

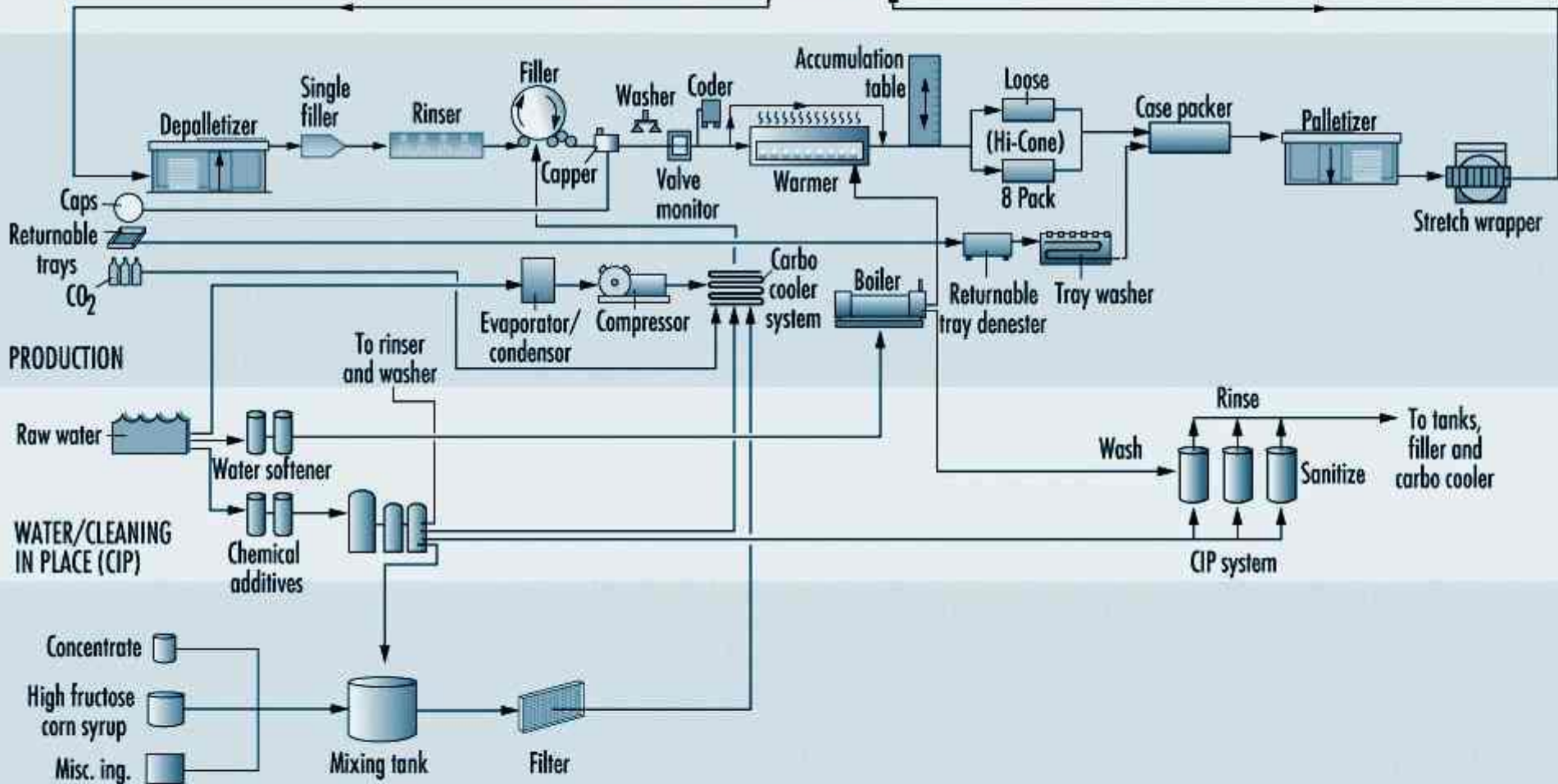
# Hibaokok és hatások analízise diszkrét gyártás területén

Nagy Gábor

nagyg@tmit.bme.hu

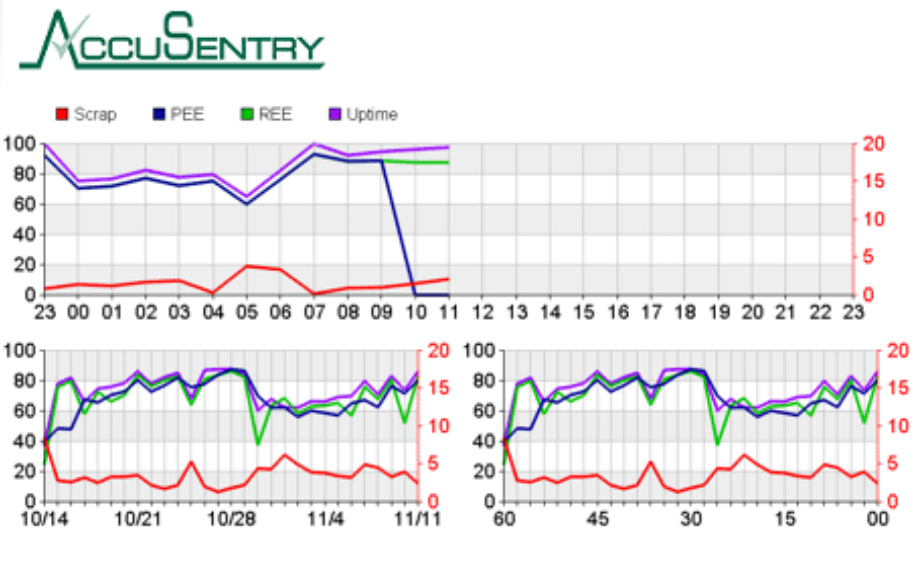
# Példa gyártási folyamat (üdítőital)

WAREHOUSE



SYRUP PREPARATION

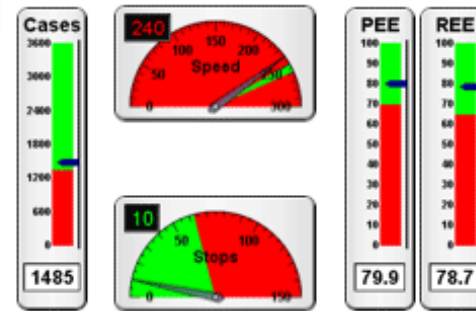
# Amit a menedzsment lát...



