



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Elektronikai Technológia Tanszék

Elektronikai Gyártás

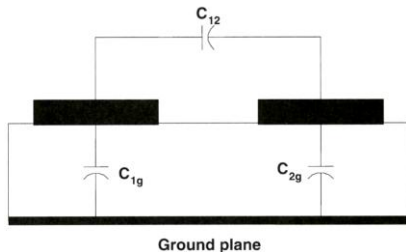
Áramköri hordozók - nyomtatott huzalozású lemezek
mintázatkialakításának tervezési irányelvei

Az áramköri hordozók alapanyagai

| | Nyomtatott huzalozású lemez | Üveg kerámia (LTCC) | Kerámia (HTCC) | Vékonyréteg |
|-----------------------|--|---|--|---|
| Alap hordozó | | | | Al_2O_3 , AlN, BeO, Si, Cu, üveg/kerámia |
| Vezetőpályák anyaga | Cu | Au, Ag, PdAg, Cu | W, Mo | Au, Al, Cu |
| Dielektrikum | Epoxi/üveg Poliimid Bismaleimid-triazin-epoxy / üveg Cianid észter/üveg | Üveg/kerámia | Kerámia (Al_2O_3) | SiO_2 , poliimid |
| Felhasználási terület | Kereskedelmi célú áramkörök | Nagy teljesítményű áramkörök, autóelektronika | Aktív RC szűrők, katonai célú elektronikai | Nagy megbízhatóságú, nagy pontosságú ellenállás-hálózatok, A/D-D/A átalakítók |

Az áramköri szerelőlemezek paraméterei, kiválasztás szempontjai

- Relatív permittivitás (ϵ_r)



$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{l \cdot w}{d}$$

l – vezetőlálya hossza

w – vezetőlálya szélessége

d – hordozó vastagsága

- Hőtágulási együttható
Coefficient of Thermal Expansion (CTE)

$$\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right) \quad \alpha = \frac{l - l_0}{l} \frac{1}{\Delta T}$$

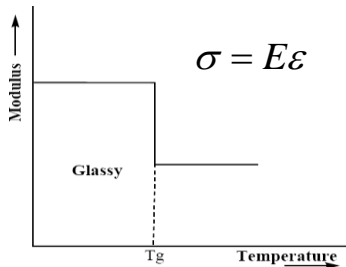
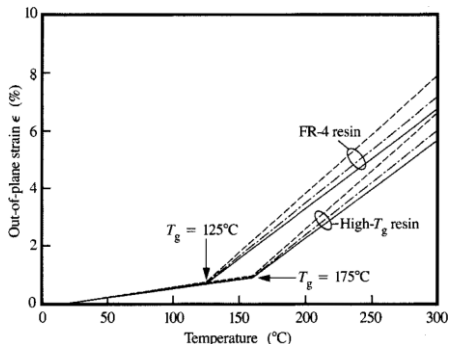
$$[ppm/^\circ C], \left[\frac{\mu m}{m} \cdot \frac{1}{^\circ C} \right]$$

- Vezetőlályák négyzetes ellenállása
 $R_{sq} [m\Omega]$
- Hővezetési képesség [W/mK]
- T_g – üvegesedési hőmérséklet
- Ár

Az üvegesedési hőmérséklet

A T_g üvegesedési hőmérséklet (glass transition temperature) az a hőmérséklet, melynél az amorf szilárd testek, mint pl. üvegek, polimerek anyagi tulajdonságai nagy mértékben változnak:

- rugalmasság
- térfogat
- Young modulus
- százalékos megnyúlás mértéke törésig



ϵ – relatív megnyúlás

σ – feszültség

E – Young modulus

Az áramköri szerelőlemezek paraméterei

| | Nyomtatott huzalozású lemez | Üveg kerámia (LTCC) | Kerámia (HTCC) | Vékonyréteg |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Felbontás [μm] | 75 | 100 | 100 | 10 |
| Via átmérő [μm] | 200 | 125 | 125 | 15 |
| Rétegek száma | 50 | 75 | 75 | 8 |
| Vezetőpálya R_{sq} | 0,15-3 m Ω | 3-20 m Ω | 8-12 m Ω | 3-35 m Ω |
| Permittivitás ϵ_r | 3-5 | 5-8 | 9-10 | 2,8-4 |
| CTE | 4-16 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ | 3-8 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ | 8 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ | 3-7,5 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ |
| Hővezetés | 0,1-0,4 W/mK | 1,5-2,5 W/mK | 16-30 W/mK | 0,15-1 W/mK |
| Ár alacsony darabszámnál | Alacsony | Közepes | Magas | Nagyon magas |
| Ár magas darabszámnál | Nagyon alacsony | Közepesen alacsony | Közepesen magas | Nagyon magas |

Nyomtatott huzalozású lemezek készítői technológiája

Alaplemez, rézfóliával borítva



Photoresist előhívás



Maszkolás, photoresist felvitele



Maratás



Fém maszk galvanizálása (Sn, Sn/Pb...)



Fémmaszk eltávolítás („narancsosodás”)



Áramköri mintázat-kialakítás alapelvei

- Az alkatrész forrszemek, pad-ek, csatlakozó felületek a technológiának és alkatrésznek megfelelő raszterben tervezendők (hagyományosan 2,54; SMT 1,27, v. kisebb.).
- Furatszerelt alkatrészek egy oldalon, SMT mindkettőn elhelyezkedhet
- Fésűszerű táp-föld hozzávezetés, többretegűnél a belső rétegek táp-föld fólia kialakítása.
- Indokolatlan nagy, összefüggő felületek kerülendők (forrasztáskor hőelvonók).
- A huzalozás tervezésénél az éles sarkok, csúcsok kerülendők.

Csökkentsük az alkatrészek számát a funkciók integrálásával.

Ne tessünk el fontos alkatrészeket (IC-eket).

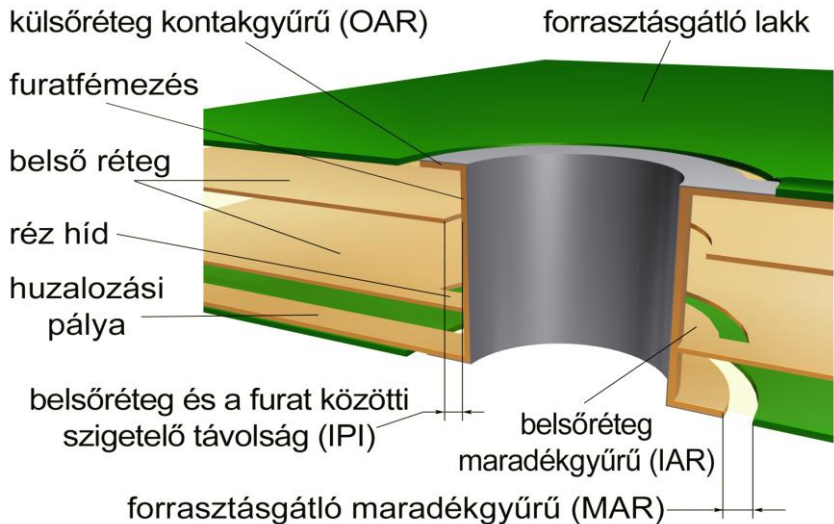
Az alkatrészek közé tervezzünk elegendő távolságot, azért, hogy könnyen be lehessen ültetni. (Főleg kéziszerelés esetén)

A szerelést végző berendezések között szállítószalagok továbbítják a hordozót, ezért ne tervezzünk alkatrészt túl közel a hordozó széléhez.

Két alkatrész rajzolatát ne tervezzük túl közel a rövidzár veszélye miatt.

A polaritással rendelkező alkatrészek lehetőleg azonos irányban álljanak.

A forraszpaszta felvitelére szolgáló stencilt úgy tervezzük, hogy a lehető legjobban megelőzze a forrasztási hibák kialakulását (forraszhíd, forraszgolyó-képződés).

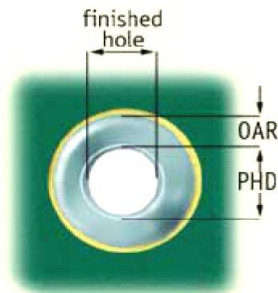


PHD (Production Hole Diameter - fúrószerszám átmérő)

kész furat méret + 0.15 mm (6 mil) fémezett furatoknál

kész furat méret + 0.10 mm (4 mil) átvezetőknél

kész furat méret + 0.05 mm (2 mil) nem fémezett furatoknál



Legkisebb fúrószerszám: 0,25 mm (10 mil)

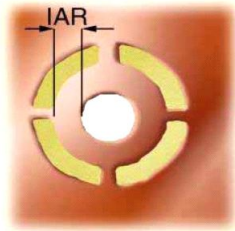
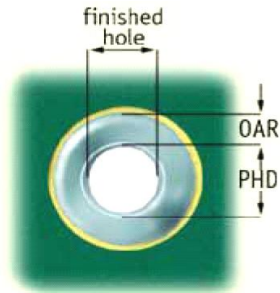
| Kész furat méret (finished hole) | Minimum | | Standard | |
|-------------------------------------|---------|------|----------|------|
| | mil | mm | mil | mm |
| Fémezett furat | 4 | 0,1 | 6 | 0,15 |
| Nem fémezett furat | 10 | 0,25 | 12 | 0,3 |

Outerlayer Annular Ring - külsőréteg kontaktgyűrű

$OAR = 1/2 \times (\text{külsőréteg forrszem} - PHD)$

Innerlayer Annular Ring - belsőréteg kontaktgyűrű

$IAR = 1/2 \times (\text{belsőréteg forrszem} - PHD)$



| Minimum | | Standard | |
|---------|-----|----------|-----|
| mil | mm | mil | mm |
| 8 | 0,2 | 8 | 0,2 |

SolderMask Annular Ring - forrasztásgátló lakk maradékgyűrű

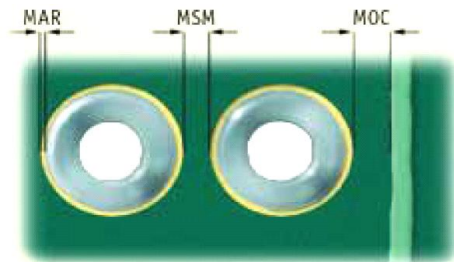
$MAR = 1/2 \times (\text{forrasztásgátló lakk ablak} - \text{forrszem})$

MGL: (Photo imageable soldermask, fotólitográfias lakk)

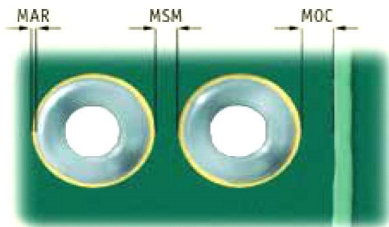
MZD: (Screenprinted soldermask, szitanyomtatott lakk)

MSM: (Soldermask Segment, lakk híd)

MOC: (Soldermask Overlap Clearance, lakk túlnyúlás)



Példa az NYHL gyártás technológiai határára - a forrasztásgátló lakk ablaka



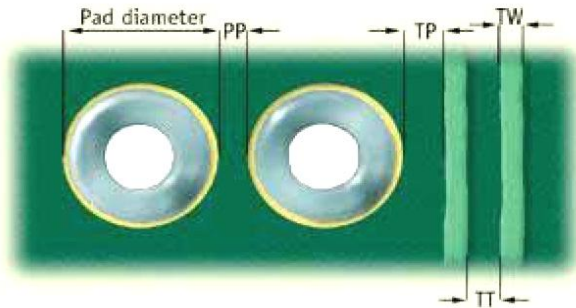
| | | Minimum | | Standard | |
|-----|-----|---------|-------|----------|------|
| | | mil | mm | mil | mm |
| MAR | MGL | 1 | 0,025 | 2,5 | 0,06 |
| | MZD | 8 | 0,2 | 12 | 0,3 |
| MSM | MGL | 4 | 0,1 | | |
| | MZD | 8 | 0,2 | | |
| MOC | MGL | 5 | 0,125 | | |
| | MZD | 8 | 0,2 | | |

TW (Trackwidth - vezető szélesség)

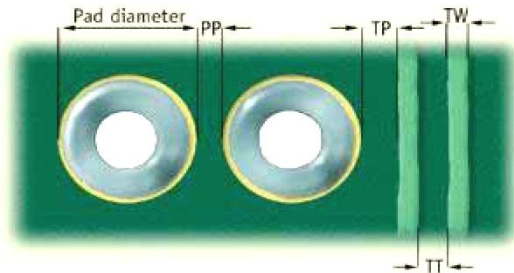
TT (Track to track spacing - vezetők közti szigetelő távolság)

TP (Track to pad spacing - forrszem vezető távolság)

PP (Pad to pad spacing - forrszemek közötti távolság)



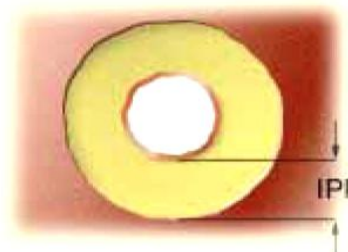
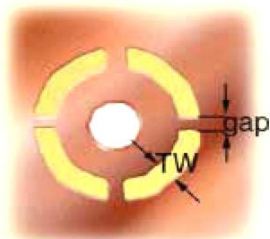
Példa az NYHL gyártás technológiai határára - huzalozás szélessége és távolsága



| | Minimum | | Standard | |
|----|---------|-----|----------|------|
| | mil | mm | mil | mm |
| TW | 4 | 0,1 | 10 | 0,25 |
| TT | 4 | 0,1 | 10 | 0,25 |
| TP | 4 | 0,1 | 10 | 0,25 |
| PP | 4 | 0,1 | 10 | 0,25 |

Gap (Réz híd a hőelvezető-, áramvezető felületeknél)

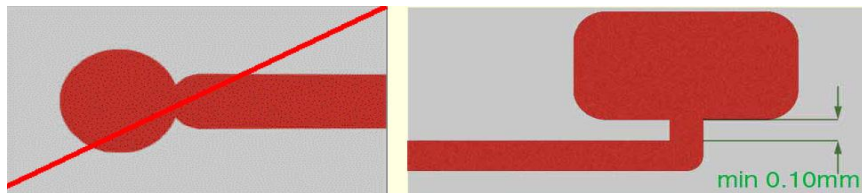
IPI (Innerlayer Pad Insulation - belsőréteg és a furat közötti szigetelő távolság)



| | Minimum | | Standard | |
|-----|---------|------|----------|-----|
| | mil | mm | mil | mm |
| Gap | 6 | 0,15 | 8 | 0,2 |
| IPI | 10 | 0,25 | 12 | 0,3 |

Tervezési irányelvek – csatlakozás kontaktus-felülethez és a tápréteg kialakítása

Kontaktusfelülethez csatlakozó vezetősáv, csatlakozzon teljes szélességében, az elfordulás min. 0,1 mm-re legyen!



Tápréteg szigetelő távolsága a kártya élhez viszonyítva legalább 250 μm (10 mil) legyen! Kerülendő a be nem kötött réz felületek alkalmazása!

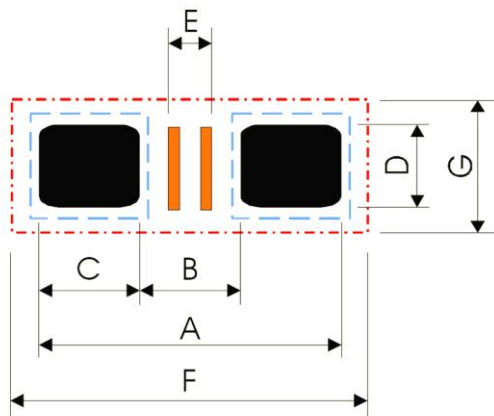
X: a tervezési szabályoknak megfelelően

A: kerülendő

B: ajánlott



Chip méretű SM alkatrészek (ellenállás, kondenzátor, dióda)



-  Alkatrészhez lefoglalt terület a hordozón
-  Kontaktusfelület
-  Forrasztásgátló maszk ablaka
-  Forraszelszívó felületek (csak hullámforrasztáshoz)

Chip méretű SM alkatrészek (ellenállás, kondenzátor, dióda)
Újraömlesztéses forrasztáshoz ajánlott méretek

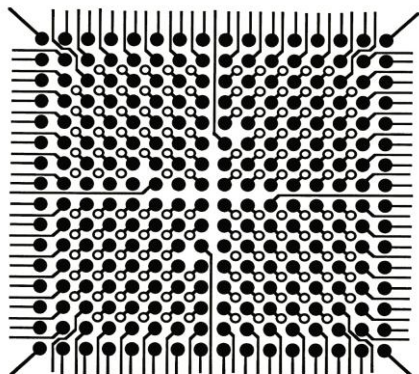
| Méret kód | Rajzolat méretei [mm] | | | | | | | Beültetési pontosság |
|-----------|-----------------------|------|------|------|---|------|------|----------------------|
| | A | B | C | D | E | F | G | |
| 0201 | 0,75 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | - | 1,10 | 0,50 | ±0,05 |
| 0402 | 1,50 | 0,50 | 0,50 | 0,60 | - | 1,90 | 1,00 | ±0,15 |
| 0603 | 2,10 | 0,90 | 0,60 | 0,90 | - | 2,35 | 1,45 | ±0,25 |
| 0805 | 2,60 | 1,20 | 0,70 | 1,30 | - | 2,85 | 1,90 | ±0,25 |
| 1206 | 3,80 | 2,00 | 0,09 | 1,60 | - | 4,05 | 2,25 | ±0,25 |
| 1218 | 3,80 | 2,00 | 0,90 | 4,80 | - | 4,20 | 5,50 | ±0,25 |
| 2010 | 5,60 | 3,80 | 0,90 | 2,80 | - | 5,85 | 3,15 | ±0,25 |
| 2512 | 7,00 | 3,80 | 1,60 | 3,50 | - | 7,25 | 3,85 | ±0,25 |

BGA tokozású alkatrészek



| Raszter- osztás [mm] | Kontaktus felület Ø [mm] | Maximális huzalszélesség [µm] | | |
|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | 1 huzal 2 „pad” között | 2 huzal 2 „pad” között | 3 huzal 2 „pad” között |
| 1,27 | 0,55 | 225 | 125 | 100 |
| 1,00 | 0,45 | 175 | 100 | 75 |
| 1,00 | 0,40 | 200 | 100 | 75 |
| 1,00 | 0,35 | 200 | 125 | 75 |
| 0,80 | 0,40 | 125 | 75 | 50 |
| 0,80 | 0,35 | 150 | 75 | 50 |
| 0,75 | 0,35 | 125 | 75 | 50 |

BGA tokozású alkatrészek
2 rétegen kivezethető huzalok száma („escape routes”)



21mm BGA

16 x16 array

IPC-7095-5

| Mátrix méret / kivezetések száma | Kontaktusfelületek között elvezetett huzalok száma (••) | | |
|--|--|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 |
| 14x14 / 196 | 192 | 196 | 196 |
| 16x16 / 256 | 236 | 256 | 256 |
| 19x19 / 361 | 272 | 316 | 352 |
| 21x21 / 441 | 304 | 356 | 400 |
| 25x25 / 625 | 368 | 436 | 496 |
| 31x31 / 961 | 464 | 556 | 640 |
| 35x35 / 1225 | 528 | 638 | 736 |

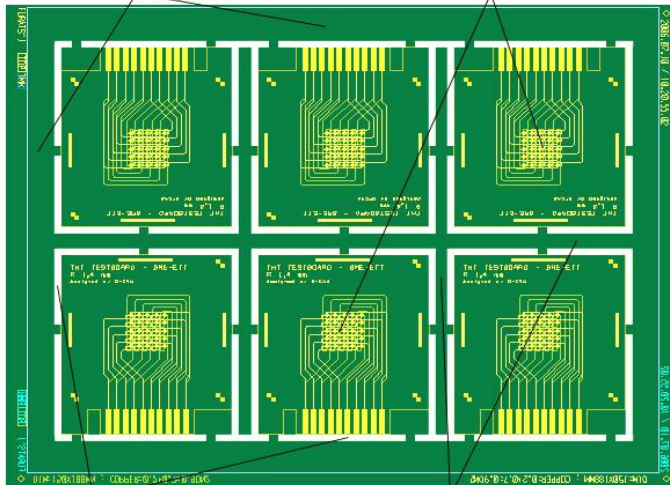
A nyomtatott huzalozású lemez gyártásánál a gyártó szabja meg, hogy mekkora a maximális hordozóméret, amit el tud készíteni (pl. 500x430 mm). Amennyiben az áramkör kisebb méretű, akkor többet egymás mellé helyeznek a tömeggyártásnál, ez az ún. montir. A montir külső kerete általában 1...2 cm, míg az áramköri rajzolatok között lévő híd általában 0,5 cm.

A hordozók vastagsága széles skálán választható, általában 0,3 mm-től 3 mm-ig, az általános célú hordozó vastagsága 1,55 mm. A hordozó vastagságát befolyásolja a rétegek száma, 10 réteg esetén 1,55 mm, 16 réteg esetén 2 mm a minimális vastagság.

Tervezési irányelvek – a hordozó mérete

montir külső kerete

áramkört rajzolat



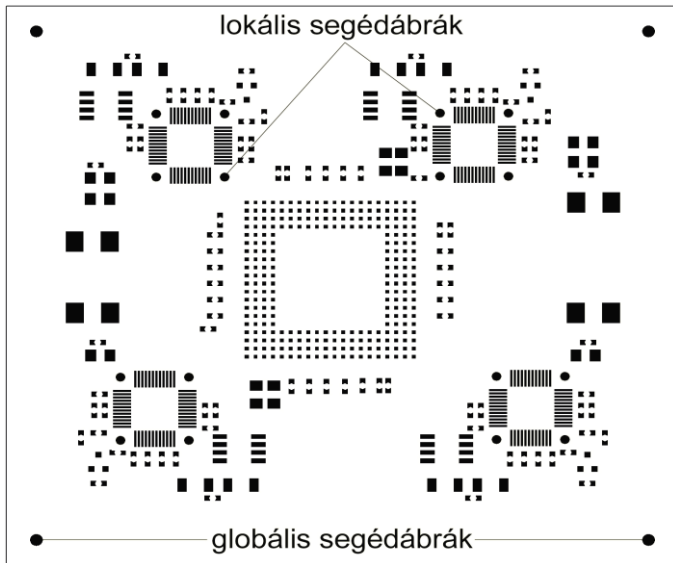
kontúrmarás

rajzolatok között lévő híd

Tervezési irányelvek – pozícionálást segítő ábrák (fiducials)

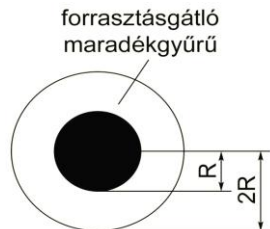
- Pozícionálást segítő ábrák használatosak arra, hogy a szerelés fázisaiban a hordozó pozícionálását a lehető a legpontosabban lehessen elvégezni (pl. hordozó pozícionálása stencilhez, illetve az alkatrészek elhelyezésénél a koordináta tengely 0,0 pontjának meghatározása)
- A segéd ábrákat szintén a rézrétegre kell tervezni.
- Megkülönböztetünk globális és lokális segédábrákat (global and local fiducials). Ezenkívül montirozott áramkörök esetén még a montir keretén is alkalmaznak segédábrákat.
- A segédábrákat nem szabad forrasztásgátló lakkal takarni a nagyobb kontraszt érdekében.

Tervezési irányelvek – pozícionálást segítő ábrák (fiducials)



Tervezési irányelvek – lokális segédábrák (local fiducials)

- Lokális segédábrákat kell alkalmazni azoknál az IC-knél, amelyeknek raster-osztása kevesebb, mint 0,63 mm.
- Legalább két segédábrát kell alkalmazni az alkatrész két átellenes sarkában.
- A segédábra minimális átmérője 1 mm, toleranciája 25 μm .
- A forrasztásgátló maradékgyűrű ajánlott átmérője a segédábra átmérőjének a kétszerese, minimum 2 mm.
- A maradékgyűrű alatt a belső rétegeken lévő huzalozás megzavarhatja a pozicionálást, mert az is látható a kamerával.



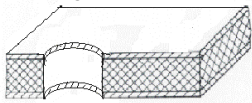
Tervezési irányelvek – globális segédábrák (global fiducials)

- Legalább három globális segédábra alkalmazása ajánlott, a hordozó lehető legtávolabbi pontjain, annak érdekében, hogy korigálva legyen az összes nemlineáris torzulás (X-Y nyúlás, X-Y méreteltérés, csavarodás).
- A hordozó mindkét oldalára szükséges segédábra, amennyiben az áramkör kétoldalas.
- A globális segédábrák legalább 5 mm-re legyenek a hordozó szélétől.
- A segédábra minimális átmérője 1 mm, toleranciája 25 μm , a maximális átmérője 3 mm.
- A forrasztásgátló maradékgyűrű minimális átmérője a segédábra átmérőjének a kétszerese, ajánlott a segédábra átmérőjének háromszorosa.
- A maradékgyűrű alatt a belső rétegeken lévő huzalozás megzavarhatja a pozicionálást, mert az is látható a kamerával.

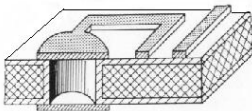
Nyomtatott huzalozású lemezek készítői technológiája

Szubtraktív

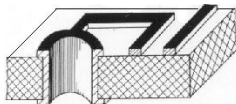
Cu fóliával takart
szigetelő lemez



Photoresist felvitele, fémmaszk

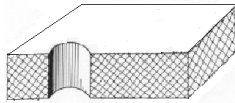


Maratás, maszkeltávolítás

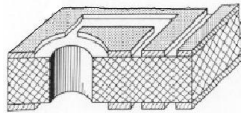


Additív

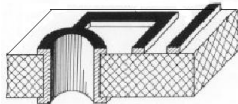
Szigetelő lemez



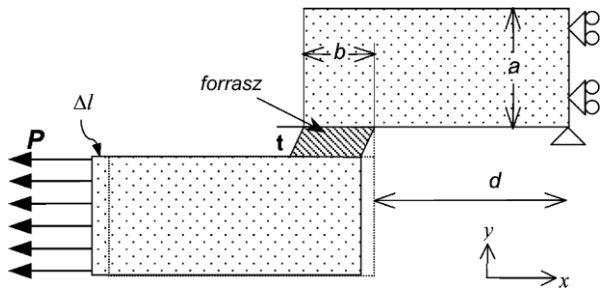
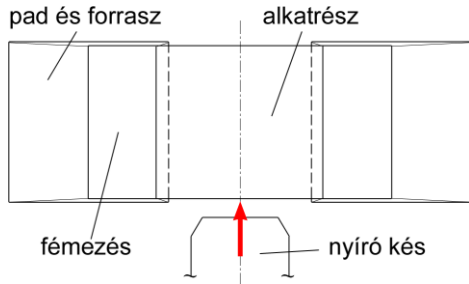
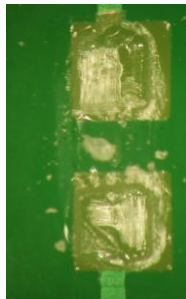
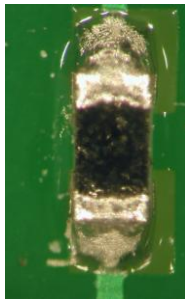
Photoresist felvitele



Árammentes fémzés,
maszkeltávolítás



Nyírási szilárdság mérése



NSMD és SMD forrasztásgátló kialakítás

NSMD – Non Solder Mask Defined

Nem a forrasztásgátló határozza meg a forrasztási felület méretét

Kisebb a forrasztási felület tapadása a hordozóhoz

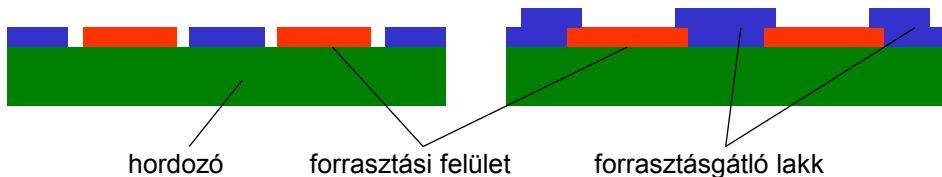
Kisebb a forrasztott kötésben kialakuló mechanikai feszültség

SMD – Solder Mask Defined

A forrasztásgátló határozza meg a forrasztási felület méretét

Nagyobb a forrasztási felület tapadása a hordozóhoz

Nagyobb a forrasztott kötésben kialakuló mechanikai feszültség



Ellenőrző kérdések

1. Definiálja a hőtágulási együttható és az üvegesedési hőmérséklet fogalmát áramköri hordozók esetére.
2. Ismertesse a nyomtatott huzalozású hordozók mintázatának kialakítási alapelveit, ismertesse a szerelhetőre tervezés alapjait.
3. Részletesen mutasson be rajzokkal egy furatszerelésre alkalmas 4 rétegű szerelőlemez felépítését.
4. Mutasson be rajzzal részletezve egy montírozott áramkört.
5. Mutasson be rajzzal részletezve egy felületszerelt, chipméretű diszkrét passzív alkatrészhez alkalmas szerelőlemez-rajzolatot.
6. Ismertesse az illesztést segítő ábrák (fiducial) tervezési irányelveit.
7. Ismertesse az SMD (Solder Mask Defined) és az NSDM (Non Solder Mask Defined) forrasztásgátló kialakítási módokat.



