



Hanthy László

Tel.: 06 20 9420052

# Néhány probléma a gyártási folyamatok statisztikai szabályzásával kapcsolatban



A front-facing view of a bright green sports car, possibly a Lotus Evija, with its headlights illuminated. The car is centered in the frame against a dark background. The headlights are on, casting a warm glow. The car's design is sleek and aerodynamic, with a prominent front grille and large air intakes.

Miben kellene segíteni az SPC alkalmazóit?

Hanthy László T: 06(20)9420052



## Megválaszolandó kérdések

- Mit tekintünk statisztikailag stabil folyamatnak?
- Hogyan szabályozhatjuk a valóságos előállítási folyamatokat?
- Hogyan kezdhetünk neki egy folyamat szabályozásának?
- Mit tegyünk a speciális problémák kezelésére?

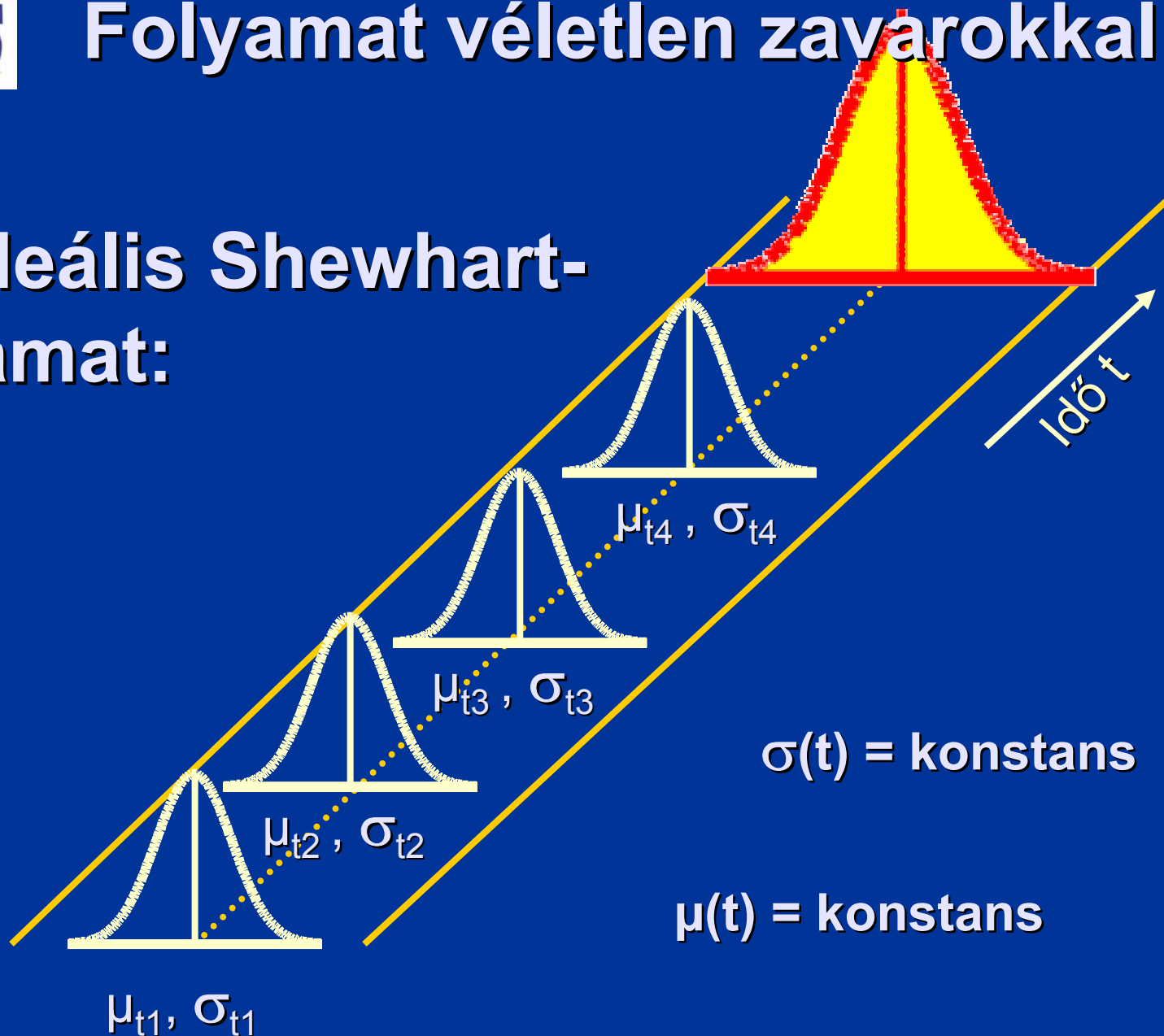
# Stabilitás?

- A statisztikai stabilitás fogalma helyett az autóipari szerzők az „**uralt**”, vagy a „**minőségképes**” kifejezést is használják. Az a folyamat, minőségképes, amely bizonyíthatóan képes az előre meghatározott követelmények teljesítésére, és mért értékei a tűréshatárokon belül vannak. (VDA 4) E folyamat a szabályzóártya beavatkozási határain belül marad, és képességindexe is megfelel a követelményeknek.

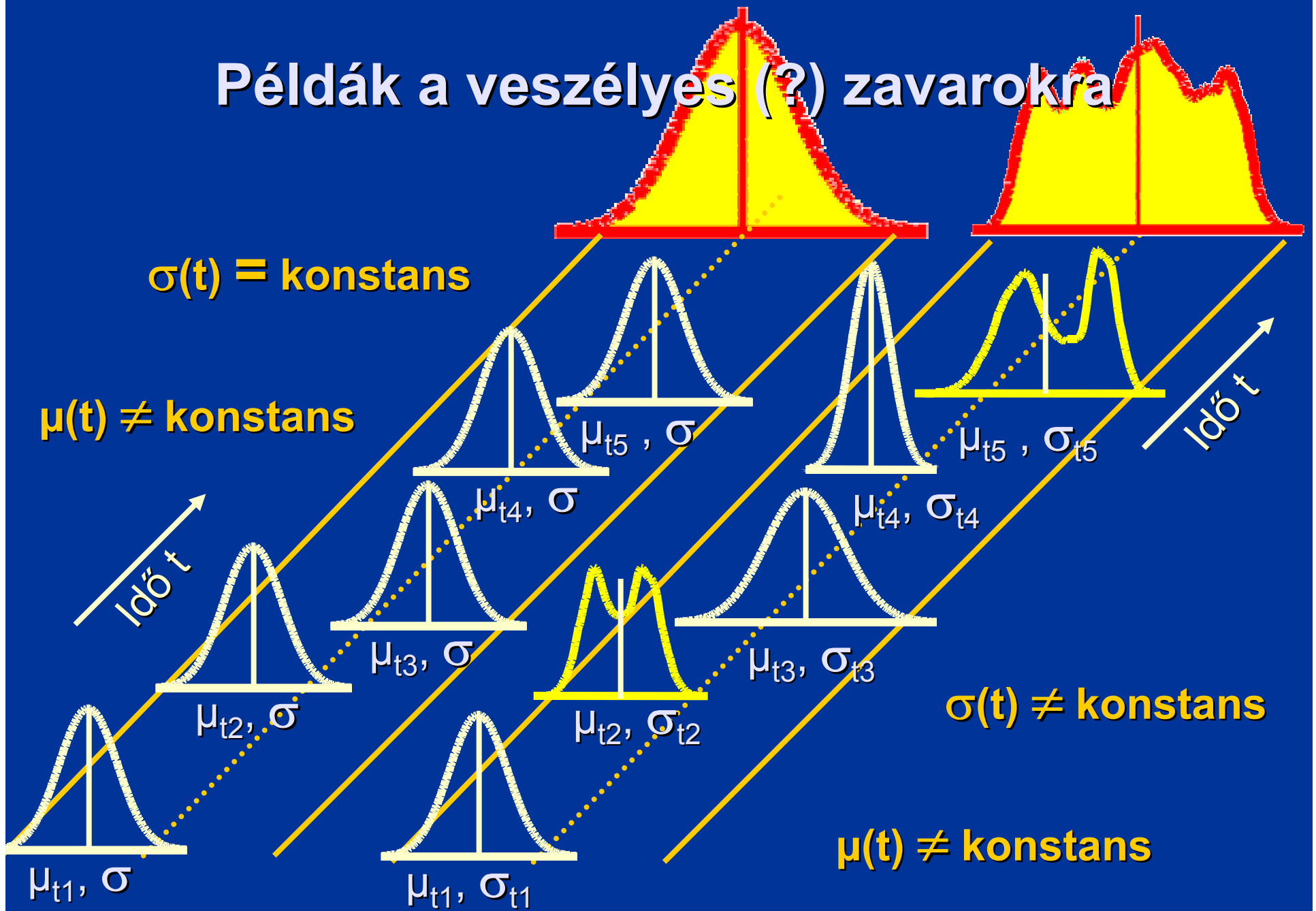


# Folyamat véletlen zavarokkal

Az ideális Shewhart-folyamat:



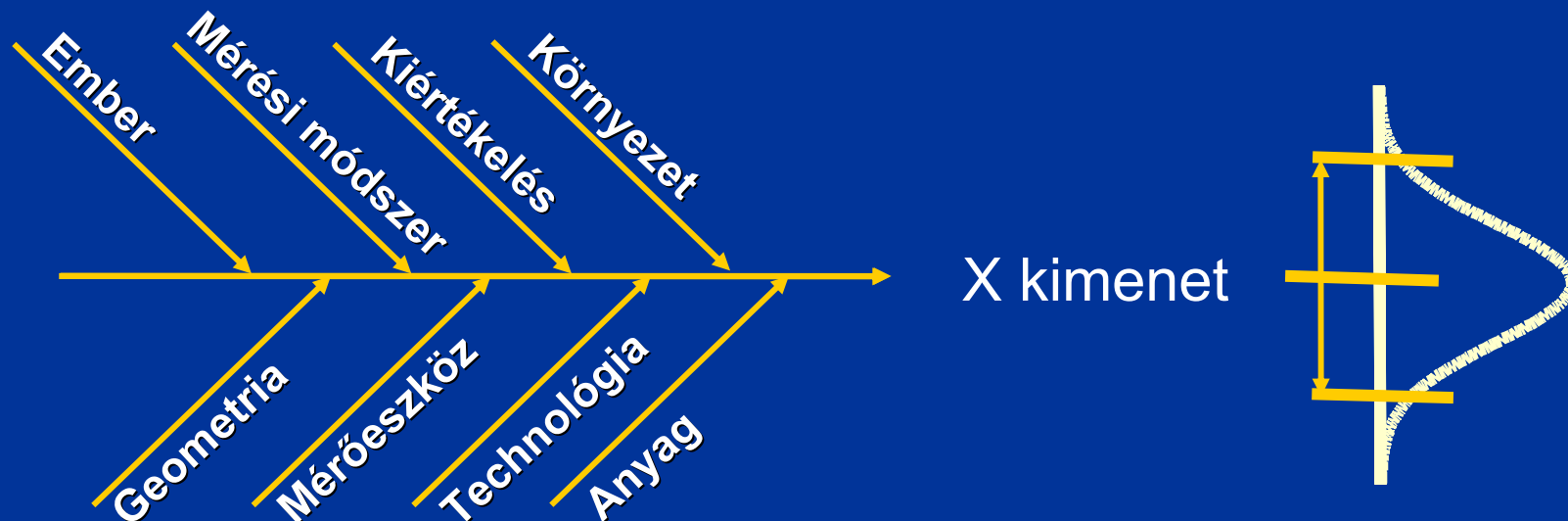
# Példák a veszélyes (?) zavarokra





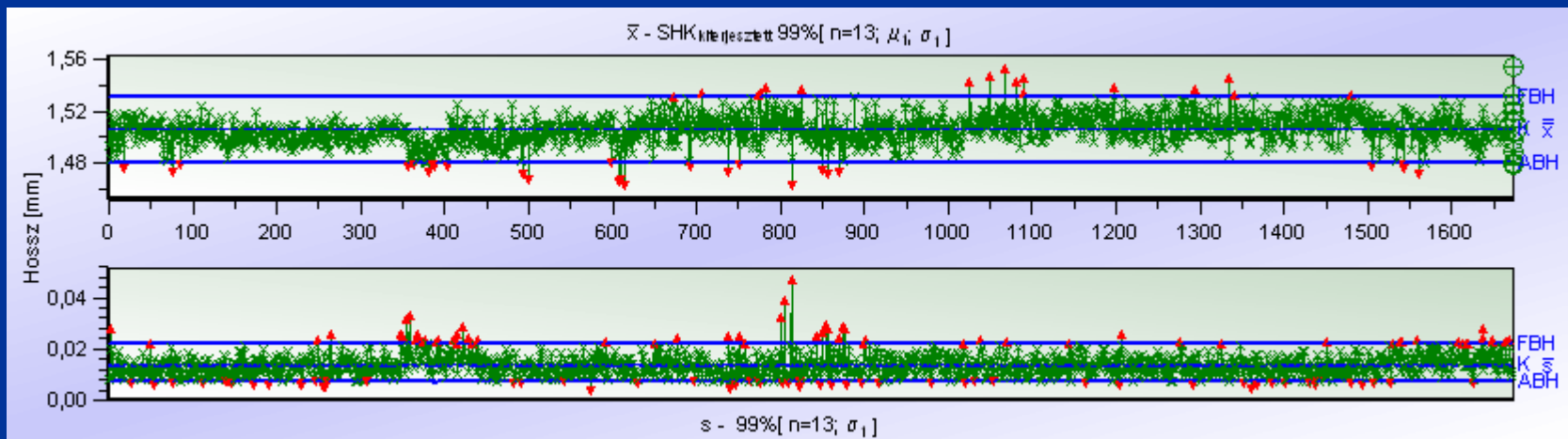
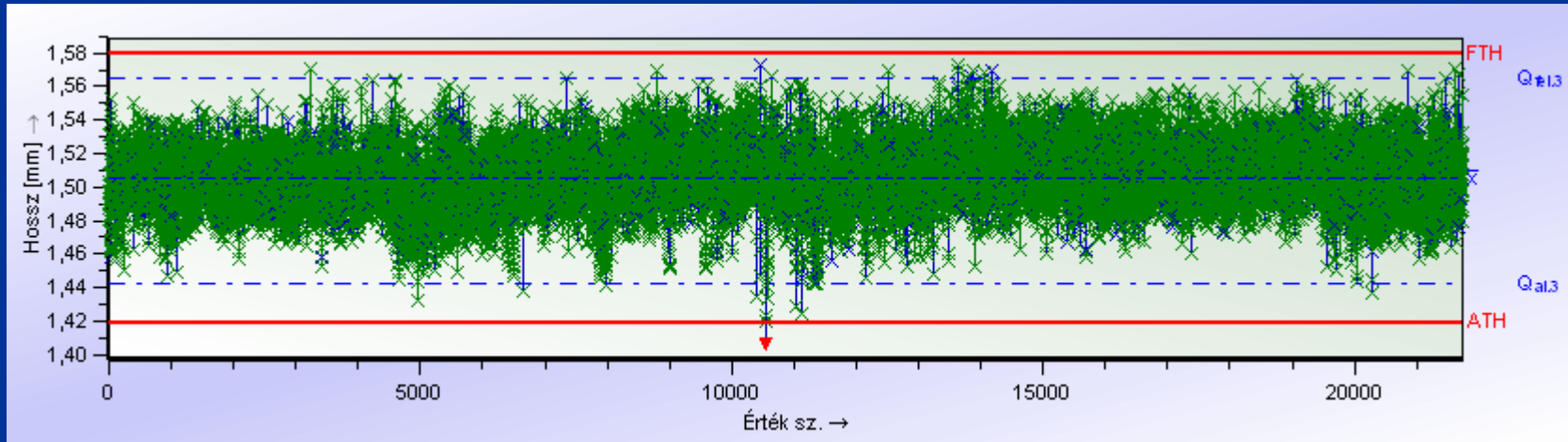
## Ezeket kell szabályozni!