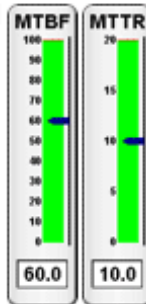
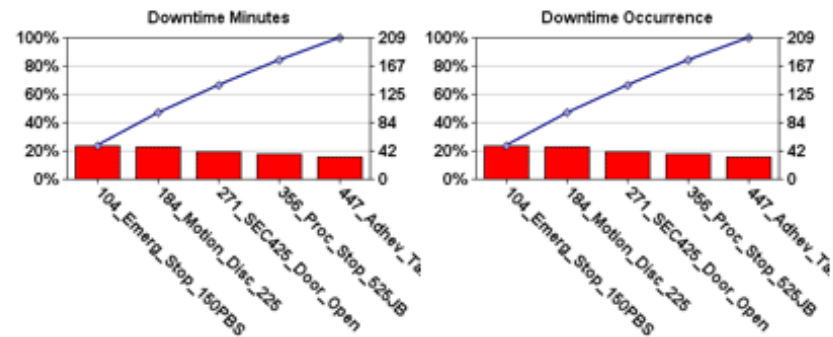
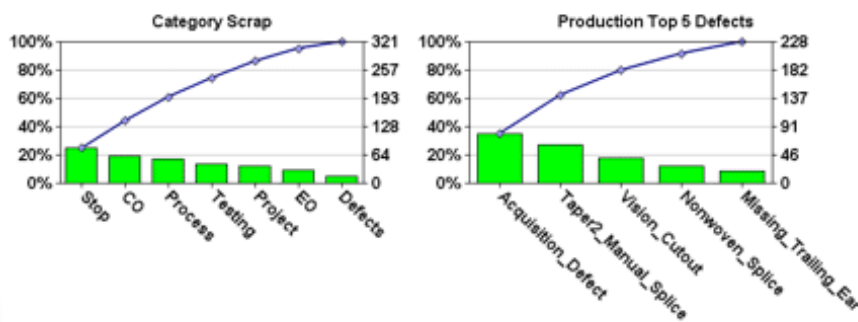
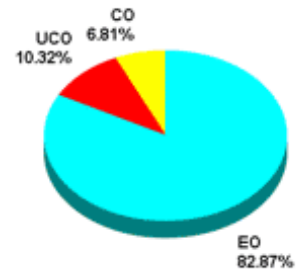
Production 00032007

Cases Made: 250

Remaining: 1250



Non Production = 20.1% (145m)



# Adatgyűjtés célja

- Mert praktikus: **tudni akarom mi folyik a gyárban!**
  - Teljesítménymérés
  - **Hibaokok és hatások elemzése**
- Mert **törvényi előírás**: pl. típushibák/ellenőrzések miatt termékvisszahívás kell → **termékkövetés** kell a termék élelciklus alatt (pl. autógyártás, gyógyszeripar, élelmiszer ipar)
- Mert **szabványoknál, minőségirányítási irányelvek** által előírt/javasolt



# Adatok forrása

- **Automatikus adatgyűjtés**

- PLC-k
- HMI/SCADA rendszerek
- QC mérések
  - Alapanyagok
  - Félkész termékek
  - Késztermékek
- Egyéb hálózatra kötött eszközök



- **Kézi adatgyűjtés**

- Hibanaplók
  - Munkanapló
  - Karbantartási napló
  - Nem megbízható
  - Hatósági ellenőrzések/mérések
- Mindkettőre jellemző valamilyen mértékű zaj (elírás, hibás adatfelvétel stb)



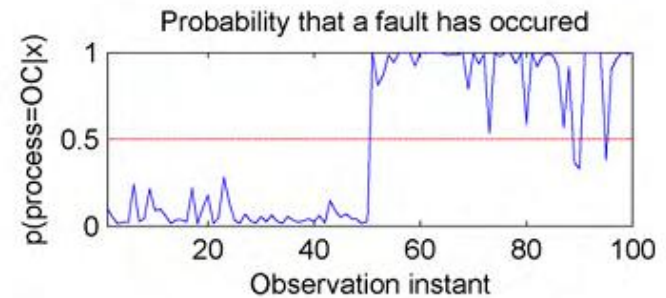
# Hibaok és hatások - Riasztások

- Automatizált gyártásnál hibák pl. PLC-kből kinyerhetők
- **Hibaészlelés** könnyű: (pl. határérték túllépések)
- **Hibakezelés** könnyű: Hibaelhárítás automatikusan is végezhető (pl. túlnyomás → szelepnyitás)
- **Hibaok feltárása** könnyű vagy közepesen nehéz (pl. mi okozta a légkezelő zsilip helytelen záródását)
- **Hibahatás vizsgálat** könnyebb, mert tudjuk a hiba idejét, helyét
- De, amit nem mérünk vagy amire nem számítunk, azt jelezni se tudjuk



