

The Origins of Six Sigma

Excerpted from Harry, Mikel, and Schroeder, Richard, "Six Sigma - The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing Corporations", Doubleday, New York, 2000, pp.9-11.

Motorola, in 1979: Art Sundry

"The real problem at Motorola is that our quality stinks!"
quality cost money ↔ improving quality actually reduces costs

A Motorola akkori bevételének 5-10%-át költötte javításra

Bill Smith, 1985

Mikel Harry

sori kieső (repair-rework)

0 km

field

W. E. Deming: Out of the crisis, MIT Press, Cambridge, MA, 1988

Japánban, 1950-ben

→ Improve quality

→ Costs decrease (less rework, fewer delays, better use of machine time and materials)

→ Productivity increases

→ Capture market with better quality and lower price

→ Stay in business

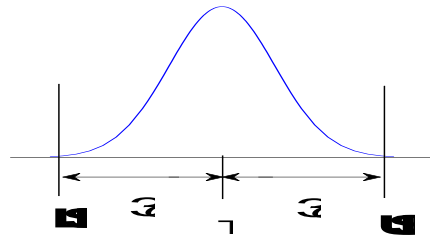
→ Provide jobs and more jobs

If Japan can why can't we? [NBC News](#)

Folyamatos fejlesztés (continuous improvement)

A management szerepe

A szigma képesség azt méri, hogy a tűrésmező széle és a névleges vagy előírt érték között a σ hányszorosa a távolság



$$Z = 3 \quad p =$$

ppm

$$C_P = C_{PK} = 1$$

$$C_P = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

Ha a folyamat jól centrált :

$$C_P = C_{PK} = \frac{USL - T}{3\sigma}$$

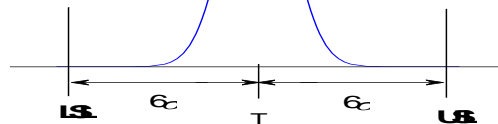
6 sigma

3

$$Z = 6$$

$$p = \text{ppm}$$

$$C_P = C_{PK} = 2$$

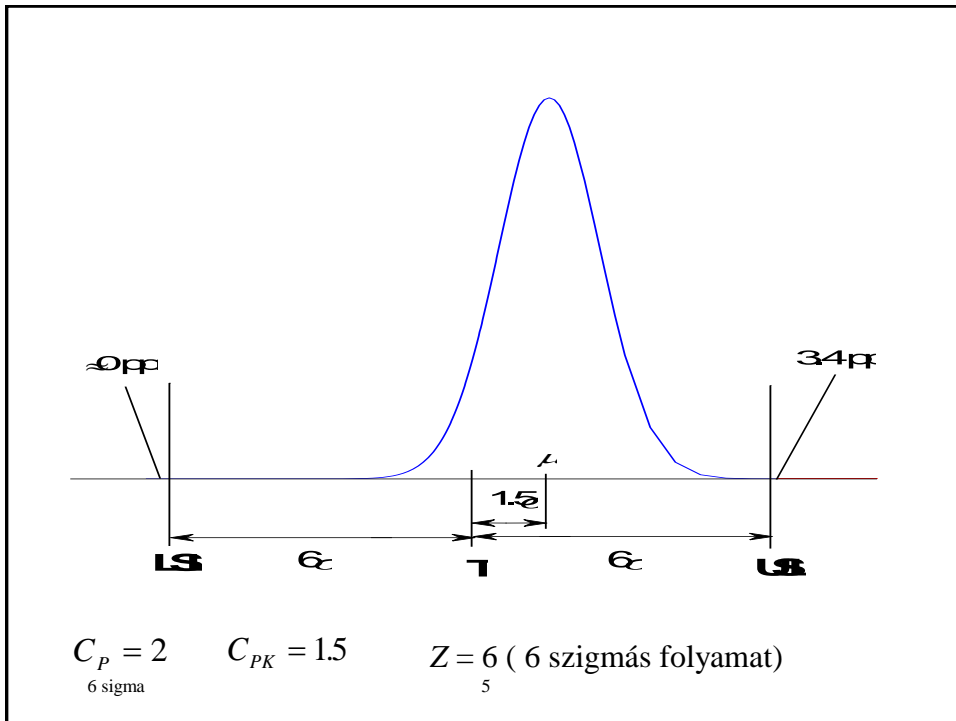


... lenne, ha a folyamat jól centrált lenne ($\mu=T$), de ...

