



Képzelt riport egy Six Sigma projektzárásról

Tóth Csaba László

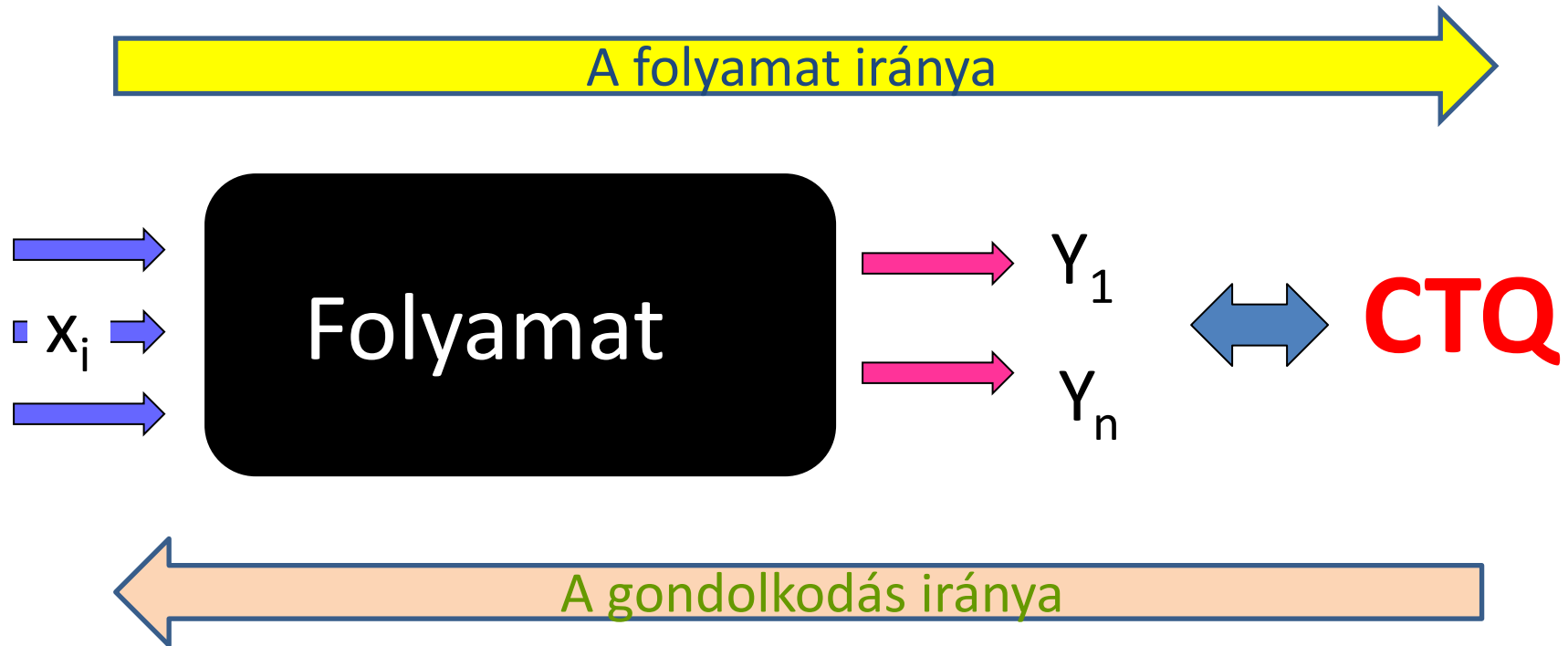




Mit akar a vevő?

Hogyan kapcsolódik az üzleti folyamataimhoz?



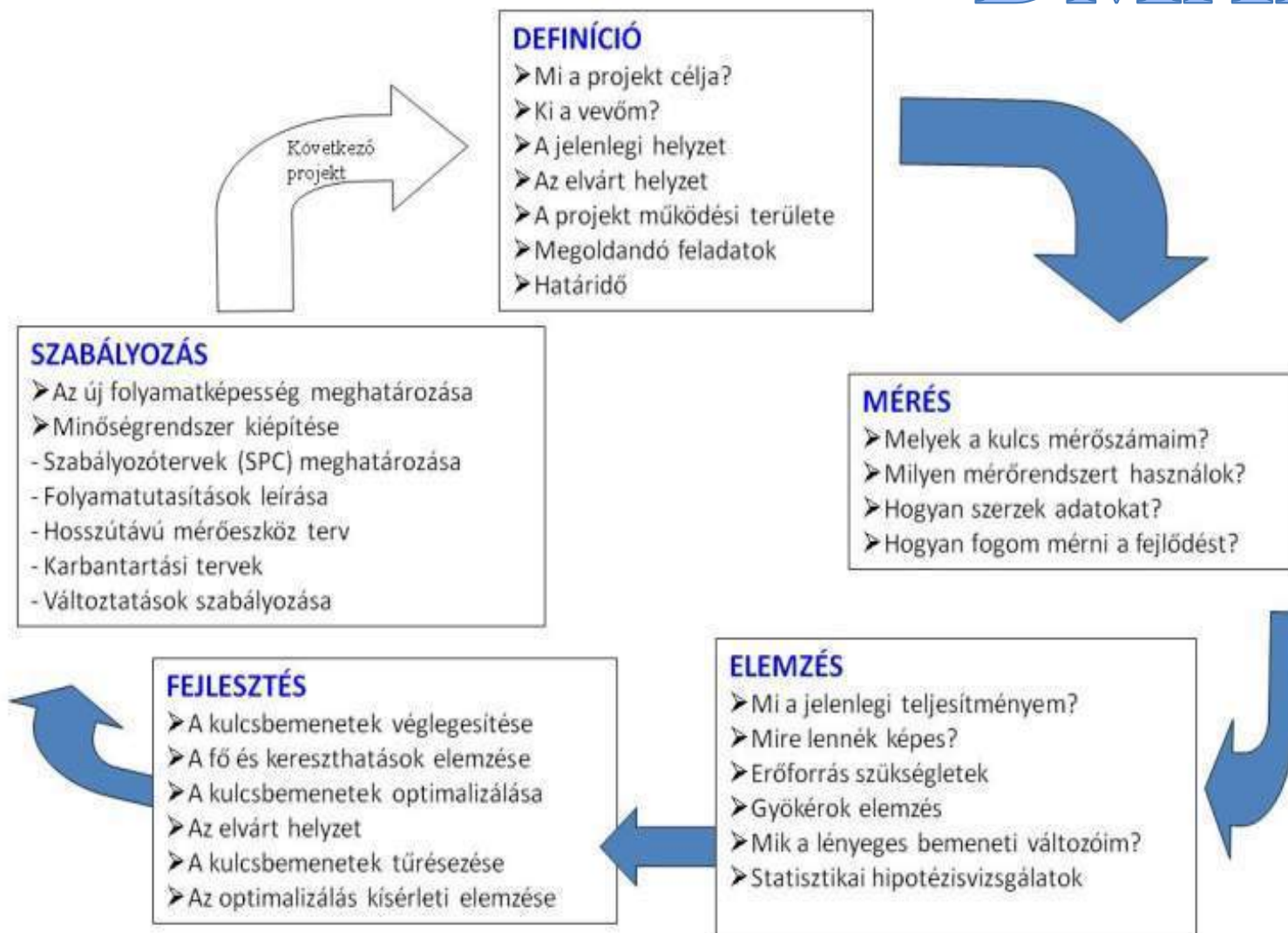


A Six Sigma fókuszában:

$$Y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

A Pyzdek-ciklus

DMAIC



SKKG140416 termék kihozatalának javítása

Projekt záró beszámoló

Kelemen Katalin Green Belt
2015. szeptember - 2015. november

Támogatók: Steve Shalek (Bajnok), Jean Alesi (Szponzor, funkcionális vezető), Chris Green (MBB), Török László (Pénzügy BB), **Tóth Csaba (BB)**

GB csapat: Roks János (főmérnök), Göndör László (fejlesztés), Fekete Aliz (gyártás), Tóth Imre (karbantartás), Dr. Fekenyé Endre (QMS), Zacskó József (csoportvezető), Durbincs Ivó (minőségellenőr), Lély Kornél (spiralizálás)

Define**A projekt háttere és a bevezetés**

A szubkvantumos kriogenerátor a vállalkozás legújabb stratégia terméke, amely jelentős haszonnal értékesíthető. A termék gyártása még nem teljesen kiforrott, de szerencsére a 100 %-os végellenőrzés kiszűri a hibákat. A vállalat 1 % belső hibát tartott elfogadhatónak (melynek javításán természetesen dolgozik a Fejlesztés), de az utolsó hetek eredményei katasztrofálisak, a hiba megugrott, ma három termékből csupán kettő megfelelő. Úgy tűnik, hogy a hiba az sk52 paraméter túrésen kívülisége.