# Hibaok és hatások – „Lappangó” hibák

- **Hibaészlelés nehéz**
  - Alacsony jó darabszám / magas selejtszám
  - Rossz minőségű termékek / félkész termék
  - Abnormális működés
- **Hibakezelés** elemzést kíván
- **Hibaok feltárása** nehéz, mert magát a hibát is nehéz azonosítani pl.:
  - Gépek elhasználódása, kopás
  - Elhanyagolt karbantartás
  - Rossz minőségű alapanyag
  - Emberi mulasztás
  - Gyártási protokollok áthágása
- **Hibahatás feltárása nehéz** (pl. félkész termékek beépülése miatt nehéz megtalálni a főbűnöst, mert a hibahatás tovagyűrűzik)



# Üzleti, menedzsment célok

- Hibaok/hibahatás analízis célja:  
**Költségcsökkentés**
  - **Magasabb jó darabszám, selejtszám csökkentés**
  - Karbantartás miatti állásidő csökkentése
  - Felhasznált anyagmennyiség csökkentése
  - Gyártási paraméterek optimalizálása (pl. szalagsebesség)
- Üzleti célok eléréséhez **minőség menedzsment és minőség biztosítási irányelvek** készültek





# Minősegbiztosítási irányelvek

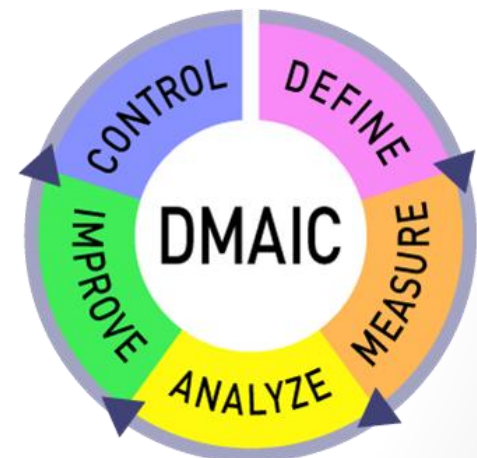
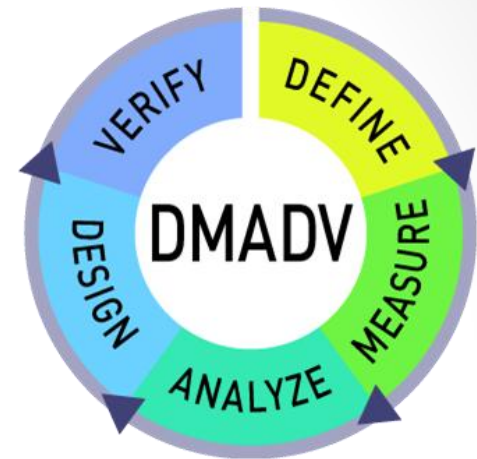
- **Statistical Process Control (SPC):** egyenletes minőségű termékek biztosítása statisztikai módszerekkel (mintavételezés ellenőrzés, hipotézisvizsgálat)
- **ISO9000 – FMEA** (Failure Mode and Effect Analysis): szisztematikus módszer a hibaokok és kockázatok feltárására, elemzésére megszüntetésére és a minőség javítására
- **Total Quality Control (TQC), Kaizen:** csoportmunkával támogatott eljárások a minőség javítására
- **Total Quality Management (TQM):** irányelvek
- **Zero Defects**
- **Six Sigma – DMADV/DMAIC:** formalizált eljárások és statisztikai módszerek a hibaokok felderítésére és elhárítására

6σ



# Six Sigma DMADV/DMAIC

1. **Define:** Definiáljuk az elérendő **célt**
2. **Measure:** Definiáljuk a **minőségi kritérium** mérőszámát
3. **Analyse:** Felsoroljuk a **módszereket**, amivel a hibaokot feltárjuk és elérjük a definiált célt
4. **Design/Develop/Improve:** A módszerek által nyert eredmények alapján **módosítjuk** a folyamatot, áttervezzük a terméket
5. **Verify/Control:** Megvizsgáljuk, hogy a **fejlesztés** a kívánt **hatással** járt-e (a minőségi kritérium alapján)



# Six Sigma „7 módszere a minőségre”

- **Cause and Effect Diagram:** a hibaokok feltárására szolgáló eszköz, amely összefoglalja a lehetséges hibákat és azok okait
  - **Pareto Chart:** „a hibajelenségek 80%-a a hibaokok 20%-ához tartozik”, oszlopdiaagram
  - **Flow Chart:** egy gyártási folyamat vizualizációját segíti
  - **Check Sheet:** adatgyűjtő űrlap
  - **Scatter Plot:** egyszerű vizualizáló eszköz változók közti összefüggések szemléltetésére
  - **Control Charts:** a folyamatot leíró mérési értékek online megjelenítése (pl. egy nyomásérzékelő mérési eredményei)
  - **Hisztrogramok:** eloszlások vizualizálására
- Jól megfogható, értelmezhető, **egyszerű módszerek**  
→ a menedzsment számára elfogadható/befogadható  
→ magas elfogadottság, sok bevezetés