Motorola: 1.5σ eltolódás

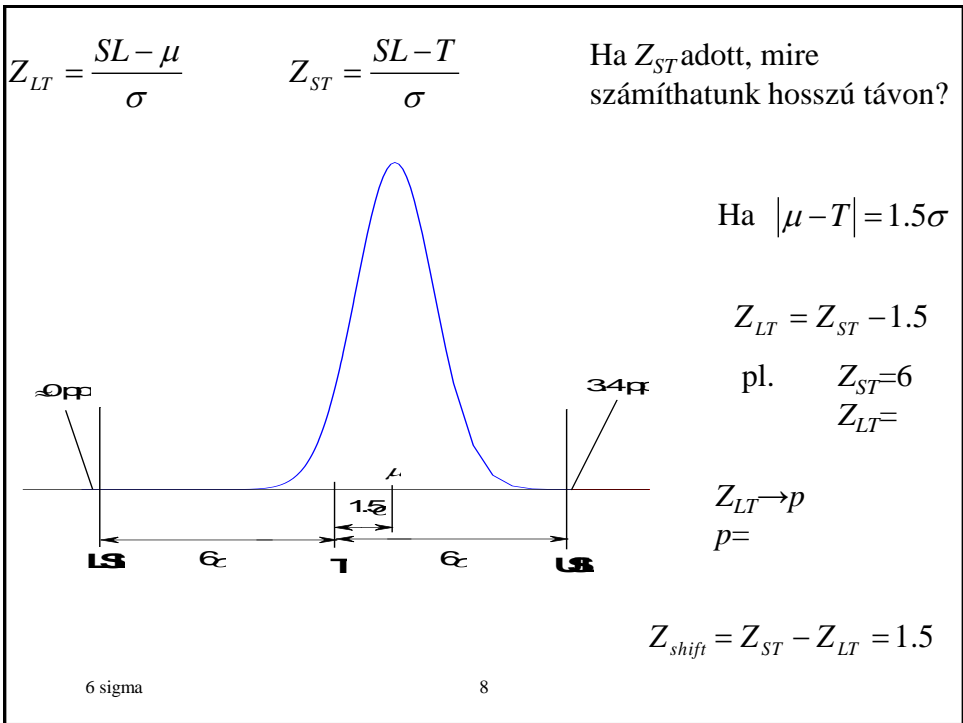
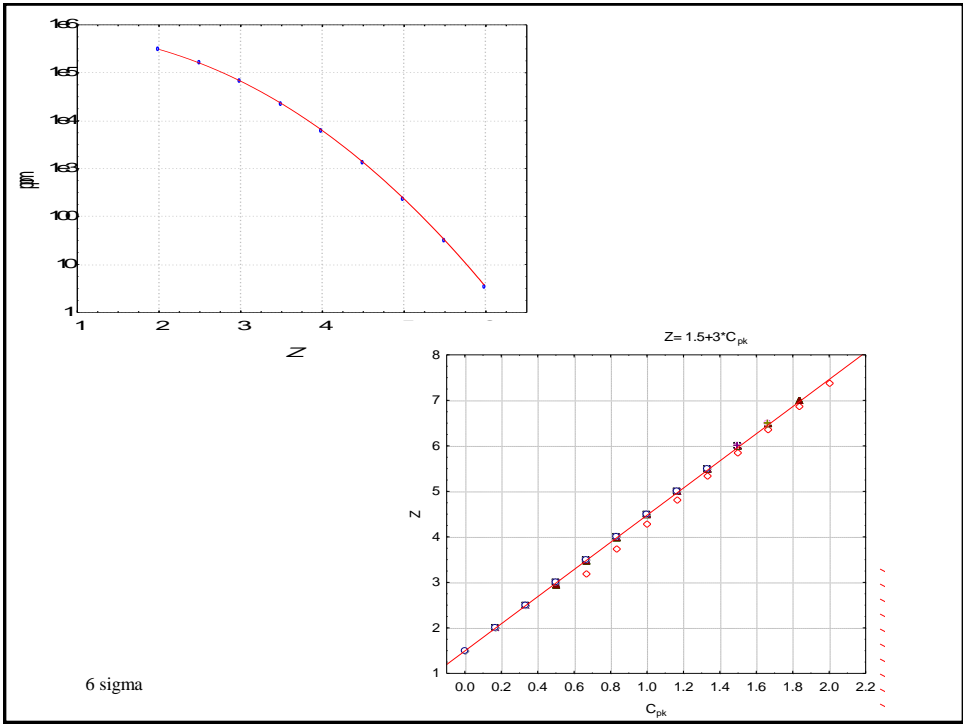
6 sigma