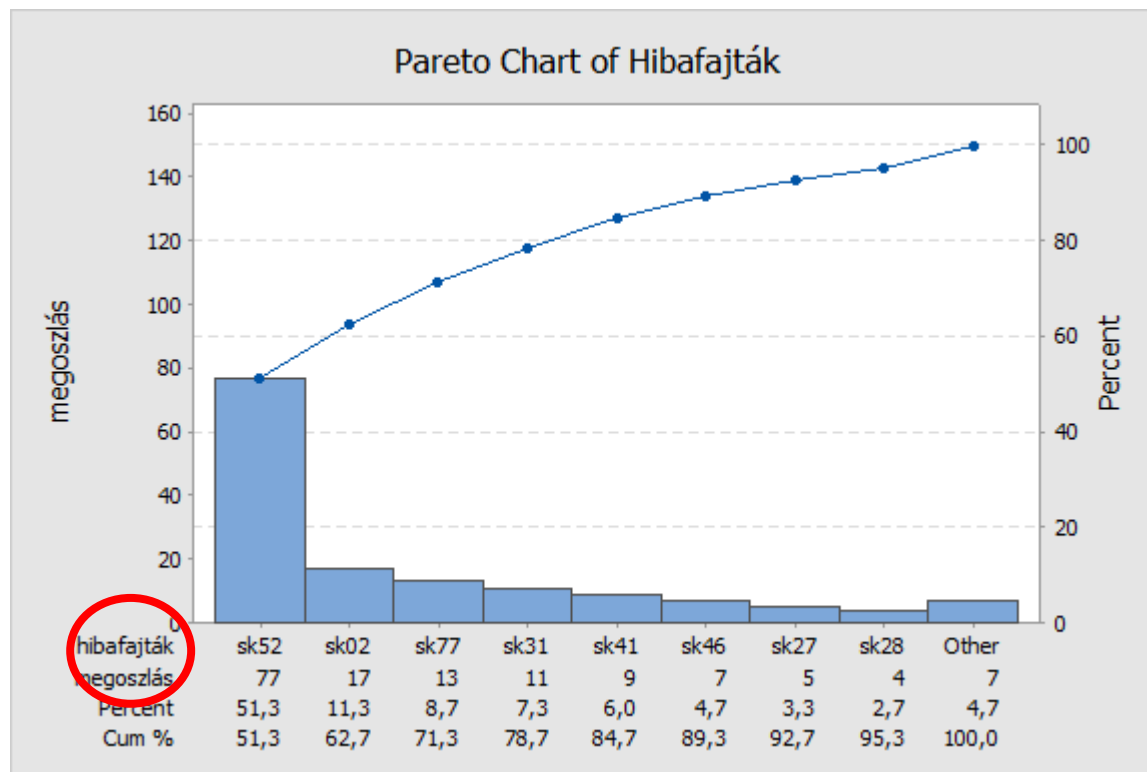
A probléma kettős:

- Nem tudjuk időben szállítani
- Jelentős veszteséget termelünk

Define

A CTQ jellemző kiválasztása

A hiba definiálásában segít a Pareto elemzés



Az utolsó 150 tétel alapján végzett belső ellenőrzés alapján a következő Pareto-ábrát kapjuk

A projekt célja:

Az sk52 paraméter nem megfeleléseit előidéző gyökérokok feltárása és megszüntetése

A fennálló probléma hatása:

Magas belső költségek

Vevői elégedetlenség (piacvesztés lehetősége)

Az adatok forrása:

- idegenáru ellenőrzés
- gyártási paraméterek (MES)
- QMS riportok

Define

Project Scope

A projekt működési területe

Belefoglaltatik: Az SKKG140416 termék sk52 paramétere

Nem része: semmilyen más termék, akár még hasonló paramétere sem

A „DEFINE” fázis összegzése:

Vevő: *Külső vevő:* a megrendelő; *Belső vevő:* a gyár, az előállító

CTQs: Az SKKG140416 termék sk52 paramétere

A befejezés várható ideje: 2015. november 10.

Measure**Teljesítmény előírás**

Mérőszám: elektromos paraméter, millivolt (mV)

Célérték: 105,95 mV

Felső Tűrés Határ (FTH): 106,4 mV

Alsó Tűrés Határ (ATH): 105,5 mV

Az előírás forrása: a vevő által meghatározott előírás alapján
SHE-BWSKKG140416-p3-v4.1 számon az MES-ben

Measure

Projekt adatok

Rendelkezésre álló adatok:

- A jelenlegi gyártásból 40 alkalommal vettünk 5-5 elemű mintát, ezeket az adatokat fogjuk majd elemezni
- Rendelkezésünkre áll még a jó gyártásból is egy szintén 40 alkalommal vett 5 elemű, amely az összehasonlításra kiválóan alkalmas, mivel a gyártástechnológiában (tudomásunk szerint) semmilyen változtatás nem történt.

Measure

Mérőrendszer elemzés

Mérőrendszer:

- Az sk52 paraméter ellenőrzését egy automata mérőgép végzi
- A dolgozó beteszi a munkadarabot, felrakja a szükséges érintkezőket és elindítja a mérést
- A mérési eredmény megjelenik a kijelzőn, a kolléga ráírja egy színes (öntapadós) matricára, amelyet a gyártmánykísérő lapra felragaszt
- A mérőgép az adatokat elmenti, ahonnan excel táblázatba exportálhatók

Mérőrendszer elemzés:

Jelen esetben a mérőgépekre vonatkozó Type1 (Minitab) vizsgálatot kell elvégezni, egy referencia mintát (névleges érték) 50-szer lemérünk a mérőgéppel. Elvárás: a mérőgép-képesség mérőszámának (c_{gk} értéknek) **minimum 1,33-nak** kell lennie.

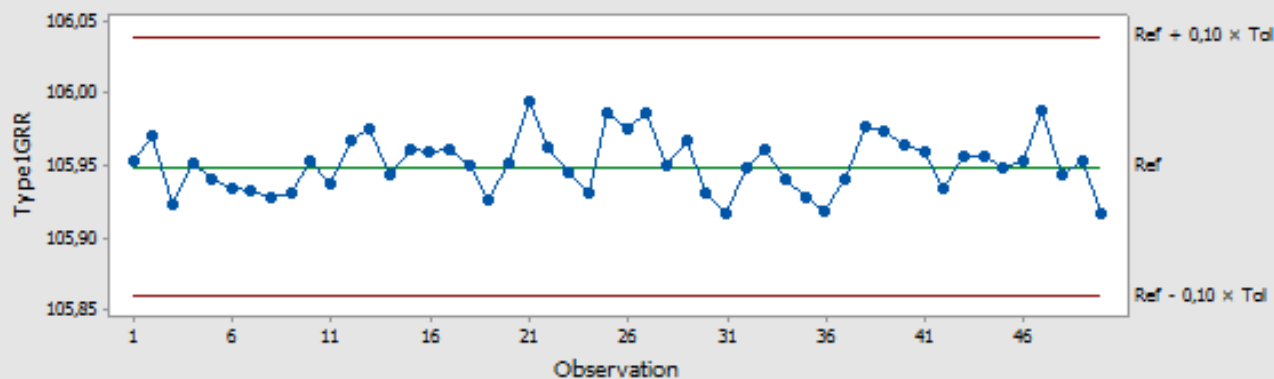
Measure

Mérőrendszer elemzés - eredmény

Type 1 Gage Study for Type1GRR

Gage name: Reported by:
 Date of study: Tolerance: 0,9
 Misc:

Run Chart of Type1GRR



Basic Statistics	
Reference	105,95
Mean	105,9520
StDev	0,01943
6 × StDev (SV)	0,11659
Tolerance (Tol)	0,9

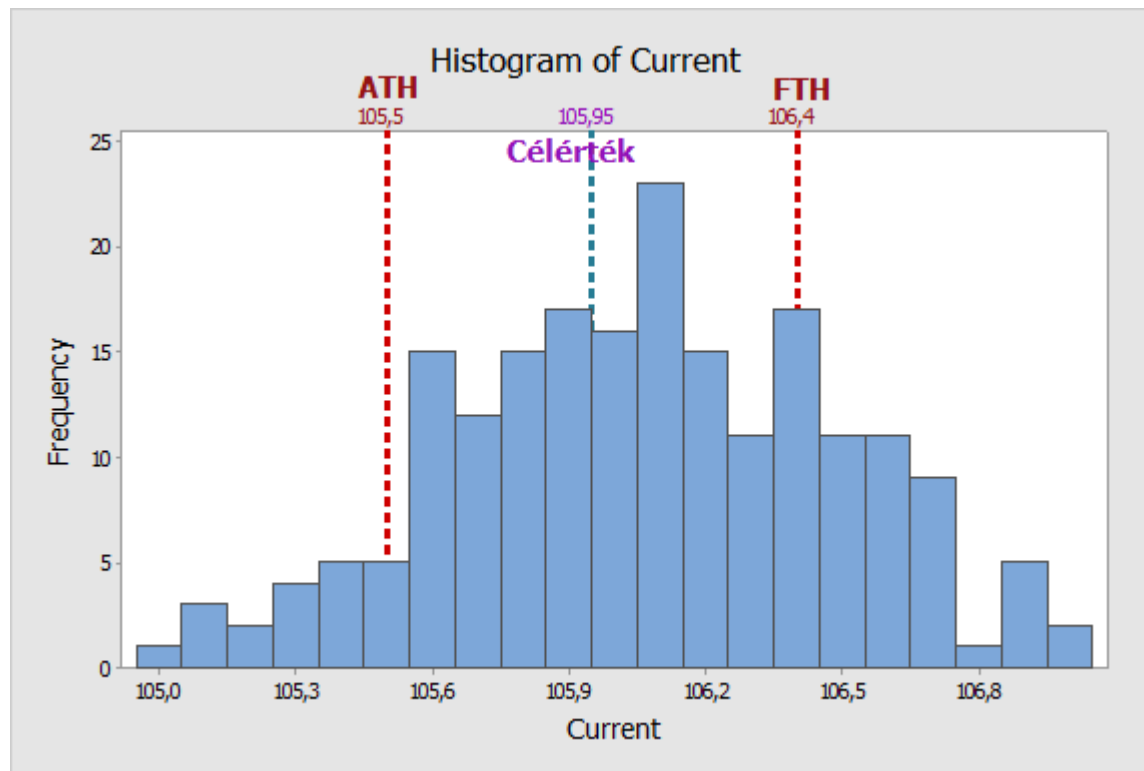
Bias	
Bias	0,0020
T	0,72445
PValue	0,472
(Test Bias = 0)	