# DMADV esettanulmány (Chiao-Tzu, 2010)

- Motorola távfelügyeleti kamera gyártás
- **Hibahatás:** kamerának nincs képe, kamera képe vibrál
- **Cél definiálása:**
  - hibás kamerák számának csökkentése
  - fő kiváltó ok meghatározása
- **Mérőszám:** Selejtarány
- **Analízis:**
  - **Hibaokok feltárása:** Cause and Effect diagram
  - **Fő ok meghatározása:** Pareto-diagram → a **268 hibás** termékből **89.2%-ban a kép nem volt látható**, amit a rossz kézi forrasztásos utómunkálat okozott
- **Fejlesztési javaslat (Develop):**
  - PCB átervezése, méret csökkentése és új csatlakozó fejlesztése a kézi forrasztás megkönnyítésére
  - A PCB pozíciójának megváltoztatása
- **Eredmények igazolása (Verify):** az új PCB design és folyamat bevezetése után a kézi forrasztási hiba **100 vizsgált hibás** termékből **0 esetben eredményezett selejtet**

# Flow diagram

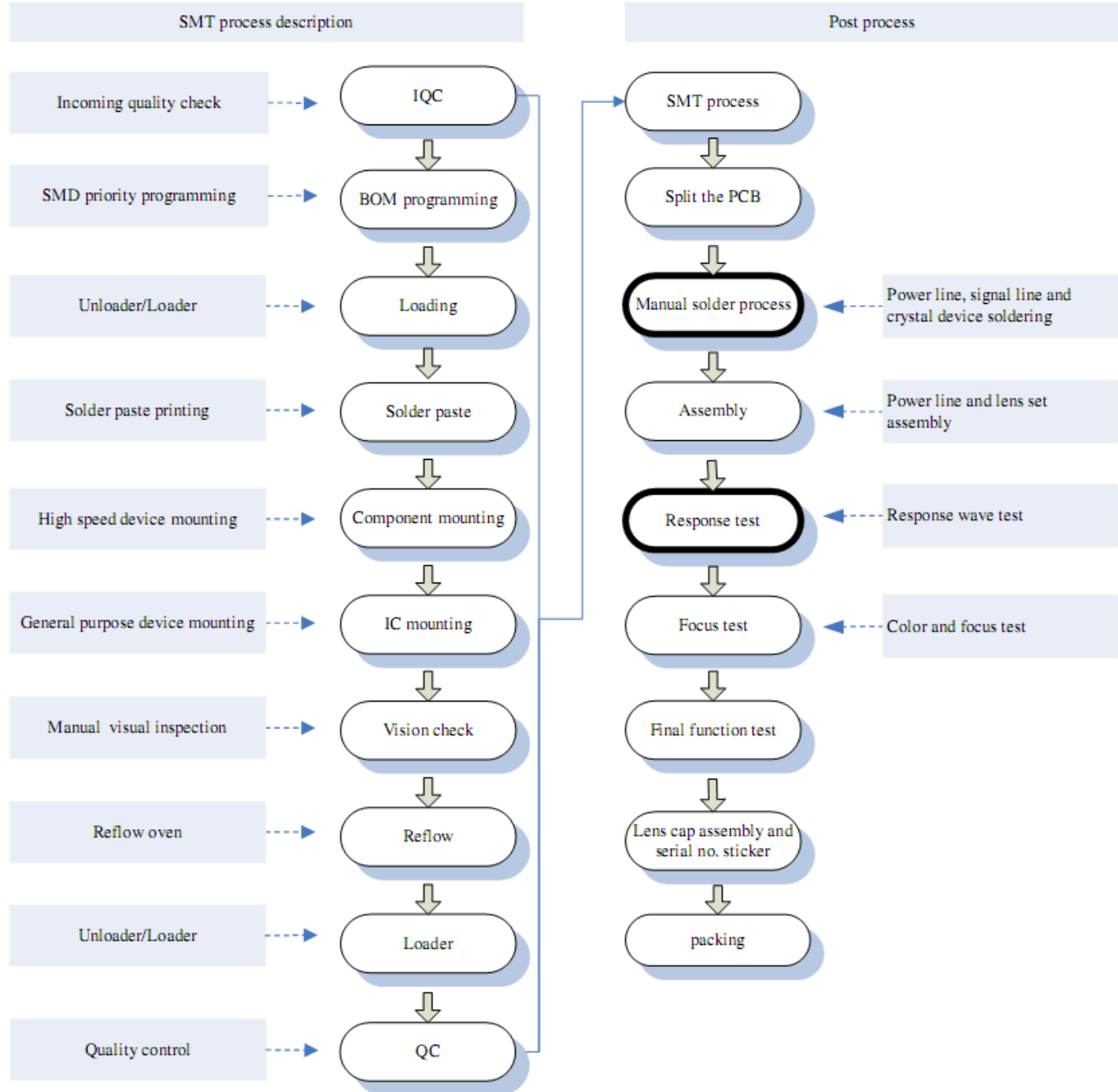
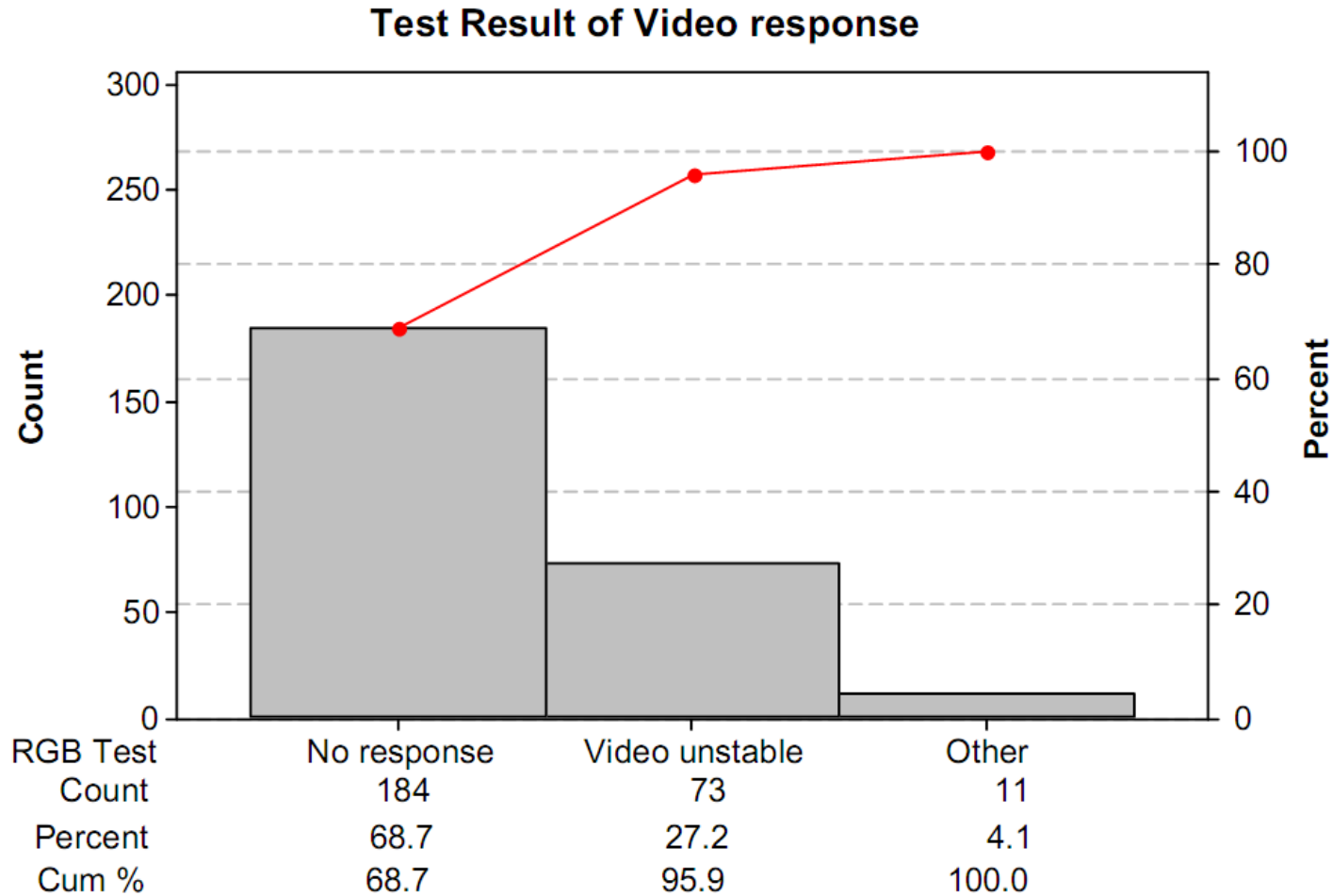