4



szigma képesség (Z)	C_P	C_{PK} 1.5σ eltolódásnál	selejtarány (ppm) v. hiba-arány (DPMO) 1.5σ eltolódásnál
2	0.67	0.17	308537
3	1	0.5	66807
4	1.33	0.67	6210
5	1.67	1.17	233
6	2	1.5	3.4

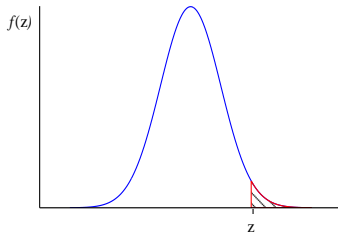
A szigma képesség
a selejtarány vagy hiba-arány (DPMO) sajátos skálája



$$Z_{LT} = Z_{ST} - 1.5$$

$$Z_{ST} = Z_{LT} + 1.5$$

Ha Z_{LT} adott, milyen lehet ez a folyamat (Z_{ST}), ha jól állítják be?



pl. $Z_{LT} = 4.5$
 $Z_{ST} =$

Ha p adott (LT)

$$p \rightarrow Z_{LT}$$

$$p = 3.4 \text{ppm} \rightarrow Z_{LT} = 4.5$$

$$Z_{shift} = Z_{ST} - Z_{LT} = \frac{|\mu - T|}{\sigma} = 1.5$$

36. példa

Egy folyamatra $\sigma = 1.253$ (ST). A specifikáció 250 ± 5 egység. Számítsuk ki a folyamat rövid és hosszú távú szigma képességét, és a hosszú távon várható selejtarányt 1.5σ eltolódást feltételezve!

$$Z_{ST} = \frac{SL - T}{\sigma} =$$

$$Z_{LT} = Z_{ST} - 1.5 =$$

$$p =$$

$$Z_{shift} = Z_{ST} - Z_{LT} = \frac{|\mu - T|}{\sigma} = 1.5$$

37. példa

Egy folyamat termékeit $AQL=0.65$ előírással veszik át. Mit mondhatunk a folyamat hosszú távú szigma képességéről?

$$p=$$

$$Z_{LT}=$$

38. példa

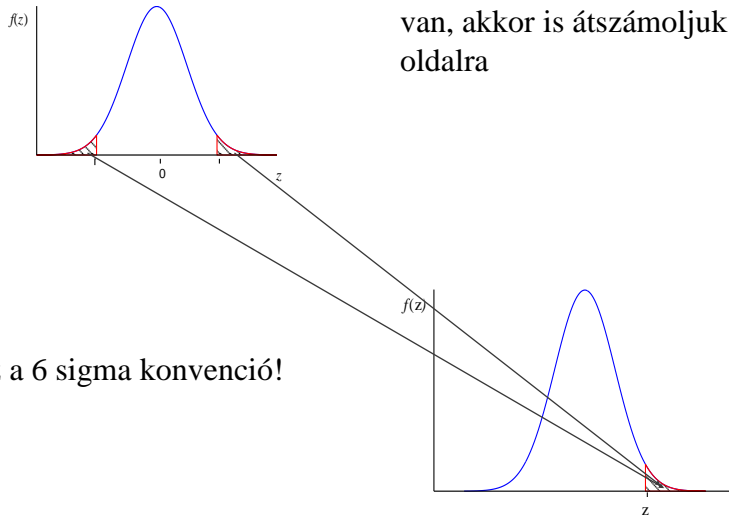
Egy számlák feldolgozásával foglalkozó cég tapasztalatai szerint 1500 számlában átlagosan 15 hiba fordul elő. Egy számla írásakor átlagosan 30 hibát lehet elkövetni. Milyen a folyamat szigma képessége?

$$DPMO = \frac{15}{1500 \cdot 30} \cdot 10^6 = 333 \quad Z_{LT} \approx 3.405 \quad \text{Miért } LT?$$

szigma képesség: $3.405+1.5=4.905$

Általánosítás: nem is csak normális eloszlású folyamatra használhatjuk, hogy $p \rightarrow Z_{LT}$ és $Z_{ST} = Z_{LT} + 1.5$