- A hagyományos értelemben vett „statisztikailag stabil” folyamatok nem léteznek – csak egyeseket az alkalmazott matematikai eszközök segítségével annak tekinthetünk.





# Valóságos gyártási folyamatok





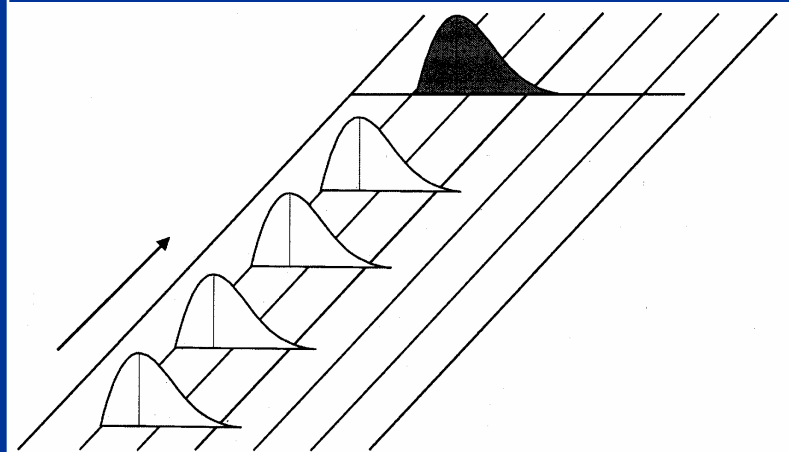
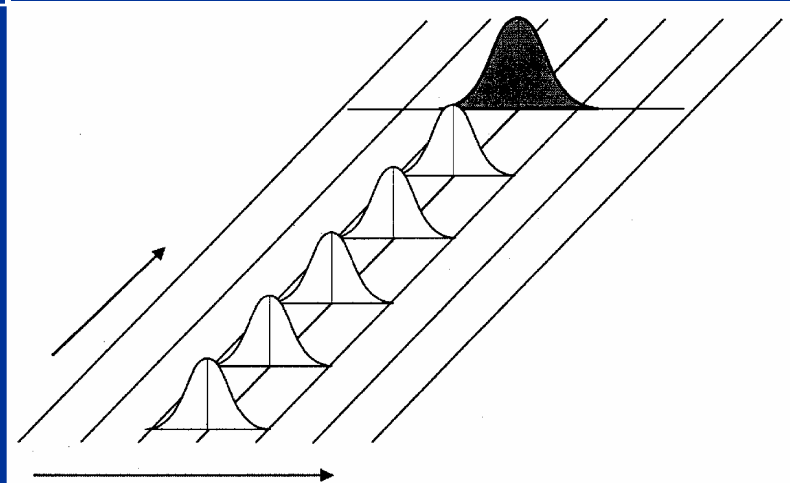
# Folyamatmodellek az ISO/DIS 21747 (DIN 55319) szerint

A modell betűjele	Folyamathelyzet	Folyamatszórás
A	$\mu = \text{áll.}$	$\sigma = \text{áll.}$
B	$\mu = \text{áll.}$	$\sigma \neq \text{áll.}$
C	$\mu \neq \text{áll.}$	$\sigma = \text{áll.}$
D	$\mu \neq \text{áll.}$	$\sigma \neq \text{áll.}$

# A-típusú folyamatmodellek

Jele	Tulajdonság	A szűrő- próbák eloszlása	Eredmény- eloszlás
A1		normál	normál
A2		nem normál, egy- vagy több- csúcsú	nem normál, egy- vagy több- csúcsú

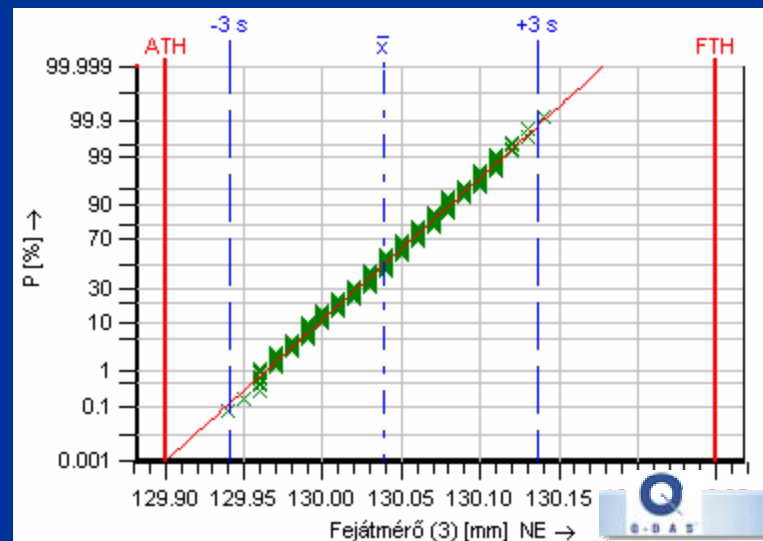
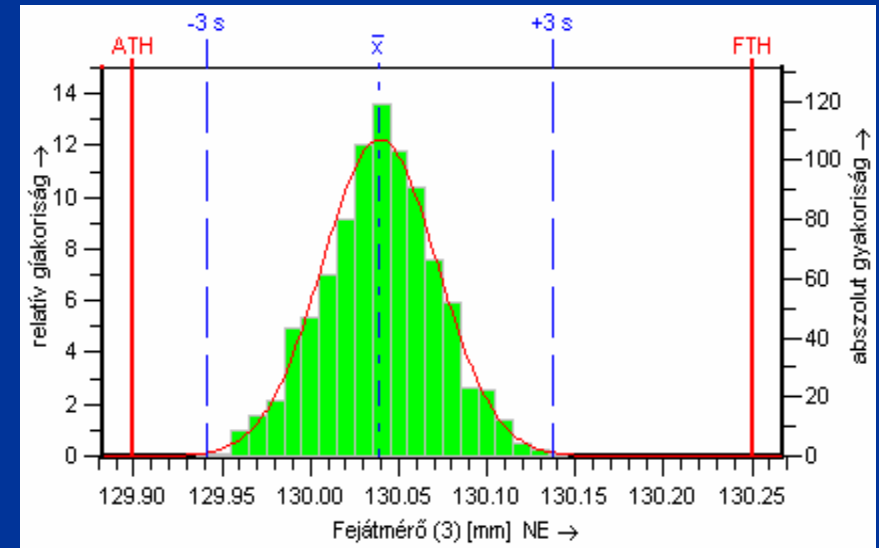
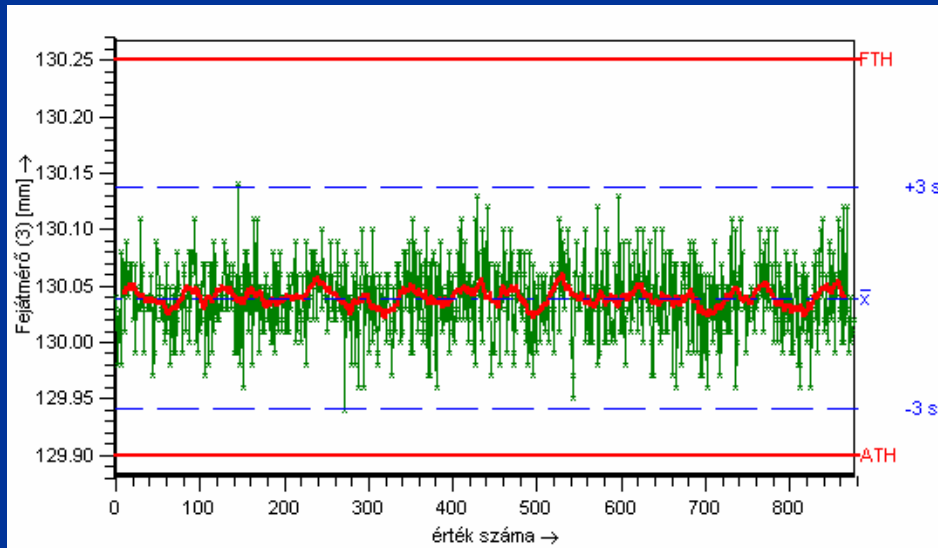
$\mu = \text{áll.}, \sigma = \text{áll.}$