Fig. 1. The flow diagram of the SMT process for surveillance cameras.

# Pareto Chart



**Fig. 3.** Test record of video response.

# Cause and Effect diagram

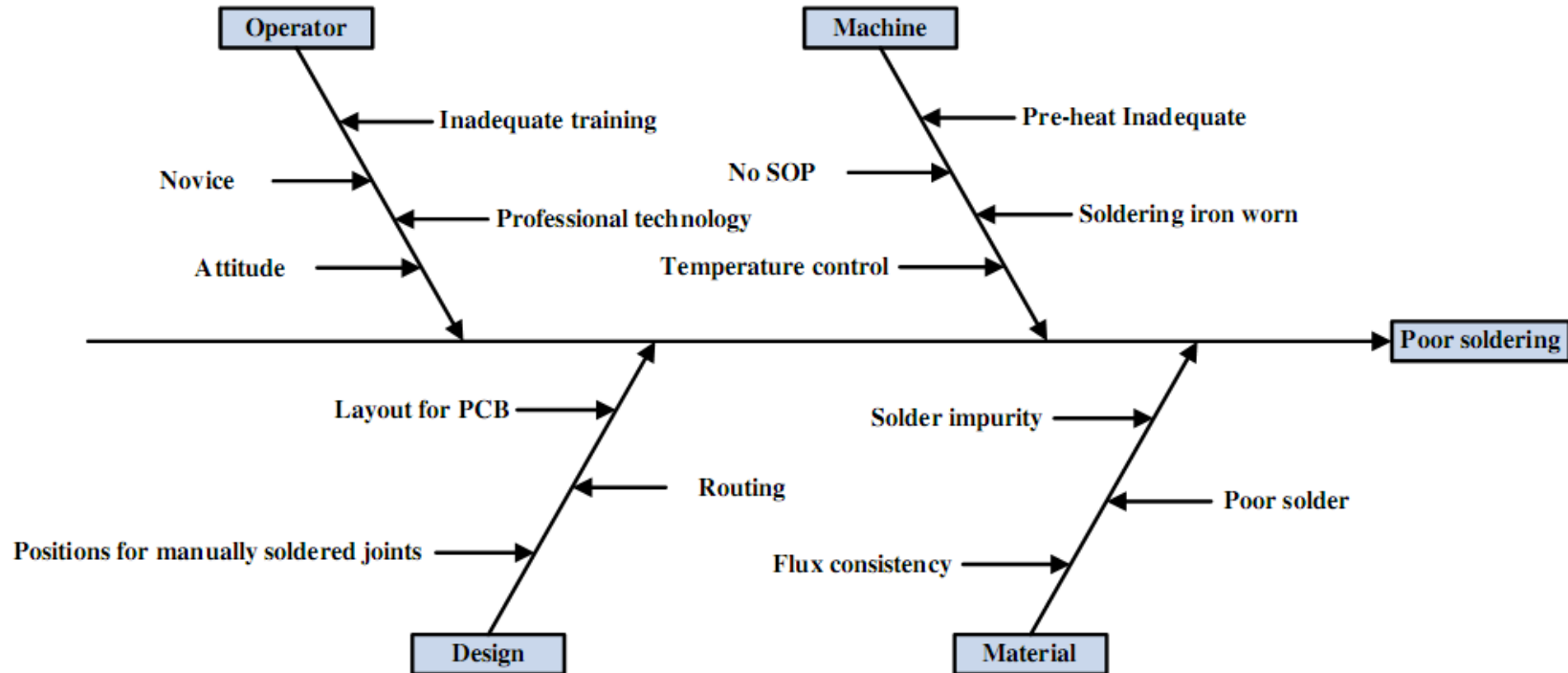


Fig. 4. Cause and effect diagram for poor soldering.

# Egyéb adatvezérelt módszerek (Köskal, 2011)

1. Gyártásban **hatalmas mennyiségű adat** keletkezik
2. Sok esetben **jó az adatminőség**
3. A tudáskinyerés (hibaokok és hatások felderítése) és az üzleti célok elérése érdekében **adatbányászati módszerek** kerülnek bevetésre



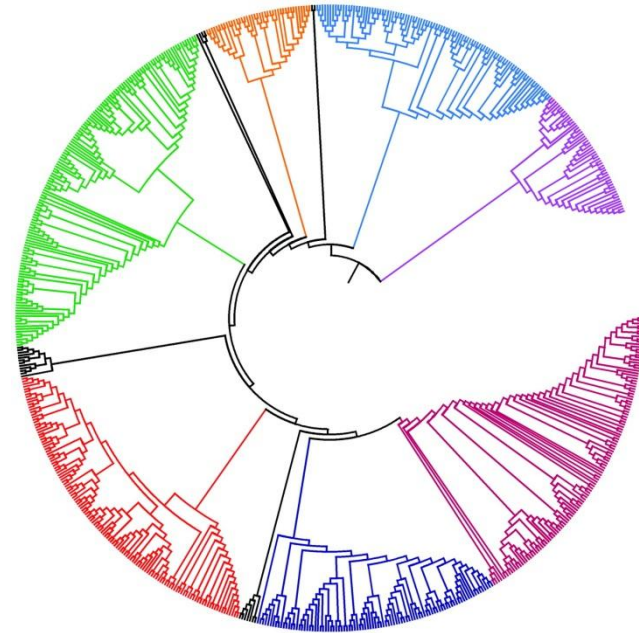