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Elektronikai Technológia Tanszék

Elektronikai Gyártás

Flexibilis nyomtatott huzalozások
tervezési irányelvei és minősítési eljárásai

Hajlékony (flexibilis) nyomtatott huzalozású hordozók

A szigetelő alaplemez vázanyag nélküli műanyag fólia:

poliészter (mylar)

poliimid (kapton)

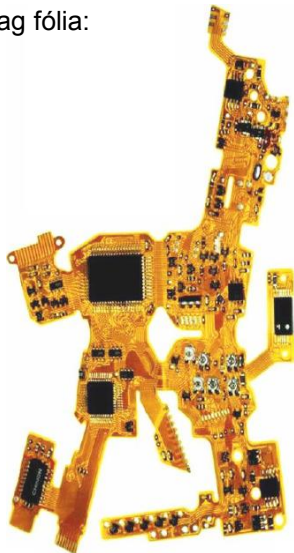
PTFE (teflon)

Kialakítási módok:

1. műanyag fóliára réz (Cu) fóliát ragasztanak vagy visznek fel
2. réz (Cu) fólia felületén állítják elő a műanyag réteget

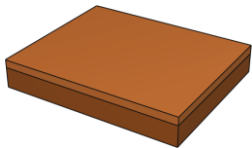
Felhasználás:

- mozgó szerelvények összekapcsolása,
- rezgésálló berendezésekben, mert kicsi a tömeg,
- 3D szerelvények összekapcsolása.

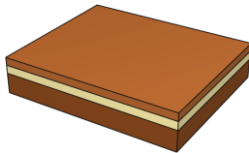


Flexibilis hordozók anyagai

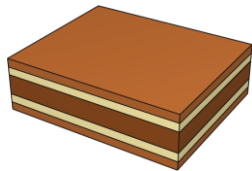
1 oldalas ragasztó nélküli laminátum



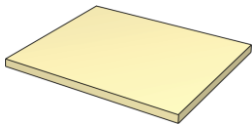
1 oldalas laminátum



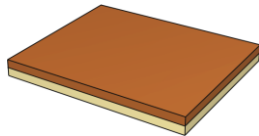
2 oldalas laminátum



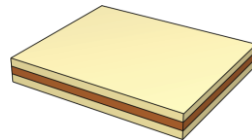
Ragasztók
poliészter, akril, epoxi
(Pressure Sensitive Adhesives)



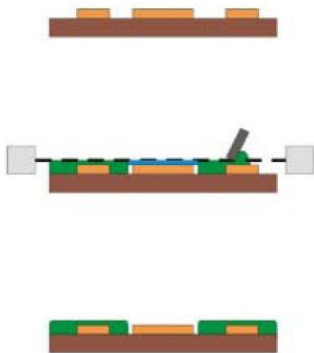
Fedőrétegek:
laminált, fotolitográfias



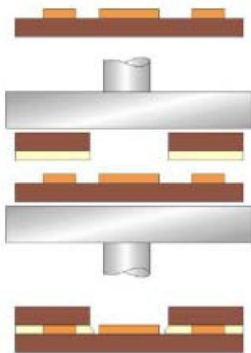
Rétegillesztők
(bondply)



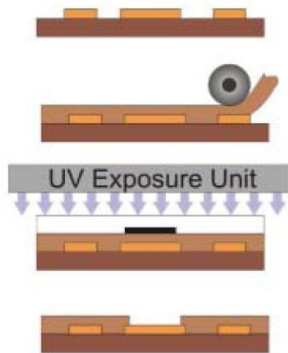
Huzalozás védelem



Fedőbevonat felvitele
Szitanyomtatás



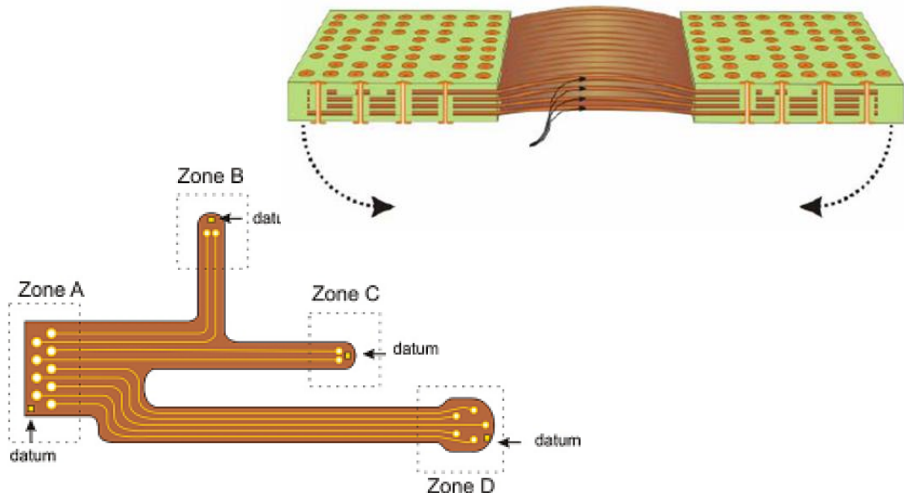
Fedőréteg kialakítása
Fúrás vagy lyukasztás



Fedőfilm kialakítása
Laminálás és litográfia

Referenciajелеk alkalmazása

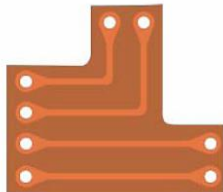
A flexibilis áramkörök mérete kevésbé stabil, ezért több referencia jel alkalmazása, illetve nagyobb tűrések használata javasolt.



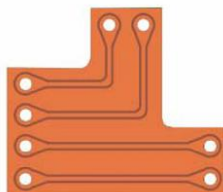
Rézkitöltés alkalmazása

Növeli az áramkör méretstabilitását.

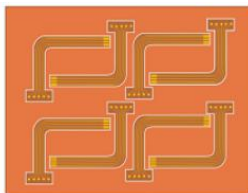
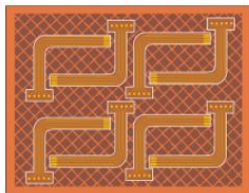
Csak akkor alkalmazható, ha más tervezési szabályba (főleg elektronikus) nem ütközik.



Hagyományos topológia

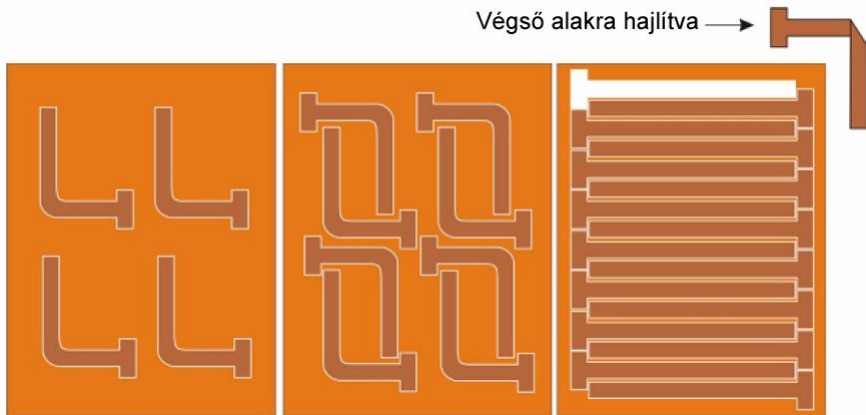


Rézkitöltés alkalmazása



Montirozás

A flexibilis hordozók relatíve drágábbak, mint a merev hordozók, ezért célszerű minél több áramkört feltenni egymás mellé a fóliára.



Huzalozás tervezés

Ajánlott, hogy a huzalozás irányváltásának szöge kisebb legyen, mint 90° , mert a maratószer bent maradhat az éles sarkokban, ezzel csökkentve a vezeték keresztmetszetét.

Ezenkívül nagyfrekvenciás alkalmazások miatt is ajánlott a lekerekített sarkok, mert kisebb a reflexió, mint a sarkos kivitelnél.

Több rétegű huzalozás esetén az egymás felett húzott vezetőket kerülni kell a hajlítási-hajtási területeknél.



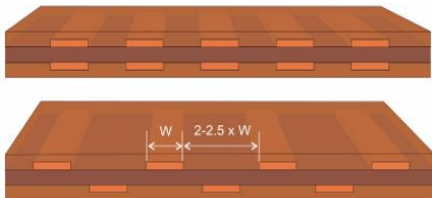
Kerülendő



Jobb



Legjobb



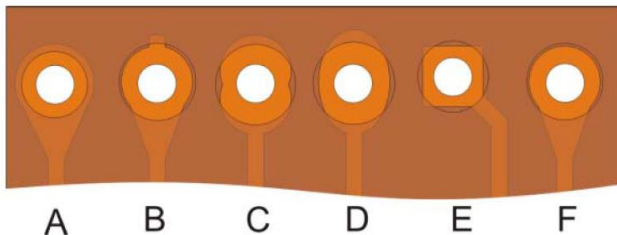
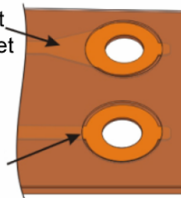
Forrasztási felületek és azok csatlakozásai

A furat átmérőjéhez képest 2-2,5x nagyobb átmérőjű forrasztási felület ajánlott különösen az egyoldalas áramkörök esetén.



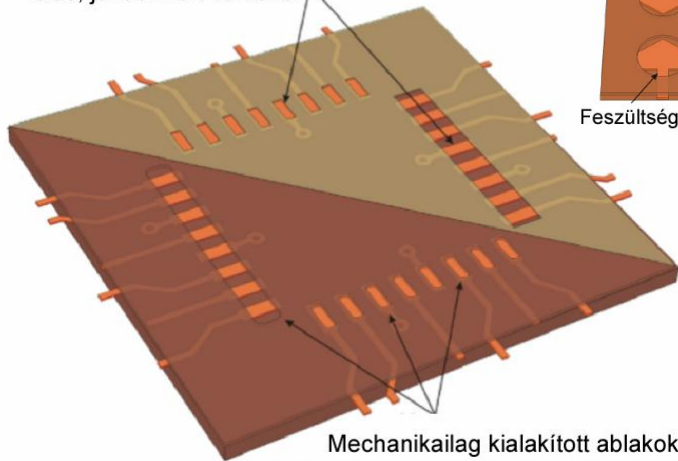
Lekerekített forr. felület
Szétosztja a feszültséget

Potenciális
feszültség gócpont

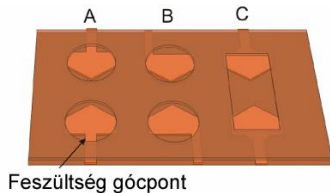


Felületszerelt alkatrészek forrasztási helyei

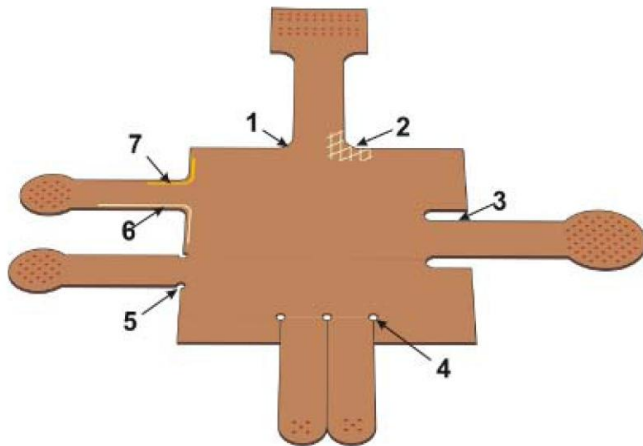
Fotolitográfiával kialakított ablakok:
éles, jól definiált körvonal



Mechanikailag kialakított ablakok:
lekerekített sarkok, kevésbé jól definiált élek

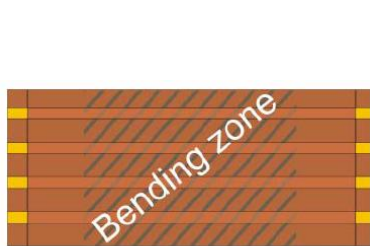
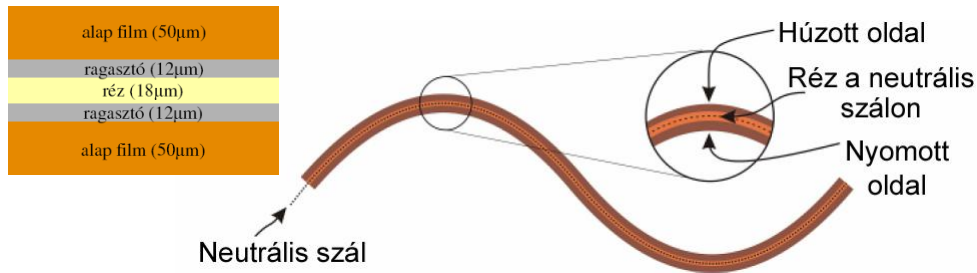


Sarkokról kiinduló szakadást megakadályozó kialakítások

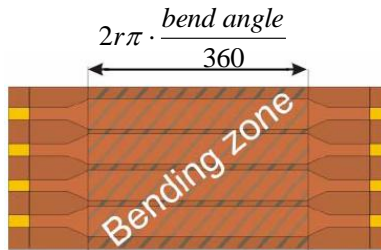


1. lekerekített sarok, 2. beágyazott üvegszövés, 3. bemetszés a saroknál, 4. furatok a feszültségpontokban, 5. sarokba fúrt furatok, 6. beágyazott aramid szál, 7. hozzáadott réz a sarkokban

A flexibilis áramkör hajlítása

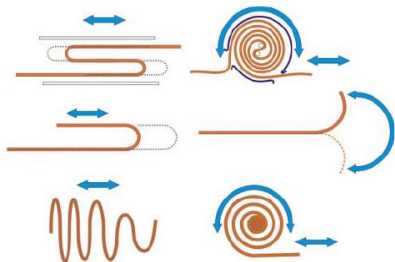


szokásos huzalozás

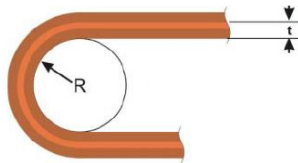


Alternatív huzalozás

Hajlítási módok



A szimmetrikus elrendezés csökkenti a feszültséget a rézrétegben.

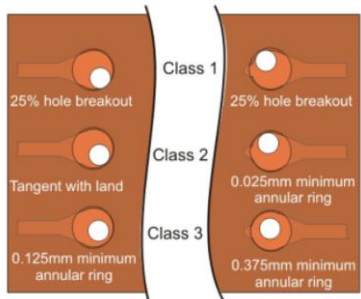


| Flexibilis huzalozás típusa | Minimális hajlítási sugár |
|---|--|
| Egyoldalas huzalozás | 3-6x az áramköri hord. vastagsága |
| Kétoldalas huzalozás | 6-10x az áramköri hord. vastagsága |
| Többrétegű huzalozás | 10-15x az áramköri hord. vastagsága |
| Dinamikus alkalmazás (egyoldalas huzalozás ajánlott) | 20-40x az áramköri hord. vastagsága (nagyobb sugár -> nagyobb élettartam) |

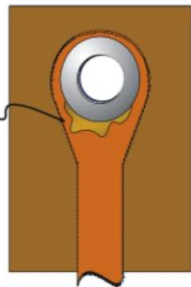
Flexibilis hordozók hibajelenségei

Fémezett furat

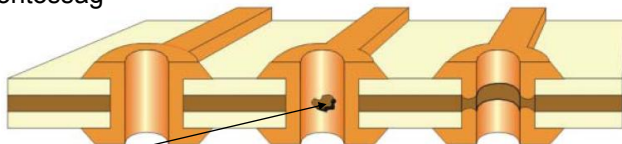
Nem fémezett furat



Forrasz a fedőréteg alá kúszik a rézréteg bevonása közben



Fedőréteg illesztési pontosság



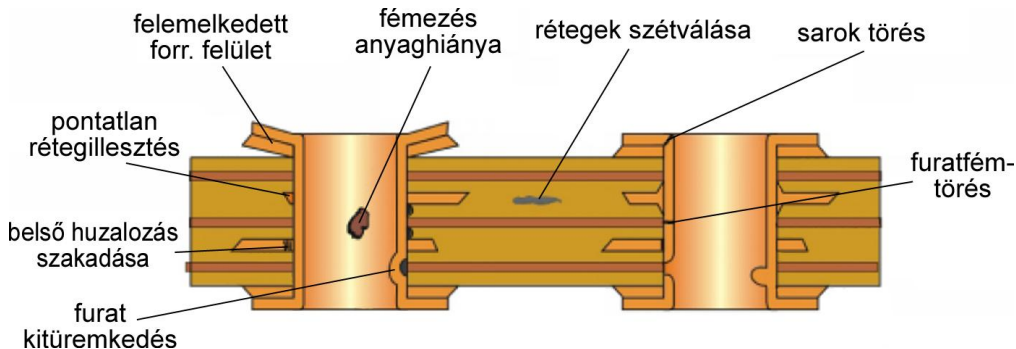
Anyagihiány a furatfémezésben

Javasolt

Elfogadható

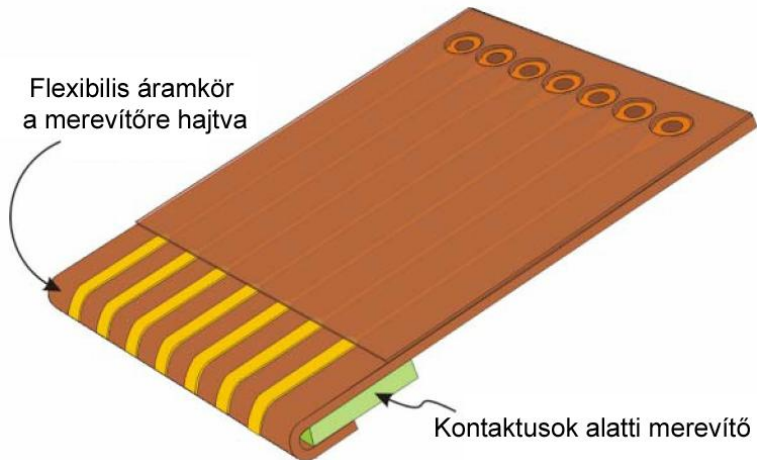
Nem elfogadható

Hőterheléses vizsgálat hatására bekövetkező hibajelenségek



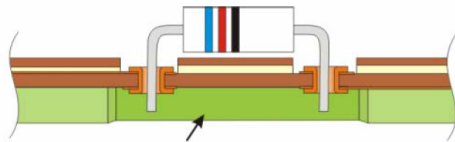
A hordozót 289 °C-os forraszba mártják 10 másodpercre és azután megvizsgálják

Merevítő alkalmazása



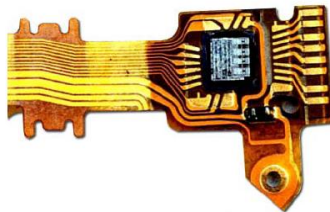
Flexibilis áramkörök szerelési eljárásai

Hullámforrasztás



A furatszerelt alkatrészeknél
ablak van a merevítőn a forrasz hullámnak

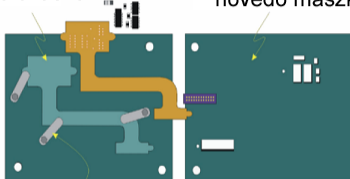
Huzalkötés



Alkatrész beültetés

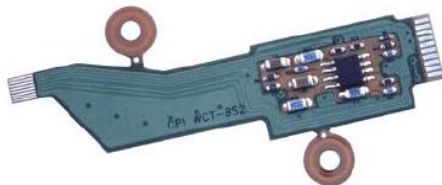
fészek a flexibilis
huzalozásnak

Opcionális
hővédő maszk



Fémnyelvek tartják
a flexibilis huzalozást

Újraömlesztéses forrasztás



Ellenőrző kérdések

1. Ismertesse a hajlékony hordozók huzalozás védelmének lehetőségeit
2. Mutassa be a forrasztási felületek és azok csatlakozásainak tervezési irányelveit hajlékony hordozójú áramkörök esetére
3. Ismertesse a hajlékony hordozók sarkairól kiinduló szakadásokat megakadályozó módszereket, kialakításokat
4. Ismertesse a hajlékony hordozók hibajelenségeit beleértve a hőterheléses vizsgálat hatására kialakuló hibajelenségeket is.



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

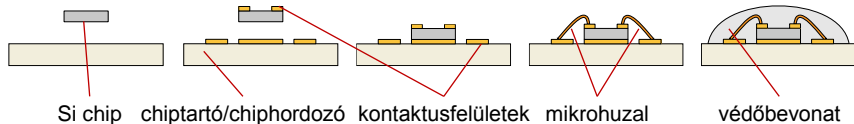
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Elektronikai Technológia Tanszék

Elektronikai Gyártás

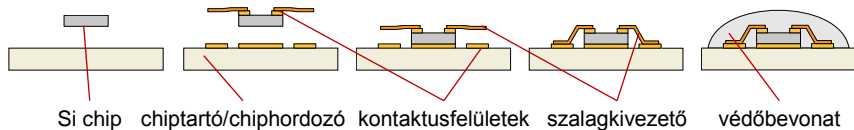
Mikrohuzal kötési technológiák

1. szintű összeköttetési rendszerek

Chip+huzalkötés (Chip-and-wire)



TAB (Tape Automated Bonding)



1. chip és hordozó

2. kontaktusfelület kialakítása

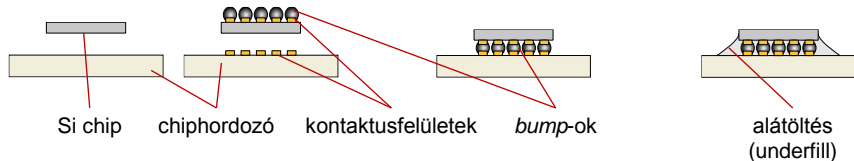
3. beültetés és chiprögzítés

4. elektromos kontaktálás

5. védőbevonat felvitele

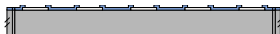
1. szintű összeköttetési rendszerek

Flip-chip



Szeletszintű tokozás (WLP)

1. Si chip gyártása



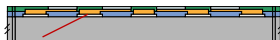
2. Újraelosztó réteg



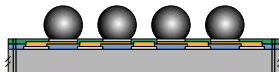
3. Chip védelem



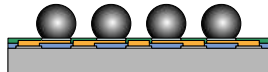
4. UBM réteg felvitele



5. Bump felvitel



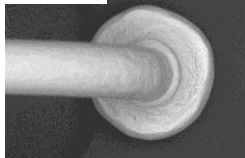
6. Szelet darabolása!



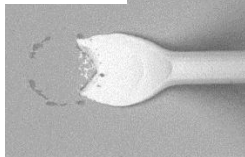
Mikrohuzal kötési technológiák

| Huzalkötés típusa | Huzal anyaga/ átmérője | Hőmérséklet | Kötés alakja |
|--------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Termo-kompressziós | Au ~50-100 μm | 300-500 $^{\circ}\text{C}$ | Golyós/ ékes (letűző) |
| Termo-szonikus | Au 25-50 μm | 100-150 $^{\circ}\text{C}$ | Golyós/ ékes (letűző) |
| Ultrahangos | Al, Au 125-300 μm | 25 $^{\circ}\text{C}$ | Ékes/ ékes |

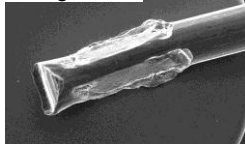
Ball bond



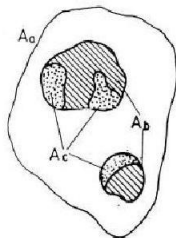
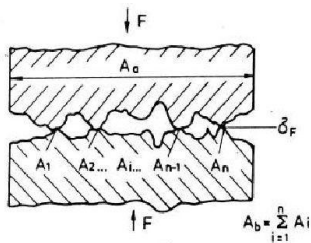
Stitch bond



Wedge bond



Érintkezéses jellegű kötések modellje



Jelölések:

F erő

A_a látszólagos érintkezési felület

A_b nyomóerőt hordozó felület

A_c fémesen érintkező felület

H_M a Meyer-keménység

σ_f folyási határszilárdság

a az érintkező felületek sugara

R_c az érintkezési ellenállás

R_1, R_2 R_c az egyes vezetőkben

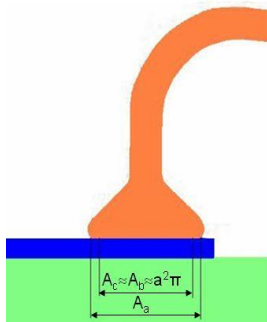
Összefüggések:

$$A_c \leq A_b \leq A_a$$

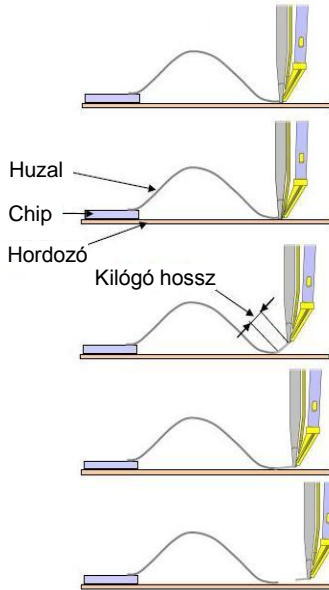
Képlékeny alakváltozásnál:

$$A_b \approx F/H_M \approx F/\sigma_f, \text{ mert } H_M \approx \sigma_f$$

$$R_c \approx \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} \cdot \sqrt{\frac{\pi \sigma_f}{4F}}$$



Ultrahangos kötési technológia – huzal elszakítása



Lenyomás a célnál

Kötés

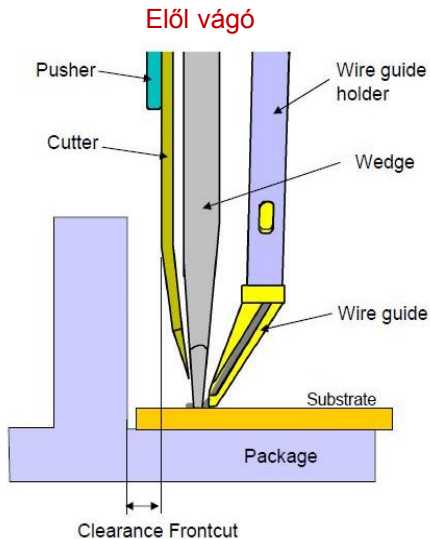
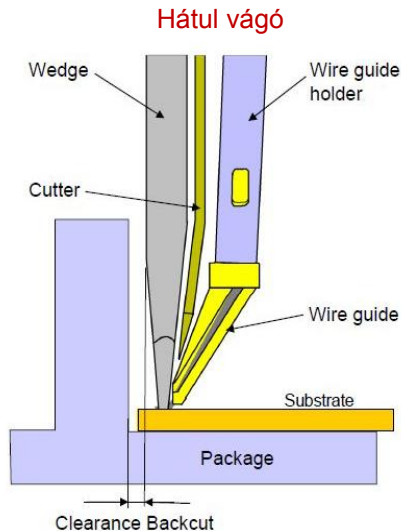
Bevágás készítése
a huzalba

Huzal kiengedése
következő kötéshez

Szerszám leeresztése
a szakítási pozícióba

Huzal szakítása a
kötőfej mozgatásával

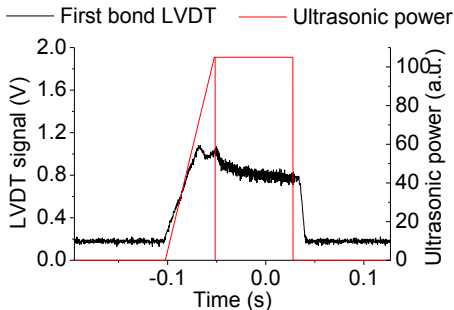
Az ultrahangos kötés vágókésének elrendezési változatai



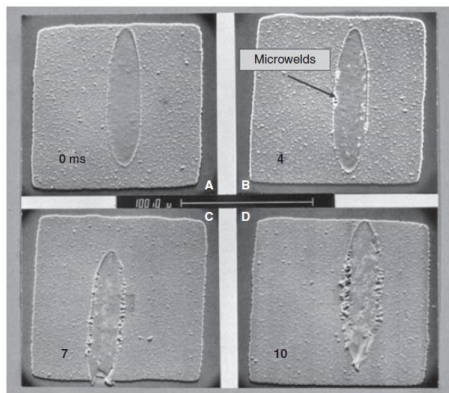
Az ultrahangos kötés folyamatparaméterei

Folyamatparaméterek:

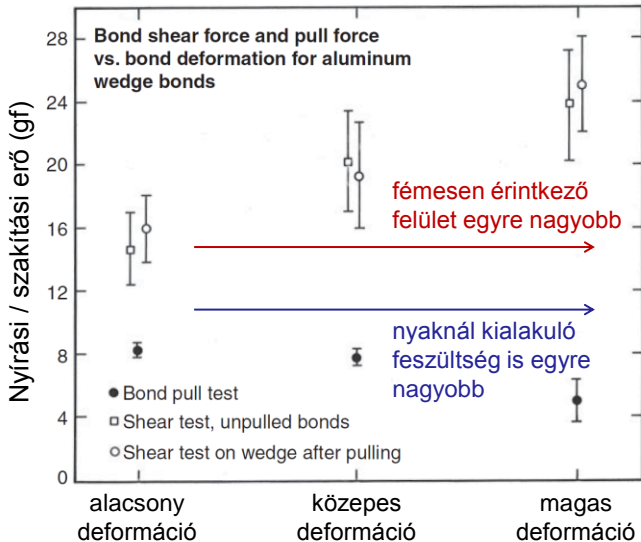
- Kötési erő ($n \cdot 1 \text{ N}$)
- Rezgetés amplitúdója ($n \cdot 1 \text{ }\mu\text{m}$)
- Ultrahang rezgetés hossza (csökkentik amíg még tapad; $\sim 50\text{-}100 \text{ ms}$)
- Rezgetés frekvenciája ($\sim 120 \text{ kHz}$)
- Kötőfej fékezési úthossza