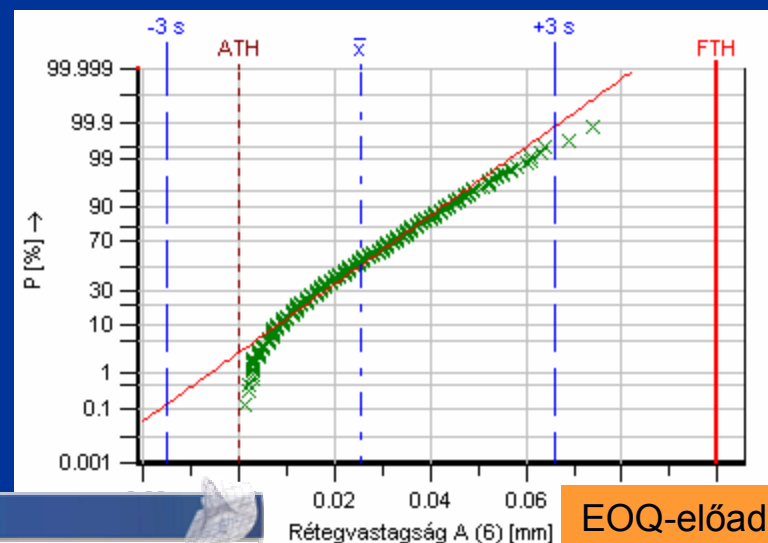
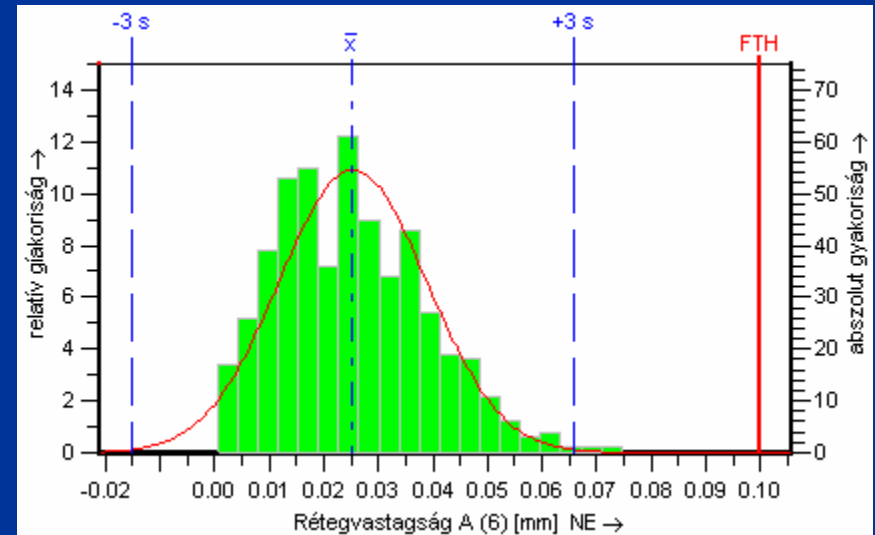
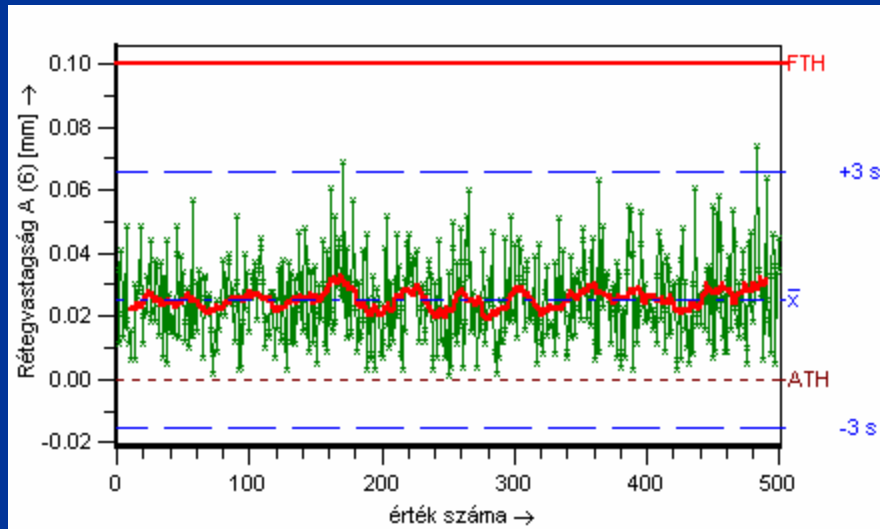
# Példák folyamattípusokra

## Normál eloszlású folyamat (A1)



# Példák folyamattípusokra

## Nem normál eloszlású folyamat (A2)

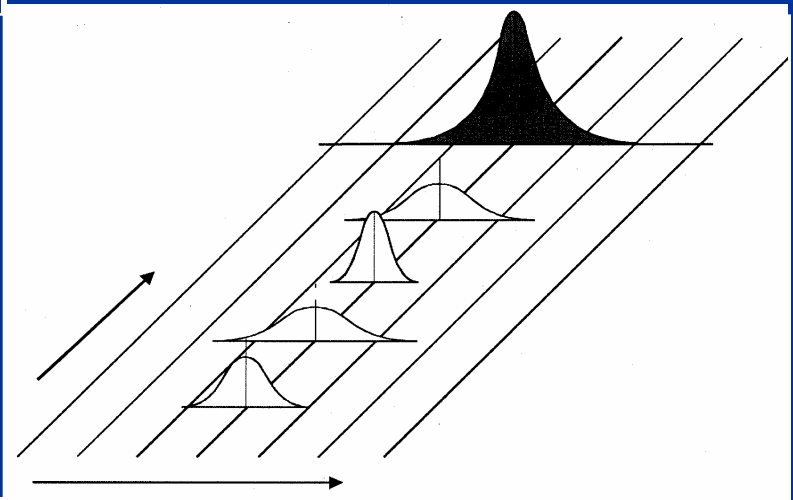




# B-típusú folyamatmodell

Jele	Tulajdonság	A szűrő- próbák eloszlása	Eredmény- eloszlás
B	A szórás véletlenszerűen változik	normál, vagy más, egy-csúcsú	nem normál, egy-csúcsú