Capability	
Cg	1,54
Cgk	1,51
%Var(Repeatability)	12,95%
%Var(Repeatability and Bias)	13,25%

A mérőgép megfelel!

Measure

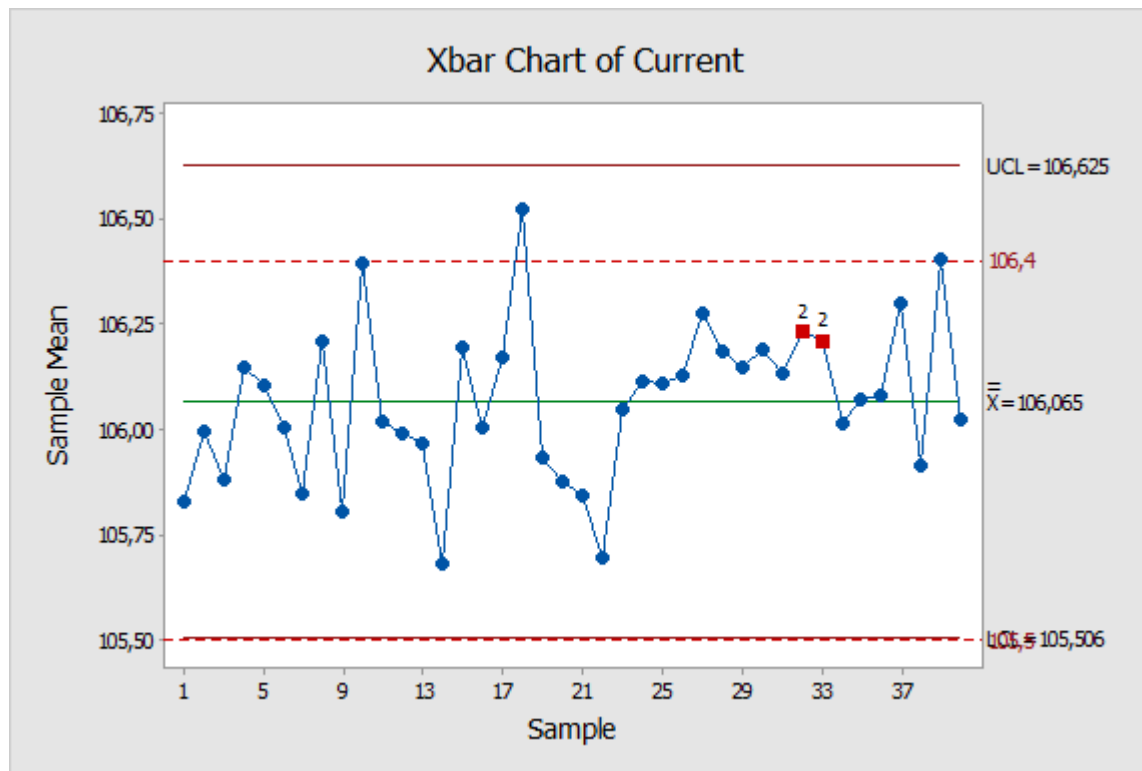
A jelenlegi helyzet előzetes elemzése



A hisztogram megmutatja a várható érték eltolódását és a szóródás megnövekedését

Measure

A jelenlegi helyzet előzetes elemzése



Statisztikailag a folyamat szabályozott, de az átlagoknál látható a tűréshatárokból való kiesés, ATH azonos LCL-el, $FTH < UCL$

Analyze

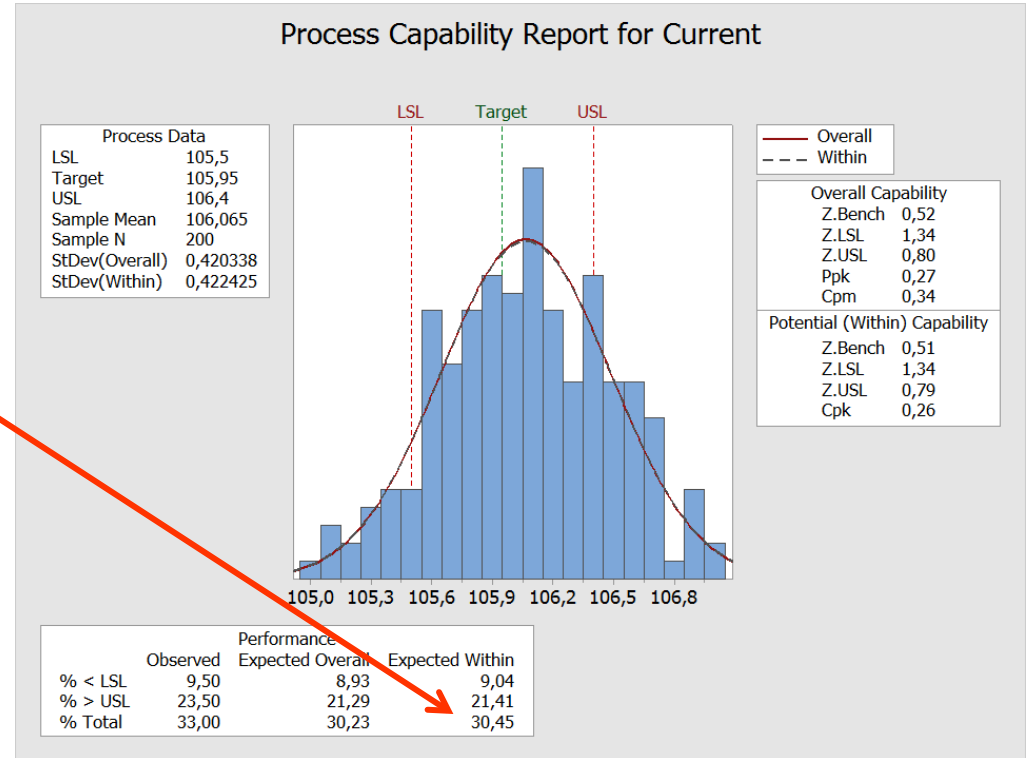
jelenlegi folyamatképesség

1,5 σ eltolással

σ	DPM
2	308 537
3	66 807
4	6 210
5	233
6	3.4

A szigma szint értéke

Egymillióból hibás



A jelenlegi szigma szintünk rövid és hosszú távon azonos, figyelembe véve a Smith-faktort, mindössze 2