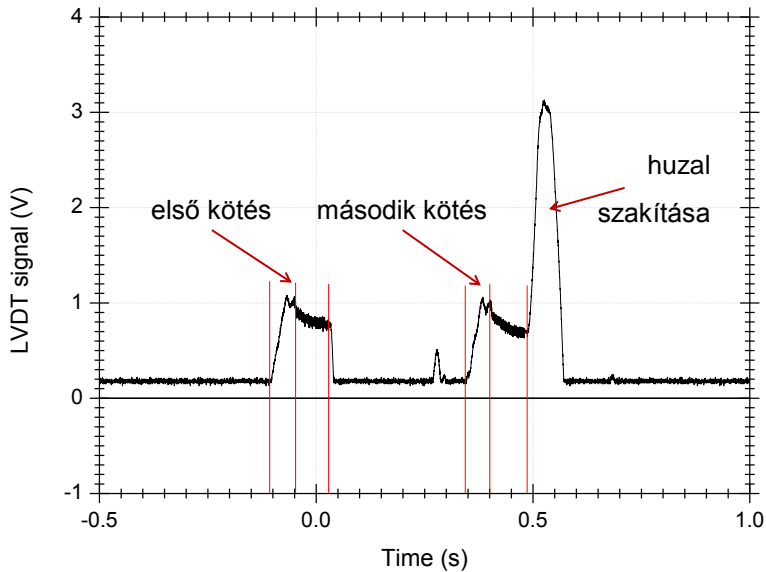
A kötés nyoma a felválás után; a rezgetés ideje: 0, 4, 7 és 10 ms



Az ultrahangos kötés folyamatparamétere



Az ultrahangos kötés monitorozása

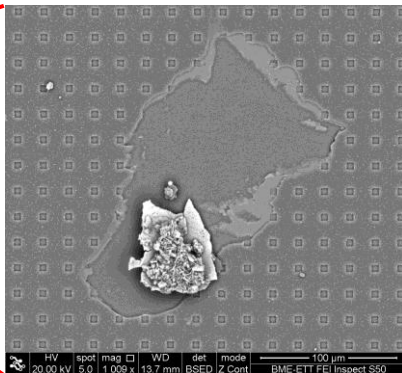
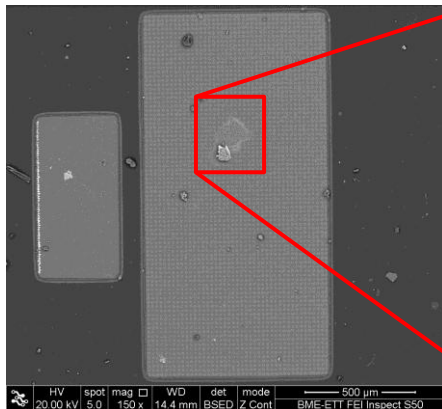


Kráterképződés kontaktusfelületen

A huzalkötés után a kötött réteg (kontaktusfelület) felrepedezik, felválk

A huzal nem válik fel feltétlenül (hot-spot teszt)

Oka a túlzott UH teljesítmény/kötőerő vagy a nem megfelelő kontaktusfelület fémezés

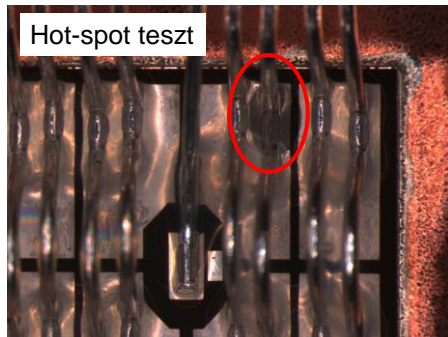
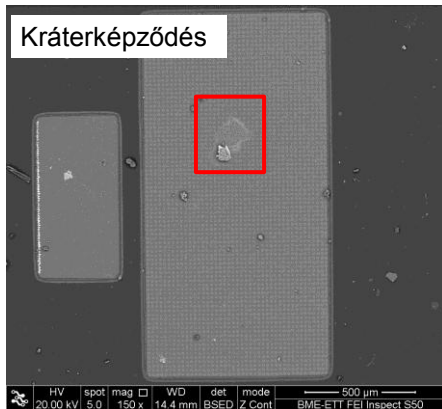


Kráterképződés kontaktusfelületen

A huzalkötés után a kötött réteg (kontaktusfelület) felrepedezik, felválk

A huzal nem válik fel feltétlenül (hot-spot teszt)

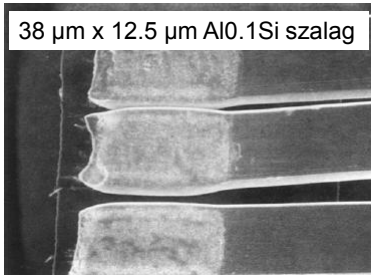
Oka a túlzott UH teljesítmény/kötőerő vagy a nem megfelelő kontaktusfelület fémezés



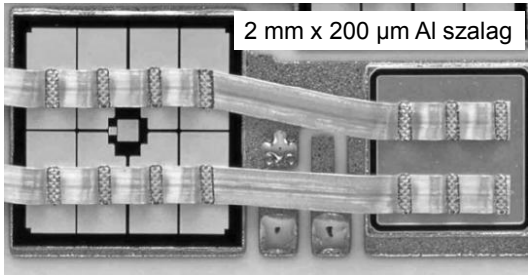
Szalaghuzal kötési technológiák

Főleg mikrohullámú alkalmazásokban használják a kedvező nagyfrekvenciás tulajdonságok miatt de nagyteljesítményű elektronikában is lehetséges

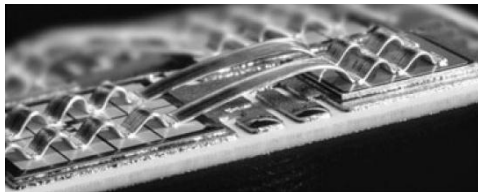
38 μm x 12.5 μm Al_{0.1}Si szalag



2 mm x 200 μm Al szalag



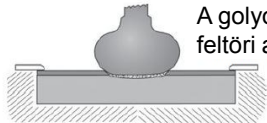
A szalagkötés hátránya, hogy nagyobb szélesség/vastagság arányoknál a kötőszerszám és a hordozó párhuzamossága kritikus



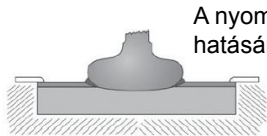
A termoszonikus kötés folyamatparamétere

Folyamatparaméterek:

- Kötési erő ($n \cdot 100 \text{ mN}$)
- Ultrahang rezgés amplitúdója kisebb mint UH-nál ($n \cdot 0.1 \text{ } \mu\text{m}$)
- Ultrahang rezgés hossza (csökkentik amíg még tapad $\sim 10 \text{ ms}$)
- Rezgés frekvenciája ($\sim 10 \text{ kHz}$)
- Hordozó hőmérséklete ($\sim 120 \text{ }^\circ\text{C}$)

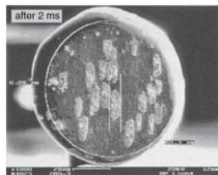


A golyó deformálódik feltöri a vékony oxidot

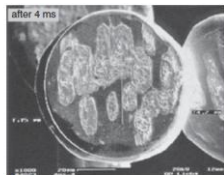


A nyomás és a rezgés hatására kötés jön létre

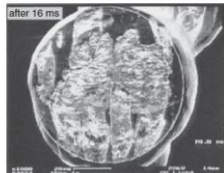
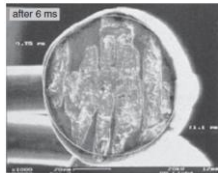
A kötés nyoma a maratás után; a rezgés ideje: 2, 4, 6 és 16 ms



(a)

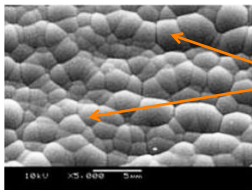


(b)

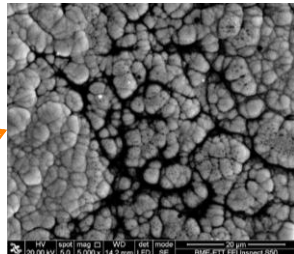
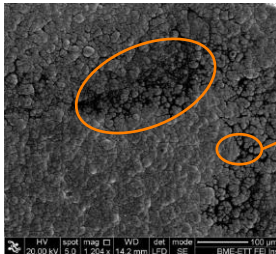
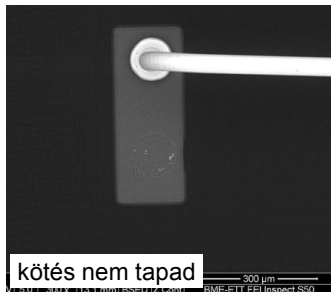
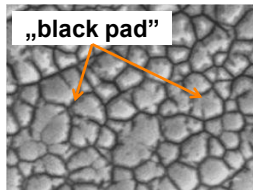


Kötésfelválás a kontaktusfelületről („Black pad”)

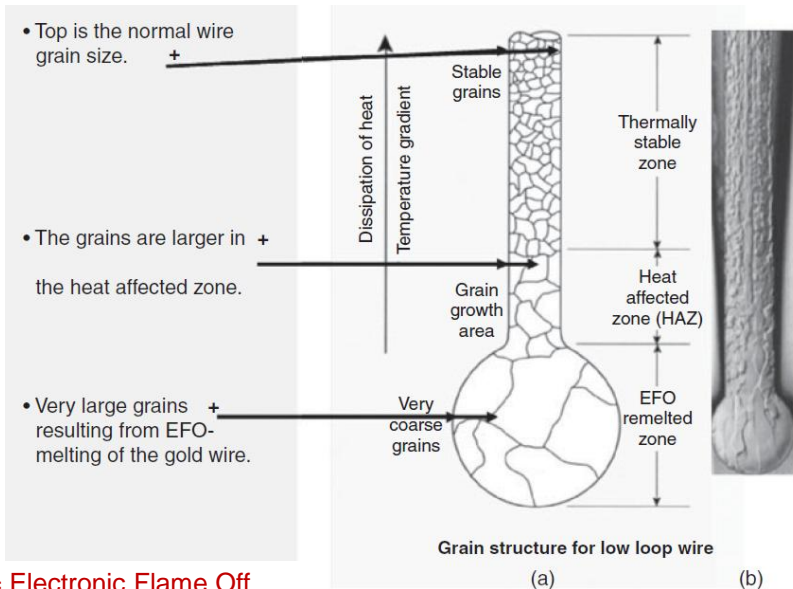
ENIG kontaktusfelület bevonatok esetén fennáll a veszélye az ún. **Black Pad** effektusnak, ami gyakorlatilag a Ni réteg korróziója



**Ni szemcsék
Au bevonattal**

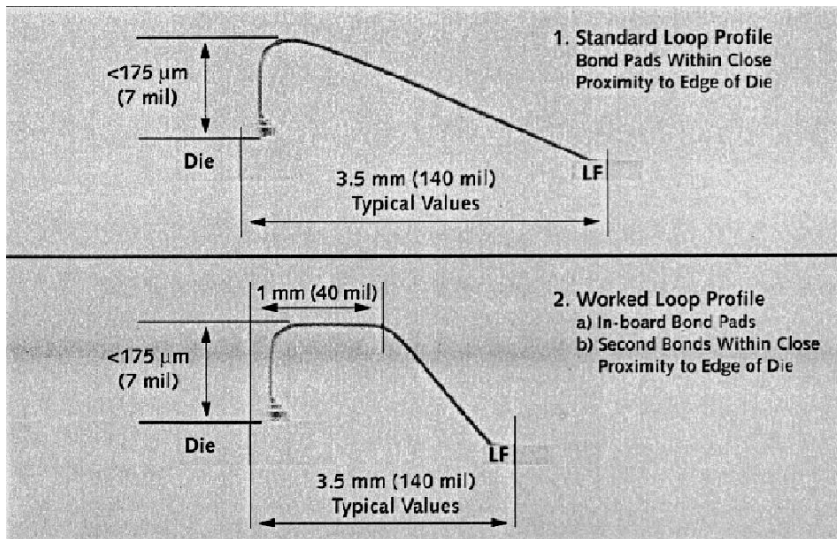


Hő által befolyásolt zóna golyós kötéseknél

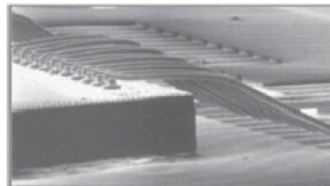
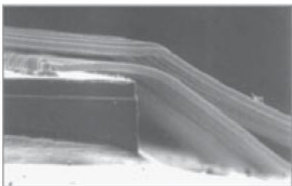
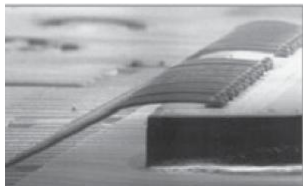
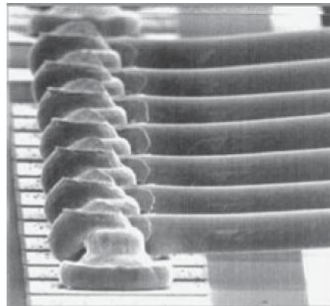
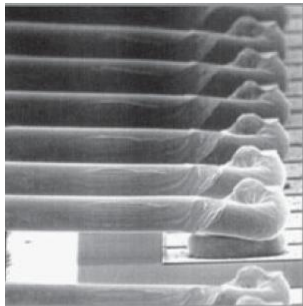


*EFO = Electronic Flame Off

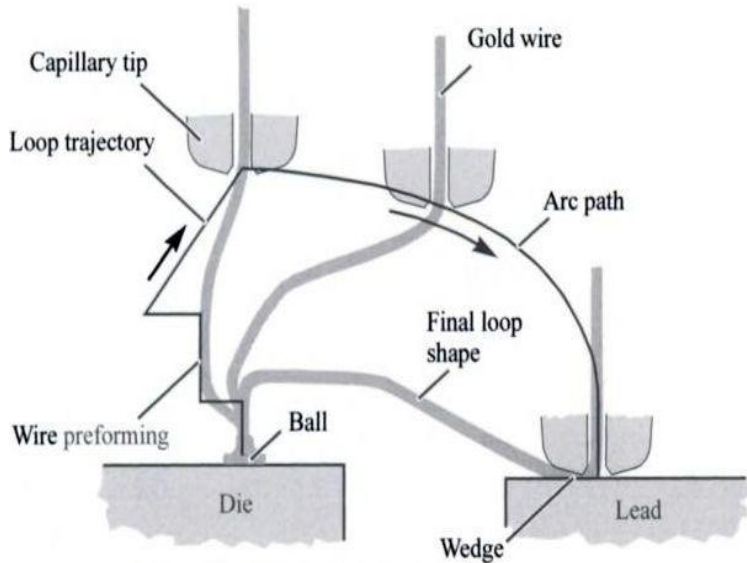
Termoszonikus huzalkötések hurok profiljai



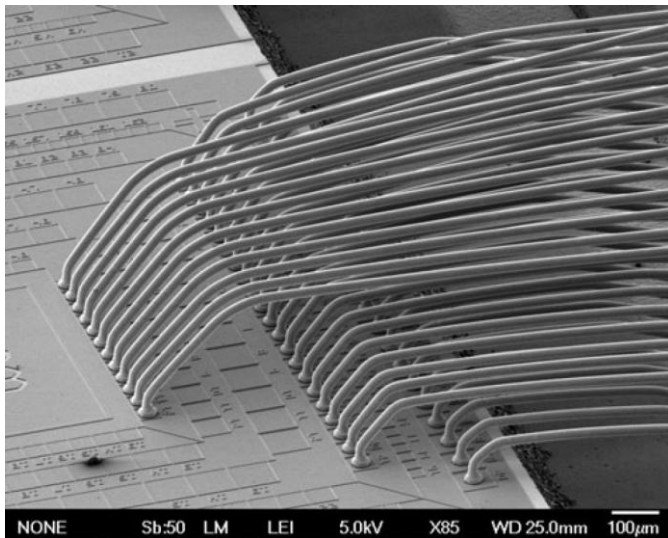
Alacsony huzalhurok profilok



Alacsony profilú hurokkészítés



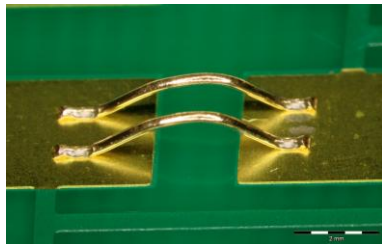
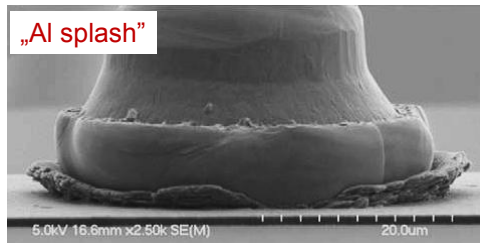
„Area array” huzalkötés



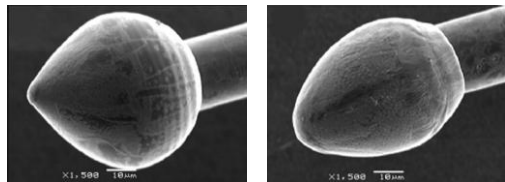
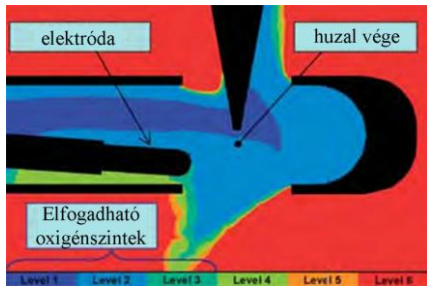
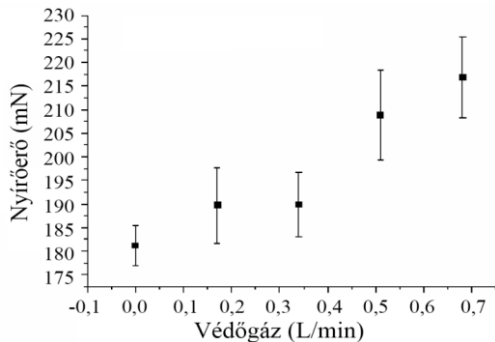
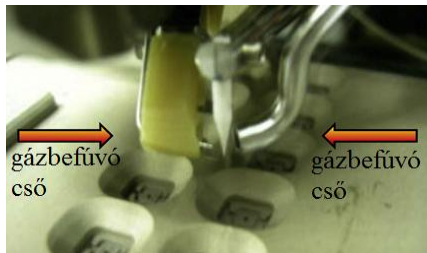
Réz huzalkötési technikák

Újabban előtérbe kerül a réz alkalmazása a szeletszintű technológiáknál is. Előnye az olcsósága és nagyon jó vezetőképessége, hátránya a keménysége.

| Huzal anyaga | Kialakított golyó keménysége | Max. kötési erő alkalmazása után | Min. kötési erő alkalmazása után |
|--------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Arany | 60 HV | 84 HV | 60 HV |
| Réz | 86 HV | 125 HV | 95 HV |

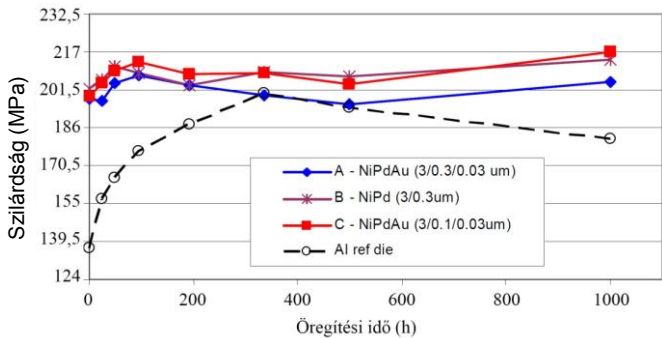
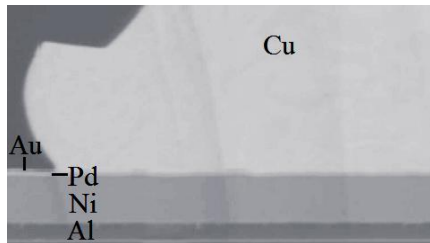
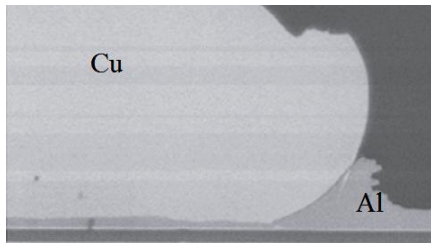


Golyóformálás védőgázos atmoszférában



Túlzott deformáció a magas áramlási seb. miatt

Kontaktusfelület bevonat réz huzalkötéshez



Ellenőrző kérdések

1. Ismertesse az ultrahangos huzalkötési technológia folyamatparamétereit és a kötési folyamat monitorozásának lehetőségét
2. Ismertesse a termoszonikus huzalkötési technológia folyamatparamétereit valamint a hő által befolyásolt zóna (HAZ) fogalmát a golyóformálás esetére
3. Ismertesse a mikrohuzal kötések hurokprofil típusait valamint az alacsony hurokprofilú mikrohuzalkötések készítési folyamatát.
4. Ismertesse a réz mikrohuzalkötések technológiáját. Milyen technikai nehézségei vannak a réz huzalok alkalmazásának és milyen kontaktusfelület bevonat ajánlott a réz huzalokhoz?
5. Ismertesse huzalkötési technológia esetén a kontaktusfelület kráterképződésének fogalmát valamint mutassa be a kötésfelválást okozó „Black Pad” hibajelenséget.



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

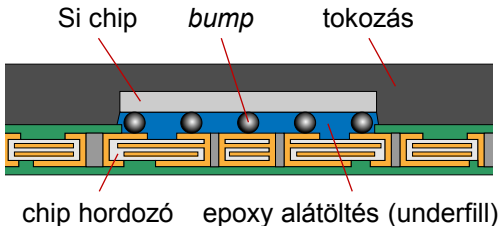
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Elektronikai Technológia Tanszék

Elektronikai Gyártás

Bumpok készítési technikái

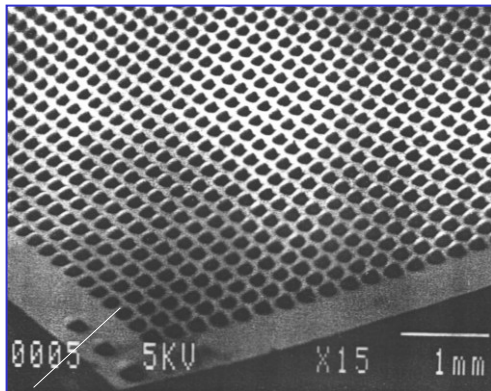
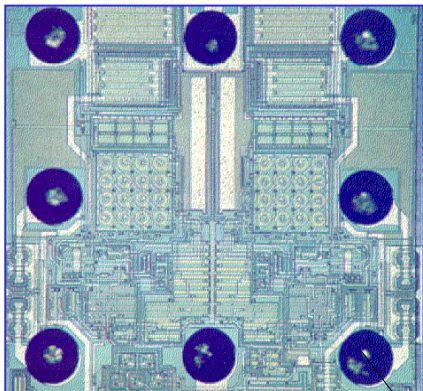
TOKOZOTT ÉS TOKOZATLAN FLIP CHIP

A Flip-Chipeket **aktív felületükkel** a chip **hordozó felé** (face down) ültetjük rá. A chip kontaktus felületein vezető anyagból készített **bump-ok (golyószerű kivezetések)** állnak ki. A Flip-Chipek bekötése a chip hordozón kialakított kontaktus felületek és a bump-ok villamos összekötését és egyben mechanikus rögzítését jelenti. Lehetőség van a **2. szintű összeköttetés elhagyására**, és a Flip-Chip közvetlen bekötésére a szerelőlemezre (**FCOB – Flip-Chip on Board**)



Flip-chipen a bumpok elhelyezkedése

A bumpok a chip aktív felületén, az oldalélek mentén vagy egy négyzetrács háló (Wafer Level Packaging) metszéspontjaiban helyezkednek el



bumpok

Bumpok készítési technológiái

Szelet szinten (flip-chip):

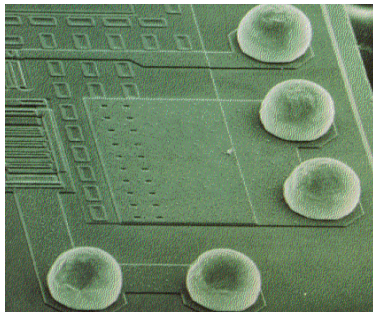
- Stencilnyomtatás / forraszpaszta
- Rezgőadagolás / (forrasz)golyó
- Galvanizálás / forrasz, Au
- TS huzalkötés / (forrasz)huzal
- Transzfer eljárás / forraszpaszta
- Árammentes eljárás / Ni

Tok szinten (BGA)

- Vákuumos megfogás, adagolás / (forrasz)golyó

A bump-ok anyagválasztéka:

- forrasz (Sn63/Pb37, vagy SnAgCu)
- vezető ragasztó (Ag por + epoxi)
- képlékeny fém (Au, Sn, Ni)



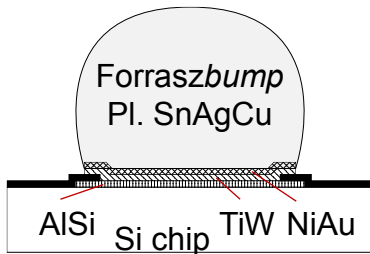
AZ „UNDER BUMP METALLIZATION” (UBM) SZERKEZETE

A chip kontaktus felületeire (pad-jeire) a bump megtapadása (nedvesítése) érdekében vékonyréteg szerkezetet visznek fel.

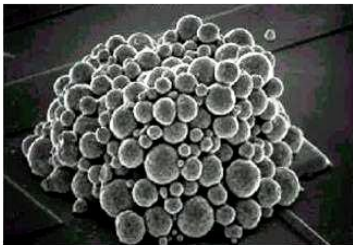
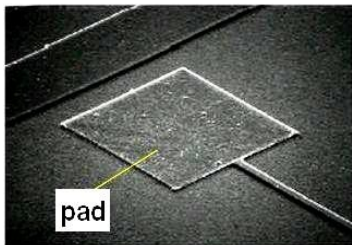
UBM = Under Bump Metallization

Az UBM rétegszerkezete:

| Réteg | Olcsó (SnPb) | Drága (LF) | ~vast. [μm] |
|------------------------------|-----------------|---------------|----------------|
| <i>AlSi kontakt réteg</i> | | | |
| Tapadó réteg | Cr | Ti / TiW | 0,1 |
| Elválasztó, köthető réteg | Cu | Ni / NiV | 0,3-5 |
| Köthető, védő réteg | Au | Au | 0,1 |



Forrasz bumpok készítése stencilnyomtatással



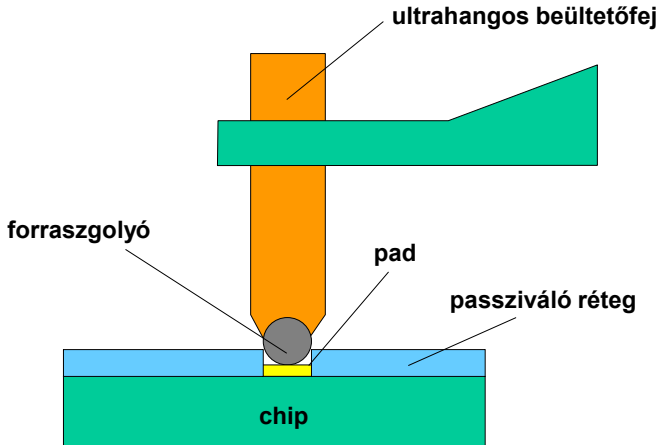
forraszpasztá felvitele



forraszpasztá megömlesztése

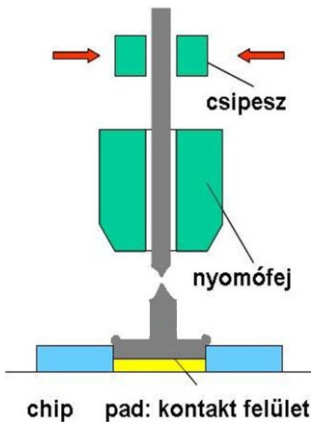
Forraszgolyók felvitelével készített bumpok

Kevésszámú I/O kivezetővel rendelkező IC-hez és viszonylag nagyméretű bumpoknál használatos.