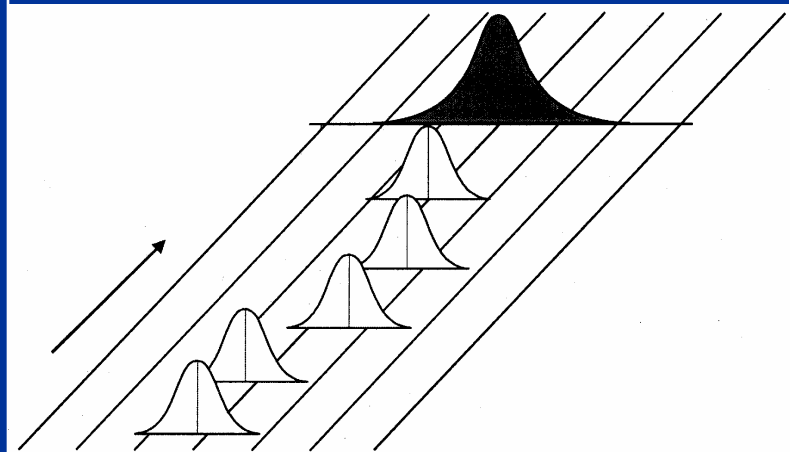
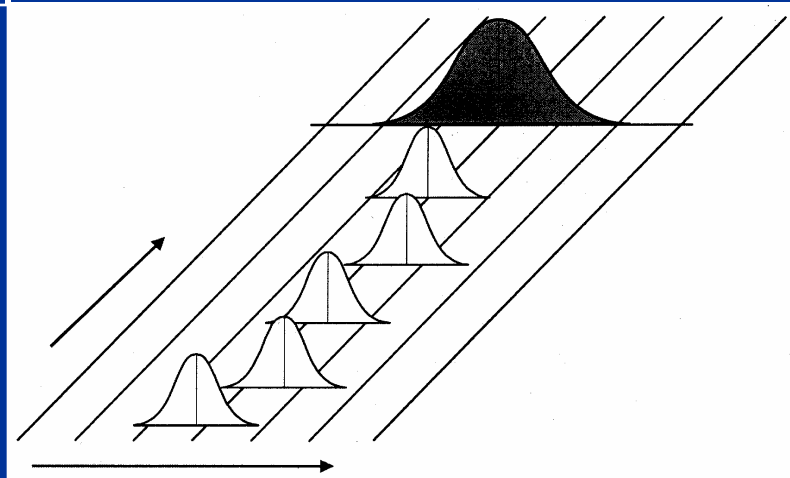
$\mu = \text{áll.}, \sigma \neq \text{áll.}$



# C-típusú folyamatmodellek

Jele	Tulajdonság	A szűrő-próbák eloszlása	Eredmény-eloszlás
C1	A középérték véletlenszerűen (normál-eloszlással) szór	normál	normál
C2	A középérték véletlenszerűen szór	normál	nem normál, egycsúcsú

$\mu \neq \text{áll.}, \sigma = \text{áll.}$

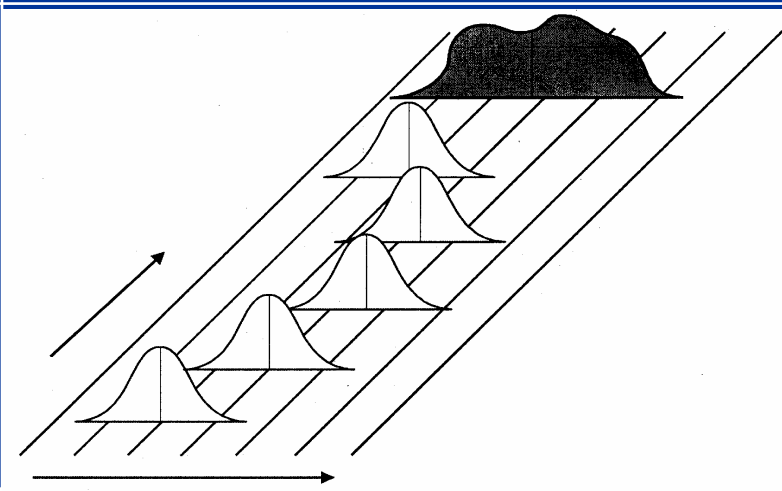
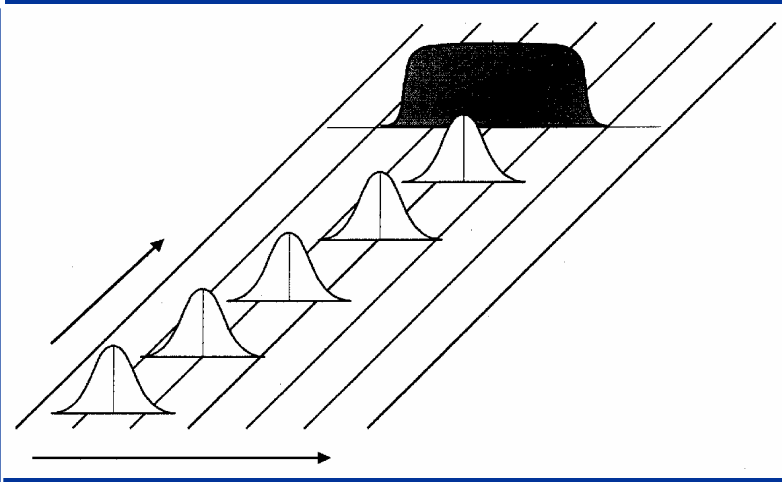




# C-típusú folyamatmodellek

Jele	Tulajdonság	A szűrő-próbák eloszlása	Eredmény-eloszlás
C3	A középérték szisztematikusan változik (pl. trend, ciklikusság)	normál	tetszőleges, általában egy-csúcsú eloszlás
C4	A középérték szisztematikusan és véletlenszerűen változik	normál	tetszőleges, általában több-csúcsú eloszlás

$\mu \neq \text{áll.}, \sigma = \text{áll.}$

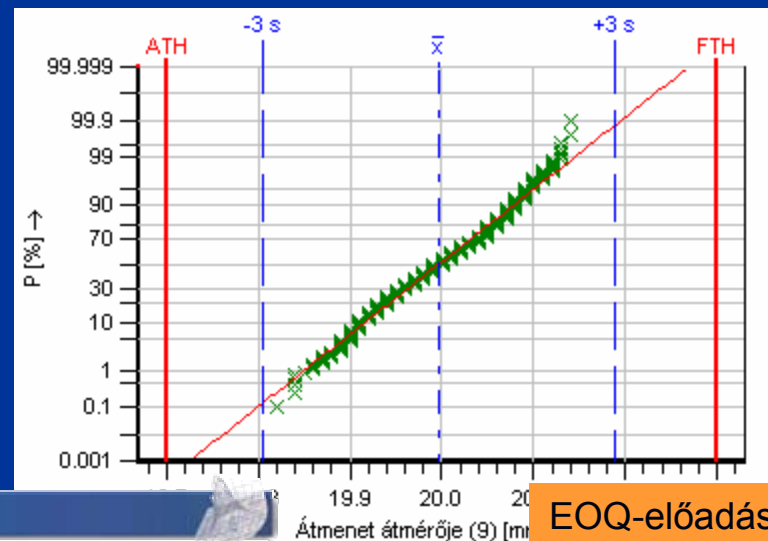
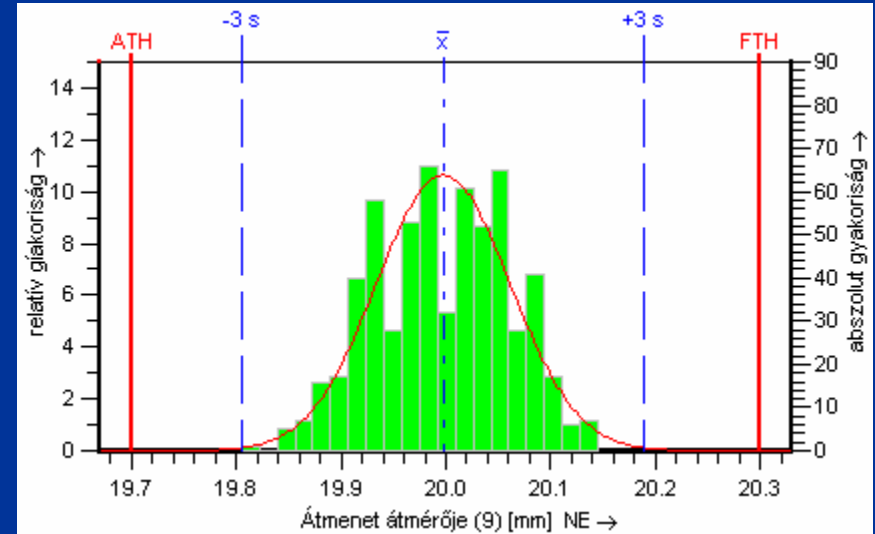
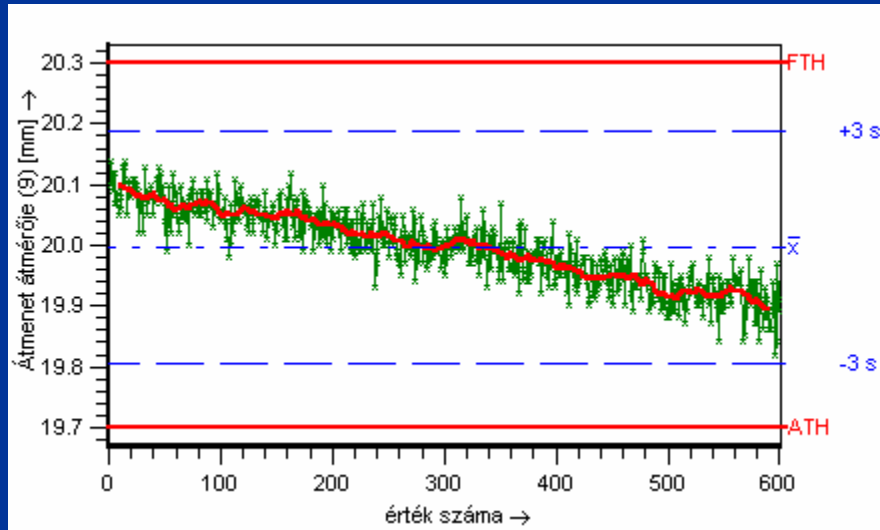