## **Adatbányászat (Fayyad, 1996)**

Releváns, újszerű, potenciálisan hasznos összefüggések kinyerése nagy adathalmazokból.  
Leíró és prediktív terület



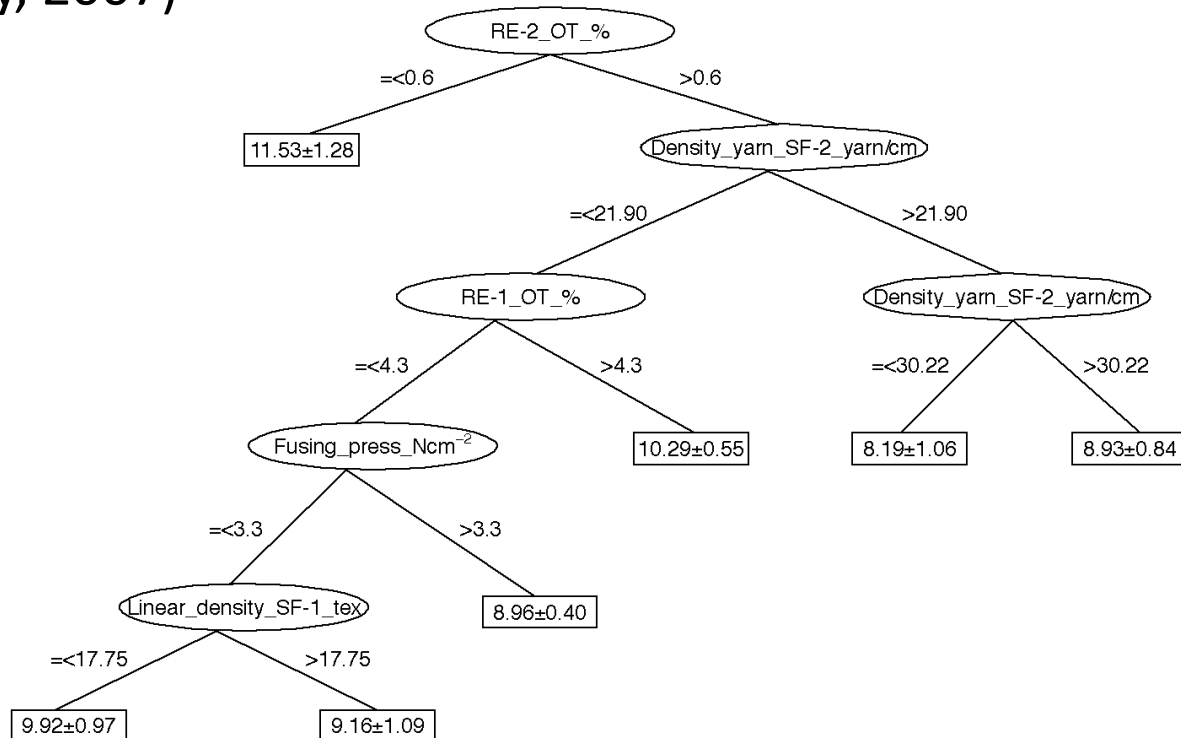
# Termék és folyamat minőség leírása

- Keressük azon változók együttesét, amelyek szignifikánsan befolyásolják a termékek/folyamatok minőségét
- **Jellemző algoritmusok:**
  - Klaszterező algoritmusok (K-Means, hierarchical clustering)
  - Dimenzió csökkentő eljárások: PCA
- **Példa megoldás:** K-means klaszterezési eljárás alkalmazása magas hozamú gépek klaszterezésére a wafer gyártás területén (Skinner et. al., 2002)