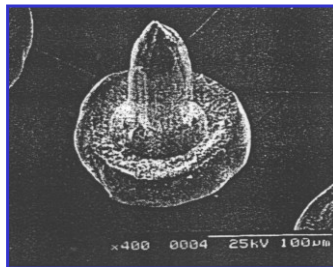


Forrasz bumpok előállítása mikro huzalkötéssel

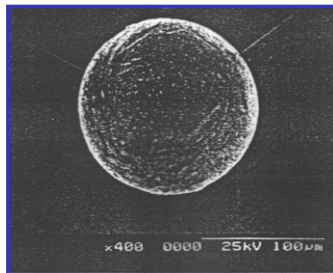
A huzal végére a golyót ívkihasználással (300-900 V), formáló gázban (95%Ar és 5%H₂) készítik. A chip-et 185 C°-ra előmelegítik. A ~30 μm-es forrasz-huzalt termoszonikus kötéssel rögzítik. Egyedi chip-ekre is kialakíthatók bumpok.



a bump a forrasz újraömlés után



golyós kötés a pad-en



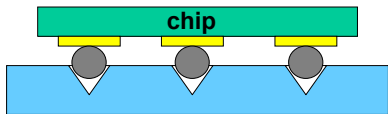
Tranzfer eljárással előállított forrasz bumpok

forraszpaszta

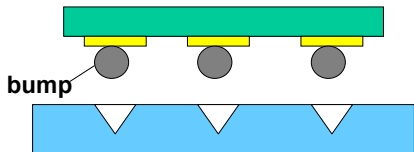
Si hordozó



- Si hordozóba anizotrop maratással süllyesztékek előállítása. Ezek kitöltése forraszpasztával.



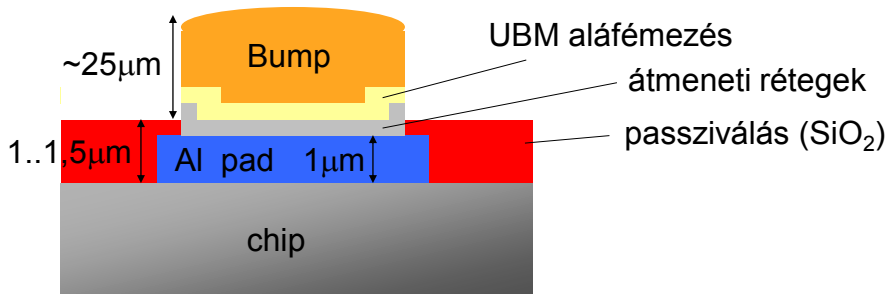
- A forrasz megömlesztése. Ez nem nedvesíti a hordozót, ezért az ömledék a felületi feszültség hatására forrasz gömbbé ugrik össze. Az előmelegített chip kötési felületeit rányomjuk a forrasz gömbökre.



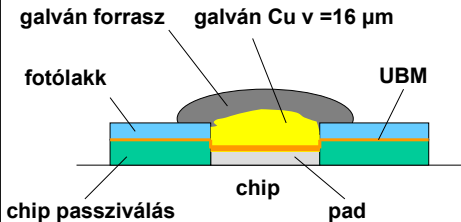
- A forrasz gömbök nedvesítik a chip kötési felületeit, kialakulnak a bumpok. A chip felemelése a bumpokkal együtt.

Bump-készítés galvanizálással

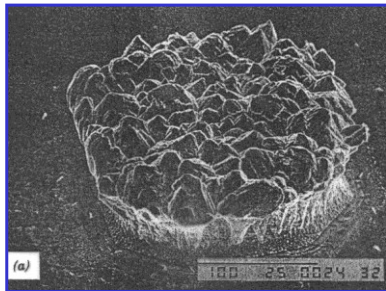
1. Passzíváló réteg felvitele a szeletre CVD-vel
2. Átmeneti rétegek leválasztása a teljes felületre vákuumpárolgattással vagy katódporlasztással
3. Fotoreziszt felvitele és előhívása
4. Bumpok galvanizálása (esetleg előtte UBM galvanizálása) a fotoreziszt nélküli helyekre
5. Fotoreziszt eltávolítása
6. Átmeneti rétegek lemaratása a bumpok közötti területről.



A Motorola galvanizált bump technológiája

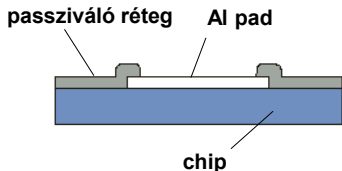


Forrasz galvanizálás után

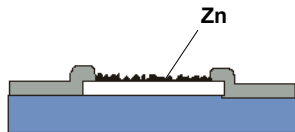


- A teljes chip-felületre UBM (Ti-W és Cu réteg) porlasztása.
- A chip felületének bevonása fotolakkal.
- Fotolitográfia (a bump helyek kijelölése).
- A pad-ekre Cu galvanizálása.
- A pad-ekre forrasz anyag galvanizálása.
- A fotólakk eltávolítása és a felesleges helyekről az UBM rétegek lemaratása.
- A galván forraszréteg megömlesztése és lehűtése.

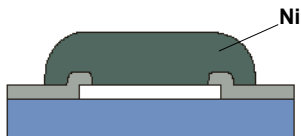
Árammentes rétegfelvitellel előállított bump



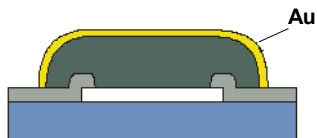
a chip felületek tisztítása



a pad-ek bevonása Zn-el
(alumíniumoxid feloldása + tapadóréteg)



árammentes Ni réteg felvitele



a Ni bump-ok aranyozása

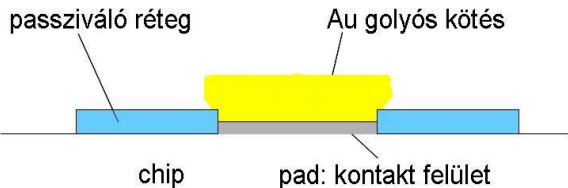
Arany bumpok készítése golyós huzalkötéssel

Nincs szükség UBM rétegre a chip kontaktus felületein.

Termoszonikus mikro huzalkötéssel Au golyós kötést készítenek az Al kontaktus felületre, majd a huzalt töben elszakítják. Esetenként a golyós kötésre letűző kötés készítenek, így magasabb bumpot kapnak.

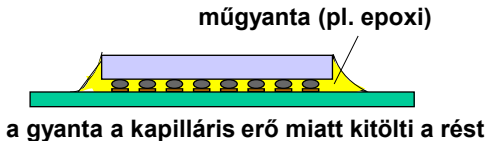
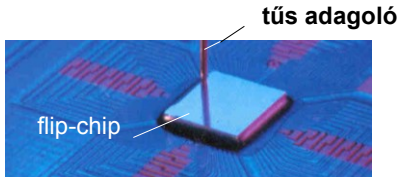
Síklapú szerszámmal a bumpokat egyforma magasságúra sajtolják.

A flip-chipeket termoszonikus eljárással vagy vezető ragasztással lehet bekötni a szerelőlemezre.

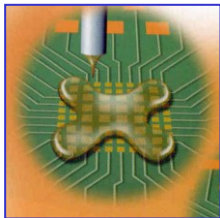


Alátöltés: a flip-chip és a hordozó közötti rés kitöltése

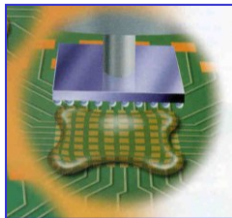
1. A beültetett chip mellé tús adagolóval felvitt műgyantával



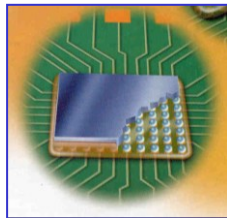
2. Az egész felületre műgyanta felvitele, majd a flip-chip bekötése



műgyanta felhordása



flip-chip beültetése

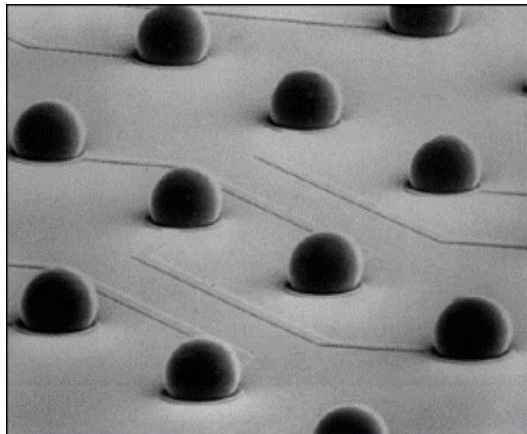


flip-chip beforrasztása és a gyanta kikeményítése (egy lépésben)

Flip-chipek alkalmazásának előnyei és hátrányai

Főbb előnyök:

- A sok kivezetéses IC chip és az interposer/szerelőlemez huzalozásának mechanikus és elektromos összekötése egy lépésben végezhető el.
- Igen rövidék ($l = 100 \mu\text{m}$) a bekötési vezetékhozzak.
- A maximális I/O kivezetés-számot nem csak a chip oldal-éleinek hosszúsága, illetve a technológiailag alkalmazható raszterosztás határozza meg.

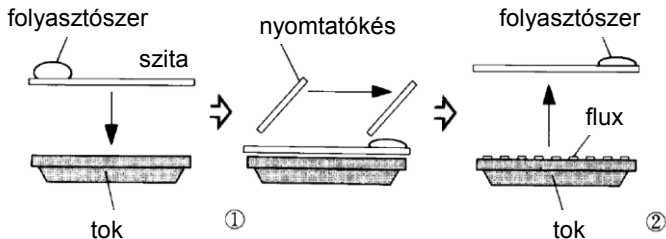


Főbb hátrányok:

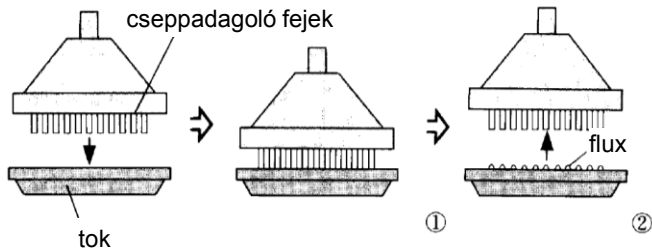
- A flip-chipek kötéseinek ellenőrzése röntgent igényel.
- Nagyméretű (>5mm) flip-chipek illesztett hőtágulású hordozót igényelnek (pl. Si-ot vagy esetleg AlN-t).

Bumpok készítése tokozott integrált áramkörökre (BGA)

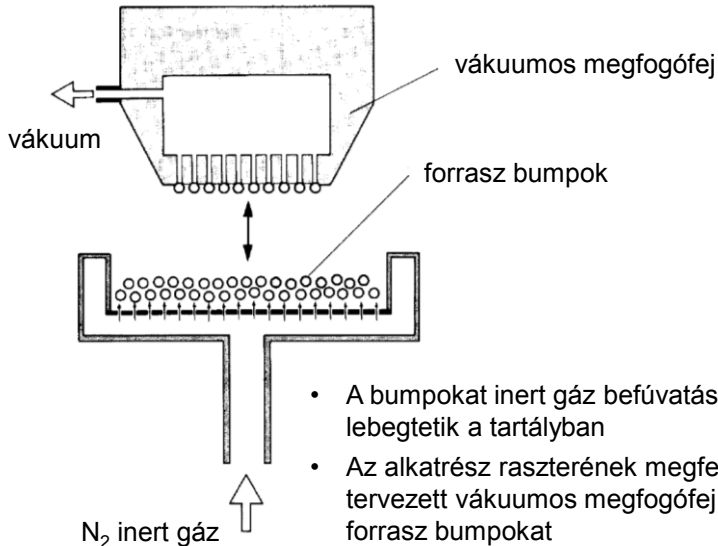
Folyasztószer felvitele szitanyomtatással



Folyasztószer felvitele csepppadagolással

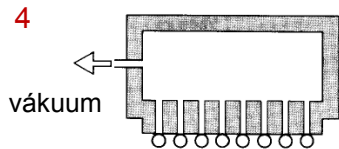
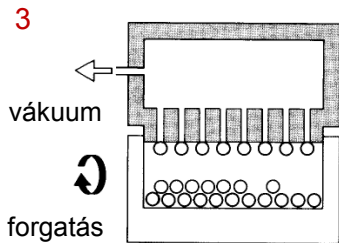
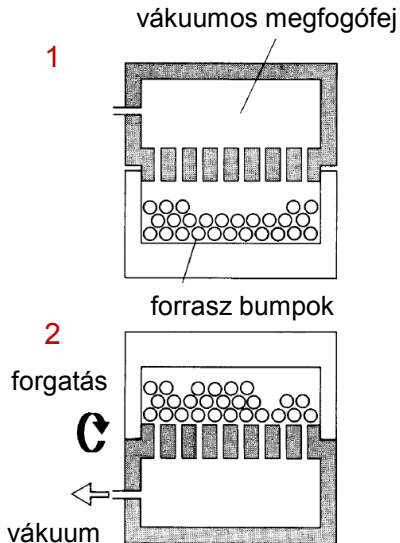


Bumpok megfogása vákuumos fejjel



- A bumpokat inert gáz befúvatásával lebegtetik a tartályban
- Az alkatrész raszterének megfelelően tervezett vákuumos megfogófej rögzíti a forrasz bumpokat

Bumpok megfogása vákuumos fejjel



5. Beültetés tokra (folyasztószer)
6. Reflow forrasztás

I.3 A flip chip és a bumpkészítési technológia

1. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a flip-chip szerkezeti felépítését
2. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a flip-chipekben alkalmazott aláfémezési (UBM) struktúrát
3. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a stencilnyomtatással, rezgőadagolással készített bumpok készítési folyamatát
4. Ismertesse a transzfer eljárással készített bumpok készítési folyamatát
5. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a galvanizálással és az árammentes fémeléssel készített bumpok struktúráját, anyagait és technológia lépéseit
6. Ismertesse a tokozott alkatrészekben lévő bumpok készítési szekvenciáját.



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Elektronikai Technológia Tanszék

Elektronikai Gyártás

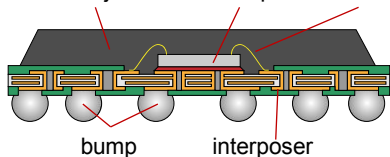
BGA tokozású alkatrészek konstrukciója
3D szereléstechológiák

BGA tokozású alkatrészek

PBGA – Ball Grid Array

(16-256 kivezetés, raszterosztás ~1,27 mm)

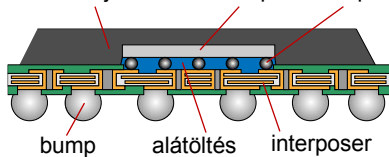
fröccs-sajtoló tok Si chip Au huzal



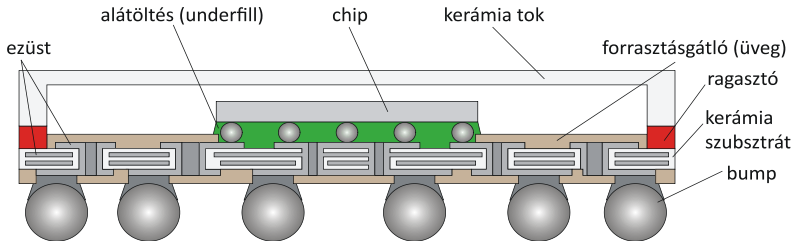
FC-PBGA – Flip-Chip Ball Grid Array

(<1600 kivezetés, raszterosztás ~0,8 mm)

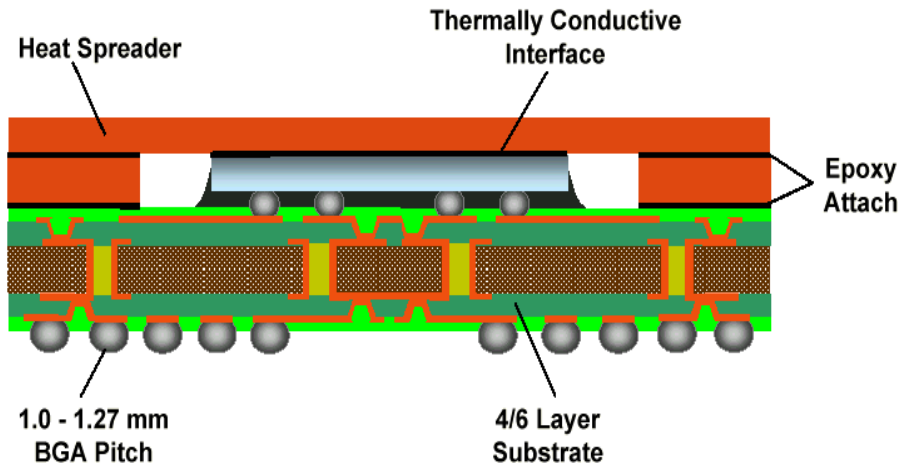
fröccs-sajtoló tok Si chip bump



FC-CBGA – Ceramic Ball Grid Array: bump anyaga többnyire **nem** eutektikus forrasz (Sn10Pb90 – 302 °C , Sn80Au20 – 280 °C), tok és az interposer anyaga kerámia, kisebb CTE különbség, jobb megbízhatóság (kerámia CTE ~6 ppm/°C)

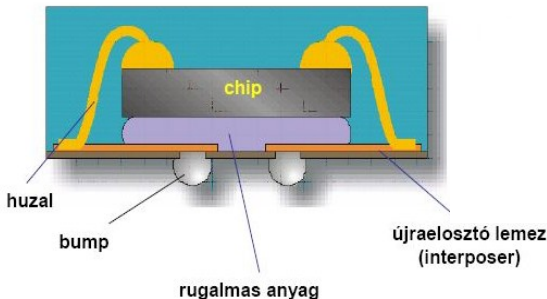


Termikusan feljavított Flip Chip BGA keresztmetszete



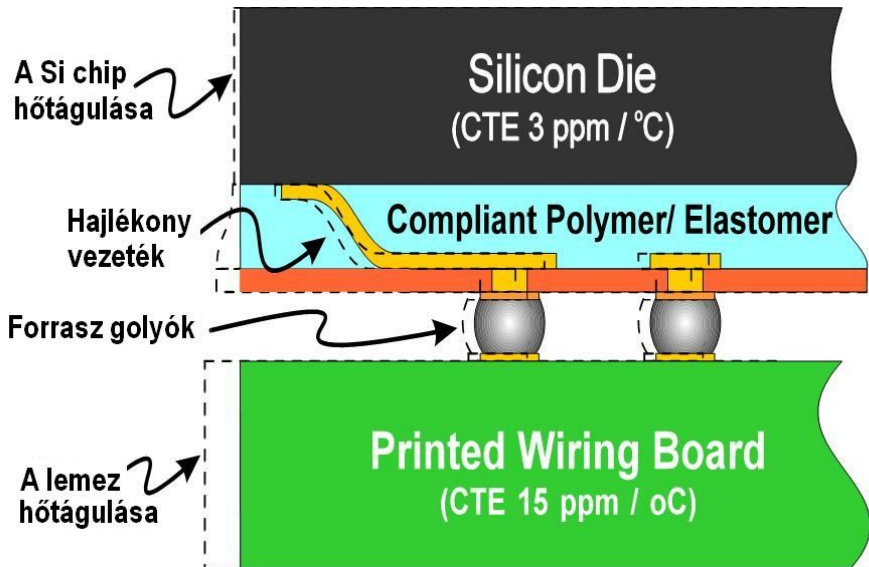
A μ BGA[®] tokozásnál rugalmas anyag elhelyezése a chip és az újraelosztó réteg (interposer) közé

A chipnek és az újraelosztó lemeznek igen eltérő a hőtágulási tényezője, a Si-é 3 ppm/°C, míg az nyh újraelosztó lemezé 15 ppm/°C. Ezért célszerű ha az ebből adódó deformációkat a közük helyezett rugalmas anyag veszi fel



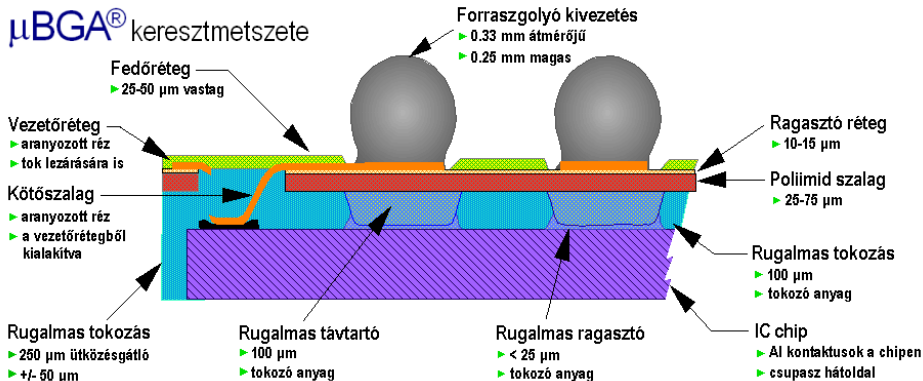
A chip bekötése chip-and-wire eljárással. A huzalkötés növeli a μ BGA tok helyfoglalását. Hosszú bekötő-huzalokat kell alkalmazni.

Feszültség-elnyelő CSP tokozás FR-4-es lemezre szerelve



A μ BGA® tokozású WLP belső felépítése

μ BGA® keresztmetszete



A huzalozási pályákat poliimid anyagú hajlékony huzalozású lemezen állítják elő. Ezt a hajlékony nyh lemezt párhuzamosan helyezik el a chip aktív felületétől. A hajlékony huzalozást rugalmas anyagú távtartók rögzítik. A fólia ablakain keresztül az oda szabadon benyúló vezető fólia csíkot lehajlítják és egyben összekötik a chip kontaktus felületével. A poliimid fólia és a chip közötti rést rugalmas tokozó anyaggal kiöntik.

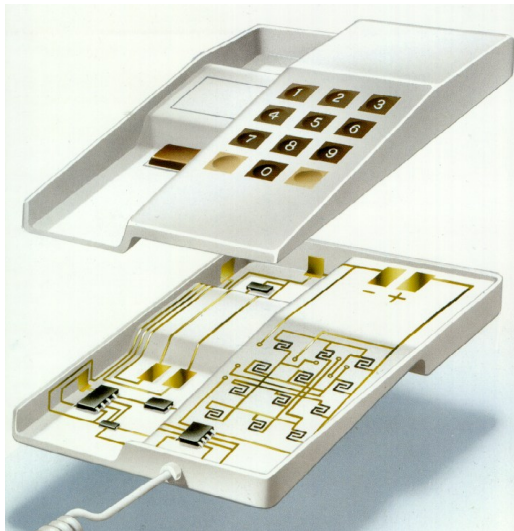
A védőréteg bevonat elkészítése után a bumpokat hozzák létre.

Három dimenziós áramkörök

A 3D-s készülékházra hozzák létre a nyomtatott huzalozást.

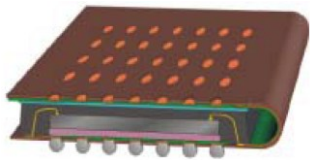
A műanyagra házra a Cu huzalozást árammentes kémia eljárással viszik fel.

Az elkészült huzalozásra felületszerelt áramköri elemek helyezhetők.

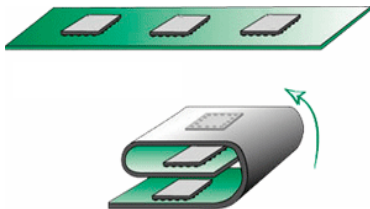


Három dimenziós áramkörök flexibilis hordozón

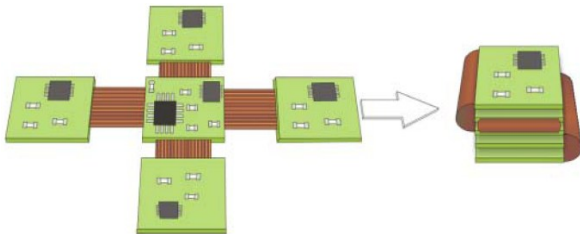
Chip on flex



3D flexibilis áramkör



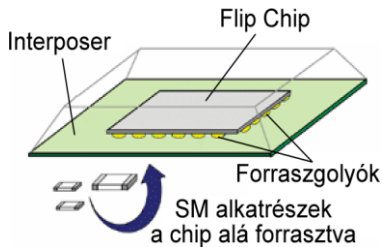
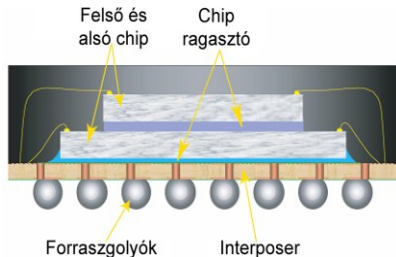
Flex-rigid 3 dimenziós áramkör



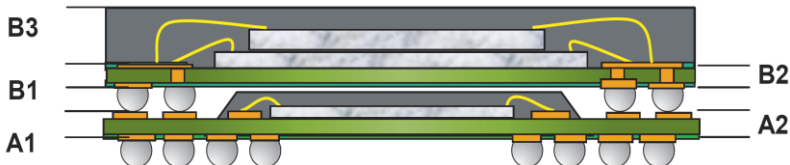
- a hajlítás sugarát meg kell határozni
- > legmagasabb alkatrész
- pontos termikus tervezés szükséges

Három dimenziós áramkörök merev hordozón

SCSP – Stacked chip scale package

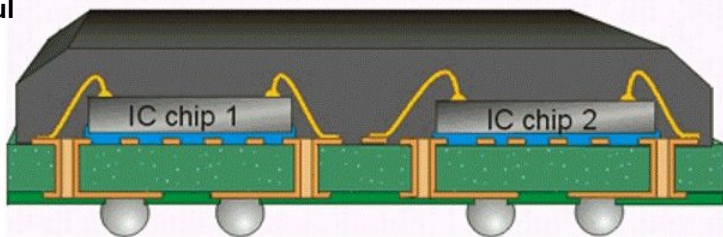


Package on package technológia

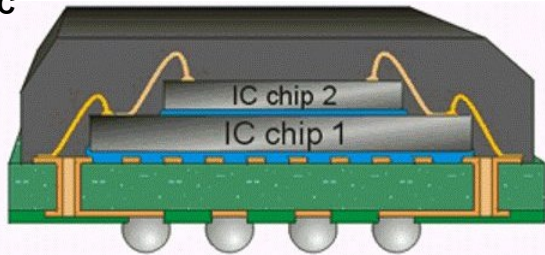


Háromdimenziós (3D) és MCM szerelési, tokozási technológia

Multichip Modul (MCM)

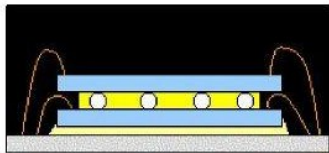


3D szerelés, „stack” IC lépcsős elrendezés

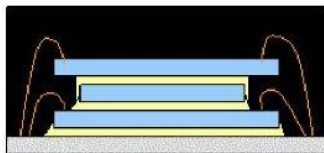


„Stack”-elt integrált áramkörök

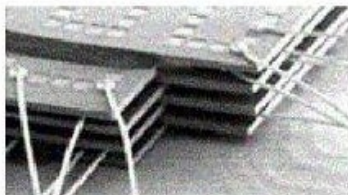
Távtartó alkalmazása



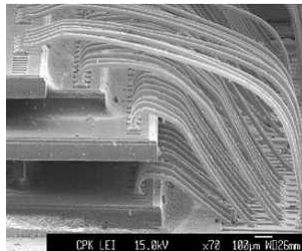
„dummy” lapka alkalmazása



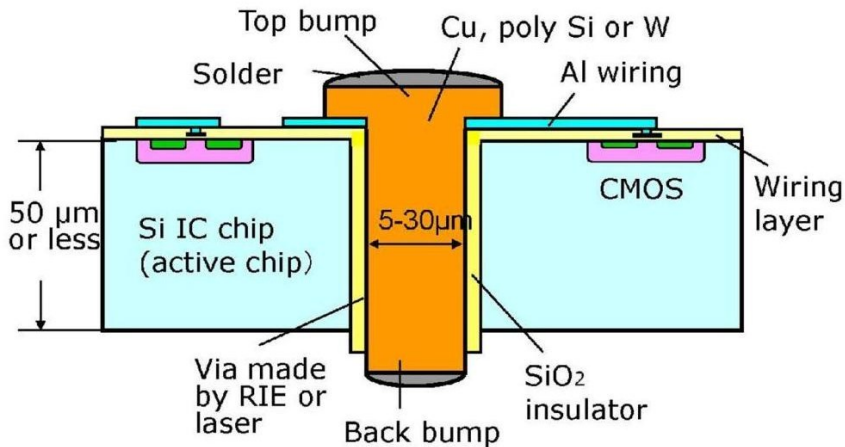
Keresztező építés



kombinált megoldások

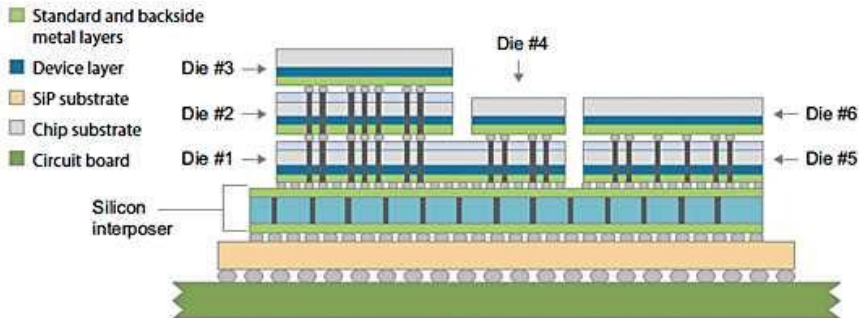


TSV – Through Silicon Via konstrukciója



TSV – Through Silicon Via alkalmazása

Alkalmazási terület: azonos méretű chip-ek egymásra szerelése, ill. illesztett hőtágulási együtthatós (Si) hordozók átvezetése



PoP technológia lépései

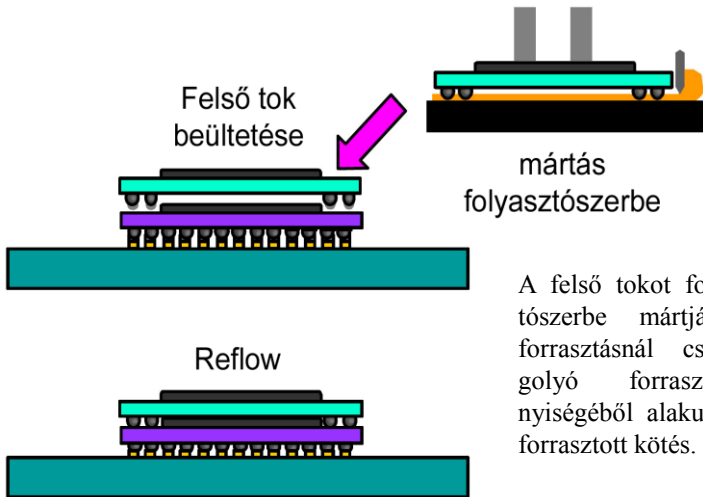
Stencil nyomtatás



Alsó tok
beültetése



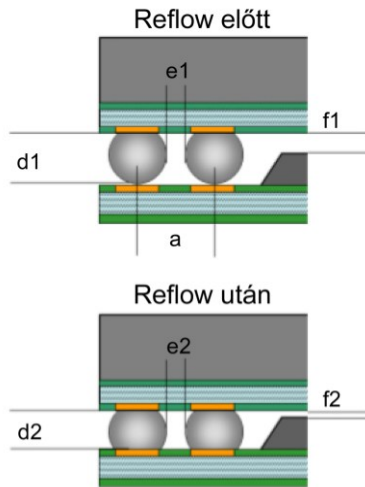
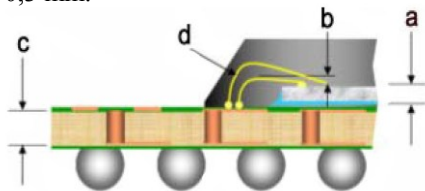
PoP technológia lépései



A felső tokot folyasztószerbe mártják, a forrasztásnál csak a golyó forraszmenyiségéből alakul ki a forrasztott kötés.