# Példák folyamattípusokra

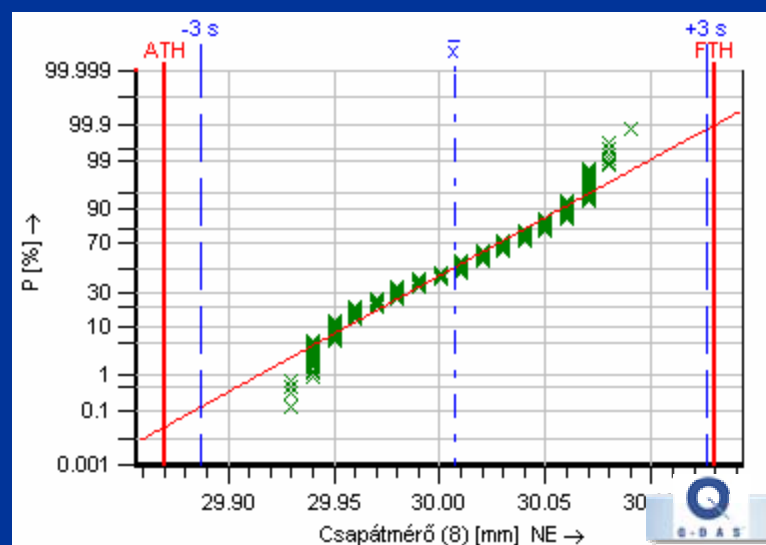
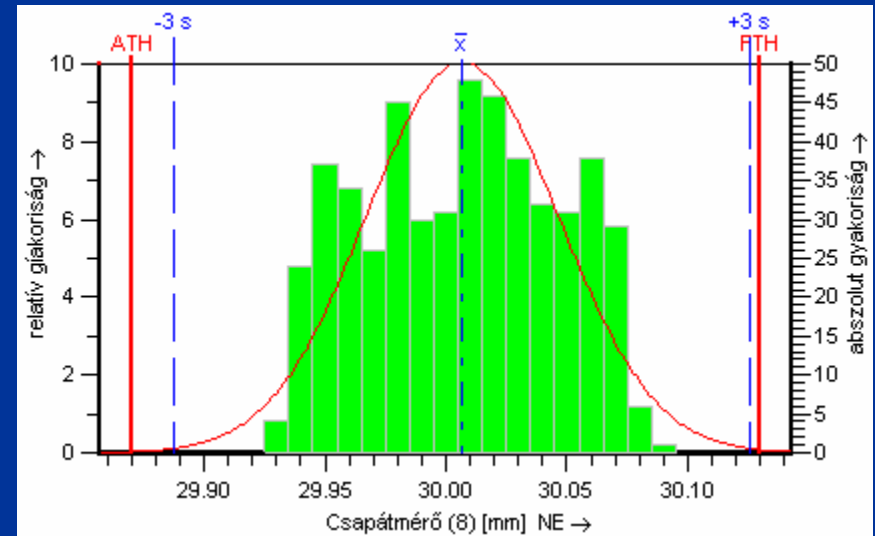
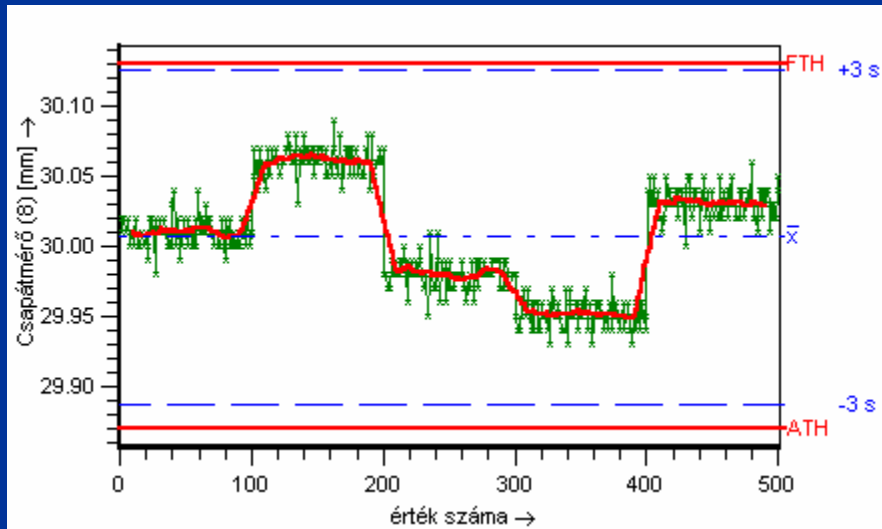
## Ingadozó középértékű, állandó szórású folyamat (C3)





# Példák folyamattípusokra

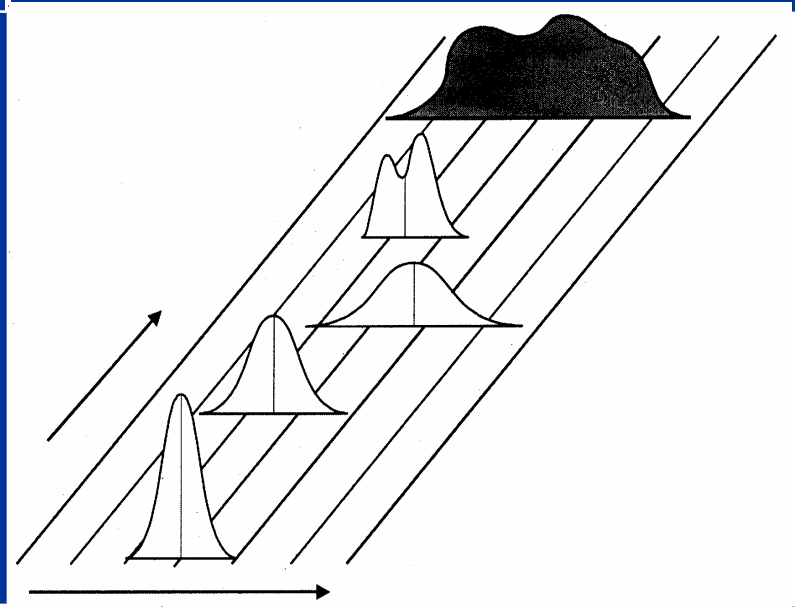
## Ingadozó középértékű, állandó szórású folyamat (C4)



