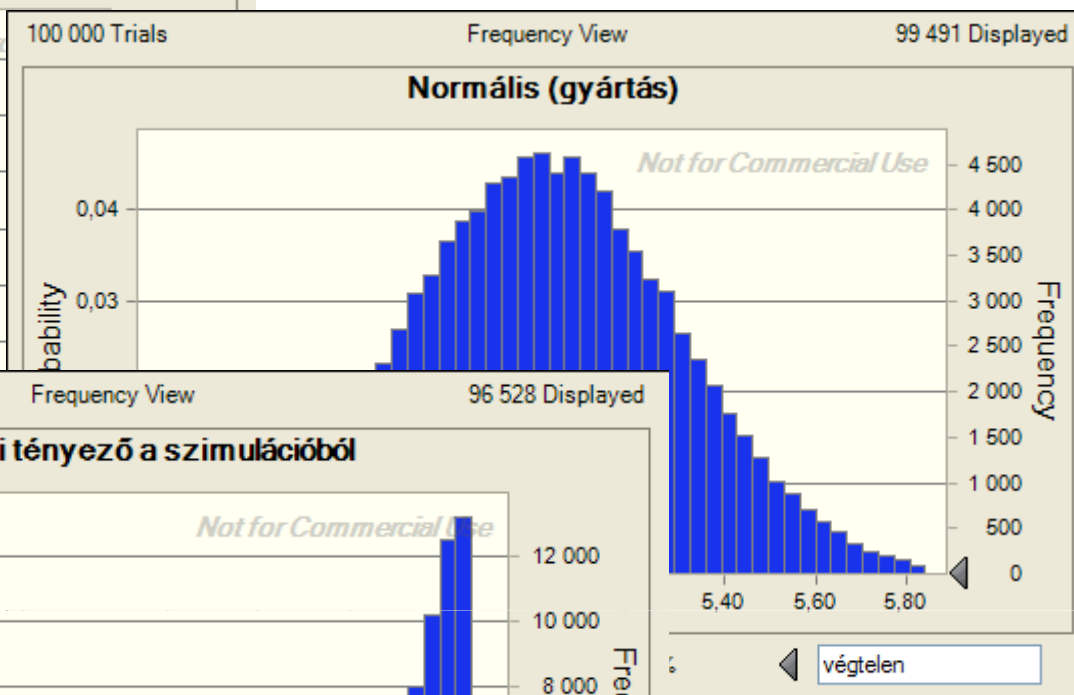
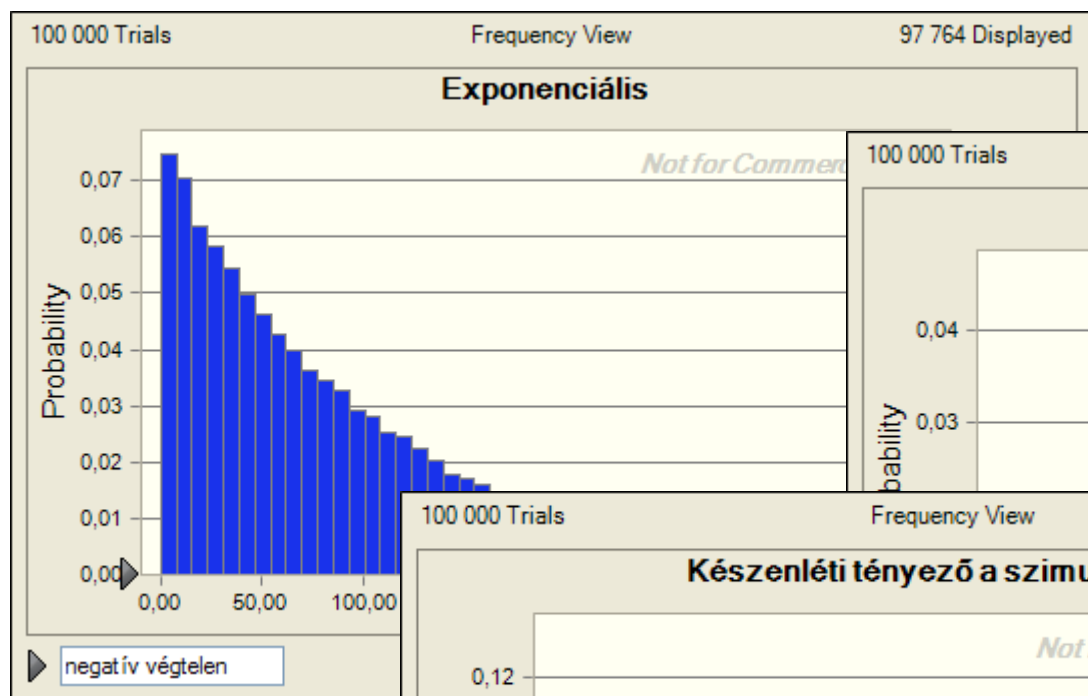