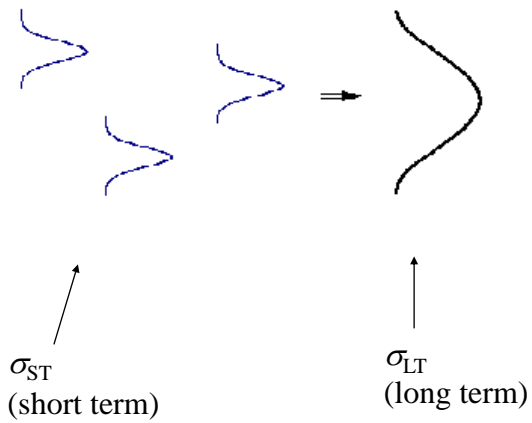
Még furcsább:
Ha hosszú távon is kétoldali kieső
van, akkor is átszámoljuk egy
oldalra



Ez a 6 sigma konvenció!

6 sigma

13



Hosszú idő alatt, de csoportokban gyűjtött adatokból is
számolhatunk rövid távú σ képességet

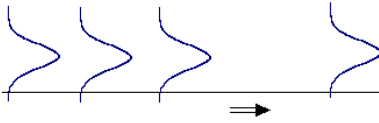
6 sigma

14

1. modell

A folyamat eltolódása a számlálóban

$$Z_{LT} = \frac{SL - \mu}{\sigma_{ST}} \quad Z_{ST} = \frac{SL - T}{\sigma_{ST}}$$



$$\sigma_{LT} = \sigma_{ST}$$

$$Z_{shift} = Z_{ST} - Z_{LT} = \frac{|\mu - T|}{\sigma_{ST}}$$

Ez azt jelenti, hogy olyan folyamatot képzelünk el, amelyikben csak rövid távú ingadozás van, és a hosszú távú képesség csak azért rosszabb a rövid távúnál, mert eltolódás van a folyamatban.

2. modell

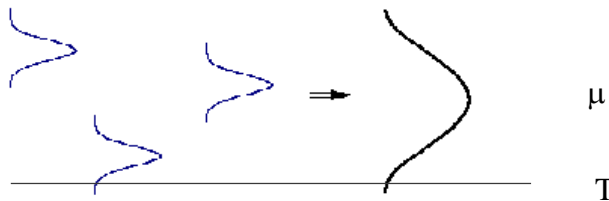
$$Z_{LT} = \frac{SL - \mu}{\sigma_{LT}} \quad Z_{shift} = Z_{ST} - Z_{LT} \neq \frac{|\mu - T|}{\sigma_{ST}}$$

Kétféle ingadozás van, egy hosszú és egy rövid távú

rövid távú (nagy frekvenciájú): a csoportokon belül

hosszú távú (kis frekvenciájú): a csoportok átlaga is ingadozik

a csoportok μ -vel jelölt átlaga esetleg nem a T névleges érték, tehát van átlagos eltolódás is.



10. példa

Számítsuk ki a cpdata1.mtw file YS3 oszlopában lévő adatokra a szigma képességet!
Az előírás 250 ± 5 egység.

Capability Analysis (Normal Distribution)

Target (adds Cpm to table):

Use tolerance of $K \cdot \sigma$ for capability statistics K =

Perform Analysis

Within subgroup analysis

Overall analysis

Display

Parts per million

Percents

Capability stats (Cp, Pp)

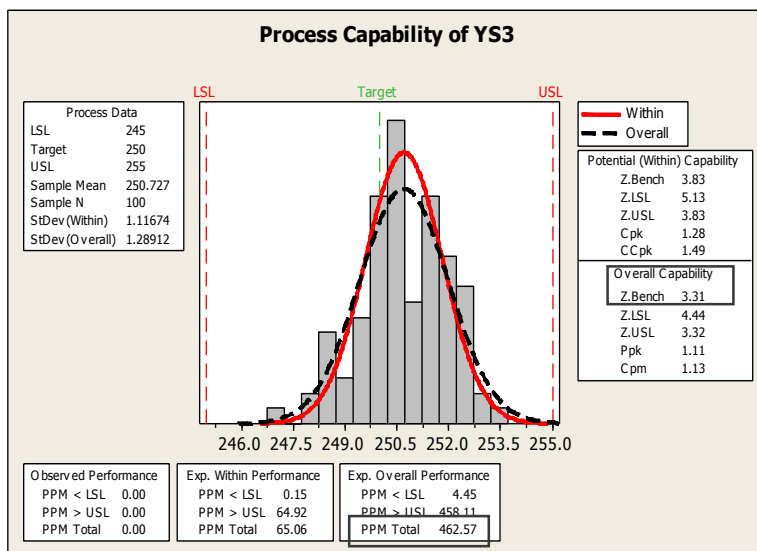
Benchmark Z's (sigma level)