PoP – alsó tok kritikus paraméterei

- szelet vastagság (**a**) – a logikai eszközoeket ma már >300 mm-es szeleten alakítják ki; vastagsága szeletvékonyítás után $\sim 50 \mu\text{m}$ ($>20 \mu\text{m}$),,
- huzalkötés magassága (**b**) – jelenleg a minimum magasság $\sim 40 \mu\text{m}$
- különböző magasságú huzalok száma (**d**) – amennyiben csak egy magasság van, akkor a tok minimális magassága $\sim 0,2$ mm, ha két magasságra van szükség (2 sor kivezető a chip-en), akkor a tok minimális magassága $\sim 0,3$ mm.



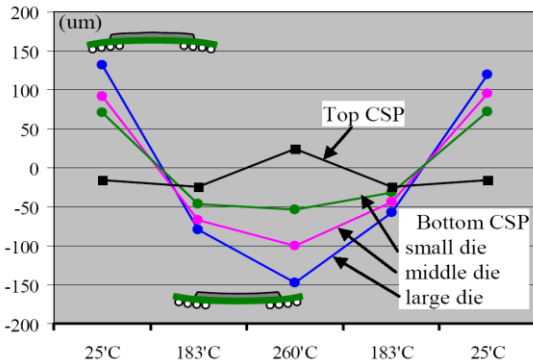
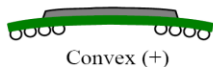
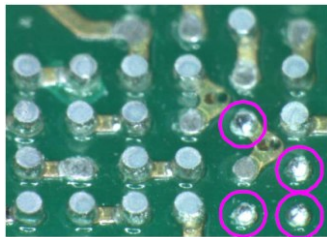
magas alsó tok / alacsony felső bump-ok esetén nyitott kötések veszélye

Pop - nyitott kötések kialakulása

Az alsó tok vetemedése nyitott forrasztott kötések kialakulásához vezet



Nyitott kötések



I.3 BGA konstrukció és 3D szerelés

1. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a BGA tokozás (műanyag és kerámia) szerkezeti felépítését és röviden ismertesse technológiáját
2. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a termikusan feljavított Flip Chip BGA szerkezetét és röviden ismertesse technológiáját
3. Ismertesse és ábrán is szemléltesse a hőtágulási problémák csökkentésére rugalmas anyagokat és hajlékony vezetékeket alkalmazó BGA tokozás szerkezeti kialakítását
4. Ismertesse rajzokkal vázlatosan a merev hordozós áramkörök 3D szerelési megoldásait
5. Ismertesse a „stack” IC-k egymásra építési konstrukcióit és a TSV konstrukcióját
6. Ismertesse a Package-on-Package szereléstechológia lépéseit és főbb veszélyeit

Stencilek tervezési irányelvei és a stencilnyomtatás folyamata

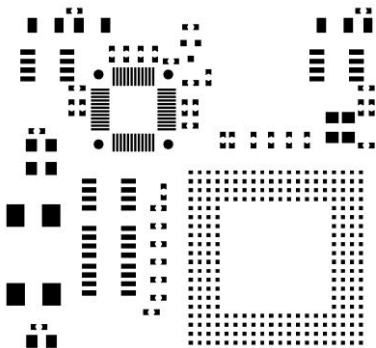
Elektronikai Gyártás és Minőségbiztosítás

BMEVIETA331

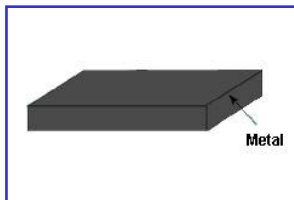
Sablon (stencil) készítési technológiák

A három legelterjedtebb stencil készítési technológia a kémiai maratás, a lézerrel vágás és a galvanoplasztika.

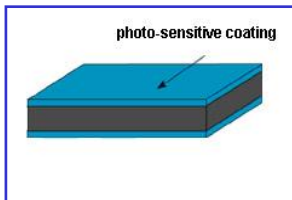
A stencileket az ablak (apertúra) keresztmetszete és az apertúra falának érdessége szerint sorolhatjuk minőségi kategóriákba.



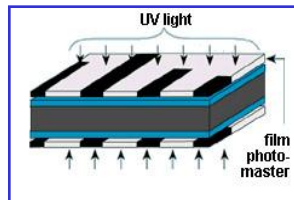
Kémiai maratás lépései



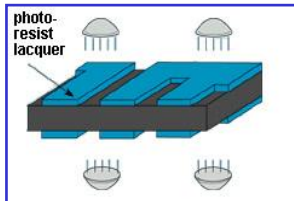
Kémiaailag tiszta felületű fém



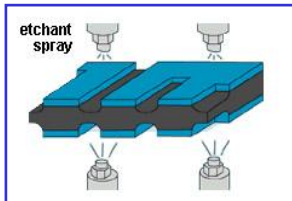
Fényérzékeny bevonat felvitele a fém tetejére és aljára



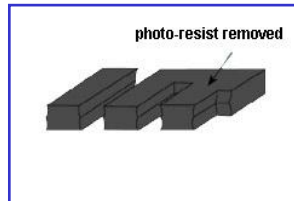
A photo-resist megvilágítása maszkon keresztül



A photo-resist előhívása



A fém maratása



Kész maratott stencil

Kémiai maratott stencilek apertúra keresztmetszete



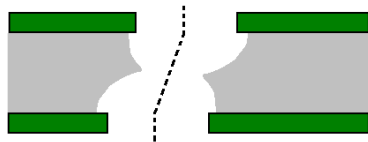
1 oldalról maratott stencil -
alámaródás



2 oldalról maratott stencil –
„homokóra” keresztmetszet



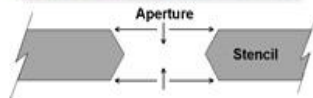
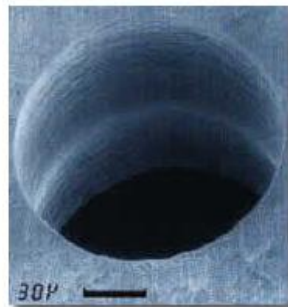
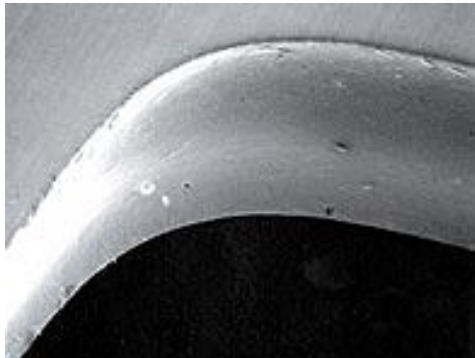
1 oldalról maratott stencil –
„gallérképződés”



Kétoldali előhívófilm
pozícióhibája

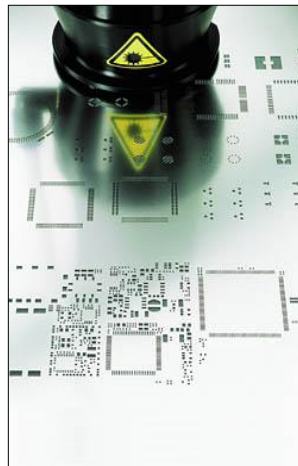
Kémiai maratott stencilek

- Szubtraktív technológia, alacsony költségű ~ 10.000 Ft., az árat a stencil mérete határozza meg.
- „Homokóra” keresztmetszetű apertúra, a stencil anyaga: sárgaréz vagy bronz.
- 0.63 mm raszterosztás felett ajánlott.



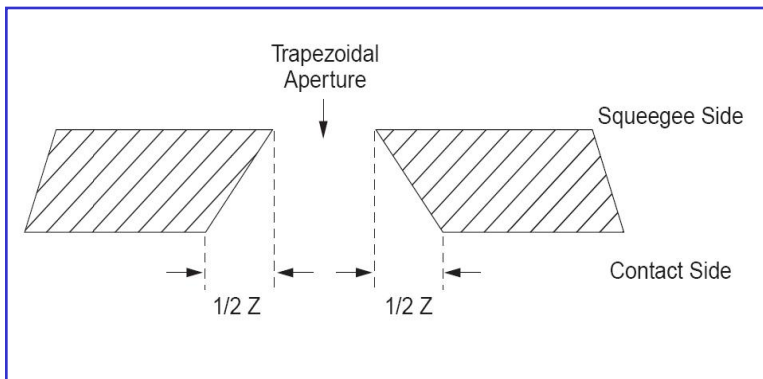
Lézerrel vágott stencilek

- Szubtraktív technológia, az árat az apertúrák száma határozza meg,
- trapéz keresztmetszetű apertúra,
- anyaga: rozsdamentes acél, nikkell
- 0,4 mm raster-osztás felett ajánlott.



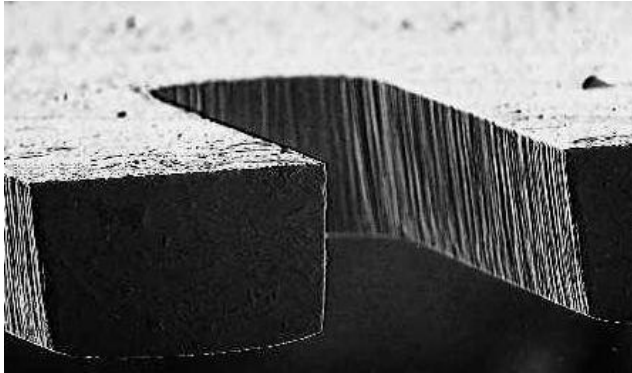
Lézerrel vágott stencillek

Trapéz keresztmetszetű apertúra segíti a paszta eleresztését.
Apertúrákat a hordozó felőli oldalról vágják.

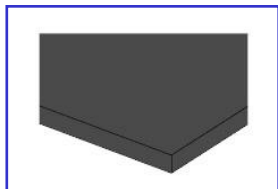


Galvanoplasztikai eljárással készített stencilek

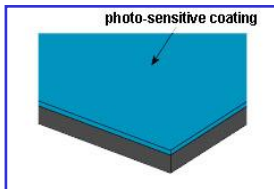
- Additív technológia, az árat a stencilfólia vastagsága határozza meg,
- trapéz keresztmetszetű apertúra,
- anyaga: nikkell
- finom raszter-osztású alkatrészek alkalmazása esetén ajánlott, akár 0,2mm-ig.



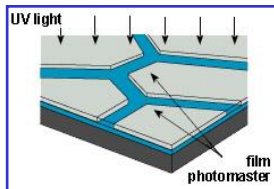
Galvanoplasztikai eljárással készített stencil



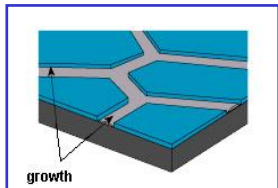
Fém hordozó, tisztítva és zsírtalanítva



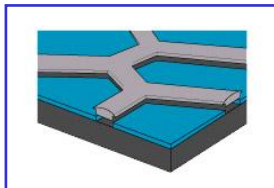
Fényérzékeny réteg felvitele



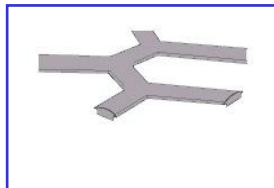
Fotóreziszt előhívása



Fém galvanizálása

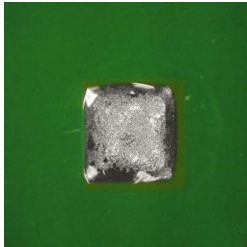


Stencil elválasztása a hordozótól

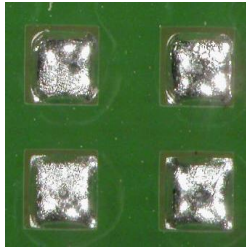


Kész stencil

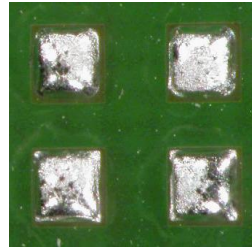
Stenciltervezési irányelvek SM alkatrészekhez



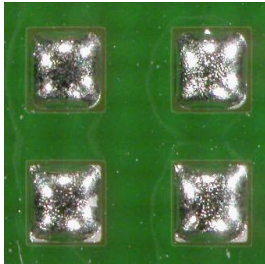
Ni/Au – 10% redukció



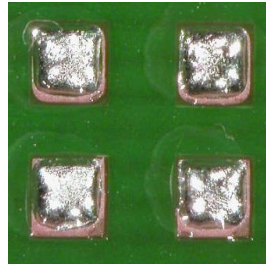
ImAg – 10% redukció



LF HASL – 10% redukció

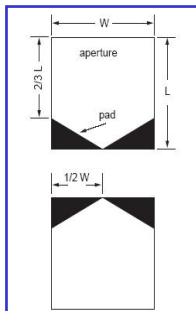
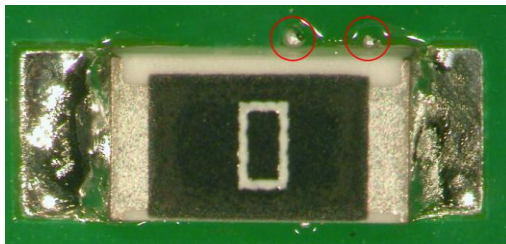


ImSn – nincs redukció

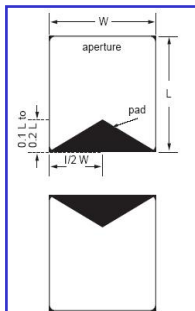


OSP – nincs redukció

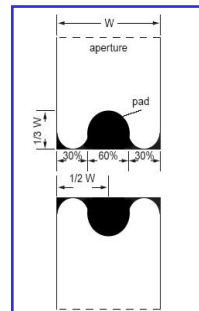
Stenciltervezési irányelvek SM alkatrészekhez



Home-plate



Inverz home-plate



Lekerekített inverz home-plate

Stenciltervezés finom osztású alkatrészekhez

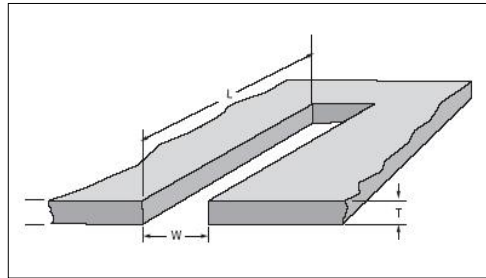
Nyomtatási hatékonyság: a hordozóra felvitt paszta térfogatának és az apertúra térfogatának a hányadosa. A stencil szempontjából három tényező befolyásolja:

- **stencilkészítési technológia**,
- **méretarány** (aspect ratio - AS): az apertúra kisebbik méretének, és a stencilfólia vastagságának a hányadosa. Legyen nagyobb, mint 1,5.
- **terület-felfelület arány** (area ratio - AR): az apertúra térfogatának és az apertúra felfelületének a hányadosa; legyen nagyobb, mint 0,66.

$$TE = \frac{\text{Applied_paste_volume}}{\text{Aperture_volume}}$$

$$AR = \frac{\text{Pad_area}}{\text{Aperture_wall_area}} = \frac{W \cdot L}{2 \cdot (W + L) \cdot T}$$

$$AS = \frac{\text{Aperture_width}}{\text{Stencil_foil_thickness}} = \frac{W}{T}$$



Stenciltervezés finom osztású alkatrészekhez

| | Chemical etched | Laser cut | Electroformed |
|----------------------|-----------------|-----------|---------------|
| Minimum aspect ratio | 1.5 | 1.2 | 1.1 |

| Part Type | Pitch | Pad Footprint Width | Pad Footprint Length | Aperture Width* | Aperture Length* | Foil Thickness Range | Aspect Ratio Range | Area Ratio Range |
|----------------|--------|---------------------|----------------------|-----------------|------------------|----------------------|--------------------|------------------|
| PLCC | 50 mil | 26 mil | 79 mil | 24 mil | 77 mil | 6-10 mil | 2.3 - 3.8 | 0.88 - 1.48 |
| QFP | 25 mil | 14 mil | 59 mil | 12 mil | 57 mil | 6-7 mil | 1.7 - 2.0 | 0.71 - 0.83 |
| QFP | 20 mil | 12 mil | 49 mil | 10 mil | 47 mil | 5-6 mil | 1.7 - 2.0 | 0.69 - 0.83 |
| QFP | 16 mil | 10 mil | 49 mil | 8 mil | 47 mil | 4-5 mil | 1.6 - 2.0 | 0.68 - 0.86 |
| QFP | 12 mil | 8 mil | 39 mil | 6 mil | 37 mil | 3-4 mil | 1.5 - 2.0 | 0.65 - 0.86 |
| 0402 | - | 20 mil | 25 mil | 18 mil | 23 mil | 5-6 mil | - | 0.84 - 1.00 |
| 0201 | - | 10 mil | 16 mil | 9 mil | 14 mil | 3-4 mil | - | 0.66 - 0.89 |
| BGA | 50 mil | 31.5 mil | 31.5 mil | 29.5 mil | 29.5 mil | 6-8 mil | - | 0.93 - 1.25 |
| Fine-Pitch BGA | 40 mil | 15 mil | 15 mil | 14 mil | 14 mil | 5-6 mil | - | 0.67 - 0.78 |
| Fine-Pitch BGA | 20 mil | 12 mil | 12 mil | 11 mil | 11 mil | 3-4 mil | - | 0.69 - 0.92 |

*These are set values only, further slight modification of aperture sizes may needed

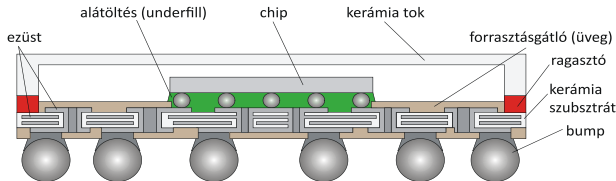
BGA tokozású alkatrészek– PBGA, CBGA

PBGA – Plastic Ball Grid Array

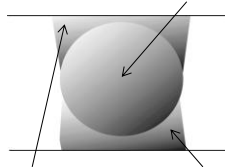
- Bump anyaga többnyire eutektikus forrasz (Sn63Pb37, SAC305, SAC387)
- Tok anyaga fröccssajtoló epoxi
- Interposer FR4 vagy BT (Bismaleimide Triazin)
- Nagyobb CTE különbség, rosszabb megbízhatóság (FR4, BT CTE ~14-18 ppm/°C)

CBGA – Ceramic Ball Grid Array

- Bump anyaga többnyire **nem** eutektikus forrasz (Sn10Pb90 – 302 °C , Sn80Au20 – 280 °C)
- Tok és interposer anyaga kerámia
- Kisebb CTE különbség, jobb megbízhatóság (kerámia CTE ~6 ppm/°C)



nem eutektikus forrasz



BGA TOKOZÁSÚ ALKATRÉSZEK SZERELÉSE – stenciltervezés

PBGA tokozás

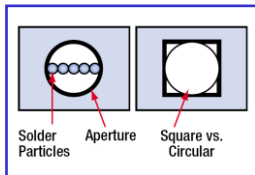
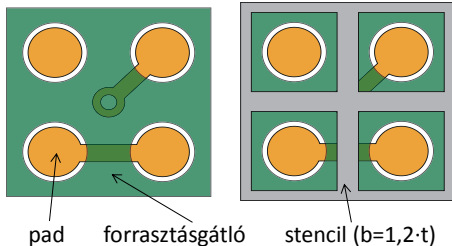
- Pad átmérővel egyező élhosszúságú apertúra
- Fóliavastagság a stenciltervezési szabályok szerint
- CSP – paszta szemcseátmérőre ügyelni kell

$$AR = \frac{W \cdot L}{2 \cdot (W + L) \cdot T} \geq 0.66$$

$$\Rightarrow T \leq \frac{W \cdot L}{2 \cdot (W + L) \cdot 0.66}$$

CBGA tokozás

- Túlnyomtatás szükséges
- Minimum híd: 1,2·fóliavastagság
- Forraszgolyó-képződés veszélye



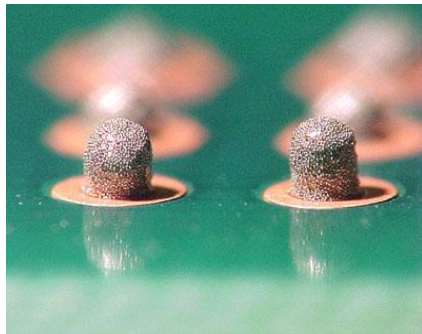
| Típus | Forraszszemcsék mérete | |
|--------|------------------------|------------------|
| | >90% | <1% nagyobb mint |
| Type 3 | 45 μm...25 μm | 45 μm |
| Type 4 | 38 μm...20 μm | 38 μm |
| Type 5 | 25 μm...15 μm | 25 μm |
| Type 6 | 15 μm...5 μm | 15 μm |

Pin in paste technológia

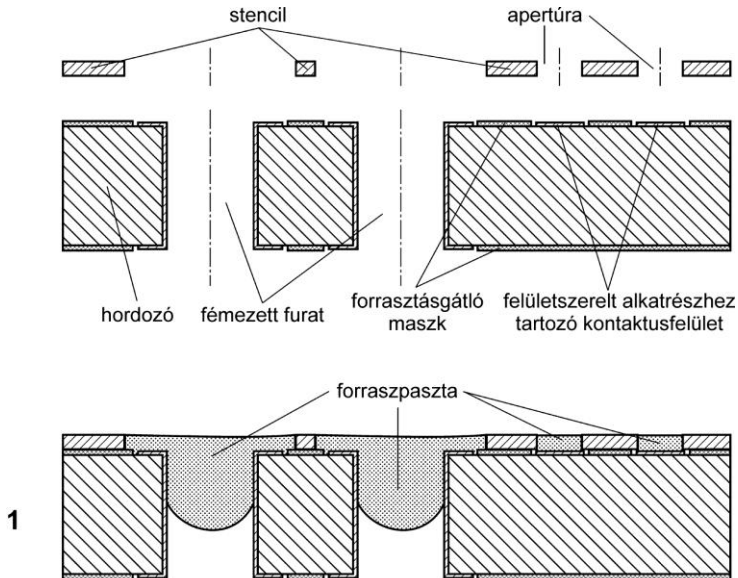
Furat- és felületszerelt alkatrészek forrasztása egy lépésben újraömlesztéses (reflow) technológiával.

Az alkatrészekkel szemben támasztott követelmények:

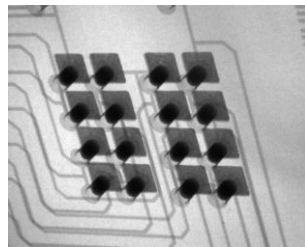
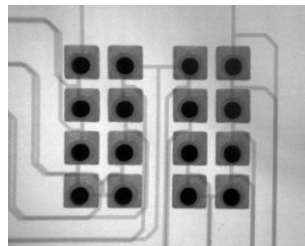
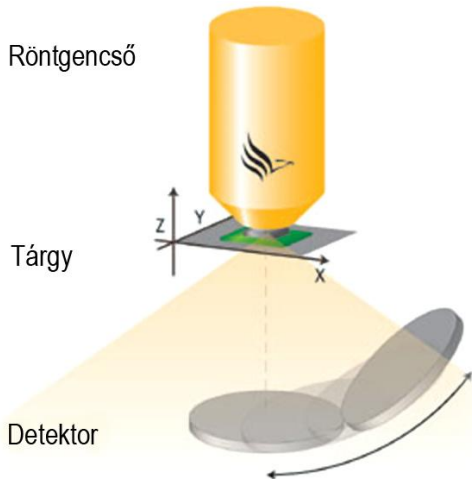
- tokozásuk bírja az újraömlesztéses forrasztás csúcshőmérsékletét,
- úgy legyenek csomagolva, hogy a beültető gépek tudják kezelni azokat.



A pin in paste technológia lépései



Dönthető detektoros röntgen mikroszkóp

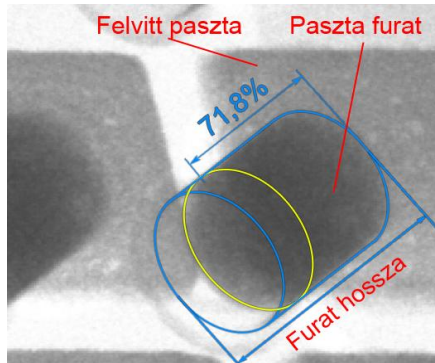
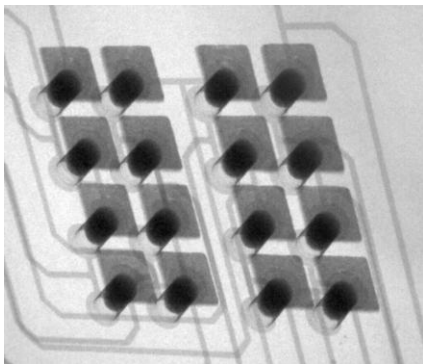


Furatkitöltés mérése PIP technológiánál

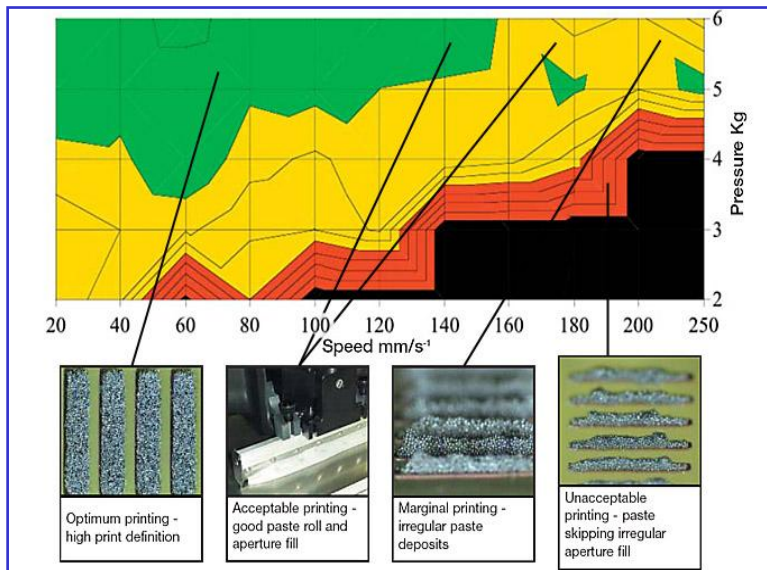
A stencilnyomtatásnál szükséges a furatkitöltés mérése annak érdekében, hogy az egész forrasztási folyamatot kézben tartsuk.

A furatkitöltés dönthető detektoros röntgen mikroszkóppal mérhető.

Lassú mérési eljárás, folyamatszabályozásnál csak mintavételes ellenőrzés valósítható meg.