Megbízhatósági elemzés

Egy gép két meghibásodása között eltelt idő exponenciális eloszlású, $\lambda=0,01$ 1/óra paraméterrel. Az állásidő normális eloszlású $m=5$ óra és $s=0,3$ óra paraméterekkel.

Szimulációs úton határozza meg a készenléti tényezőt! (A készenléti tényező értéke a $K=t_m/(t_m+t_a)$ összefüggéssel határozható meg, ahol t_m a működési idők átlaga, t_a pedig az két működés közötti állásidő átlaga.)

	Lambda	0,01	Várh. ért.:	5					
			Szórás:	0,3					
	Véletlen számok		Véletlen számok						
		Exponenciális		Normális (gyártás)					
		90		5					
		90		5					
		Készenléti tényező a szimulációból							
		0,947368					Kiértékelés		
							Készenléti tényező:	0,952471	
	A szimuláció eredményének statisztikai jellemzői:								
	Forecast Name	Exponenciális		Normális	cast Name	Készenléti tényező a szimulációból			
	Trials	100 000		100 000	Trials	100 000	Elméleti	Működési	Állásidő
	Mean	100,20		5,00	Mean	0,87	Várható érték:	100	5
	Median	70,03		5,00	Median	0,93	Készenléti tényező:	0,952381	
	Mode	---		---	Mode	---			
	Standard Deviation	99,62		0,30	Deviation	0,16			
	Variance	9 924,27		0,09	Variance	0,03			
	Skewness	1,98		-0,0102	Skewness	-2,60			
	Kurtosis	8,83		3,00	Kurtosis	10,39			
	Coeff. of Variability	0,9942		0,0599	variability	0,1889			
	Minimum	0,00		3,56	Minimum	0,00			
	Maximum	1 122,64		6,26	Maximum	1,00			
	Mean Std. Error	0,32		0,00	Std. Error	0,00			
	10%	10,47		4,62	10%	0,68			
	90%	229,64		5,38	90%	0,98			



Alkatrészek bizonytalanságának hatása

Egy aluláteresztő szűrőhöz két alkatrész kell: egy ellenállás és egy kondenzátor. (RC szűrő). A tervező javaslata az alkatrészekre: Az ellenállás $R=1000$ ohm, a kondenzátor kapacitása $C=100$ nF (10^{-7} Farad.) Vizsgálja meg a csillapítást $f=1600$ Hz frekvencia környékén 10% tűrésű alkatrészek esetén. (Tételezzen fel háromszög eloszlást az alkatrészek jellemzőjére!) A csillapítás képlete:

$$20 \cdot \log_{10} \frac{1}{\sqrt{1 + R^2 C^2 \omega^2}}$$

ahol $\omega=2\pi f$

A modell

	Névérték	Tűrés (%)		
R	1000	10,00%	1000	ohm
C	1,00E-07	10,00%	1,00E-07	farad
f	1600	Hz	omega	10053,1 1/s
Csillapítás:			-3,03E+00	dB

				Median	-2,80E+02			
				Mode	---			
	Névérték	Tűrés (%)		Standard Deviation	5,04E-01			
R	1000	0,1	1000	Variance	2,54E-01		ohm	
				Skewness	0,0747			
				Kurtosis	2,70			
C	0,0000001	0,1	0,0000001	Coeff. of Variability	-0,0018		farad	
				Minimum	-2,82E+02			
				Maximum	-2,78E+02			
				Mean Std. Error	1,59E-03			
				10%	-2,81E+02			
f	1600	Hz	omega	90%	-2,79E+02		=2*PI()*C8	1/s
Csillapítás:			=20*LOG10(1/(GYÖK(1+E3^2*E5^2*F8^2)))				dB	