Analyze

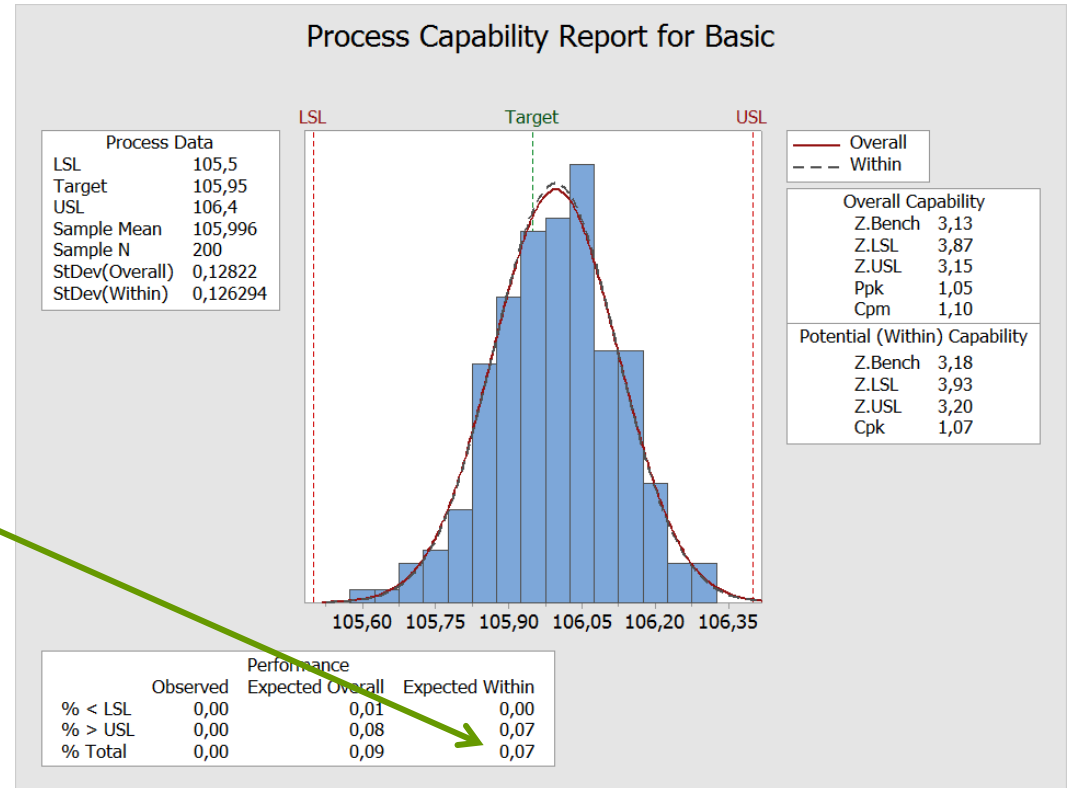
Korábbi folyamatképesség

1,5 σ eltolással

σ	DPM
2	308 537
3	66 807
4	6 210
5	233
6	3.4

A szigmaszint értéke

Egymillióból hibás



A korábbi szigma képességünk jelentősen jobb volt, figyelembe véve a Smith-faktort, 4 szigma körüli

Analyze

A cél statisztikai megfogalmazása

Mérőszám: elektromos paraméter, millivolt (mV)

Célérték: 105,95 mV

Felső Tűrés Határ (FTH): 106,4 mV

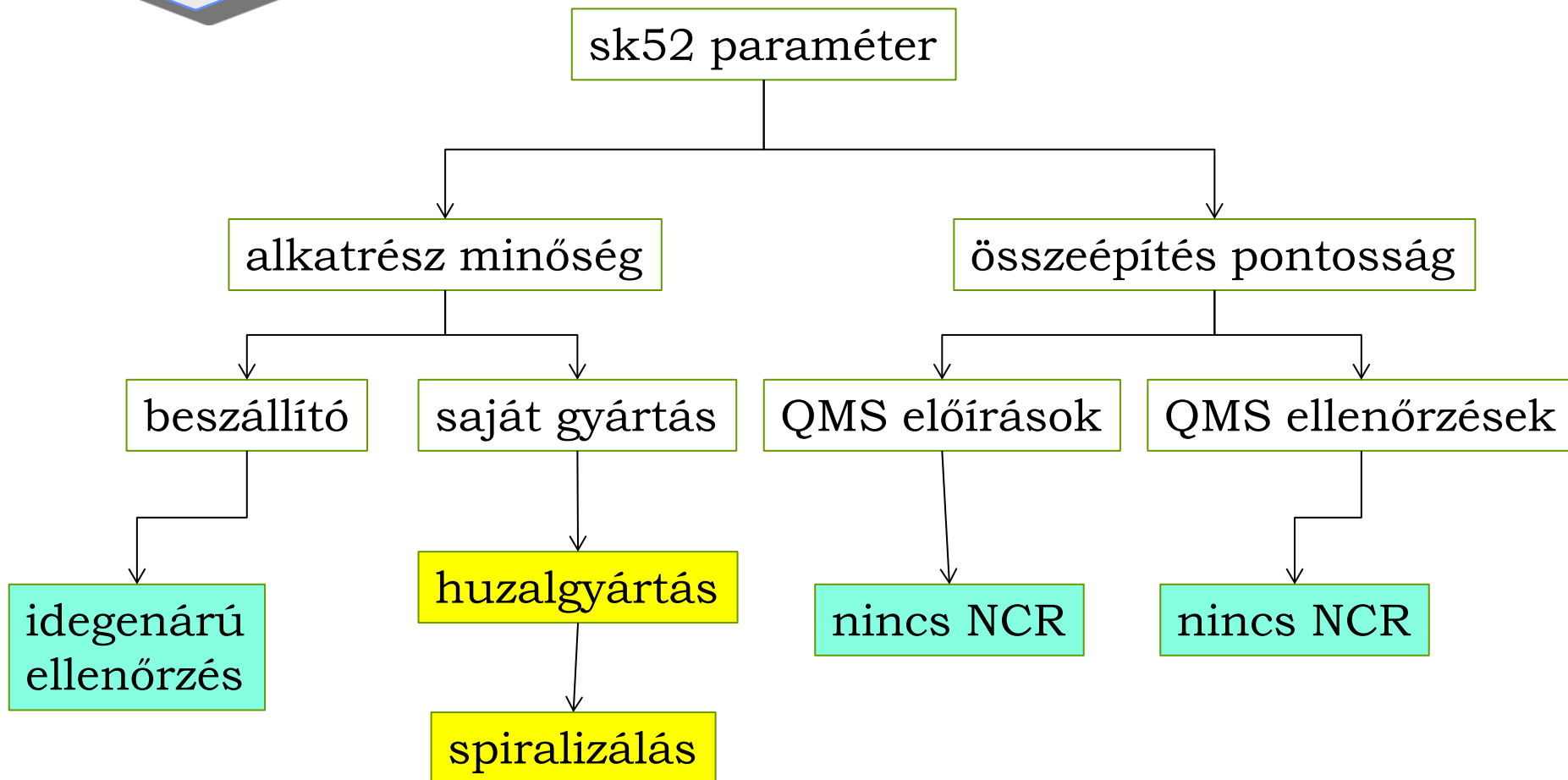
Alsó Tűrés Határ (ATH): 105,5 mV

Statisztikailag megfogalmazva:

$$p_{pk} \geq 1,33 \text{ vagy } Z_{bench} \geq 4$$

Analyze

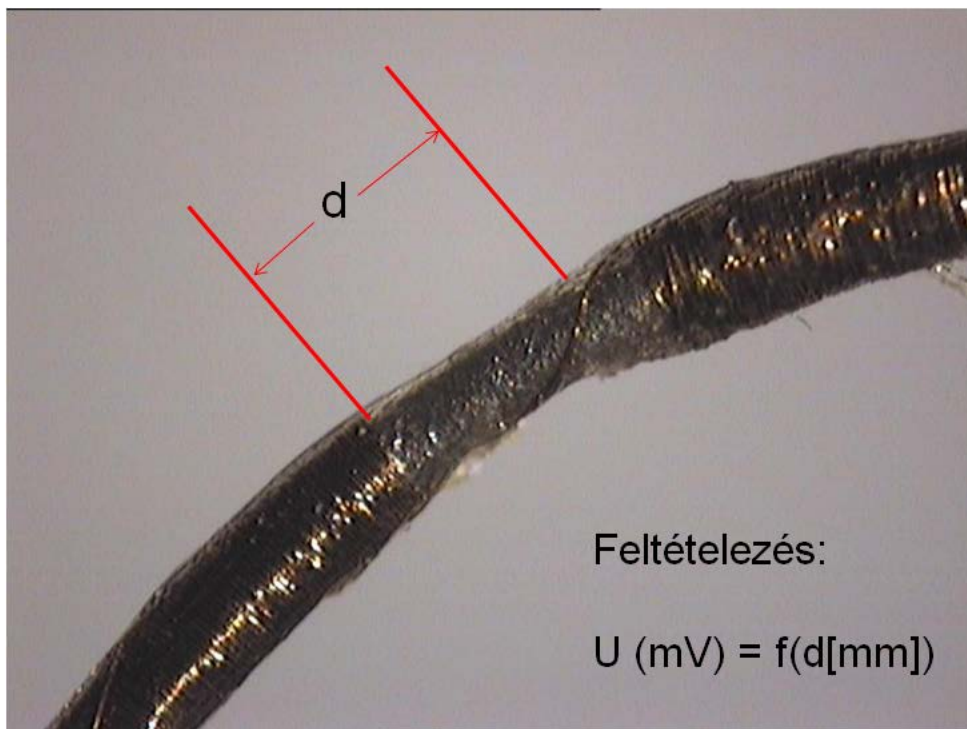
Gyökérok keresés



Analyze

Gyökérok keresés

Brainstorming eredmény:



- A spiralizálás az egyik legbonyolultabb művelet
- A kollégák szerint az intervall távolság egyik meghatározó paramétere a projekt CTQ-nak (sk52_471)
- Az intervall távolság függhet az alkalmazott huzal paramétereitől, **elsősorban a nyúlásától**
- Vizsgáljuk meg a huzalt!