Nyomtatási beállítások



Nyomtatási beállítások

Sebesség: 30...200 mm/s, 30...70 mm/s finom raszter-osztás esetén,

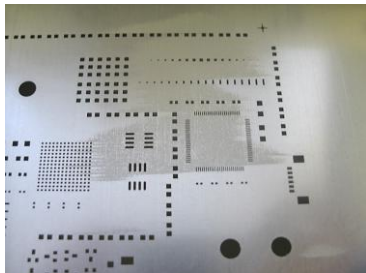
Késerő: 30...120 N,
kiindulási érték: késhossz [cm] * 3 = [N],

Elválasztási sebesség: 0,5...6 mm/s

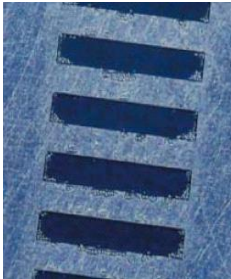
Stenciltisztítás: 5-20 száraz
törlőkendős,
10-20 nedves törlőkendős, vákuumos.

Alátámasztás:

- oszlopos,
- dombormaratott.



Nyomtatási hibák



Forraszpaszta eltömíti az apertúrát – nyitott kötés

- Gyakoribb stenciltisztítás szükséges
- Nem megfelelő az illeszkedés a hordozó és a stencil között
- Nincs megfelelően beállítva a hordozó magassága
- Nem megfelelő a hordozó alátámasztása



Paszta a stencil aljára száradt – rövidzárat okozhat

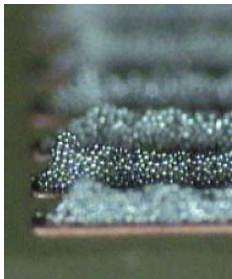
- Gyakoribb stenciltisztítás szükséges
- Nem megfelelő az illeszkedés a hordozó és a stencil között

Nyomtatási hibák



Hiányos pasztalenyomat – nyitott kötést okozhat

- Gyakoribb stenciltisztítás szükséges
- Sokat állt a paszta a stencilen
- Kevés a paszta mennyisége a stencilen
- Eltömődött az apertúra



„Kutyafül” effektus – rövidzárat okozhat a finom raszter-osztású alkatrészek kivezetései között

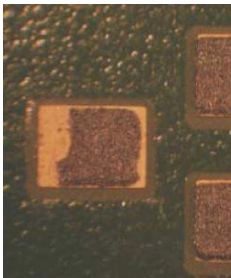
- Növelni kell a nyomtatási sebességet – növeli a paszta viszkozitását
- Nem megfelelő elválasztási sebesség
- Nem megfelelő a hordozó alátámasztása

Nyomtatási hibák



Kráter alakú pasztalenyomat – kevés paszta nyitott kötést okozhat

- Túl nagy a késerő
- Kopott a nyomtatókés pengéje
- Nem illeszkedik a hordozó a stencilhez, nincs megfelelően beállítva a hordozó magassága
- Túl nagy élhosszúságú apertúra



Részleges paszta lenyomat – nyitott kötést okozhat

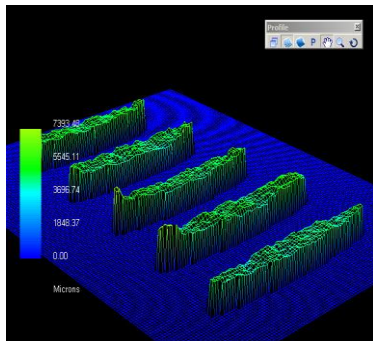
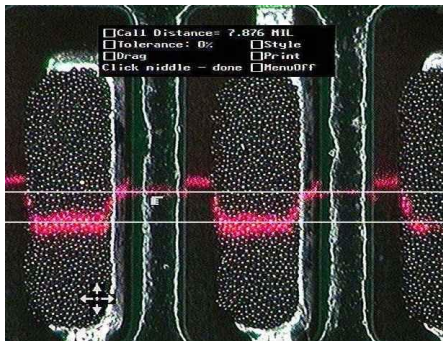
- A hordozó szennyezett, rosszabbul tapad a paszta a kontaktusfelülethez

Pasztalenyomat ellenőrzés

A forraszpaszta-lenyomat ellenőrzése lehetséges:

- 2D-s berendezésekkel (vagy körvonal, vagy magasság információ)
- 3D-s berendezésekkel (alaki és térfogati információ)

Lehet inline (gyártósorba illeszthető) és offline kivitel is.



Ellenőrző kérdések

Ismertesse a három legelterjedtebb stencilkészítési technológiát!

Ismertesse az alapvető stenciltervezési irányelveket a felületszerelt alkatrészekhez (redukció, fóliavastagság meghatározása, PBGA-CBGA alkatrészek)!

Ismertesse a forraszgolyó-képződés hibamechanizmusát és mutasson be apertúraterveket ennek kiküszöbölésére!

Határozza meg a stencilfólia megfelelő vastagságát 0,4 mm raszterosztású, QFP tokozású alkatrészhez. (forrasztási felület mérete 200x1000 μm és nincs apertúra redukció)!

Ismertesse a főbb stencilnyomtatási paramétereket és azok jellemző értékeit!
Mutassa be az oszlopos és a dombormaratott alátámasztási rendszert!

Ismertesse a jellemző stencilnyomtatási hibákat és azok kiküszöbölési módjait!

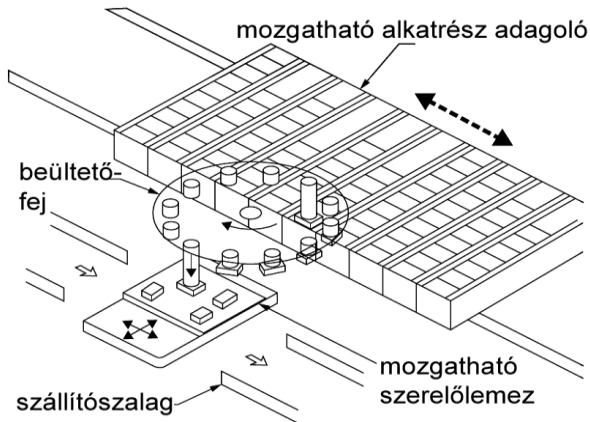
Alkatrészbeültetés

Elektronikai Gyártás és Minőségbiztosítás

BMEVIETA331

MOZGÓTÁLCÁS BEÜLTETŐGÉPEK

A mozgótálcás beültetőgépek rendkívül nagy szériaszámú sorozatgyártásra alkalmasak. A szerelőlemez többnyire egy mozgó tálcára rögzítik, és ezután azt mozgatják a beültetőfejek alá a megfelelő pozícióba.



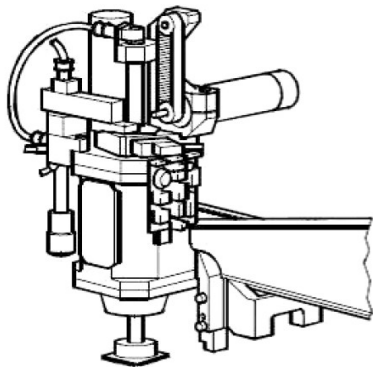
HORDOZÓÁLLVÁNYOS BEÜLTETŐGÉPEK

A hordozóállványos beültetőknél a beültetőfej egy állványon mozog, elérve mind az összes alkatrész-adagolót, mind a szerelőlemez teljes felületét. Az alkatrész-adagolók és a szerelőlemez pozíciója rögzített a beültetés közben.



BEÜLTETŐFEJEK – PICK&PLACE

A „megfog és beültet” rendszerű beültetőfejek az alkatrészeket egyesével veszik fel a tárból és egyesével ültetik be azokat a szerelőlemezre. A sebessége ezeknek a fejeknek elérheti akár a 20 000 beültetett alkatrészt óránként. A pontossága ezen fejeknek rendkívül jó (10-20 μm), így a finom raszterosztású integrált áramköröket többnyire ezekkel a fejekkel ültetik be.



Pozíciómérés Forgatás



Beültetés

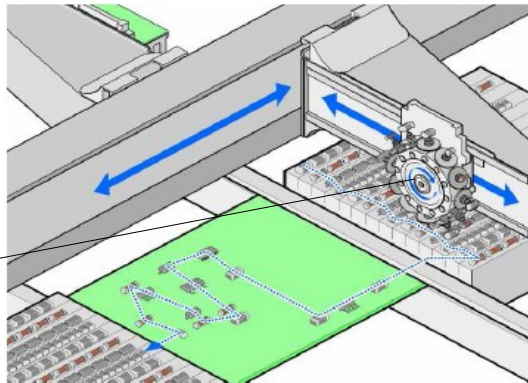
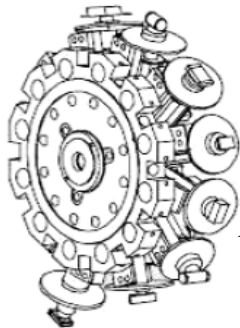


Alkatrész felvétele
vákuumpipettával

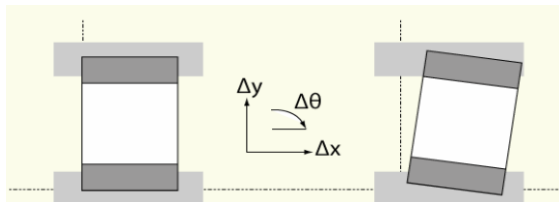
Elengedés

BEÜLTETŐFEJEK – COLLECT&PLACE

Az „összegyűjt és beültet” rendszerű beültetőfejek először több alkatrészt összegyűjtenek a tárból, majd azokat beültetik a szerelőlemez megfelelő helyeire. Ezen beültetőfejek sebessége eléri akár a 80 000 beültetett alkatrészt óránként, viszont kevésbé pontosak (20-40 μm), így a passzív SMD alkatrészek beültetésére használják azokat.



BEÜLTETÉSI HIBÁK



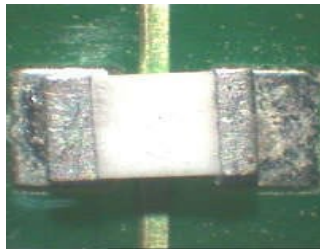
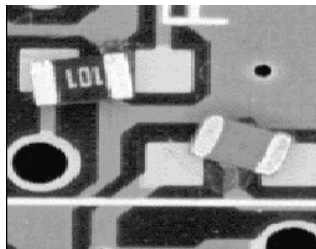
beültetési pontosság =
beültetőgép pontossága
+ alkatrész méretének pontossága
+ NYHL mintázatának pontossága

Accuracy – pozícióhiba, [μm]

Repeatability – pozícióhiba szórása [σ]

Egyéb hibák

- Alkatrész leesik a pipettáról, nem kerül beültetésre
- Alkatrészek melléhelyezése, forgási hibája
- Rossz polaritással beültetett alkatrész



MÉRŐESZKÖZÖK ISMÉTELHETŐSÉG ÉS REPRODUKÁLHATÓSÁG VIZSGÁLATA

Ismételhetőség és reprodukálhatóság vizsgálata

(Gauge Repeatability&Reproducibility)

Ismételhetőség – a mérőeszközre vonatkozik

Reprodukálhatóság – a mérőszemélyekre vonatkozik

több minta (pl. 10.) , több mérő személy (pl. 3.), többszöri mérés (pl. 3.)

Eredmények feldolgozása:

$$\sigma^2_{\text{mérés}} = \sigma^2_{\text{reprod}} + \sigma^2_{\text{ism}}$$

$$\sigma^2_{\text{teljes}} = \sigma^2_{\text{alkatrész}} + \sigma^2_{\text{mérés}}$$

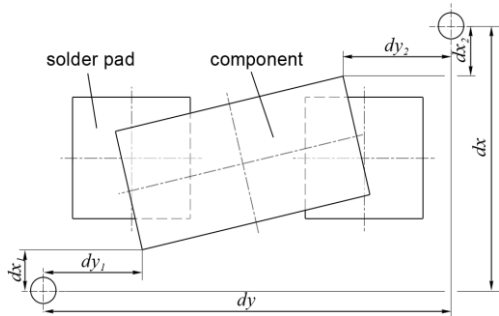
$$R \& R(\%) = \frac{\sigma^2_{\text{mérés}}}{\sigma^2_{\text{teljes}}} \cdot 100$$

| Minősítés | Nem elfogadható | Felt. elfogadható | Megfelel |
|-----------|-----------------|-------------------|----------|
| R&R | R&R>30% | 10%<R&R<30% | R&R<10% |

A BEÜLTETŐGÉPEK BEÜLTETÉSI HIBÁJÁNAK MÉRÉSE

Mérhető és ellenőrizhető:

- az alkatrész x és y irányú pozícióhibája; **elfogadási határ:** az alkatrész rövidebbik oldalának 25%-a
- az alkatrész szögelfordulása **elfogadási határ:** $\pm 5^\circ$
- AOI vagy optikai mikroszkóp
- Abszolút mérés: a szerelőlemez négy sarkán kialakított referenciapontokhoz mérik, a pontosságot befolyásolja a mérőeszköz
- Relatív mérés: az alkatrész köré elhelyezett referenciapontokhoz mérik, a pontosságot a rajzolatkészítés befolyásolja



$$x_{\text{ofszet}} = \frac{dx_1 - dx_2}{2}$$

$$y_{\text{ofszet}} = \frac{dy_1 - dy_2}{2}$$

$$\theta_{\text{ofszet}} = \arctan\left(\frac{dx}{dy}\right) - \arctan\left(\frac{dx - dx_1 - dx_2}{dy - dy_1 - dy_2}\right)$$

KÉPESSÉG MUTATÓK

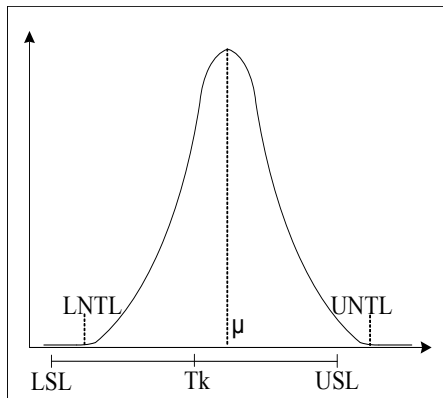
C_p process capability
folyamatképesség:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{2k\sigma}$$

USL – Upper specification limit
felső elfogadási határ

LSL – Lower specification limit
alsó elfogadási határ

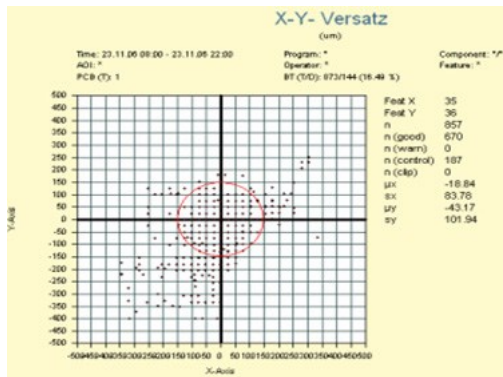
$k=3$ folyamatképesség esetén
 $k=4$ gépképesség esetén



Korrigált folyamatképességi index:

$$C_{PK} = \frac{\min(USL - \mu, \mu - LSL)}{k\sigma}$$

PÉLDA A BEÜLTETŐGÉP KÉPESSÉG VIZSGÁLATÁRA



Példa az x irányú pontosságra:

az eredmény átlaga: 30 µm,
az eredmény szórása: 25 µm.

0603 méretkódú ellenállásnál (1,5x0,75 mm) az elfogadási határ a rövidebbik oldal negyede: 187 µm.

Ekkor a gépképesség:

$$cmk = \frac{SL - \bar{X}}{3\sigma} = \frac{(187 - 30)\mu\text{m}}{75\mu\text{m}} = 2,09$$

| <i>Cmk</i> | σ | PPM | PPM (1,5 σ) | Pozícióhiba |
|-------------|---------------|-------|---------------------|--|
| 1 | $\pm 3\sigma$ | 2700 | 66 811 | $\pm 3 * 25 \mu\text{m} = \pm 75 \mu\text{m}$ |
| 1,33 | $\pm 4\sigma$ | 64 | 6210 | $\pm 4 * 25 \mu\text{m} = \pm 100 \mu\text{m}$ |
| 2 | $\pm 6\sigma$ | 0,002 | 3,4 | $\pm 6 * 25 \mu\text{m} = \pm 150 \mu\text{m}$ |

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

Ismertessen tipikus alkatrész-beültetési hibákat!

Ismertesse a mérőeszközök ismételhetség és reprodukálhatóság vizsgálatát!
Mikor tekinthető elfogadhatónak egy mérőeszköz?

Ismertesse a beültetőgépek beültetési hibájának meghatározására szolgáló globális és lokális mérési elvet.

Ismertesse a folyamatképeségi index és a korrigált folyamatképeségi index meghatározására szolgáló összefüggést.

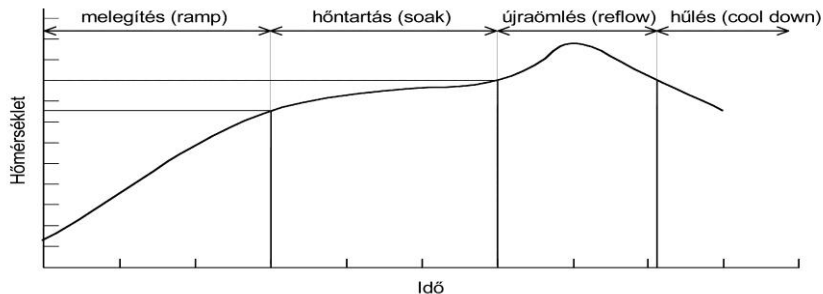
Beültetőgép mérésénél a 0603-as ellenállások átlagos pozícióhibája $30\ \mu\text{m}$, szórása $25\ \mu\text{m}$. Határozza meg a beültetőgép korrigált képeségi mutatóját!

Újraömllesztéses forrasztási technológia, szelektív hullámforrasztási technológiák

Elektronikai Gyártás és Minőségbiztosítás

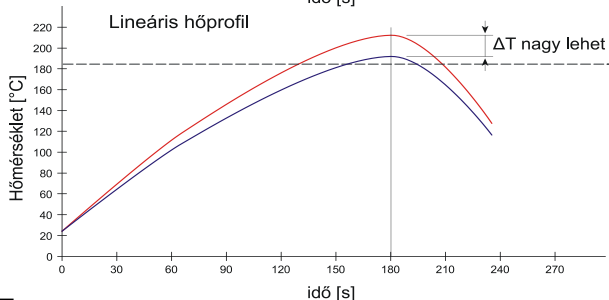
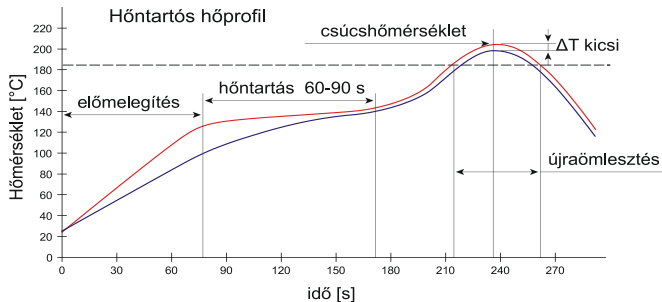
BMEVIETA331

Az újraömlesztéses forrasztás hőprofilja



| Reflow profil szakasz | SnPb | SnAgCu (ólommentes) |
|-----------------------|---|--|
| Melegítés (ramp) | Hőmérséklet tartomány: 0-150 °C Hőmérséklet változás: <2 °C/s Szakaszon töltött idő: 60-150 s | Hőmérséklet tartomány: 0-160 °C Hőmérséklet változás: 2-4 °C/s Szakaszon töltött idő: 60-150 s |
| Hőntartás (soak) | Hőmérséklet tartomány 150-183 °C Szakaszon töltött idő: 60-90 s | Hőmérséklet tartomány 160-200 °C Szakaszon töltött idő: 60-120 s |
| Újraömlés (reflow) | Csúcshőmérséklet: 208-230 °C Szakaszon töltött idő: 45-90 s | Csúcshőmérséklet: 230-255 °C Szakaszon töltött idő: 20-60 s |
| Hűlés (cool down) | Hűlés 130 °C-ig Hőmérséklet változás: 3-4 °C/s | Hűlés 130 °C-ig Hőmérséklet változás: 4-5 °C/s |

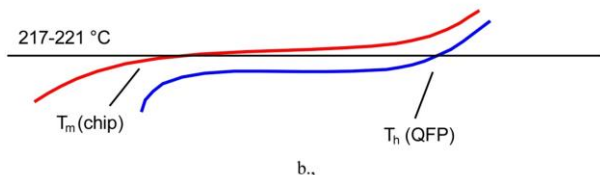
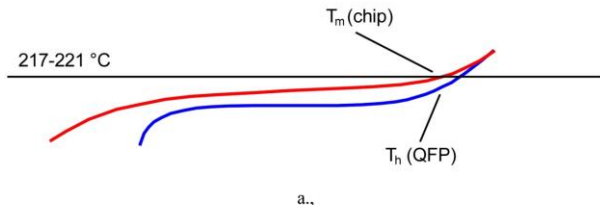
Hőntartós és lineáris hőprofilja



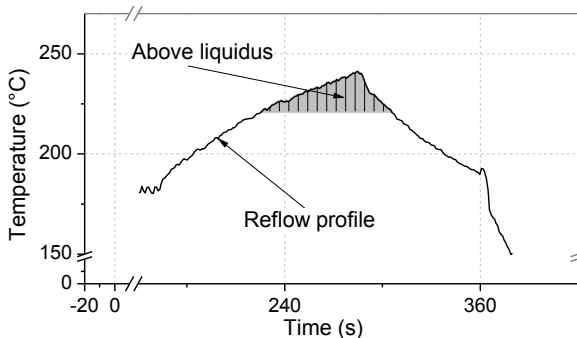
Az újraömllesztéses forrasztás hőprofilja

Kényszerkonvekciós (meleglevegő áramoltatás) – kisebb hőmérséklet eltérés a különböző méretű alkatrészek között.

Infra fűtéses – nagy eltérés a különböző méretű alkatrészek között, számít az alkatrész tokozásának színe is.



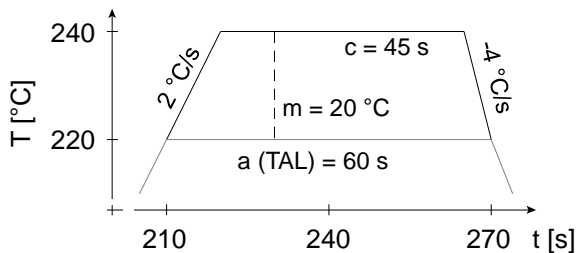
A Q_η tényező



$$Q_\eta = \int_{t_1}^{t_2} (T(t) - T_l) dt$$

$t_2 - t_1$: olvadáspont
fölött töltött idő

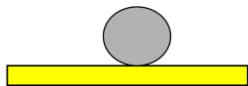
T_l : olvadáspont



$$Q_\eta = \frac{a+c}{2} \cdot m =$$

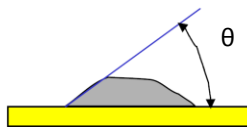
$$= \frac{60+45}{2} \cdot 20 = 1050 \text{ s} \cdot \text{°C}$$

FORRASZTÁS - NEDVESÍTÉS



nem nedvesít

Nedvesítési szög

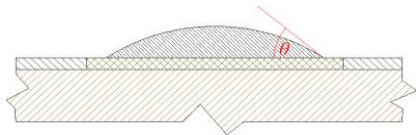


$\theta < 30^\circ$ jól nedvesít

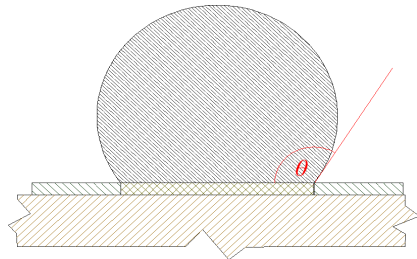
Peremszög



ideálisan nedvesít

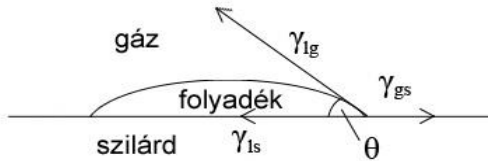


Forrász és a fémek anyagi tulajdonságaitól függ



A fémek geometriai méreteitől és a forrasz térfogatától függ

A NEDVESÍTÉS STATIKUS EGYENSÚLYA



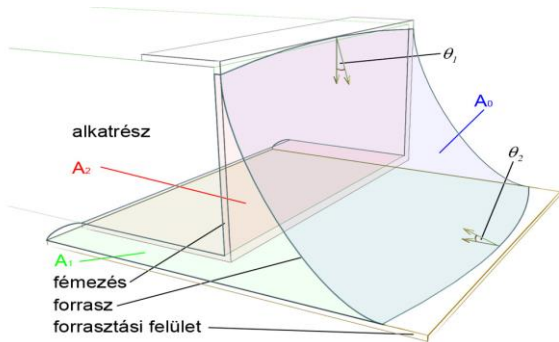
- γ_{LG} – felületi feszültség a folyadék-gáz határfelületen,
- γ_{LS} – felületi feszültség a folyadék-szilárd határfelületen,
- γ_{SG} – felületi feszültség a szilárd-gáz határfelületen.

Young egyenlet:

$$\gamma_{LG} \cdot \cos \theta + \gamma_{SL} = \gamma_{SG}$$

FORRASZPROFIL ALAKJÁNAK MEGHATÁROZÁSA

$$E = E_S + E_G = \int_A \gamma \cdot dA + \iiint_{x y z} \rho \cdot g \cdot z \cdot dx dy dz \quad *$$



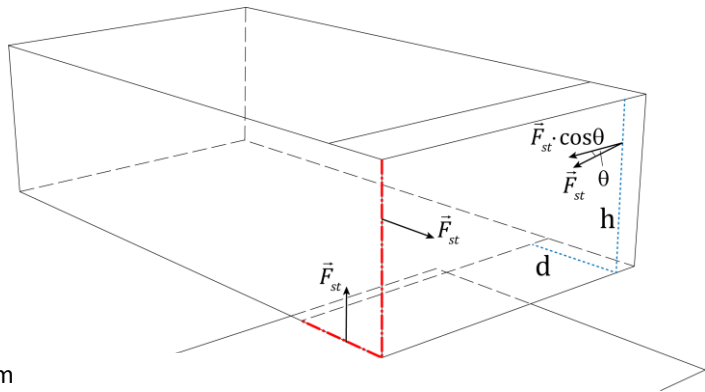
$$E_S = \int_{A_0} \gamma_{LG} dS + \int_{A_1} -\gamma_{LG} \cdot \cos \theta_1 dS + \int_{A_2} -\gamma_{LG} \cdot \cos \theta_2 dS \quad **$$

[*] L.M. Racz and J. Szekely, "Determination of Equilibrium Shapes and Optimal Volume of Solder Droplets in the Assembly of Surface Mounted Integrated Circuits" ISU International, Vol. 33, 1993, No. 2, pp. 336-342.

[**] Xiujuan Zhao, Chunqing Wang, Guozhong Wang, Guanqun Zheng, and Shiqin Yang, "An Integrated System for Prediction and Analysis of Solder Interconnection Shapes" IEEE Transaction on Electronics Packaging Manufacturing, Vol. 23, No. 2, April 2000, pp. 87-92.

EGYSZERŰSÍTETT PÉLDA A HELYREHÚZÓ ERŐRE

0603-as méretkódú alkatrész (1,5x0,75x0,43 mm) – pozícióhiba: 400 μm



$h=430 \mu\text{m}$

$d=260 \mu\text{m}$

θ (SAC305, ImAg bevonat): 22°

γ_{LG} (SAC305): 550 mN/m

$$F_{st} = \gamma_{LG} \cdot (h + d) \cdot \cos\theta = 352 \mu\text{N}$$

$$F_r = 2 \cdot F_{st}$$

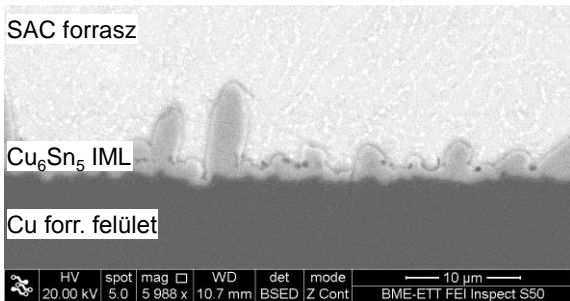
Az intermetallikus réteg képződése

Általános összefüggés a réteg vastagságára (ideális vastagság ~1–5 μm):

$$x(\text{mm}) = C + \sqrt{t} \cdot e^{\left(\frac{E_a}{RT}\right)}$$

x – vastagság (mm) E_a – aktivációs energia (J/mol)
 t – idő (s) R – Boltzmann állandó (J/(mol·K))

SAC forrasz



Intermetallikus vegyületek:

- Cu₆Sn₅
- (Cu,Ni)₆Sn₅
- Cu₃Sn
- Ni₃Sn₄
- Ag₃Sn

Ón-réz intermetallikus réteg: $x_1 = 0,987 \cdot 10^{-3} + 0,017t^{0,497} \cdot e^{\left(\frac{29,54 \cdot 10^3}{RT}\right)}$

Ón-nikkel intermetallikus réteg: $x_2 = 0,244 \cdot 10^{-3} + 1,85t^{0,463} \cdot e^{\left(\frac{45,4 \cdot 10^3}{RT}\right)}$

Újraömllesztéses forrasztás nem megfelelő hőprofilja

Melegítés:

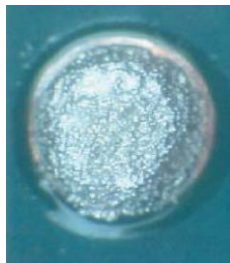
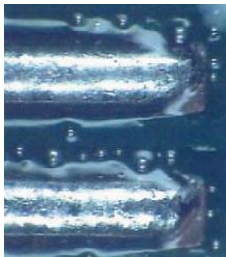
- lassú – paszta megrogyik (slump) – rövidzárat okozhat,
- gyors – a folyasztószer felforr – apró forraszgyöngyök jelennek meg (beading).