Forecast Name	Csillapítás:
Trials	100 000
Mean	-2,80E+02
Median	-2,80E+02
Mode	---
Standard Deviation	5,04E-01
Variance	2,54E-01
Skewness	0,0747
Kurtosis	2,70
Coeff. of Variability	-0,0018
Minimum	-2,82E+02
Maximum	-2,78E+02
Mean Std. Error	1,59E-03
10%	-2,81E+02
90%	-2,79E+02

A modell

	Névérték	Tűrés (%)			
R	1000	10,00%	1000	ohm	
C	1,00E-07	10,00%	1,00E-07	farad	
f	1600	Hz	omega	10053,1	1/s
Csillapítás:			-3,03E+00	dB	
	Névérték	Tűrés (%)			
R	1000	0,1			
C	0,00000001	0,1			
f	1600	Hz			
Csillapítás:					

Forecast Name	Csillapítás:
Trials	1 000 000
Mean	-3,03E+00
Median	-3,03E+00
Mode	---
Standard Deviation	2,52E-01
Variance	6,35E-02
Skewness	-0,0866
Kurtosis	2,70
Coeff. of Variability	-0,0831
Minimum	-3,91E+00
Maximum	-2,24E+00
Mean Std. Error	2,52E-04
10%	-3,37E+00
90%	-2,71E+00

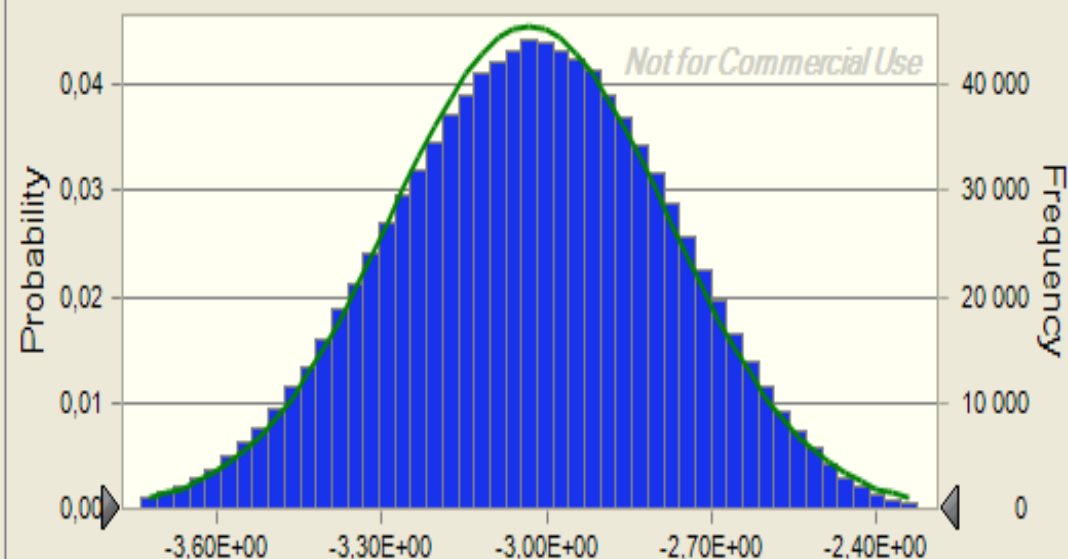
08	1/s

1 000 000 Trials

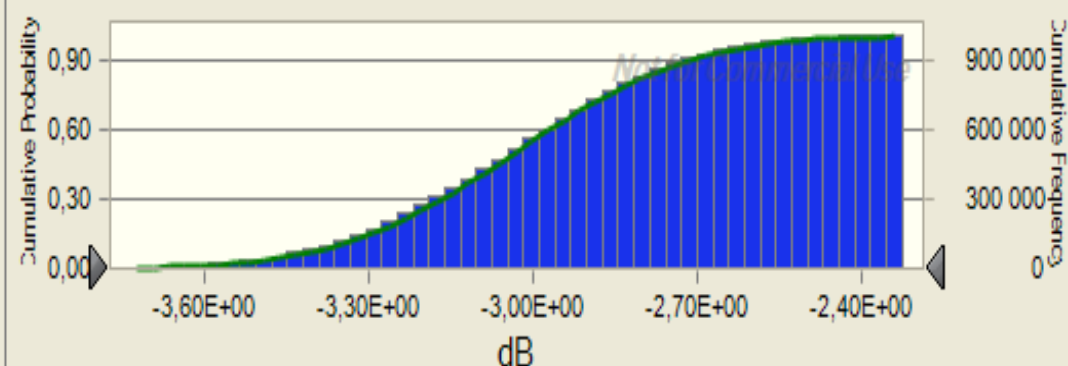
Split View

998 069 Displayed

Csillapítás:



Statistic	Fit: Normal	Forecast values
Trials	---	1 000 000
Mean	-3,03E+00	-3,03E+00
Median	-3,03E+00	-3,03E+00
Mode	-3,03E+00	---
Standard Dev	2,52E-01	2,52E-01
Variance	6,35E-02	6,35E-02
Skewness	0,00	-0,0866
Kurtosis	3,00	2,70
Coeff. of Vari	-0,0831	-0,0831
Minimum	negatív végtelen	-3,91E+00
Maximum	végtelen	-2,24E+00
Mean Std. Err	---	2,52E-04



— Fit: Normal ■ Forecast values

Percentile	Fit: Normal	Forecast values
0%	negatív végtelen	-3,91E+00
10%	-3,36E+00	-3,37E+00
20%	-3,25E+00	-3,25E+00
30%	-3,17E+00	-3,17E+00
40%	-3,10E+00	-3,10E+00
50%	-3,03E+00	-3,03E+00
60%	-2,97E+00	-2,96E+00
70%	-2,90E+00	-2,89E+00
80%	-2,82E+00	-2,81E+00
90%	-2,71E+00	-2,71E+00
100%	végtelen	-2,24E+00

negatív végtelen

Certainty: 100,0000 %

végtelen

Adatok

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3											
4											
5		Data Collection									
6											
7											
8	SR.NO.	Gathered Data	OVERALL LENGTH	Gathered Data	DATUM TO END						
9	MEAN LIMIT		116,26		115						
10	SPEC		REF		+/-0.10						
11											
12	1	0	116,26	2	115,02						
13	2	5	116,31	5	115,05						
14	3	1	116,27	1	115,01						
15	4	2	116,28	1	115,01						
16	5	0	116,26	-3	114,97						
17	6	5	116,31	1	115,01						
18	7	1	116,27	-2	114,98						
19	8	3	116,29	5	115,05						
20	9	1	116,27	-4	114,96						
21	10	2	116,28	-2	114,98						
22	11	3	116,29	-5	114,95						
23	12	1	116,27	1	115,01						
24	13	-1	116,25	5	115,05						
25	14	2	116,28	6	115,06						
26	15	2	116,28	1	115,01						
27	16	0	116,28	0	115,00						