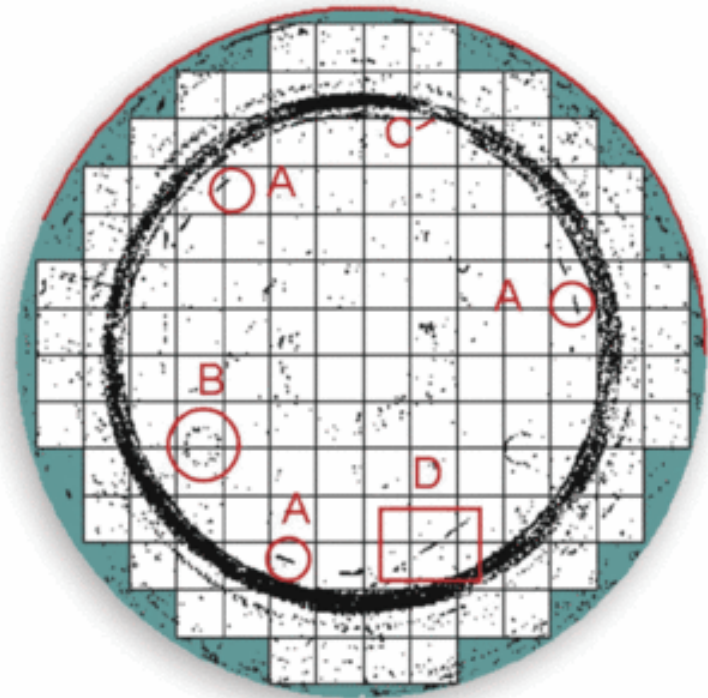
# Minőség előrejelzés

- Összefüggéseket keresünk a termékminőség és a gyártási folyamat során mért változók közt (leggyakoribb)
- **Jellemző algoritmusok:** Regresszió, Regressziós fák, ANN
- **Példa megoldás:** Sör fermentálási folyamat termékminőségi jellemzőinek előrejelzése mesterséges neurális hálókka (Riverol & Coony, 2007)



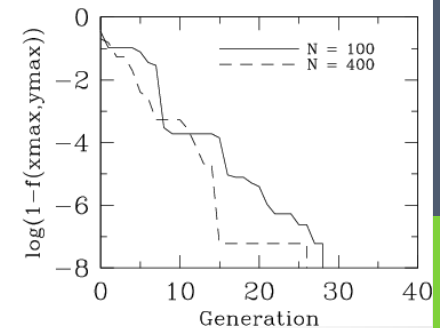
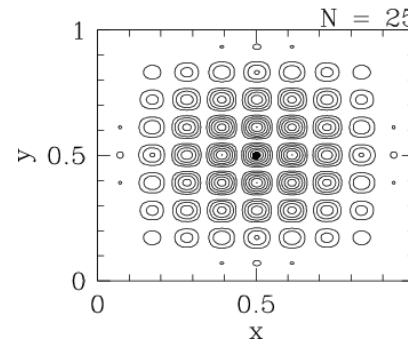
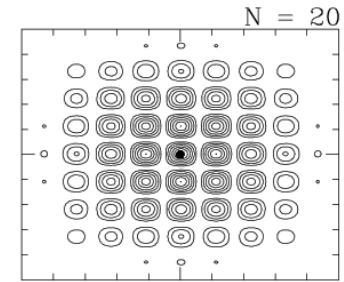
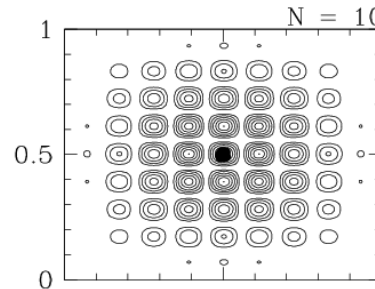
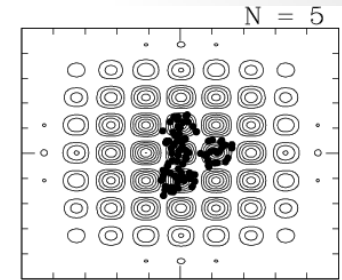
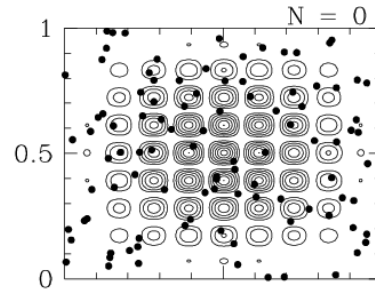
# Hibaok osztályozás

- Adott termékparaméterekből meghatározzuk, hogy melyek selejtek és melyek jók
- Automatikus mérési eredmények alapján meghatározzuk, hogy mely hibák fordultak elő a terméknél
- **Jellemző algoritmusok:** Döntési fák, ANN, SOM, SVM, képfeldolgozás az adatok előfeldolgozásához
- **Példa megoldás:** Félvezető gyártás során felmerülő hibák osztályozása ANN-nel (Lu, 2001)