Hőntartás:

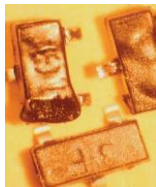
- alacsony – folyasztószer nem tisztítja a kontaktusfelületet – rossz nedvesítés,
- magas – a forraszpasztta jobban oxidálódik – rossz nedvesítés,
- rövid – nagy lehet a hőmérséklet-különbség az alkatrészek között a csúcshőmérsékleti szakaszon – hideg kötés
- hosszú – hosszabb ciklusidő, kisebb termelékenység, forraszpasztta jobban oxidálódik – rossz nedvesítés

Csúcshőmérséklet:

- alacsony – nem ömlik meg a forrasz – nyitott kötés,
- magas – eléghetnek az alkatrészek.



Alkatrészek sérülése forrasztás közben



Alkatrésztok megolvadása:

- ellenőrizni kell az alkatrész adatait,
- ha lehet, módosítani kell a hőprofil újraömlesztéses szakaszát.



Alkatrésztok repedése, vagy törése:

- alkatrészek beültetés előtti szárítása,
- maximális forrasztási hőmérséklet csökkentése, ha lehetséges.



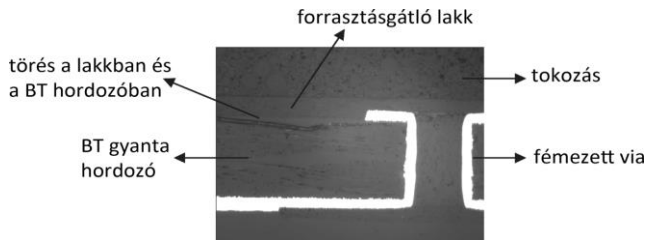
Repedt kötés:

- meg kell akadályozni az áramköri hordozó, vagy az alkatrész mozgását,
- csökkenteni kell a hűtés sebességét.

BGA TOKOZÁSÚ ALKATRÉSZEK SZERELÉSE – MSL

MSL – Moisture Sensitivity Level

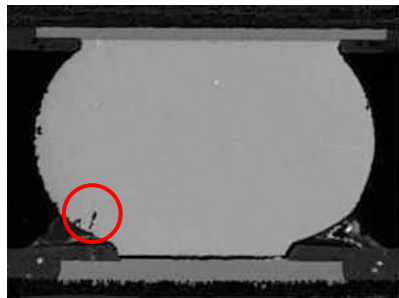
- Meghatározza, hogy a kibontás után mennyi időn belül kell beforrasztani az alkatrészeket; be nem tartása delaminációt és törést okozhat a tokban



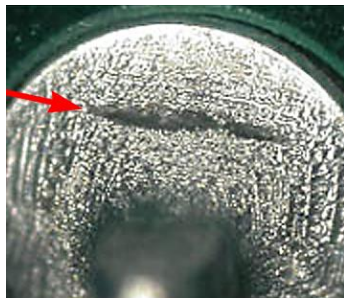
| MSL szint | Szárítás nélkül felhasználható | Szárítás (125 °C) 1.4 mm vastag tok | Szárítás (125 °C) 2 mm vastag tok | Szárítás (125 °C) 4 mm vastag tok |
|-----------|--------------------------------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| MSL 6 | Kötelező szárítani | 28 óra | 48 óra | 48 óra |
| MSL 5A | 24 óra | 28 óra | 48 óra | 48 óra |
| MSL 5 | 48 óra | 24 óra | 48 óra | 48 óra |
| MSL 4 | 72 óra | 21 óra | 48 óra | 48 óra |
| MSL 3 | 168 óra | 16 óra | 43 óra | 48 óra |

„Shrinkage defect”

Forrasztott kötés repedése a hőmérséklet tágulási együttható különbségek miatt



BGA tokozású alkatrész kötése



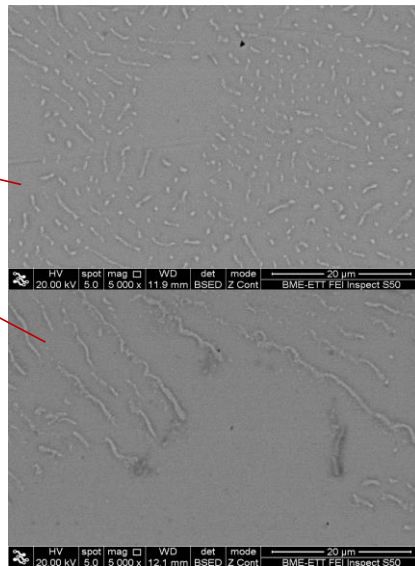
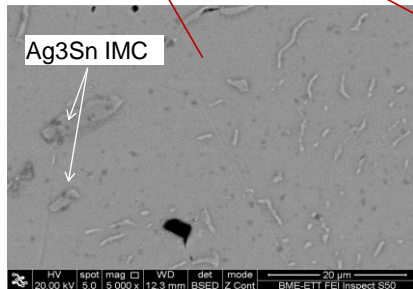
Furatszerelt alkatrész kötése

Ezüst tartalmú forrasz alkalmazása esetén oka lehet a lassú ($<3 \text{ }^\circ\text{C/s}$) hűtési gradiens, amely az Ag_3Sn intermetallikus vegyületek szigetszerű kiválását eredményezi. Ezek a szigetek ridegebbek, repedések kiindulási pontja lehet.

Ag₃Sn intermetallikus vegyületek képződése

Hűtés gradiens 240 és 200 °C között

- 3,6 °C/s
- 0,87 °C/s
- 0,25 °C/s

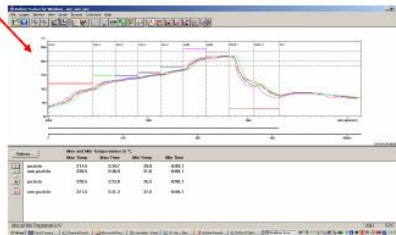
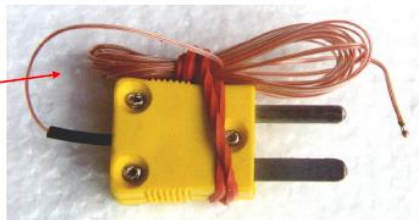


Hőprofil mérés

Hőprofil mérés.

Kellékek:

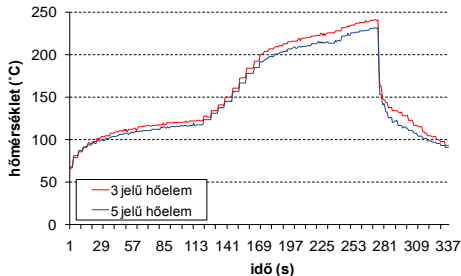
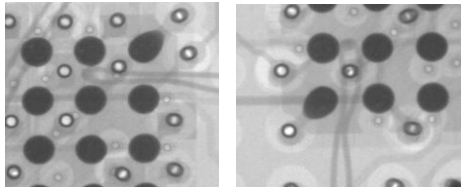
- hőelem,
- adatrögzítő + hőálló doboz,
- adatfeldolgozó software



BGA tokozású alkatrészek hőprofil mérése

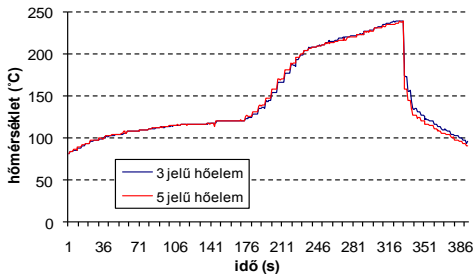
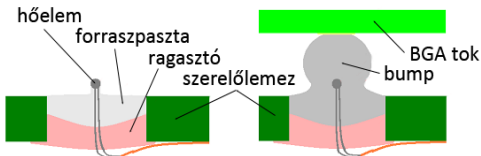
Hőelemek a bump-ok között

- Egyszerű felhelyezés
- Pontatlan mérés



Hőelemek forrasztása a bump-ba

- Bonyolult felhelyezés
- Pontos mérés

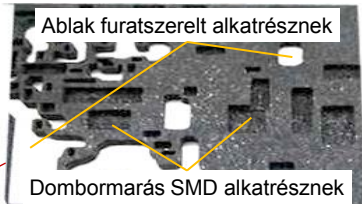
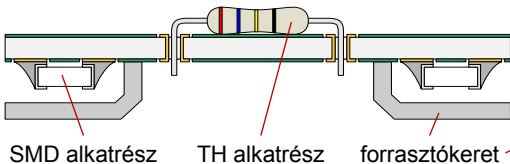


Szelektív hullámforrasztás

A **felületszerelt és furatszerelt alkatrészeket egyaránt** tartalmazó áramkörök esetén a **felületszerelt alkatrészeket újraömlesztéses forrasztási** technológiával, a **furatszerelt alkatrészeket** pedig valamilyen **szelektív forrasztási** technikával kötik be. A szelektív forrasztásnál a forrasztóanyag csak a furatszerelt alkatrészek kivezetéseit éri. Legelterjedtebb szelektív forrasztási technikák:

- **keretes** szelektív hullámforrasztás
- **bélyeges** forrasztás
- **kéményes** szelektív hullámforrasztás

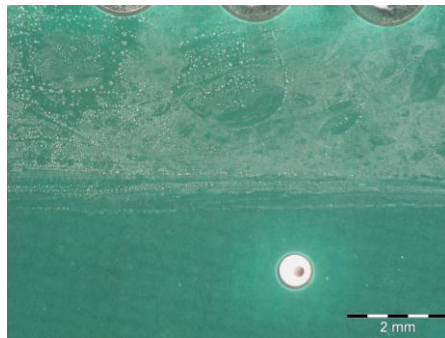
Keretes szelektív hullámforrasztás: a forrasztást **hagyományos hullámforrasztó berendezéssel** végzik, szerelőlemez alján lévő **felületszerelt alkatrészeket** fém maszkkal védik, melyen **ablakokat** alakítanak ki a **furatszerelt alkatrész kivezetéseinek** megfelelően.



Keretes hullámforrasztás hibája



Visszamaradó szennyeződések;
forrasz és folyasztószer
maradvány



A forrasztókeret ablakinak éleinek
megfelelően folyasztószer
maradványok figyelhetők meg

Bélyeges szelektív hullámforrasztás

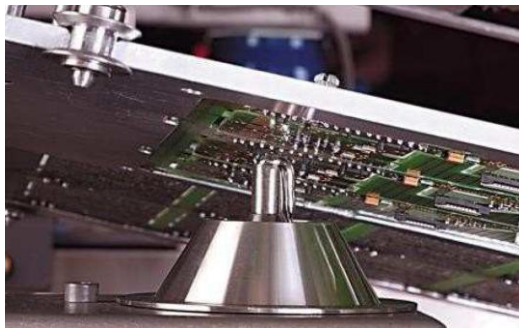
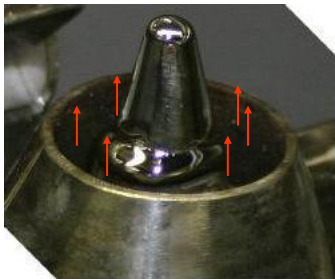
A bélyeges forrasztáshoz olyan forrasztószerszámot alkalmazunk, mely a szerszámtestre erősített bélyegeket (apró vályúkat) tartalmaz. A szerszámtest a bélyegekkel együtt olvadt forraszt tartalmazó kádba merülve helyezkedik el. A forrasztás során a szerszámtest a bélyegekkel együtt kiemelkedik a forraszfürdőből. A bélyegek a rajtuk kialakított mélyedések segítségével olvadt forrasztanyagot emelnek ki a kádból, melyet az áramkör kontaktus felületeihez érintünk, és így létrejön a forrasztandó kötés.

Bélyeges forrasztás szerszáma



Kéményes hullámforrasztás

Speciális forrasztófejjel **pontszerű forraszhullámot** állítunk elő. Ezt a pontszerű forraszhullámot a forrasztási helyek alá pozícionálva, **kivezetőnként létrehozuk a forrasztott kötéseket**. Előzetesen a folyasztószer felvitele és az előmelegítés történhet ugyanabban a berendezésben.



Ellenőrző kérdések

Ismertesse a hőntartós és a lineáris hőprofil, azok tulajdonságait, előnyeit, hátrányait! Számolja ki a $Q\eta$ tényezőt, ha az olvadáspont felett töltött idő 60 másodperc, a forrasz olvadáspontja 220 °C, a csúcshőmérséklet 240 °C, a fűtési gradiens 2, míg a hűtési gradiens 4 °C/s!

Ismertesse a forraszprofilok alakjának meghatározására szolgáló általános összefüggést, valamint levezetéssel adja meg a felületi feszültségből származó energia összefüggését, ha határfeltételként azt szabjuk, hogy a forrasz nem nedvesít végig a forrasztási felületeken!

Ismertesse a forrasztás hőprofiljának nem megfelelő beállításából származó hibákat a hőprofil jellemző szakaszaira bontva! Mi az MSL szint?

Ismertesse a hőprofil mérésére szolgáló eszközöket! Hogyan érdemes rögzíteni a hőelemeket a BGA tokozású alkatrészek kivezetéseire?

Ismertesse a szelektív hullámforrasztási eljárásokat (keretes, bélyeges, kéményes)! Mi a keretes hullámforrasztás jellemző hibája?

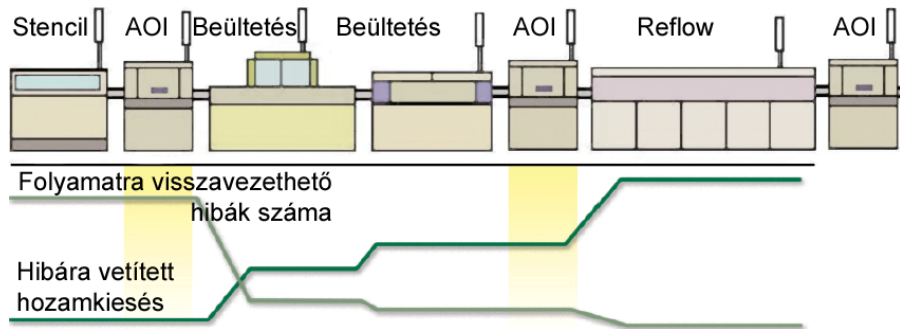
Az elektronikai gyártás ellenőrző berendezései

Elektronikai Gyártás és Minőségbiztosítás
VIETA331

Automatikus optikai ellenőrző berendezések

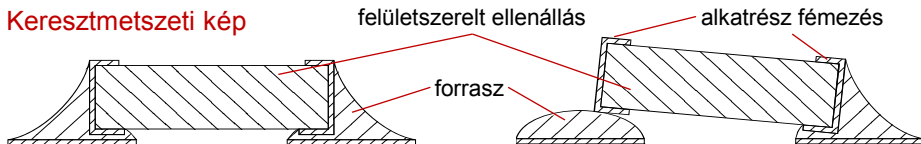
Az automatikus optikai ellenőrző berendezés (AOI – Automatic Optical Inspection) elhelyezkedhet:

- stencilnyomtató után (postprint inspection, Solder Paste Inspection)
- alkatrész beültető után (postplace inspection, Automatic Placement Inspection)
- reflow kemence után (postreflow inspection)

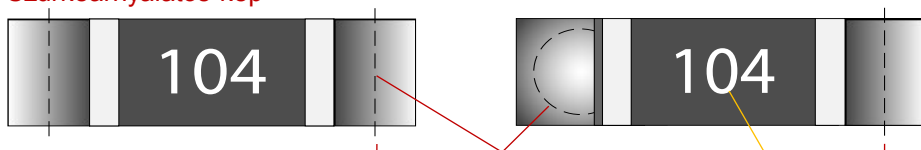


AOI – Automatikus Optikai Ellenőrzés

Keresztmetszeti kép



Szürkeárnyalatos kép



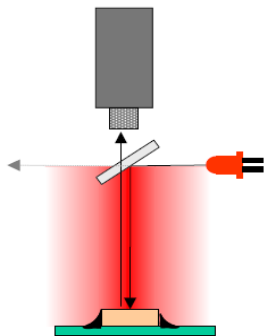
Binarizált kép



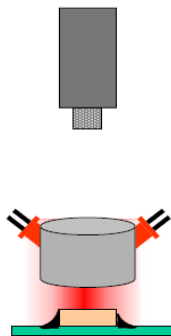
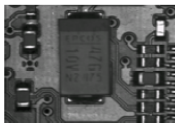
binarizálási küszöb

értékkód

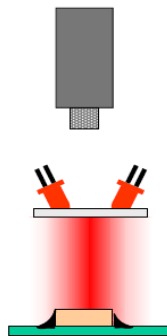
Az AOI-k megvilágítási rendszere



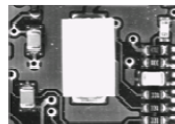
Közvetlen
megvilágítás



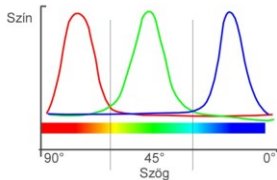
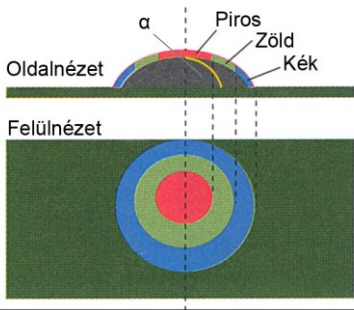
Indirekt diffúz
megvilágítás



Szög alatti diffúz
megvilágítás



Szintértékes ellenőrzés

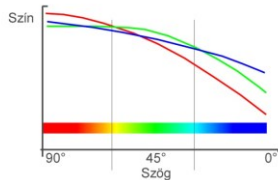


a.,



c.,

ólomtartalmú forrasz
szintértéke



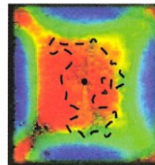
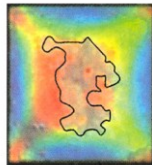
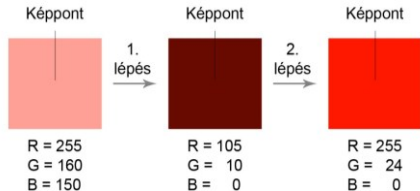
b.,



d.,

ólommentes forrasz
szintértéke

De-White algoritmus:

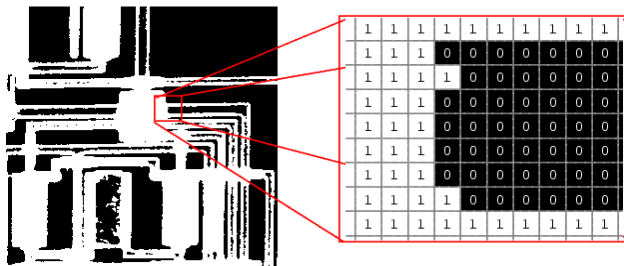


Képek matematikai reprezentációja

Reprezentáció: Ha a képet képpontokra bontjuk, ez az x és y koordináták irányában tett mintavételezésnek felel meg. A képet reprezentáló pontokat egy mátrix elemeinek tekinthetjük:

$$F_{i,j} \quad \begin{array}{l} 0 \leq x < N_x \\ 0 \leq y < N_y \end{array}$$

ahol N_x és N_y a kép mérete pixelben. Ha az F fényesség csak 0 és 1 lehet, akkor a kép bináris, ha értéke 0 és tipikusan 256 közötti, akkor szürkeárnyalatos. Ha F vektor, akkor a kép színinformációt is hordoz.



Automatikus optikai ellenőrző berendezések

Kamerarendszerre jellemző a felbontás, illetve a látótér mérete (FoV); meghatározza az ellenőrzési sebességet -> az AOI áteresztő képességét



300-400 kpixel / FoV: 225 mm²
Sebesség: 4 - 6 cm²/s
felbontás: ~30 μm



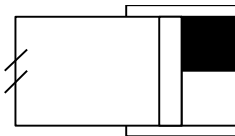
1,3 Mpixel / FoV: kb. 616 mm²
Szkennelési sebesség: 10 - 16 cm²/s
felbontás: ~25 μm



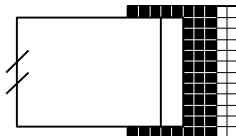
5.2 Mpixel / FoV.: 2.268 mm²
Sebesség: 25 - 40 cm²/s
felbontás: ~20 μm

01005 méretkódú alkatrész esetén

felbontás: 100 μm



felbontás: 20 μm

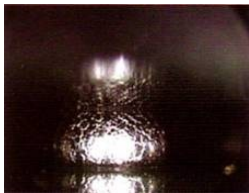


Üvegszál optikai mikroszkóp



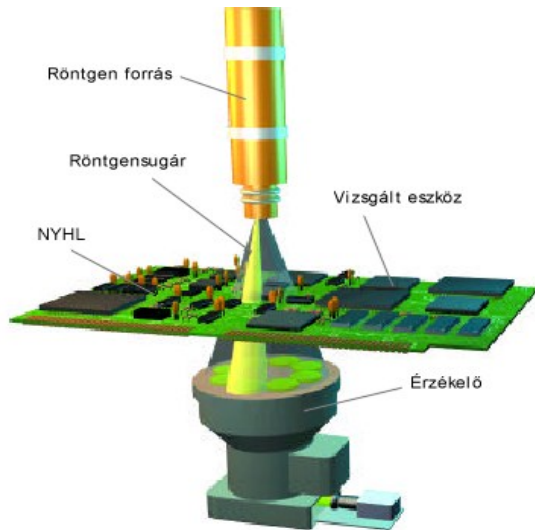
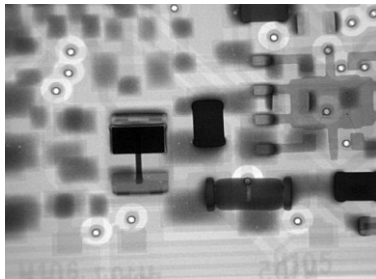
Roncsolásmentes, azonban a szolgáltatott információ (különösen a belső golyókról) gyakran kevés.

Az eltéréseket kell figyelni.

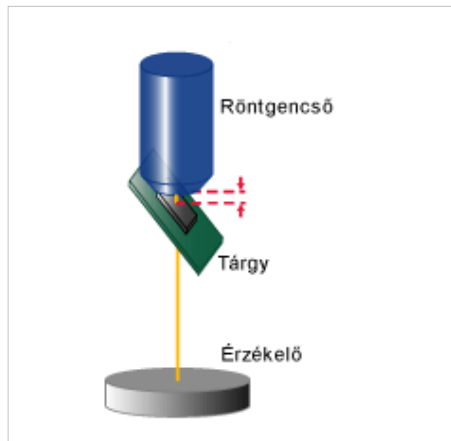


2D transzmissziós röntgengép felépítése

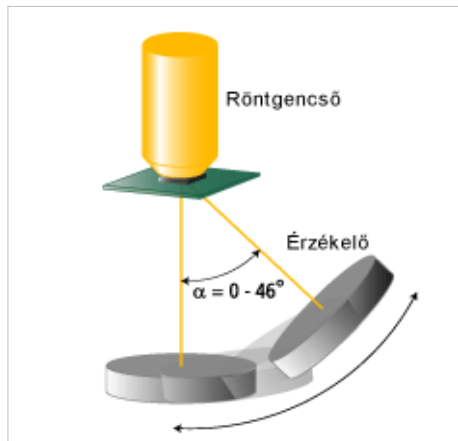
- egyszerű programozás,
- olcsóbb, mint a 3D-s röntgen,
- egyoldalas ák. vizsgálatára.



OVHM technika



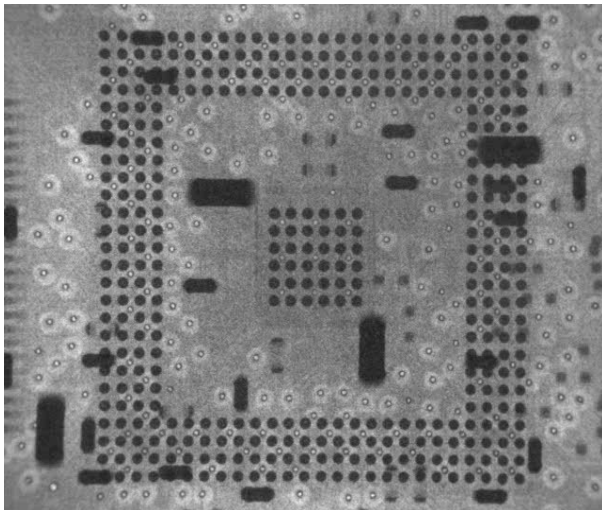
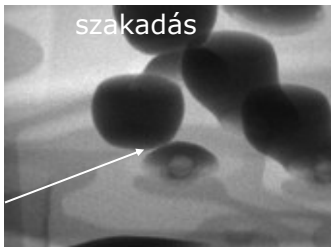
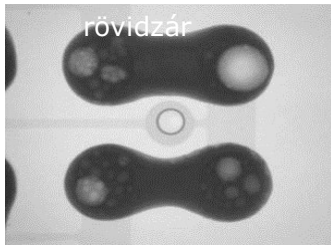
Tárgyat forgatják
(Hagyományos technika)



Érzékelőt mozgatják
(OVHM - Oblique View at Highest Magnification)

BGA forrasztások vizsgálata

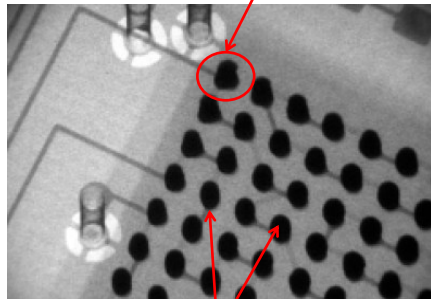
A rövidzáron és a zárványképződésen kívül a többi hiba a detektor különböző szögű döntésével mutatható ki csak biztosan.



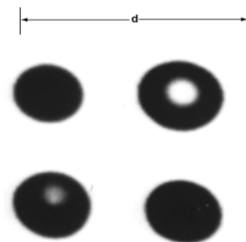
BGA tokozású alkatrészek kötéseinek ellenőrzése

Röntgenmikroszkópia

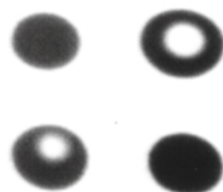
- Zárványok - kalibráció
- „head-in-pillow”
- Rövidzárok



jó kötések

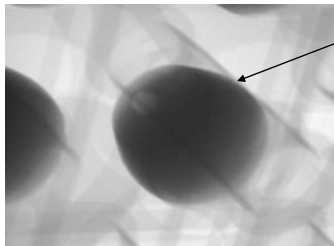


pl. 50 kV

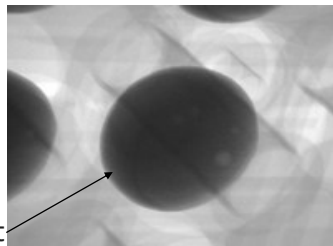


pl. 60 kV

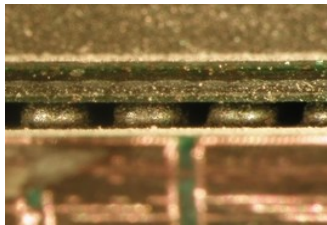
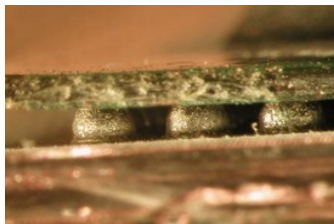
Deformálódott forraszbump-ok képe



megnyúlt

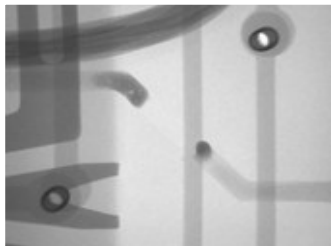


összenyomódott



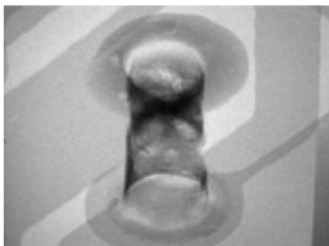
Roncsolásos vizsgálattal megmutatható a vetemedés, ami a golyók deformációjához vezetett. PBGA tokozásoknál előforduló hibajelenség.

Nyomtatott huzalozású lemezek vizsgálata



Vezető pályák szakadása, akár többrétegű struktúrák esetén is kimutatható.