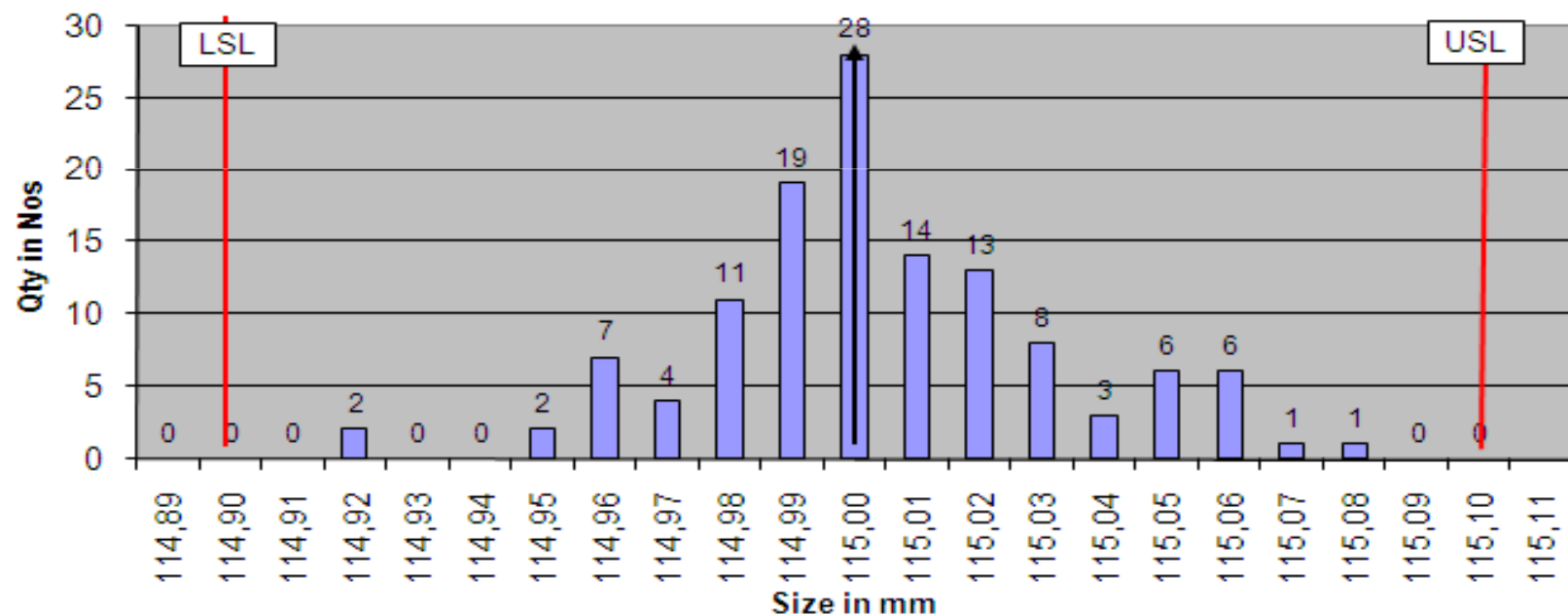
FREQ DE	QTY
114,89	0
114,90	0
114,91	0
114,92	2
114,93	0
114,94	0
114,95	2
114,96	7
114,97	4
114,98	11
114,99	19
115,00	28
115,01	14
115,02	13
115,03	8
115,04	3
115,05	6
115,06	6
115,07	1
115,08	1
115,09	0
115,10	0
115,11	
Total	125