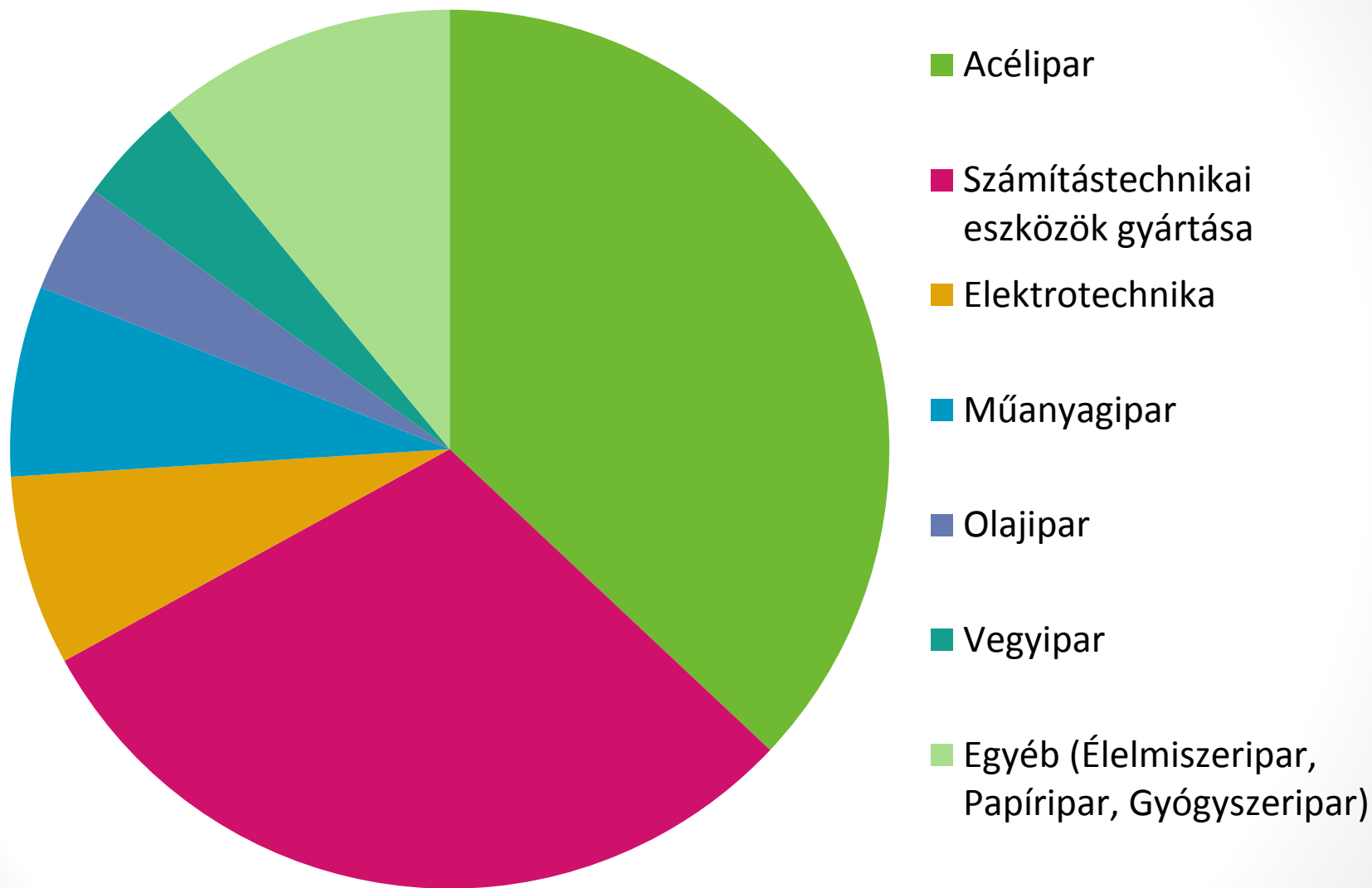


# Paraméter optimalizálás

- A már feltárt nagy hozamú gyártási folyamatok, modellek paramétereinek további optimalizálása
- **Jellemző algoritmusok:**
  - Genetikus algoritmusok
  - Particle Swarm Optimization
- **Példa megoldás:** Ponthegeztési paraméterek optimalizálása genetikus algoritmusok segítségével (Hamedi et. al., 2007)



# DM algoritmusok különböző iparágakban



# Publikált cikkekben felhasznált szoftverek

- Adattárolás
  - Oracle, MS Access
- Adatbányászati szoftverek
  - SPSS Clementine
  - SAS, SAS Enterprise Miner
  - Minitab
  - SPSS, MATLAB
- Speciális szoftverek főleg neurális hálók esetében
- Programozási nyelvek
  - C/C++
  - Java
  - Visual Basic

ORACLE®



Köszönöm a figyelmet!

# Forrás

## Felhasznált forrásmunkák

Gülser Köskal et. al. (2011). A review of data mining applications for quality improvement in manufacturing

Chiao-Tzu Huang et. al. (2010) An application of DMADV methodology for increasing the yield rate of surveillance cameras

## Említett példák

Hamedi,M. et. al. (2007): Optimizing spot welding parameters in a sheet metal assembly by neural networks and genetic algorithm.

Lu,J.C.(2001). Methodology of mining massive datasets for improving Manufacturing quality/efficiency.

Riverol,C., Cooney,J. (2007). Estimation of the ester formation during beer fermentation using neural networks.

Skinner,K.R. ,Montgomery,D.C. ,Runger,G.C. ,Fowler,J.W., McCarville,D.R., Rhoads,T.R., etal.(2002). Multivariate statistical methods for modeling and analysis of wafer probe test data.