Analyze

Gyökérok keresés – fókuszban a huzal

Huzalvizsgálat:

A spiralizáláshoz felhasznált huzalt rendszeresen ellenőrzik, a mérési adatokat a MES rendszerben tárolják

A szakítógép rendszeresen hitelesített és karbantartott

A huzalok vizsgálatára (a nyúlásra fókuszálva) négy különböző mintát választottunk:

- Saját gyártású huzal (SHE)
- Három vásárolt huzal

Analyze

Hipotézis vizsgálatok a huzalok nyúlására

One-way ANOVA: Nyúlás versus Beszállító

Method

Null hypothesis All means are equal
 Alternative hypothesis At least one mean is different
 Significance level $\alpha = 0,05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
Beszállító	4	BaranyaWire; Hardtmuth; SHE; Xiazong

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Beszállító	3	0,2211	0,073703	12,27	0,000
Error	20	0,1201	0,006005		
Total	23	0,3412			

Az ANOVA elemzés alapján a négy huzal nyúlása nem azonos, legalább egy eltér a többitől!

A saját gyártású huzal a teljes termelés 90%-t lefedi, az elmúlt fél évben csak a BaranyaWire-től vásároltunk

Means

Beszállító	N	Mean	StDev	95% CI
BaranyaWire	6	2,1728	0,0931	(2,1068; 2,2388)
Hardtmuth	4	2,0082	0,0601	(1,9274; 2,0891)
SHE	6	2,2387	0,0551	(2,1727; 2,3047)
Xiazong	8	2,0257	0,0851	(1,9686; 2,0829)

Pooled StDev = 0,0774904

A nyúlásra egyoldalú tűrés van, ez minimum 2 %, ezt valamennyi beszállító átlagosan tudja teljesíteni, még a konfidencia intervallumok szintjén is.

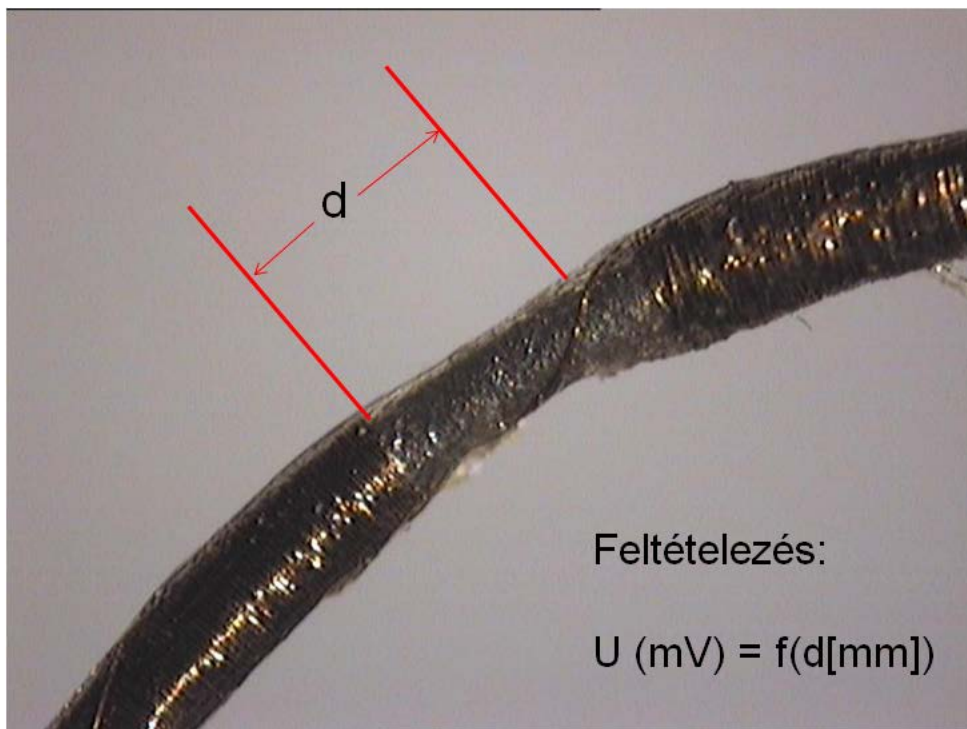
Itt jön be a folyamatismeret fontossága!!

Statisztikailag eltérő, de a felhasználás szempontjából megfelel.

Analyze

Egy szinttel mélyebbre

Huzalvizsgálat eredmény:



- A spiralizáláshoz felhasznált huzalok technikai paramétereiben nem találtunk olyan szakmailag fontos eltérést, amely a huzaltulajdonságot gyökéroként azonosítaná
- A gépet mostanában többször kellett javítani
- A mintavételezés szerint az intervall (d) távolság gyakran elállítódott

Analyze

Korreláció igazolás

A team statisztikailag szeretné igazolni, hogy a spiralizálás következtében létrejövő intervall távolság (sk52_471) valóban befolyásolja a kritikus sk52 paramétert

Ehhez egy regressziós analízis elvégzését tűzte ki célul:

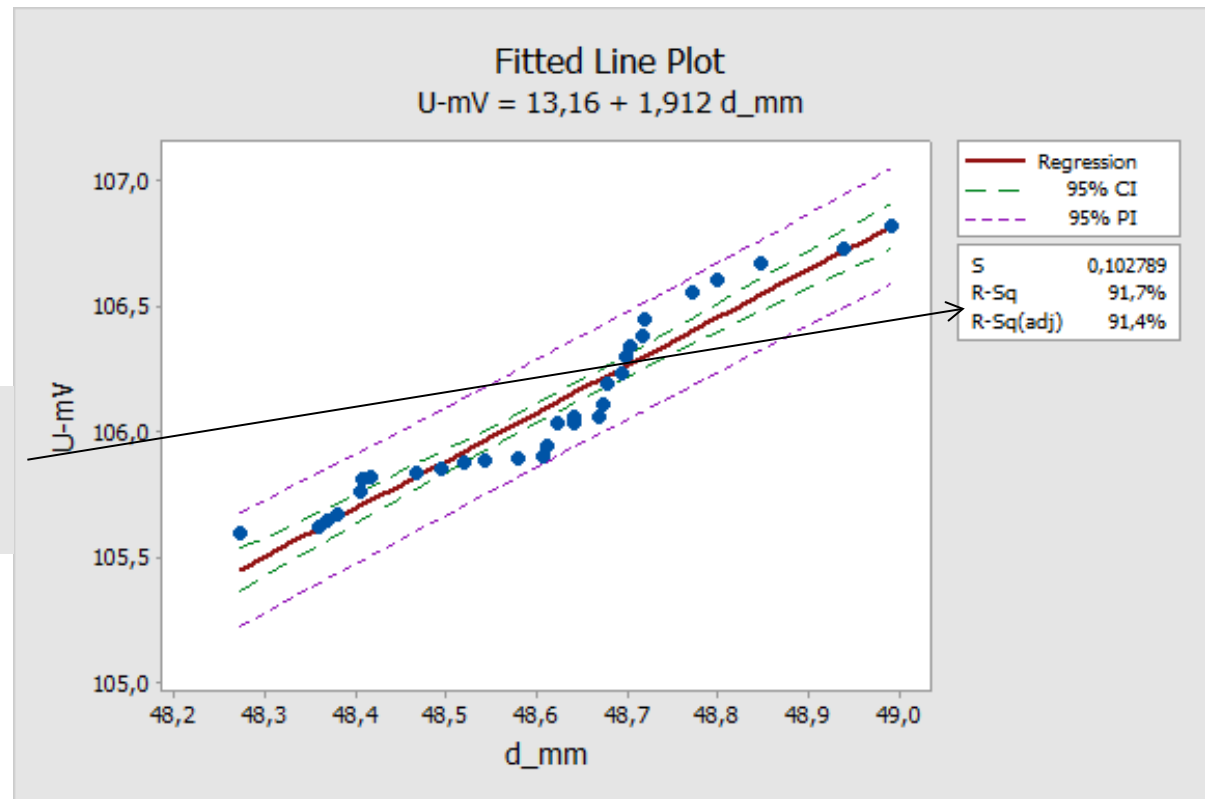
a folyó gyártásból kivett 30 db mintát, amelyet a spiralizálás utáni műveleten megmért, majd a megjelölt mintákat tartalmazó kész termékeket tesztelték a vevői CTQ-nak kijelölt sk52 paraméterre

A „d” távolság mérésére alkalmazott mérőeszköz MSA vizsgálata azt mutatta, hogy a mérőrendszer (eszköz és operátor) megfelelő