A mért értékek eloszlása

GP-12 INSPECTION REPORT

PART NO	BM 1992 SS CF	CUSTOMER NO	55558728
APPLICATION	GENERAL MOTORS	DATE	19-11-2008
QTY Checked	125 Nos	BATCH	1

Datum To End variation

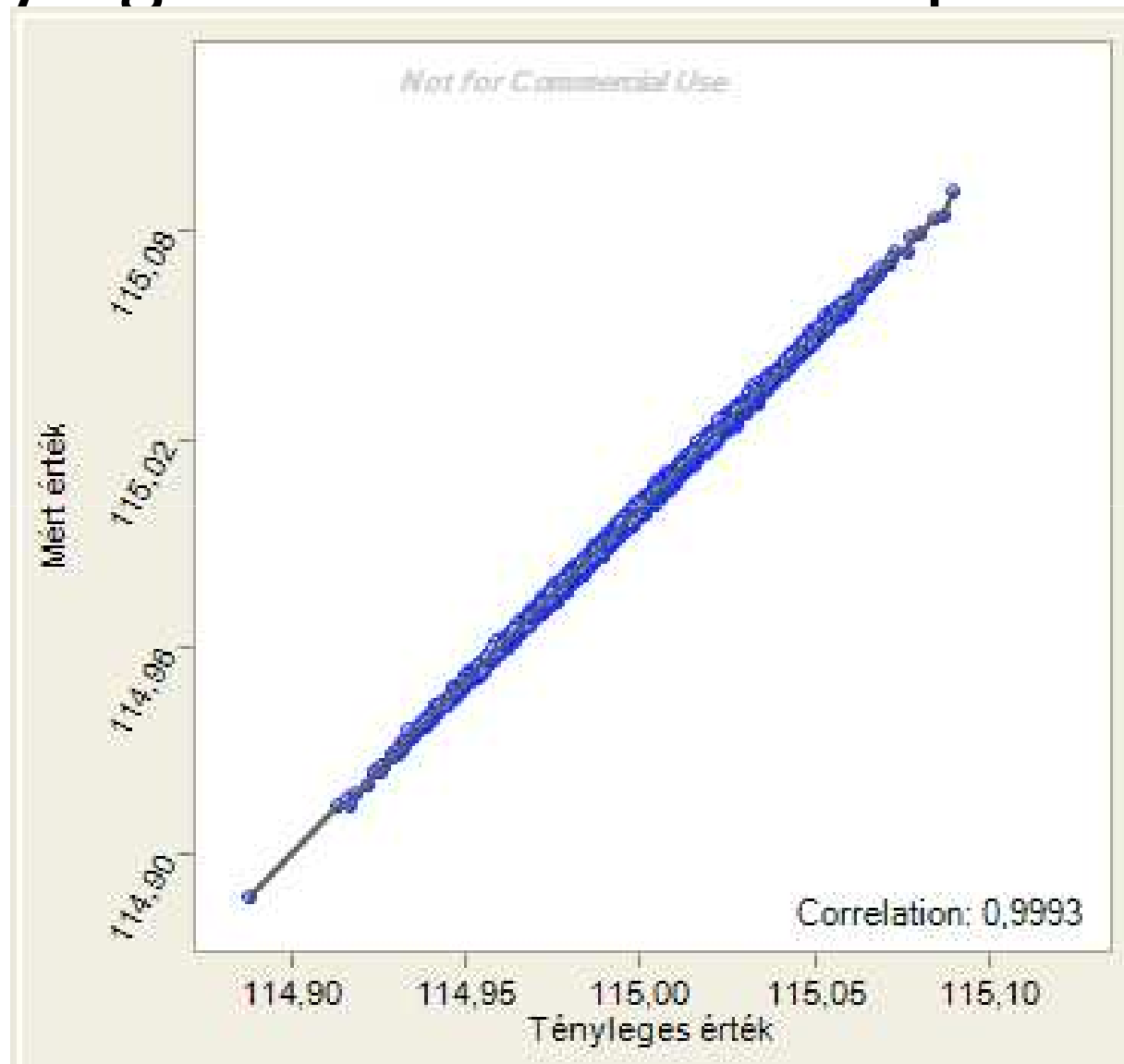


Gyártási jellemzők

	Tűrésmező	Elfogadási mező
Felső	115,1	115,1
Alsó	114,9	114,9

	m	σ
Mért érték	115,1	0,0289
Mérési bizonytalanság	0	0,001

A tényleges és mért érték kapcsolata



Cristal Ball modell

	Tűrésmező	Elfogadási mező		Mentés kiinduló			
Felső	115,1	115,100	0		5,1	5,3	5,16
Alsó	114,9	114,900	0		4,9	4,8	4,84
				Ha az eredő (mért) adott		Ha a tényleges és mérési e	
		Kerekítés	Végleges	m	s		
Tényleges érték	5	15	5	115	0,028859504		
Mérési eltérés	0	15	0	0	0,001	0	0,001
Eredő		15	5	115	0,028876824	0	0,001
Mért érték	5			Rel.gyak.	Kísérlet	Gyakoriság	
Tényleges megfeleléség	HAMIS		0	0,999473	1 000 000	999473	
Észlelt megfeleléség	HAMIS		0	0,999472	1 000 000	999472	

Gazdasági adatok

- Bevétel

Döntés Tényleges	Átvétel	Visszautasítás
Megfelelő	2500	0
Nem megfelelő	2500	0

- Költségek

Döntés Tényleges	Átvétel	Visszautasítás
Megfelelő	130	130
Nem megfelelő	2500	130

	Alkalom	Mért		
		Elfogad	Visszautasít	
Tényleges	Megfelelő	0,999450	0,000023	0,999473
	Nem megfelelő	0,000022	0,000505	0,000527
		0,999472	0,000528	1,000000
			1,000000	
	Eredmény			
		Mért		
Tényleges	Megfelelő	2368,697	-0,00299	
	Nem megfelelő	0	-0,06565	
	Összesen	2368,628		

Eredmények:

- Eredmények

Tűrés-
mező

Elfogadá-
si mező

Összesen

2368,76

Felső

115,1

130,000

Alsó

114,9

101,893

Mért

Elfogad

Vissza-
utasít

Tényleges	Megfelelő	Rel.gyak.	0,999480	0,000000
		Érték	2368,7676	0
	Nem megfelelő	Rel.gyak.	0,000520	0,000000
		Érték	0	0,000000

Nagyobb 'büntetés': 20000

	Tűrés- mező	Elfogadási mező		Összesen
Felső	115,1	115,101		2364,48
Alsó	114,9	114,900		

			Mért	
			Elfogad	Vissza- utasít
Tényleges	Megfelelő	Rel.gy.	0,999460	0,000000
		Érték	2368,7202	0
	Nem megf.	Rel.gy.	0,000240	0,000300
		Érték	-4,2	-0,039000