6 sigma

17

Options: benchmark Z's

Szigma képesség: $3.31 + 1.5 = 4.81$



6 sigma

18

A mintából számított Z (ahogy a C_p , C_{PK}) bizonytalan.
Adjunk rá konfidencia-intervallumot is!

Capability Analysis (Normal Distribution) - Options

Target [adds Cpm to table]:

Calculate statistics using: sigma tolerance

Perform Analysis

Within subgroup analysis

Overall analysis

Display

Parts per million

Percents

Capability stats (Cp, Pp)

Benchmark Z's (sigma level)

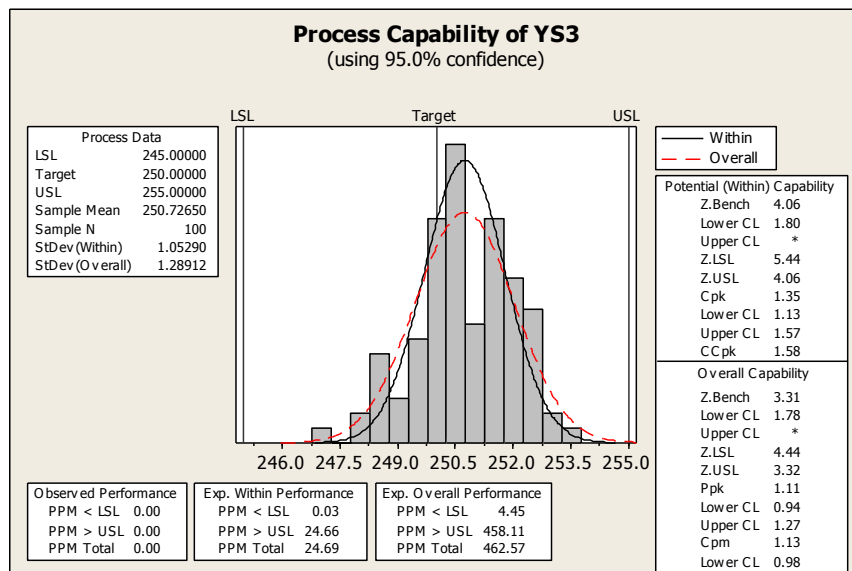
Include confidence intervals

Confidence level:

Confidence intervals:

6 sigma

19



MTB14

6 sigma

20

Process Data	
LSL	245
Target	250
USL	255
Sample Mean	250.727
Sample N	100
StDev (Within)	1.0529
StDev (Overall)	1.28587

Potential (Within) Capability	
Z.Bench	4.06
Lower CL	3.31
Z.LSL	5.44
Z.USL	4.06
Cpk	1.35
Lower CL	1.13
Upper CL	1.57

klasszikus definíció

$$Z_{ST} = \frac{SL - T}{\sigma_{ST}}$$

$$Z_{USL} = \frac{255 - 250}{1.053} = 4.75$$

$$Z_{LSL} = \frac{250 - 245}{1.053} = 4.75$$

6 sigma

ahogy a Minitab számol

$$Z_{ST} = \frac{SL - \mu}{\sigma_{ST}}$$

$$Z_{USL} = \frac{255 - 250.727}{1.053} = 4.057$$

$$Z_{LSL} = \frac{250.727 - 245}{1.053} = 5.438$$

21

9. példa

Számítsuk ki a cpdata1.sta file YS3 oszlopában lévő adatokra a szigma képességet! Az előírás 250 ± 5 egység.