Analyze

Korreláció igazolás

R-Sq	91,7%
R-Sq(adj)	91,4%

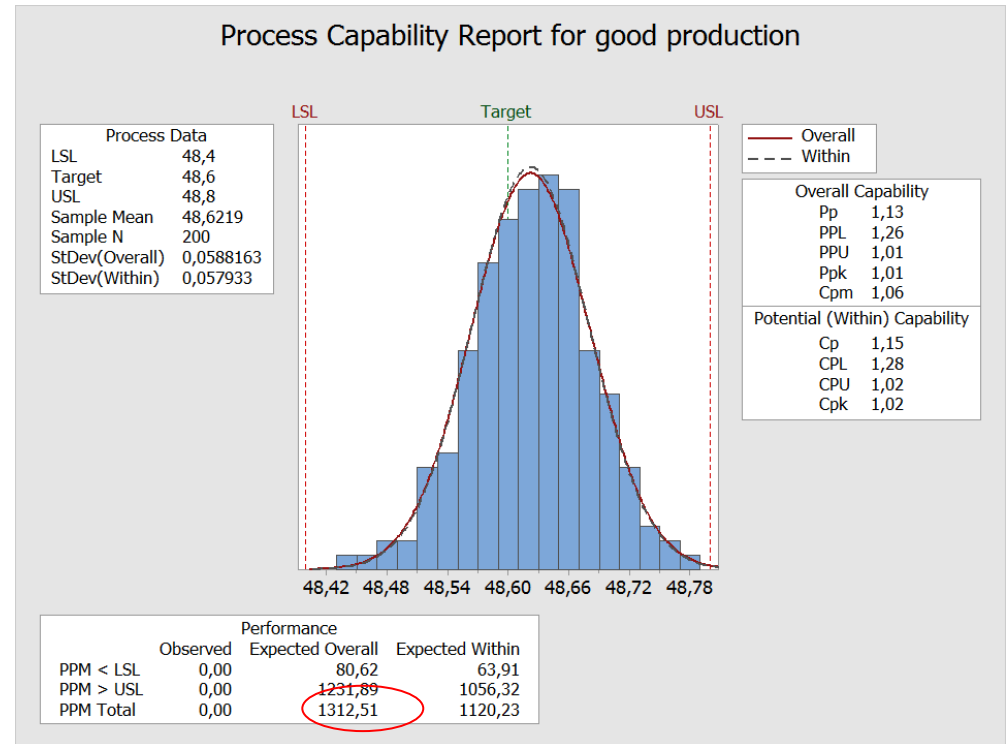


A korreláció igazoltnak tűnik, de a projekt vezetőt zavarja az illesztésen megfigyelhető mintázat, további vizsgálatokat végeznek

Analyze

Az intervallhossz folyamatképessége – jó gyártás

Az sk52_471
paraméter amikor még
jó volt a gyártás
Cél: $48,6 \pm 0,2$

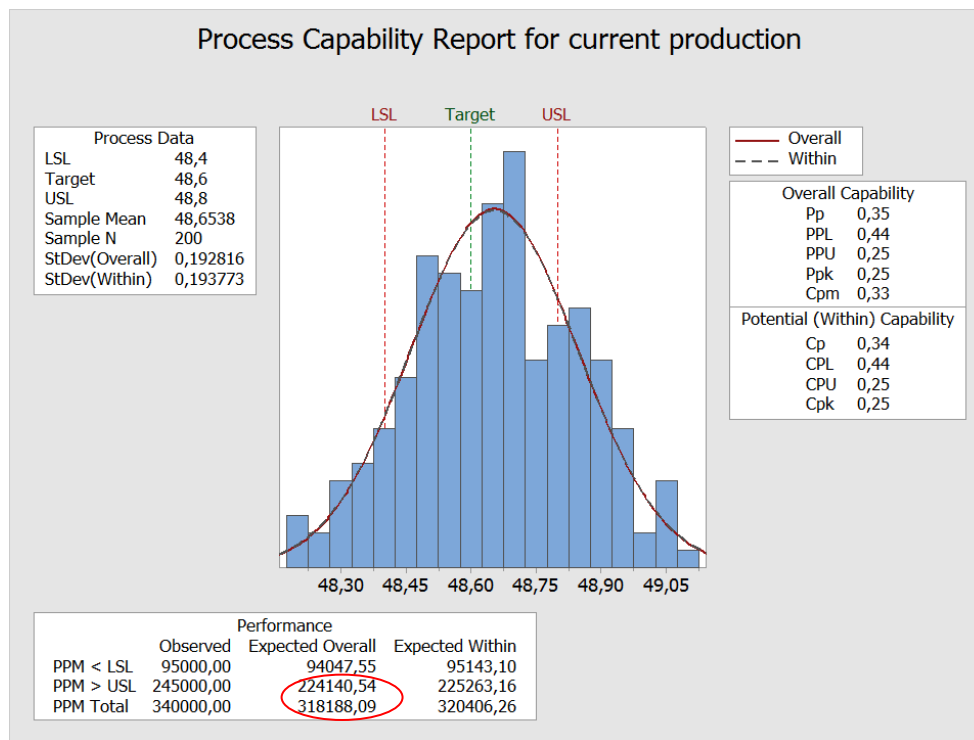


Amikor jó volt a gyártás, akkor az intervallhossz mindössze tizedszázalék kiesőt eredményezett

Analyze

Az intervallhossz folyamatképessége – rossz gyártás

Az sk52_471
paraméter amikor
problémák adódtak
Cél: $48,6 \pm 0,2$



Nem meglepő egyezés, a kiesők száma meghaladja a 30%-t!

Improve

Kísérletterv (DoE) az optimális beállításra

Javasolt megoldás:
DoE a spiralizálás
paramétereire

A: előtolás

B: feszítés

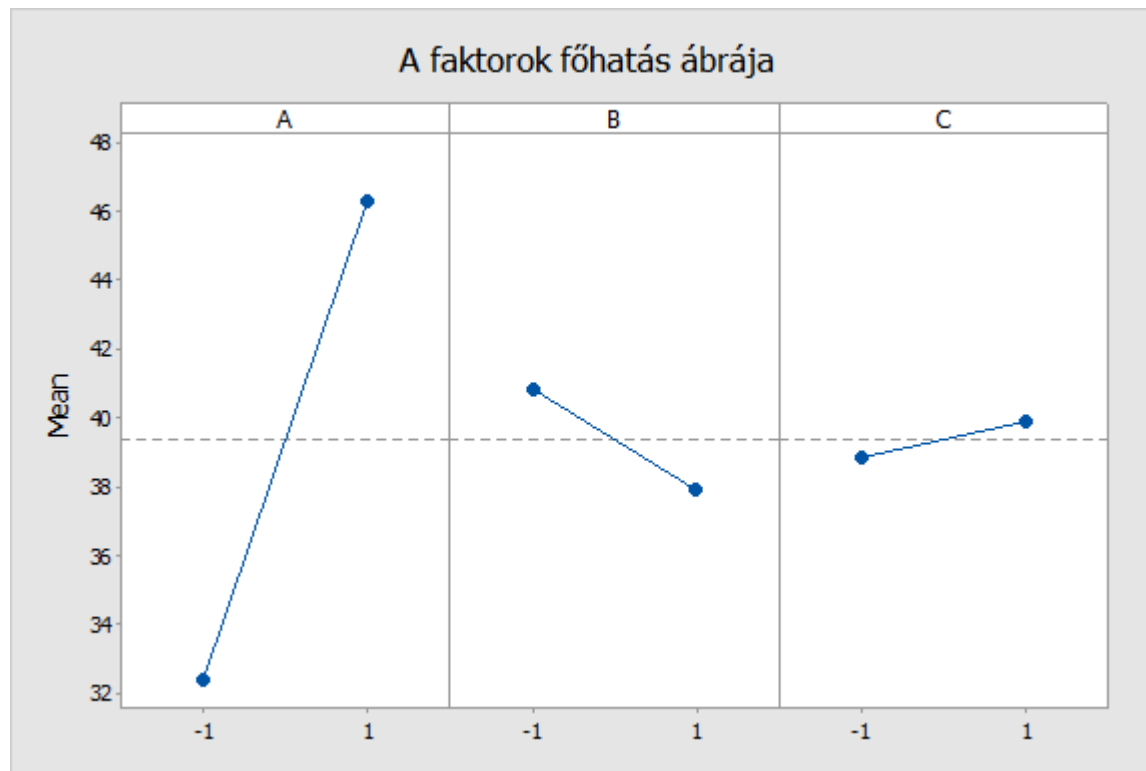
C: szög

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	A	B	C	Eredmény
1	1	1	1	1	-1	-1	-1	35,48
2	2	2	1	1	1	-1	-1	42,83
3	3	3	1	1	-1	1	-1	31,81
4	4	4	1	1	1	1	-1	40,38
5	5	5	1	1	-1	-1	1	30,59
6	6	6	1	1	1	-1	1	49,56
7	7	7	1	1	-1	1	1	26,92
8	8	8	1	1	1	1	1	47,72
9	9	9	1	1	-1	-1	-1	37,93
10	10	10	1	1	1	-1	-1	45,27
11	11	11	1	1	-1	1	-1	34,26
12	12	12	1	1	1	1	-1	42,83
13	13	13	1	1	-1	-1	1	33,04
14	14	14	1	1	1	-1	1	52,00
15	15	15	1	1	-1	1	1	29,37
16	16	16	1	1	1	1	1	50,17

A team a kiválasztott 3 lényeges faktorra meghatározott egy alacsony (-1) és a magas (1) szintet, és elvégezte a kísérleteket