# D-típusú folyamatmodell

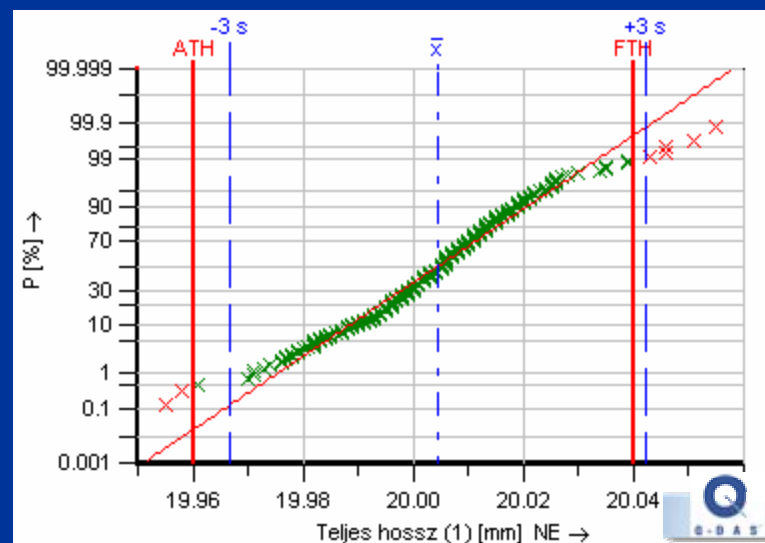
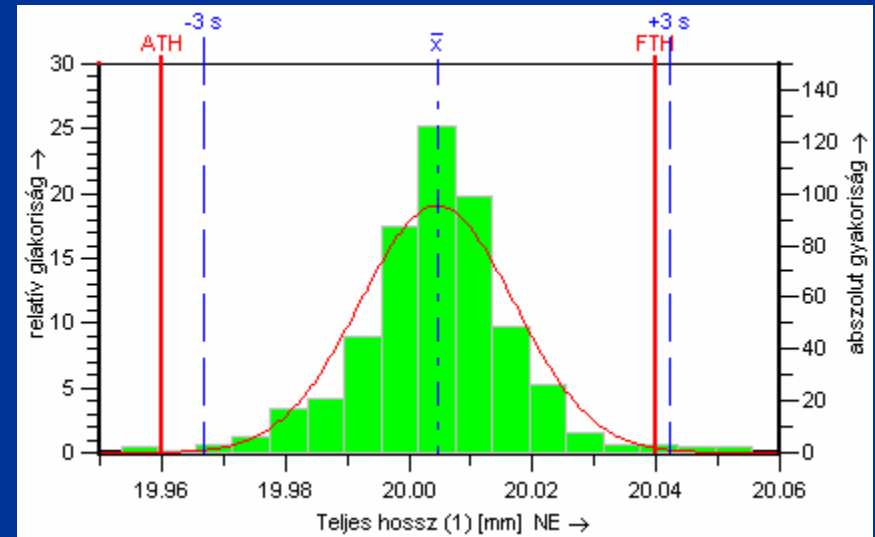
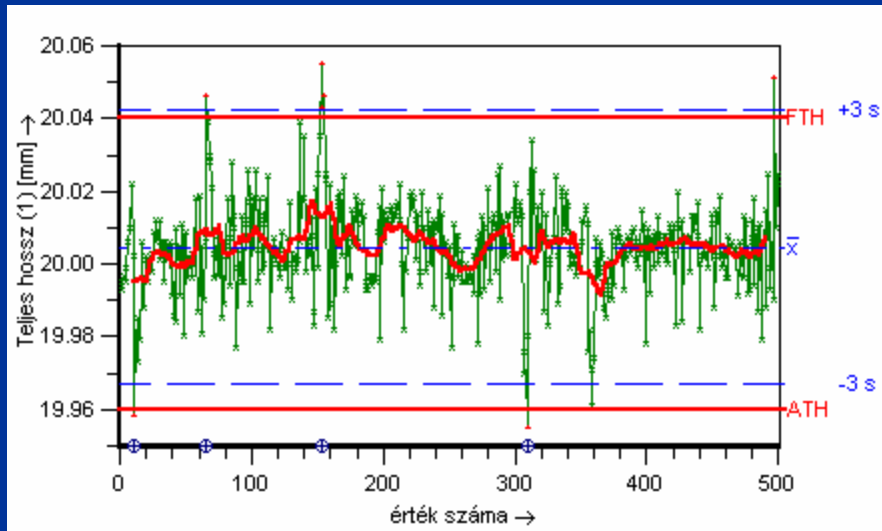
Jele	Tulajdonság	A szűrő- próbák eloszlása	Eredmény- eloszlás
D	Mind a középérték, mind a szórás szisztematikusan és véletlenszerűen változik	tetszőleges, általában többcsúcsú eloszlás	tetszőleges, általában többcsúcsú eloszlás