Process Capability Z-bench Statistics, Confidence Bounds etc (CPDATA1.3)	
Variable: YS3	
Capability Index	Value
Cp - Lower CI	1.34213
Cp - Upper CI	1.83320
Cpk - Lower CI	1.13696
Cpk - Upper CI	1.57733
Z - benchmark Potential	4.07123
Z benchmark - LSL	5.45583
Z benchmark - USL	4.07143
Z benchmark - Lower CI	1.79573
Z benchmark - Upper CI	
Overall Process Performance	
PPM < LSL	0.02433
PPM > USL	23.35653
PPM Total	23.38093
Observed Process Performance	
PPM < LSL	0.00000
PPM > USL	0.00000
PPM Total	0.00000
Cpm - Lower CI	0.97563
Cpm - Upper CI	1.27833

Capability Index	
Lower Specification Limit	Value
Lower Specification Limit	245.0000
Nominal Specification	250.0000
Upper Specification Limit	255.0000
CP (potential capability)	1.4923
CR (capability ratio)	0.6700
CPK (demonstrated excellence)	1.2756
CPL (lower capability index)	1.7092
CPU (upper capability index)	1.2756
K (non-centering correction)	0.1453
CPM (potential capability II)	1.1273

22

A rövid távú σ képesség alternatív definíciója

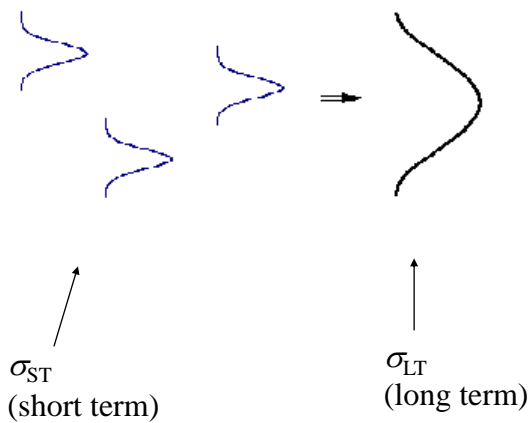
$$Z_{ST} = \frac{SL - T}{\sigma_{ST}}$$

ahol SL USL vagy LSL
(Minitab Process Analysis add.)

Ez lenne a folyamat σ képessége, ha jól centrált lenne

$$Z_{ST} = \frac{SL - \mu}{\sigma_{ST}}$$

(Statistica Process Analysis)
(Minitab Capability Analysis)



A hosszú távú σ képesség

$$Z_{LT} = \frac{SL - \mu}{\sigma_{LT}}$$

. példa

Egy számlák feldolgozásával foglalkozó cég tapasztalatai szerint 1500 számlában átlagosan 15 hiba fordul elő. Egy számla írásakor átlagosan 30 hibát lehet elkövetni. Milyen a folyamat szigma képessége?

$$DPMO = \frac{15}{1500 \cdot 30} \cdot 10^6 = 333$$

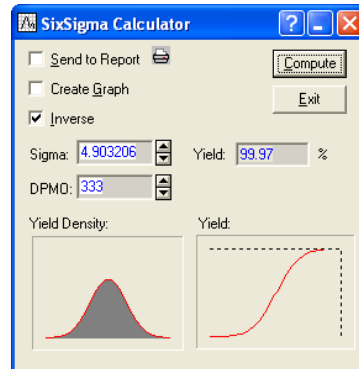
$$1 - F(z) = 333,333 \cdot 10^{-9}$$

$$z \approx 3.405$$

szigma képesség: $3.405 + 1.5 = 4.905$

6 sigma

25



A DMAIC folyamat 15 lépése



Fázisok	Lépések	Tartalmi leírásuk
Define Definiálás	1	Válaszd ki és határozd meg a projekt CTQ-t
	2	Hozd létre a projekt alapdokumentumot
	3	Készíts magas szintű folyamat térképet
Measure Mérés	4	Válaszd ki a CTQ jellemzőket
	5	Határozd meg a teljesítmény előírásokat
	6	Elemezd a mérőrendszert
Analyze Elemzés	7	Határozd meg a folyamatképességet
	8	Válaszd ki a fejlesztési célokat
	9	Állapítsd meg az ingadozás forrásait és okait
Improve Fejlesztés	10	Szűrd ki a lehetséges okokat
	11	Tárd fel a változók közötti kapcsolatokat
	12	Határozd meg a működési tűréshatárokat
Control Ellenőrzés	13	Határozd meg és hagyd jóvá a mérőrendszert
	14	Mérd vissza a fejlesztés utáni folyamatképességet
	15	Valósítsd meg a folyamat ellenőrzést