Improve

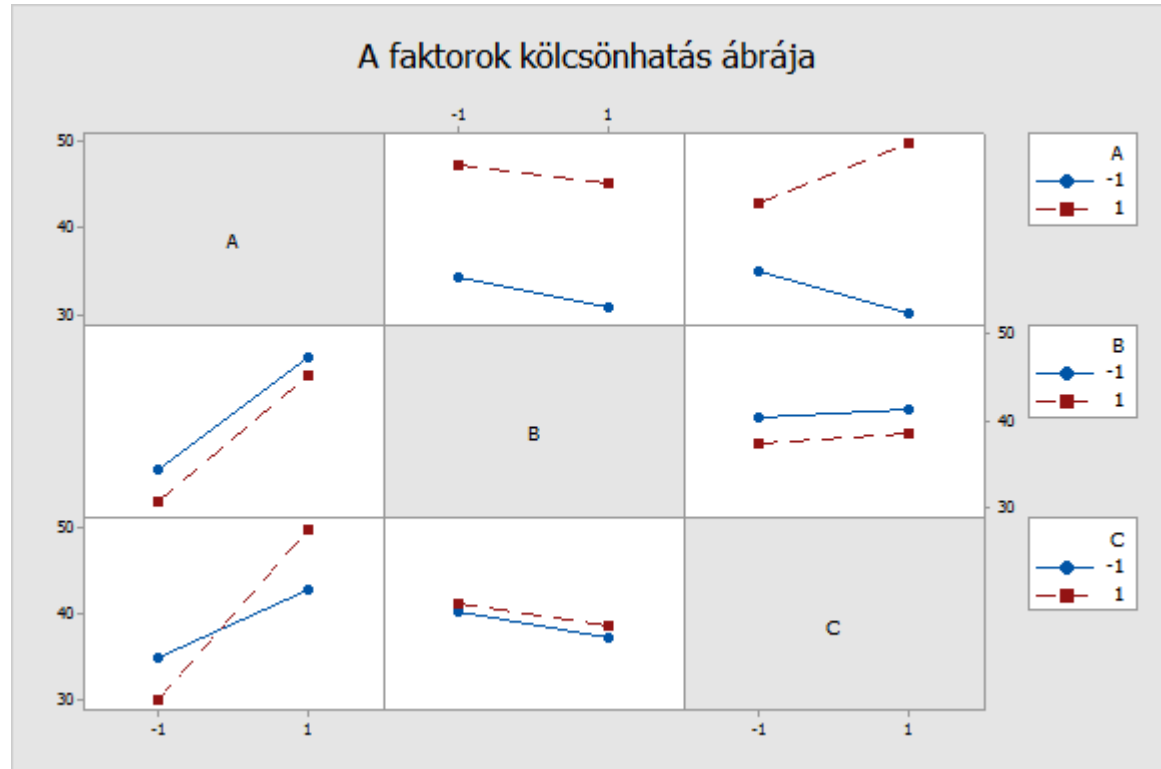
A faktorok főhatása



Az „A” faktor főhatása lényegesnek tűnik, a „B” faktor is talán szignifikáns, de a „C” faktor nem tűnik meghatározónak

Improve

A faktorkölcsönhatások ábrája



A „C” faktor kölcsönhatásban az „A” faktoral!

Statisztikailag nem
lényeges hatások

Coded Coefficients

Term	Effect	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant		39,385	0,433	91,04	0,000	
A	13,918	6,959	0,433	16,09	0,000	1,00
B	-2,906	-1,453	0,433	-3,36	0,010	1,00
C	1,071	0,535	0,433	1,24	0,251	1,00
A*B	0,765	0,382	0,433	0,88	0,403	1,00
A*C	5,965	2,983	0,433	6,89	0,000	1,00
B*C	0,153	0,076	0,433	0,18	0,864	1,00
A*B*C	0,153	0,076	0,433	0,18	0,864	1,00

Regression Equation in Uncoded Units

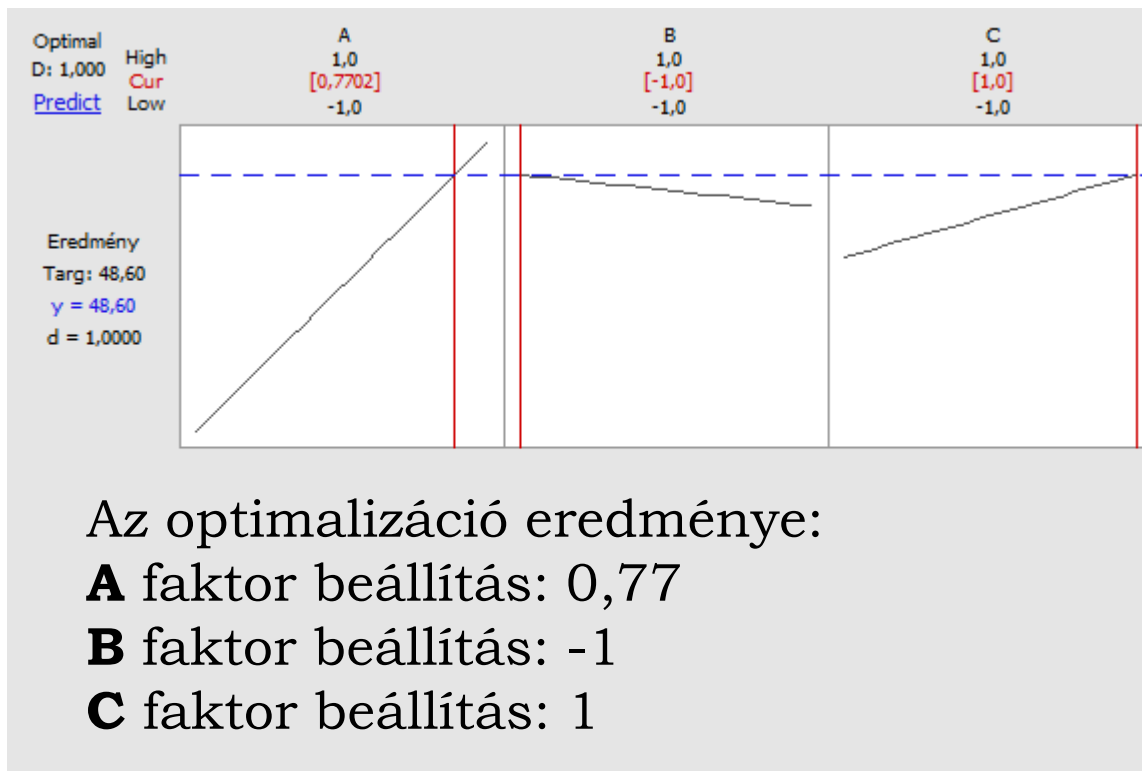
Eredmény = 39,385 + 6,959 A - 1,453 B + 0,535 C + 0,382 A*B + 2,983 A*C + 0,076 B*C + 0,076 A*B*C

Eredmény = 39,385 + 6,959 A - 1,453 B + 2,983 A*C

A valódi átviteli függvényt meghatároztuk!

Improve

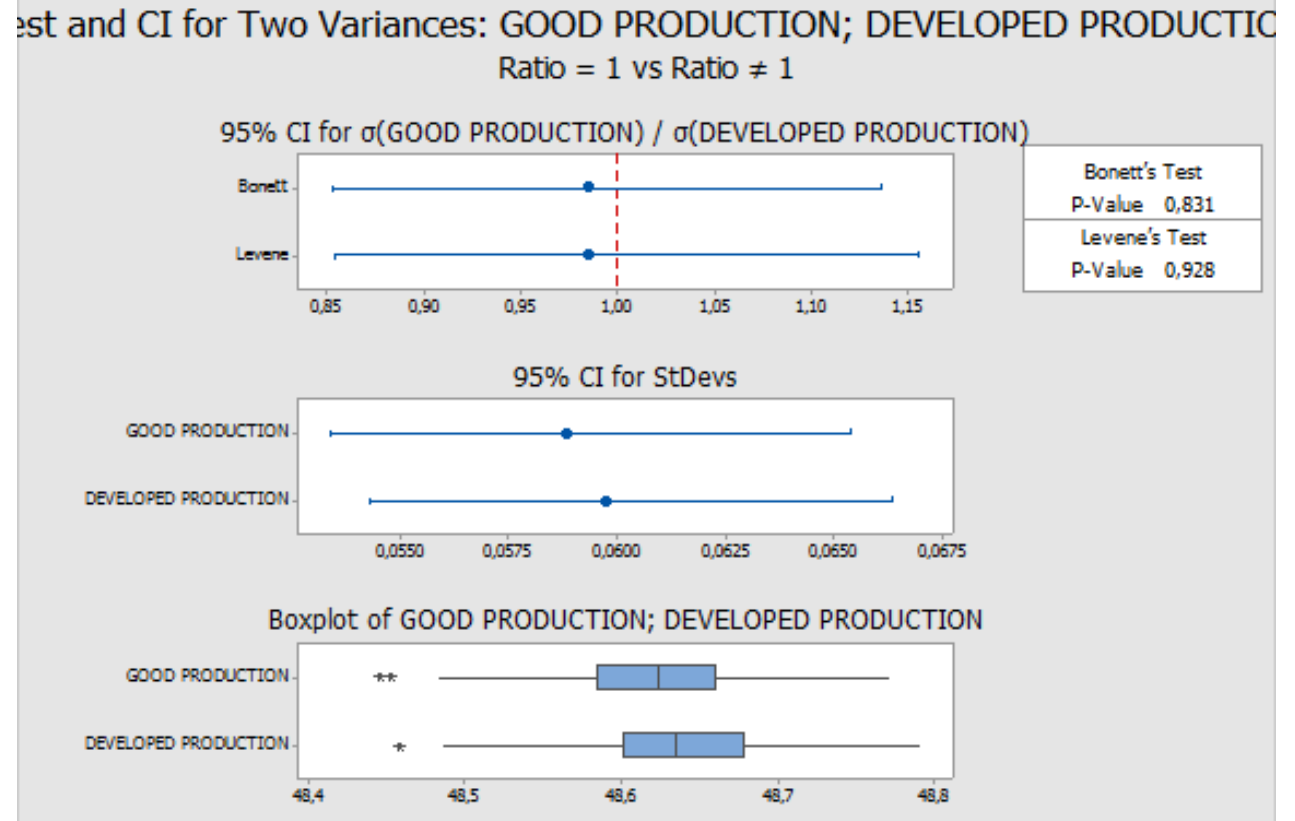
A célértékre optimaljuk az átviteli függvényt