$\mu \neq \text{áll.}, \sigma \neq \text{áll.}$



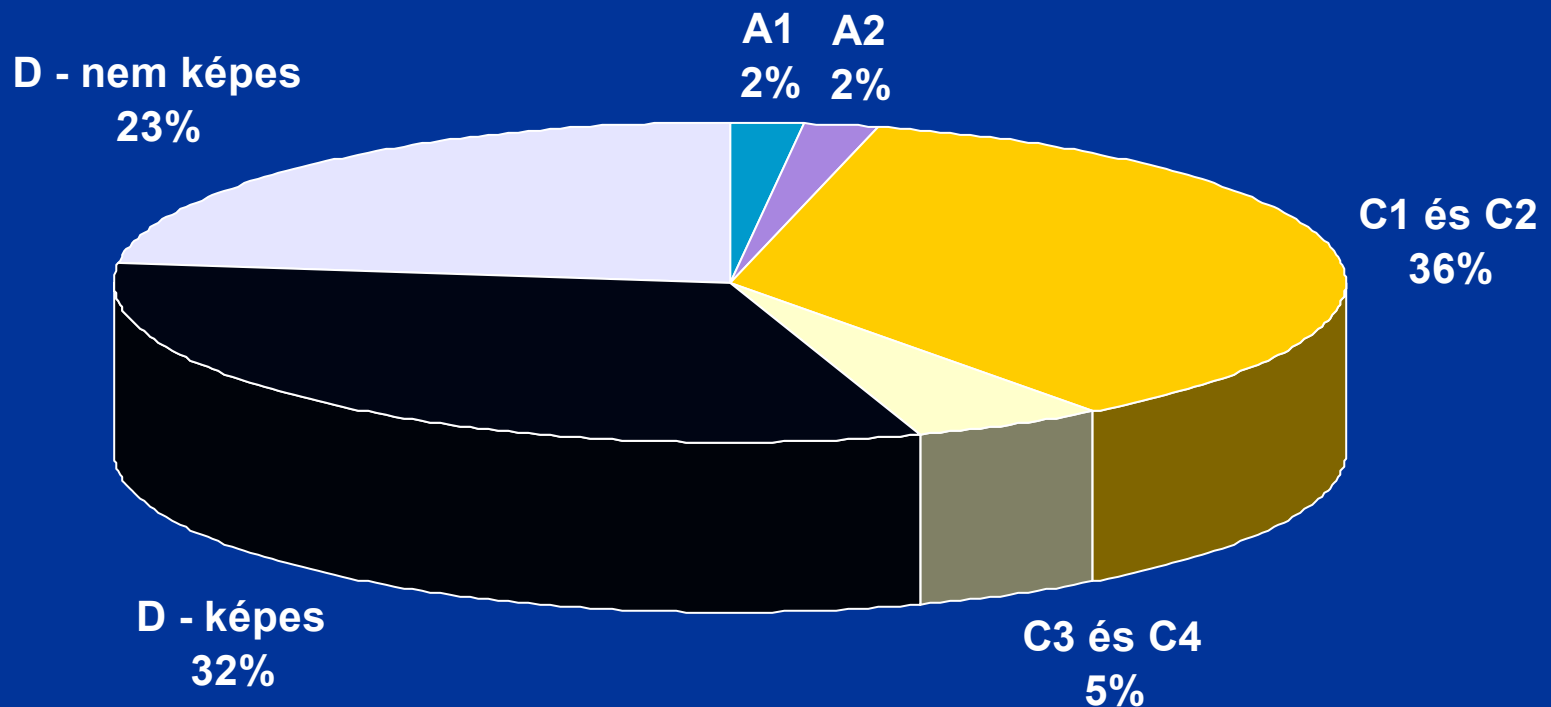
# Példák folyamattípusokra

## Ingadozó középértékű, és szórású, instabil folyamat (D)



# A folyamatmodellek gyakorisága (egy német felmérésből)

1000 folyamatból, 11 gyárból





# Az SPC helye

<p style="text-align: center;">↑</p> <p style="text-align: center;">Hatékony -ság</p> <p style="text-align: center;">↑</p>	<p><b>100%-os ellenőrzés</b></p>	<p><b>Ellenőrzés a mérési bizonytalansággal csökkentett tűrésre</b></p>	
		<p><b>Ellenőrzés (etalonnal v. mérőeszkőzzel) tűrésre</b></p>	
	<p><b>Minta-vételes ellenőrzések</b></p>	<p><b>Ellenőrzés kombinált minőségsszabályzó-kártyával</b></p>	
		<p><b>Ellenőrzés mérési érték-kártyával (egyszerű szabályzó-kártya)</b></p>	
		<p><b>Ellenőrzés tűrésre</b></p>	

# Követelmények a folyamatszabályozással kapcsolatban (ipari sorozatgyártás)

- Egyszerű interpretálhatóság az alkalmazók számára
- Interpretálhatóság szoftverrel
- Automatikus kalkuláció (minél nagyobb arányban)
- Minimális első fajú hiba
- Egyértelmű szabályok az alkalmazásra és a bevezetés fázisára



## Követelmények a folyamatszabályozással kapcsolatban

- Egyszerű interpretálhatóság, kezelhetőség az alkalmazók számára
  - A **CUSUM**-kártya a versenyből kizárva;
  - Maradnak azok a kártyák, melyekben a folyamat megfelelése a határokkal történő összeméréssel derül ki.
  - A helyzetkártyán csak a nominális átlag (vagy medián) szerepeljen! (**short run-kártyák** kizárva – illetve szoftver alkalmazásakor feleslegesek)



# Követelmények a folyamatszabályozással kapcsolatban

- Interpretálhatóság szoftverrel
  - Szubjektív stabilitáskritériumok, mint pl:  
„láthatóan nem véletlenszerű alakzatok a  
kártyában” kizárva



## Követelmények a folyamatszabályozással kapcsolatban

- Automatikus kalkuláció (minél nagyobb arányban)
  - A határok számítása legyen megoldható a bevitt mérési eredményekből – és/vagy a tűréshatárokból

# Követelmények a folyamatszabályozással kapcsolatban

- Minimális első fajú hiba
  - Biztosítani kell a módszer elfogadottságát
  - Speciális szabályzókérttyák, melyek kínosan pontos peremfeltételeket igényelnek, (pl. regressziós ellenőrzőkérttya) kizárva



# Követelmények a folyamatszabályozással kapcsolatban

- Alkalmazható szabályzókérttyák:
  - Folyamatalapú (Shewhart-)kérttyák
    - normális
    - nem normális eloszlásra (Pearson-kérttyák)
  - Tűrésalapú helyzetkérttyák (átvételi kérttyák)
    - megadott selejthányad megakadályozására, vagy
    - a megadott folyamatképességi indexre kalkulálva
  - EWMA-kérttyák – elsősorban a mozgó minták elemzésére (?)

# A folyamatszabályzáshoz javasolt módszerek – az autóipari előírásokkal összehasonlítva

Folyamat-típus (altípus)	SPC-kézikönyv	VDA 4 Ringbuch	Javasolt szabályzási módszerek
A – normál eloszlás	egyszerű Shewhart-szabályzókérttya	egyszerű Shewhart-szabályzókérttya	egyszerű Shewhart-szabályzókérttya
A – nem normál eloszlás	nincs módszer megemlítve	nincs módszer megemlítve	Pearson-féle szabályzókérttya
B	nem szabályozható	nem szabályozható	egyszerű Shewhart-vagy Pearson-szabályzókérttya, szükség esetén szakaszokra kalkulált beavatkozási határokkal

C – a minták eloszlása normális	nem szabályozható	kibővített Shewhart-szabályzókértékkártya, vagy elfogadókértékkártya	kibővített Shewhart-szabályzókértékkártya, vagy átvételi kértékkártya
C – a minták eloszlása nem normális	nem szabályozható	nem, vagy korlátozottan szabályozható	kibővített Shewhart-, vagy átvételi középértékkértékkártya, Pearson-féle szórásnévtékkértékkártya
D – a minták eloszlása nem normális	nem szabályozható	nem szabályozható	kibővített Shewhart-, vagy átvételi középértékkértékkártya folyamatszakaszokra kalkulált beavatkozási határokkal, Pearson-féle, vagy szakaszos kiértékeléssel készített Shewhart-szórásnévtékkértékkártya

Bőrkészítés

A szórás konstans?

A helyzet konstans?

pillanatnyi NE?

A jellemző típusa meg van adva?

Bőrrás NEME1(0)

Ae eloszlás kiválasztása

Trendteszt

Boszlásmodell Kt. NE

A szórás statisztikai?

teszt előre megadott eloszlásra

Boszlásmodell keresése

teszt előre megadott eloszlásra

NE-teszt

Boszlásmodell VE

Boszlásmodell VE

Boszlásmodell VE

A helyzet konstans?

A1

A2

A1\*

A2\*

C3

C1

C2

C4

D

B

Shewhart-kártya

Pearson-kártya

Shewhart-kártya

Pearson-kártya

Kib. Shewhart-k.

Kib. Shewhart-k.

Kib. Shewhart-k.

Kib. Shewhart-k.

Kib. Shewhart-k.

Análízis

# Automatikus technológiák



# Az SPC szakaszai

Fázisok:

- A folyamat előzetes elemzése
  - milyen modellbe tartozik?
  - melyek a befolyásoló tényezők?
  - megfelelő-e a mérőrendszer?
  - milyen mintavétel javasolt, és lehetséges (fázisonként)?
- Adatgyűjtés
  - alkalmazzunk előzetes szabályzókérdőívet, vagy sem?
  - milyen kiegészítő adatokat naplózzunk?
  - hogyan biztosítsuk a folyamatképességet?
  - milyen szabályok vonatkoznak a személyzetre?



# Az SPC szakaszai

Fázisok:

- Előzetes szabályzókérttya
  - elemzés: összehasonlítás a 0-hipotézissel
  - ideiglenesen tűrés alapú kérttyák alkalmazása
  - speciális eljárás folyamatsérülések esetén
- Folyamatos folyamatszabályzás- és elemzés
  - a kérttyahatárok „után-igazítása” részletes elemzés keretében
  - rendszeres kiértékelés
  - FOLYAMATELEMZÉS, FOLYAMATFEJLESZTÉS
  - standard, de folyamatspecifikus szabályok alkalmazása



## Speciális problémák a folyamatszabályozásban

- A folyamatképeség biztosítása
  - átvételi kártya,  $\alpha$ -hiba – kontra a kártyában leképezett matematikai modell
- Folyamatos, 1-elemű mintavétel (mozgó mintaképzés)
  - mintanagyság, kártyatípus- és interpretáció!
- Több folyamat keveredik (termékek pl. több szerszámfészekből)
  - mintavételi módszer, terjedelemkártya
- Nem megfelelő mérőeszköz-felbontás
  - terjedelemkártya

# A fő kérdés

- Miért nincs Magyarországon (és nem csak itt) valóságos folyamatelmzésen alapuló folyamatszabályzás – csak a 6 $\sigma$ -projektekben, = csak bújócskázás a statisztikával?  
(**S**how **P**rogram for **C**ustomer)

- Az üzleti környezet
- A (a mindenképpen betartandó) folyamatképesség (tűrés) mumusa
- A képzés felelőssége