Az átviteli függvény és a faktorok kódolatlan egységben mért értékének ismeretében a bemeneti tűrések is meghatározhatók

Improve

Az eredmény statisztikai ellenőrzése



A gyártás szórása visszaállt az eredeti – megfelelő - szintre

Improve

Az eredmény statisztikai ellenőrzése

Nullhipotézis: a várható érték 0,02 mm-rel javult

Two-Sample T-Test and CI: GOOD PRODUCTION; DEVELOPED PRODUCTION

Two-sample T for GOOD PRODUCTION vs DEVELOPED PRODUCTION

	N	Mean	StDev	SE Mean
GOOD PRODUCTION	200	48,6219	0,0588	0,0042
DEVELOPED PRODUCTION	200	48,5984	0,0515	0,0036

Difference = μ (GOOD PRODUCTION) - μ (DEVELOPED PRODUCTION)

Estimate for difference: 0,02348

95% upper bound for difference: 0,03259

T-Test of difference = 0,02 (vs <): T-Value = 0,63 P-Value = 0,736 DF = 391

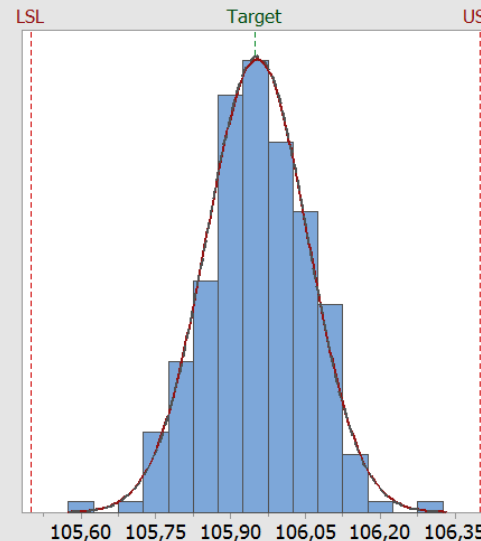
A várható érték a fejlesztés következtében szignifikánsan javult, közelebb került a célértékhez

Control

Folyamatképesség ellenőrzés

Process Capability Report for New process

Process Data	
LSL	105,5
Target	105,95
USL	106,4
Sample Mean	105,953
Sample N	200
StDev(Overall)	0,102087
StDev(Within)	0,101358



Overall Capability	
Z.Bench	4,25
Z.LSL	4,44
Z.USL	4,38
Ppk	1,46
Cpm	1,47

Potential (Within) Capability	
Z.Bench	4,29
Z.LSL	4,47
Z.USL	4,41
Cpk	1,47

	Performance		
	Observed	Expected Overall	Expected Within
% < LSL	0,00	0,01	0,00
% > USL	0,00	0,08	0,07
% Total	0,00	0,09	0,07

	Performance		
	Observed	Expected Overall	Expected Within
% < LSL	0,00	0,00	0,00
% > USL	0,00	0,00	0,00
% Total	0,00	0,00	0,00

A fejlesztett folyamat képessége jobb a korábban jónak tartott folyamat képességével

Control

Célkitűzés ellenőrzés

Statisztikailag megfogalmazott cél:

$$p_{pk} \geq 1,33 \text{ vagy } Z_{\text{bench}} \geq 4$$

Statisztikailag elért cél:

$$p_{pk} = 1,46 \text{ vagy } Z_{\text{bench}} = 4,25$$

A várható érték a fejlesztés következtében szignifikánsan javult,
közelebb került a célértékhez

Control

Szabványosítás

- Új folyamatleírások
- Új ellenőrzési utasítások
- Mérőeszköz tervek aktualizálása
- Karbantartási tervek átdolgozása

A folyamatban résztvevők oktatása

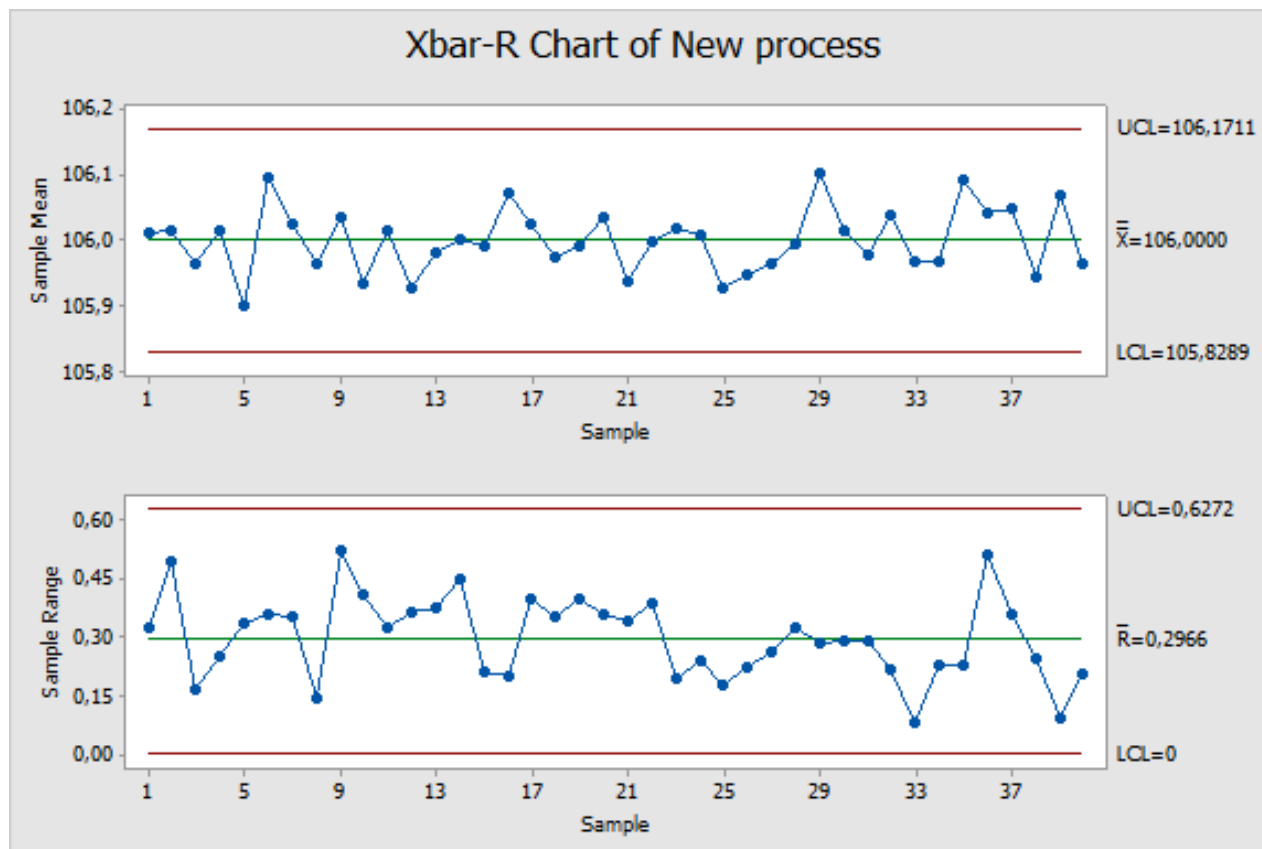
SPC bevezetése

Folyamatos visszaellenőrzés a PDCA szerint



Control

A folyamat ellenőrzése SPC kártyával



A fejlesztett folyamat szabályozott állapotban van

Mit nyertünk mi?

- **Nagyon sok pénzt!**
- *Mélyebb folyamatismeret*
- *Újabb lehetőségeket a fejlesztésre*

Amit a Vevők kap

- **Időben történő szállítás**
- **Jóval megbízhatóbb termék**
- Szakmailag jobban alátámasztott szolgáltatás – service
- Öszintébb kapcsolat

Alázat, tudás, munka, lehetőség

**Köszönöm
megtisztelő figyelmüket!**



www.thotquality.hu