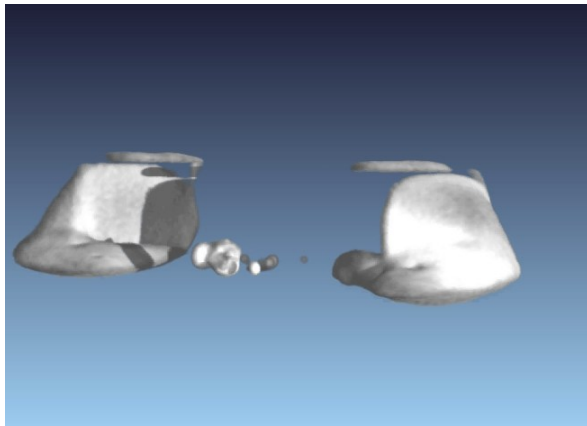
A furatfémzés hibái láthatók.
A fémzés vastagsága megbecsülhető.



3D tomográfias röntgengép felépítése

- a mintát forgatjuk, időigényes, drága

Felületszerelt ellenállás forrasztott kötése



Ellenőrző kérdések

- Ismertesse az automatikus optikai ellenőrzés alapelvét, megvilágítási módjait, valamint a kamerarendszerek jellemzőit (felbontás, látótér)!
- Ismertesse a transzmissziós röntgengép működési elvét.
- Milyen hibák detektálhatók transzmissziós röntgengéppel? Mire kell ügyelni a BGA tokozású alkatrész kötéseiben lévő zárványok ellenőrzésénél?

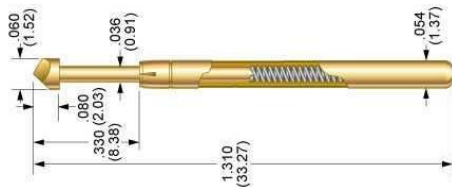
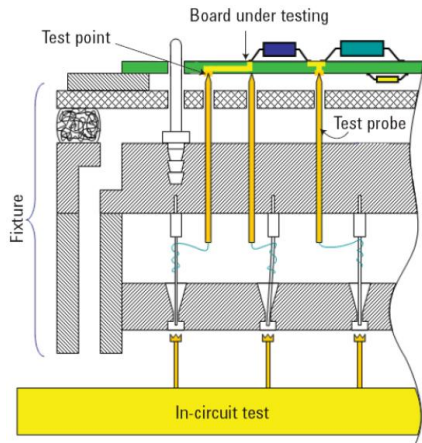
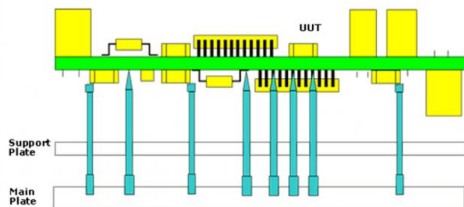
Az elektronikai gyártás minősítő módszerei

Elektronikai Gyártás és Minőségbiztosítás
VIETA331

In Circuit Tester (ICT) – „Tűágy”

Villamos paraméterek vizsgálata a szerelés után

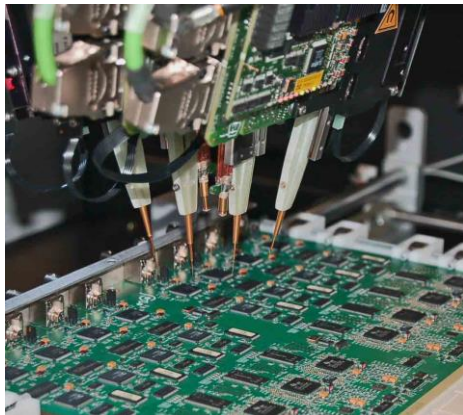
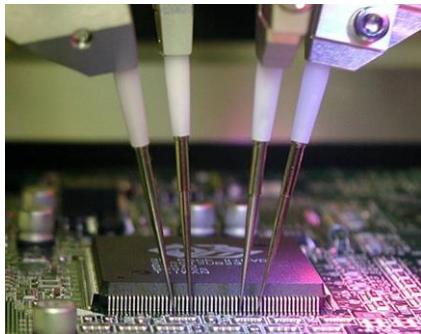
- Szakadásvizsgálat
- Zárlatvizsgálat
- Alkatrész- (érték) vizsgálat
 - Alkatrészek megléte
 - Alkatrészek polaritása
 - Alkatrészek értékei (ellenállás, kapacitás, induktivitás)



Flying Probe Tester (FP) – repülőszondás mérés

Nincs merev befogó szerkezet

- Könnyű, flexibilis programozás
- Két oldalas vizsgálat
- Döntött tű pozíció lehetséges

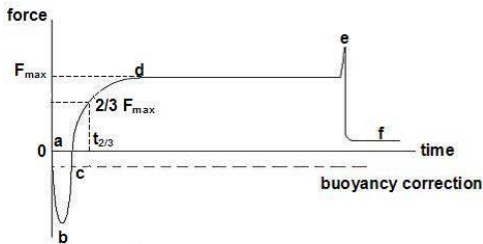
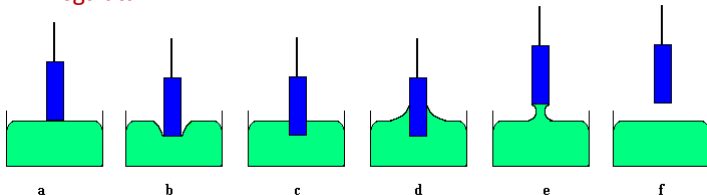


- Hosszú ciklusidejű mérés
- Kis szériák, prototípusok

Nedvesítési vizsgálatok – wetting balance

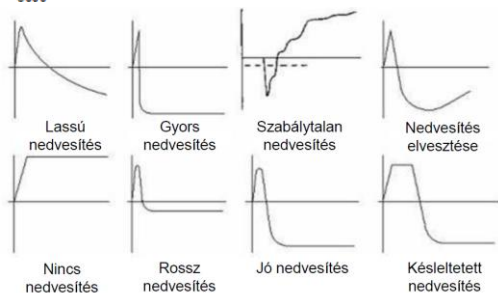
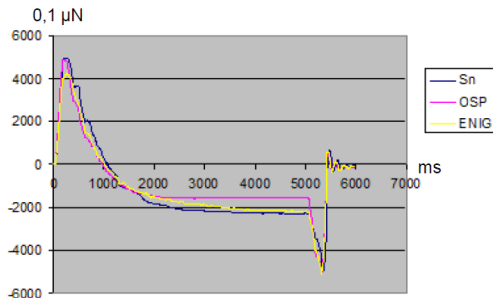


Forrasztótvözetek, NyHL- és alkatrész fémmezések **kvantitatív** vizsgálata



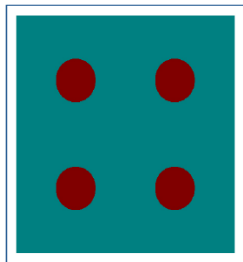
- A minta bemerítés előtt (**flux, pre-heat?**);
- Éppen bemerítés után, a felületi feszültség emeli a mintát;
- A felületi feszültségből származó erő egyenlő nullával, csak a felhajtóerő és a súlyerő hat a mintára;
- Megindult a nedvesítés; hatására a felületi feszültség lefelé húzza a mintát;
- Minta felemelése;
- Felemelt minta

Nedvesítési vizsgálatok – wetting balance



Nedvesítési vizsgálatok – „spreading”

A teszt minta a nyomtatott forraszpaszta halmokkal

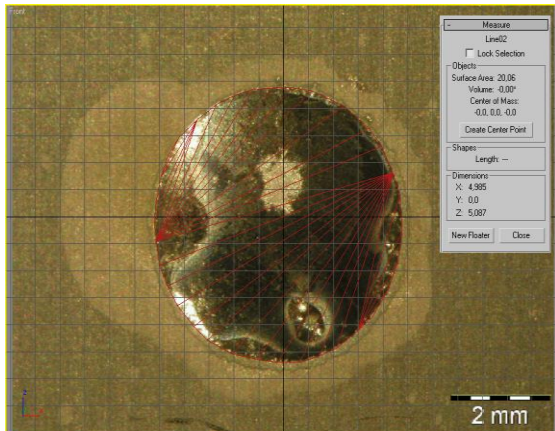


Egy forraszpaszta lenyomat átmérője: 5 mm

Mérjük a nedvesített felület nagyságát

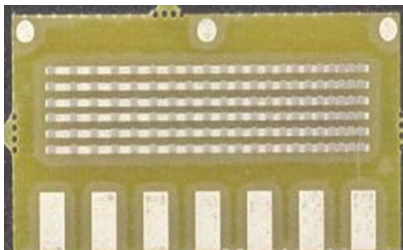
Összehasonlító vizsgálat

A forrasz felületének számítógéppel segített optikai mikroszkópos mérése

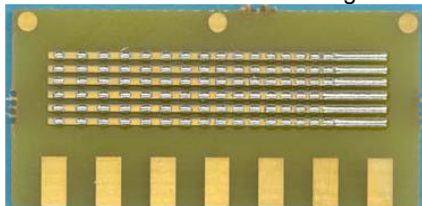


Nedvesítési vizsgálatok – „bridging” teszt

Teszt minta reflow forrasztás előtt



Mérsékelt forraszthatóság



Kitűnő forraszthatóság



Mérjük a nedvesített hossz

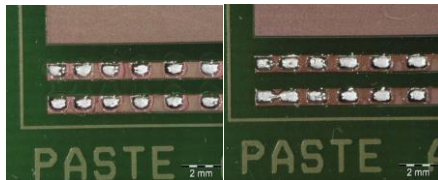
Összehasonlító vizsgálat

Lehetővé teszi a gyors,
gyártás közbeni vizuális
ellenőrzést

Nedvesítési vizsgálatok – „bridging” teszt

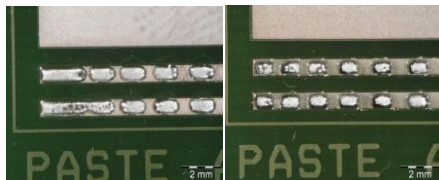
Bridging összehasonlítása különböző felületi bevonatokon

OSP



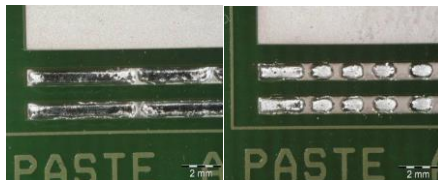
5 reflow ciklus után

ImSn



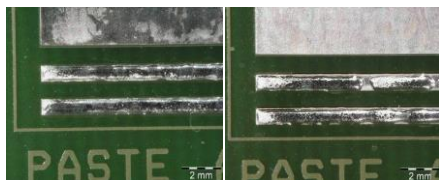
5 reflow ciklus után

ImAg



5 reflow ciklus után

LF-HASL

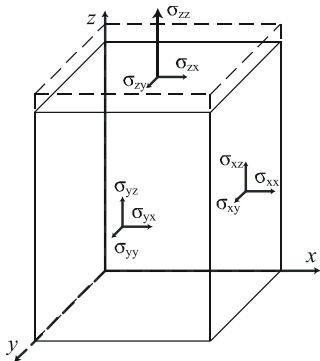


5 reflow ciklus után

Mechanikai vizsgálatok – egyszerű deformációk

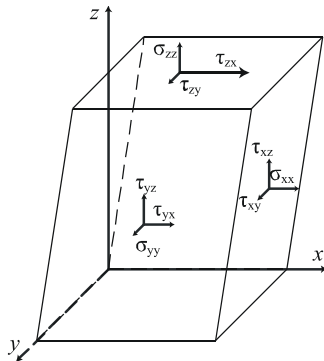
Átlagfeszültség (névleges feszültség): $\sigma = \frac{F}{A} [Pa]$ $\sigma_{ij} \equiv \tau_{ij} \quad \{i \neq j\}$

Húzófeszültség – axial stress Nyíró-, csúsztatófeszültség – shear stress



$$\sigma_{zz} = \text{const}, \sigma_{xx} = \sigma_{yy} = 0$$

$$\sigma_{xy} = \sigma_{xz} = \sigma_{yx} = \sigma_{yz} = \sigma_{zx} = \sigma_{zy} = 0$$



$$\sigma_{zz} = \sigma_{xx} = \sigma_{yy} = 0$$

$$\tau_{xy} = \tau_{xz} = \tau_{yx} = \tau_{yz} = \tau_{zy} = 0, \tau_{zx} = \text{const}$$

A rugalmas alakváltozás

A rugalmas alakváltozás reverzibilis, amint a feszültség (terhelés) megszűnik, a test alakja visszatér eredeti formájába.

Rugalmas alakváltozás esetén a feszültség és a nyúlás között a Hooke törvény teremt kapcsolatot:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

ahol E a Young modulus, más néven rugalmassági állandó.

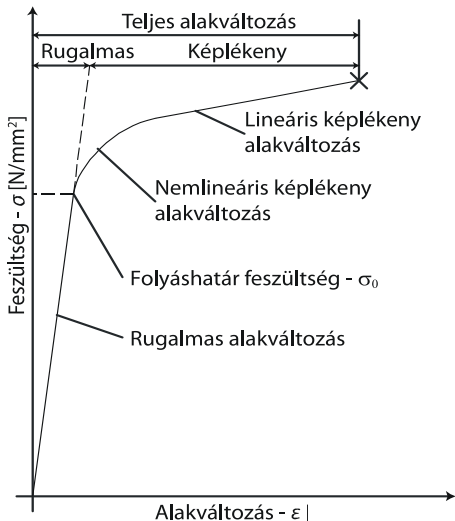
Nyírás esetén a feszültség és az alakváltozás között a G nyírási együttható (shear modulus) teremt kapcsolatot:

$$\sigma_{xy} = G \cdot \varepsilon_{xy}$$

A fenti együtthatók egyszerűbb esetben tekinthetők izotropikusnak, egyébként anizotróp anyagjellemzőként kell kezelni őket.

VALÓS ANYAGOK ALAKVÁLTOZÁSA

A valós anyagok időfüggetlen feszültség-alakváltozás (stress-strain) válasza felbontható rugalmas (elastic) és képlékeny (plastic) szakaszra.



A nemlineáris képlékeny alakváltozás a következő összefüggéssel írható le:

$$\vec{\sigma} = K \vec{\epsilon}^n$$

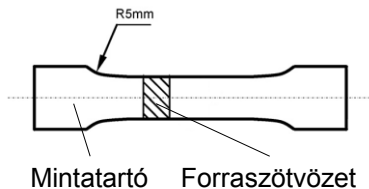
ahol K a szilárdsági együttható, n a keményedési kitevő.

Az együtthatók bármely anyagra meghatározhatók egyszerű szakító vizsgálatból, mert ilyenkor:

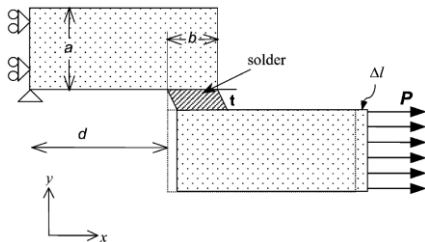
$$\sigma_{zz} = \frac{F}{A} = K \cdot \epsilon_{zz}^n$$

Tömbi forraszok mechanikai minősítése

Tömbi forrasz szakító szilárdságának mérése



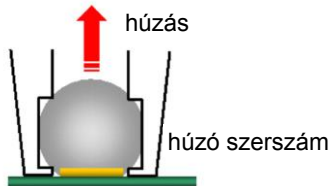
Forrasz nyírási szilárdságának mérése



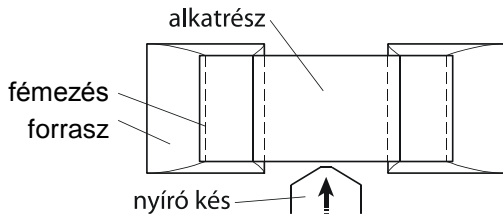
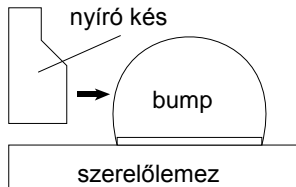
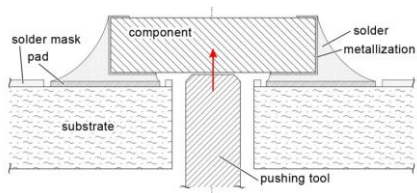
| | Sn63Pb37 | SAC305 |
|--------------------------|----------|--------|
| E [GPa] | 35 | 56 |
| G [GPa] | 12.5 | 20 |
| Szakító szilárdság [MPa] | 40 | 55 |
| Nyírási szilárdság [MPa] | 28 | 34 |

Forrasztott kötések mechanikai minősítése

BGA forraszgolyók
szilárdsága



Passzív chip alkatrész forrasztott
kötésének szilárdsága



Nyírási sebesség hatása a szilárdságra

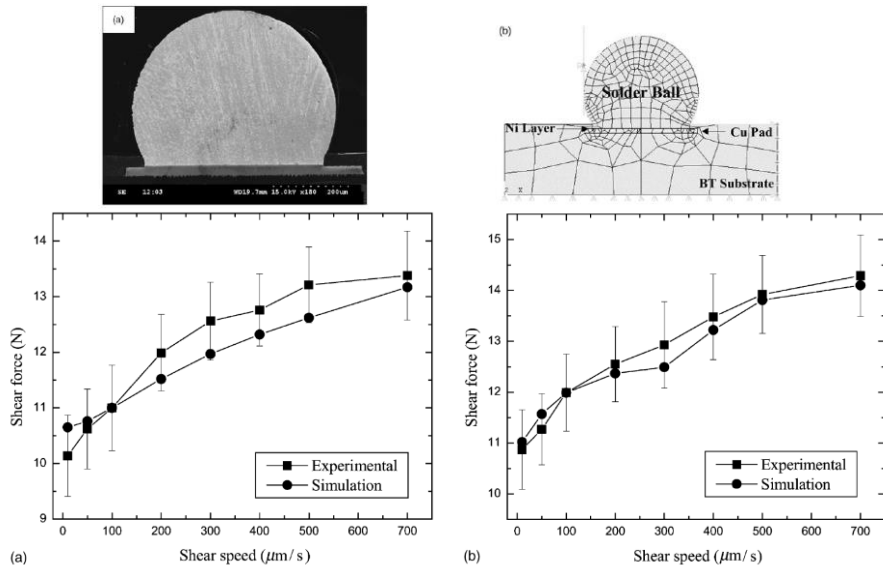
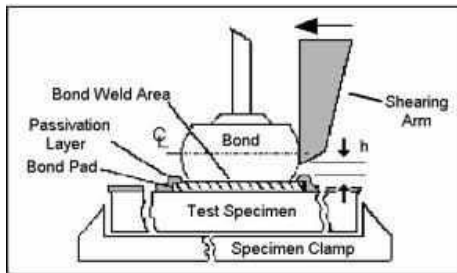


Fig. 6. Shear force variations with increasing shear speed: (a) Sn-3.5Ag, (b) Sn-3.5Ag-0.75Cu.

Huzalkötések mechanikai minősítése

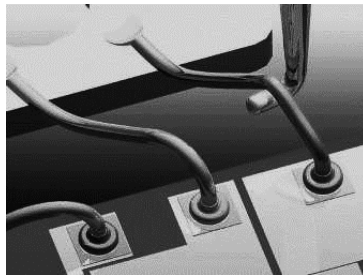
Nyírási szilárdság mérése



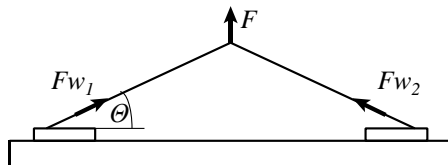
Közvetlenül a kötési szilárdságot méri
Ékes kötésekhez kiváló
Golyós kötéseknel a méretek kritikusak

$$F_{w_1} = F_{w_2} = \frac{F}{2 \cdot \sin \Theta}$$

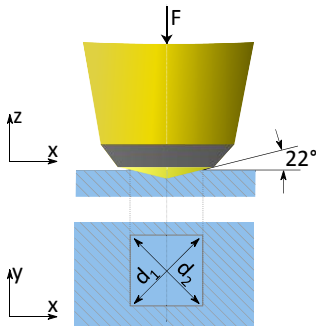
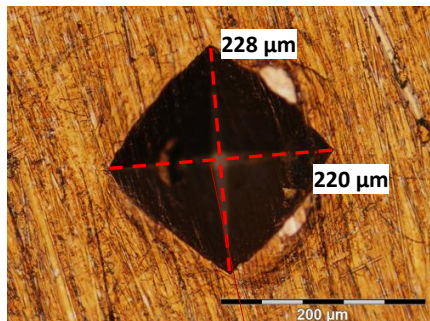
Szakítószilárdság mérése



Nem feltétlen méri a kötési szilárdságot
Golyós kötéseknel alkalmazott



Vickers keménység (HV) mérése

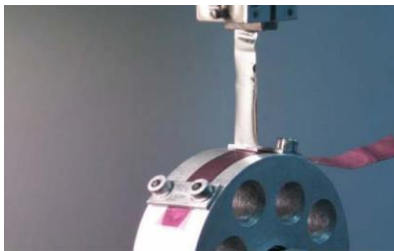


| No. | HV | No. | HV | No. | HV |
|----------|------------|-----|-----|-------------|------------|
| 1 | 110 | 5 | 109 | 9 | 108 |
| 2 | 111 | 6 | 108 | 10 | 112 |
| 3 | 107 | 7 | 107 | Avg. | 110 |
| 4 | 115 | 8 | 109 | Dev. | 2.8 |

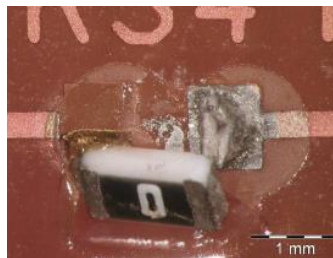
$$A = \frac{d_1 \cdot d_2}{2 \sin(136^\circ / 2)}$$

$$HV = \frac{F}{A} \approx \frac{1.8544F [kg]}{d_1 \cdot d_2}$$

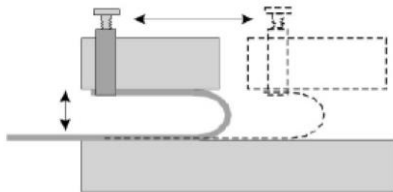
Hajlékony hordozójú áramkörök mech. minősítése



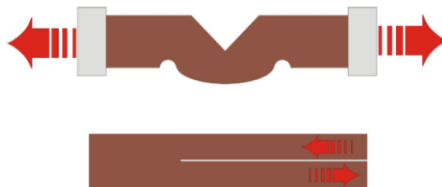
Lefejtési vizsgálat



Nyírási szilárdság



Dinamikus hajlítási vizsgálat

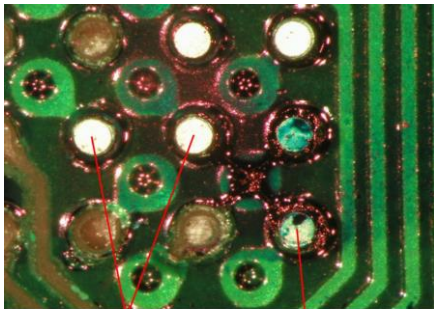


Szakítószilárdság, relatív megnyúlás

„Dye penetration test”



BGA tokozású alkatrészek forrasztott kötéseiben terhelés után kialakuló repedések vizsgálatára



crack has not occurred in solder joint

crack has occurred in solder joint

1. Az alkatrészt gát anyaggal (polimer) körülvesszük
2. Kiöntjük a festékanyaggal (követelmény a jó nedvesítés, kapilláris hatás)
3. A festékanyag behatol a repedésekbe
4. A festékanyagot szárítjuk (~24 óra)
5. Az alkatrészt eltávolítjuk és vizsgáljuk a festéknyomokat

Ellenőrző kérdések

- Ismertesse az In Circuit és a Flying Probe villamos tesztelési eljárásokat.
- Ismertesse a nedvesítési vizsgálatokat (wetting balance, spreading, bridging)
- Ismertesse a forrasztott kötések mechanikai ellenőrző vizsgálatait.
- Ismertesse a mikrohuzalkötések valamint a hajlékony hordozójú áramkörök mechanikai ellenőrző vizsgálatait.
- Mutassa be a Dye penetration vizsgálati eljárást.

ELEKTRONIKAI GYÁRTÁS ÉS MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

**M E G B Í Z H A T Ó S Á G I V I Z S G Á L A T O K ,
K Ö R N Y E Z E T Á L L Ó S Á G I V I Z S G Á L A T O K ,
G Y O R S Í T O T T É L E T T A R T A M T E S Z T E K É S
M O D E L L E K**

Illés Balázs



Tartalom

- **Megbízhatósági vizsgálatok osztályozása**
- **Megbízhatósági vizsgálatok tervezése**
- **Környezetállósági vizsgálatok**
- **Gyorsított Környezetállósági vizsgálatok**
- **Gyorsított élettartam tesztek**
- **Élettartam modellek**

MEGBÍZHATÓSÁGI VIZSGÁLATOK OSZTÁLYOZÁSA

Vizsgálat célja

- Meghatározó vizsgálat – új termék, vagy technológia bevezetésekor
- Ellenőrző vizsgálat – meghatározott időnként, adott termékhalmoz átvételekor

Vizsgálat helyszíne

- Laboratóriumi vizsgálat
- Üzemeltetési vizsgálat

Igénybevételi körülmények

- Névleges vizsgálat (környezetállósági vizsgálat)
 - Állandó paraméterek mellett
 - Változó paraméterek mellett
- Gyorsított vizsgálat

MEGBÍZHATÓSÁGI VIZSGÁLATOK TERVEZÉSE

A tervezéskor eldöntendő kérdések:

- Vizsgálat célja
 - Élettartam meghatározás (főleg gyorsított)
 - Paraméterek degradációjának vizsgálata (főleg névleges)
- Paraméterek megválasztása
 - Alkatrészeknél egy-két paraméter
 - Készülékeknél, rendszereknél több paraméter
- Paraméterek meghibásodási határainak megállapítása
- Vizsgálati feltételek, körülmények megválasztása
- Vizsgáló berendezés megválasztása

MEGBÍZHATÓSÁGI VIZSGÁLATOK TERVEZÉSE

A tervezéskor eldöntendő kérdések:

- Vizsgálendő minta nagysága (biztonsági kockázati szint, megbízhatósági jellemző előírt értéke, gazdaságosság)
- Vizsgálat befejezésének módja
 - Előírt vizsgálati idő elérése
 - Előírt meghibásodási szám elérése
- A vizsgálat értékelése, a termék minősítése

MEGBÍZHATÓSÁGI VIZSGÁLATOK

MENETE

- **A minták előkezelése (pre-conditioning):** lényeges, hogy a vizsgált minták ugyan olyan előélettel rendelkezzenek
- **Kezdő mérések:** kezdeti paraméterek ellenőrzése, esetleges devianciák kiszűrése
- **Igénybevétel (conditioning):** maga a klímavizsgálat, esetleg közbenső vagy folyamatos mérésekkel
- **Állandósítás, pihentetés (recovery):** a terhelés végeztével, az esetleg befolyásoló effektusok (hőmérséklet, pára) üzemi körülményekre hozása.
- **Befejező mérések:** kezdeti paraméterek változásának vizsgálata
- **Értékelés és következtetések:** megfelelt / nem felelt meg; az esetleges nem megfelelés okainak feltárása további analitikai vizsgálatokkal

KÖRNYEZETÁLLÓSÁGI VIZSGÁLATOK

Cél: a környezeti feltételek utánzásával, vagy hatásaik lemásolásával annak az igazolása, hogy a minta képes-e elviselni a környezeti feltételeket, működőképes-e ilyen feltételek között.

- Általában degradációs vizsgálatok
- Általában alkatrészeken, nagy mintákon
- Rendszerint egymást követő vizsgálatokból (vizsgálat sorozatból) állnak. Ezek sorrendjének és a vizsgálati időeknek megválasztása fontos műszaki, gazdasági feladat.

(Pl. MSz EN 60068-1,-2,-3,-4 (IEC 68))

KÖRNYEZETÁLLÓSÁGI VIZSGÁLATOK

Legfontosabb környezetállósági vizsgálat típusok:

- Száraz meleg
- Ciklikus száraz meleg
- Hideg
- Tartós nedves meleg (IEC-68-2-3)
- Ciklikus nedves meleg (IEC-68-2-30)
- Kis légnyomás
- Rázás, gyorsítás
- Sós atmoszféra, stb.

GYORSÍTOTT KÖRNYEZETÁLLÓSÁGI VIZSGÁLATOK

Cél: a meghibásodási tényező és a várható élettartam meghatározása a meghibásodási fizikai folyamatok felgyorsításával és a vizsgálati idő jelentős lerövidítésével.

- Csak olyan gyorsított vizsgálati eljárást szabad alkalmazni, amelynél olyan hibák keletkeznek, amelyek normális üzem esetén is előfordulnak, csak akkor sokkal ritkábban.
- Előfordulhatnak más hibamechanizmusok is, így a gyorsított vizsgálatok pontossága általában korlátozott.
- Ajánlatos a gyorsított vizsgálatoknál a lépcsőzetességi elv (step stress) alkalmazása.

GYORSÍTOTT KÖRNYEZETÁLLÓSÁGI VIZSGÁLATOK

Legfontosabb gyorsítási paraméterek:

- Hőmérséklet
- Relatív nedvességtartalom
- Légnyomás
- Villamos terhelés (teljesítmény, áram, feszültség)
- Mechanikai terhelés (rázás, ütés, ejtés stb.)
- Bonyolultabb vizsgálatoknál az előbbiek kombinációja

GYORSÍTOTT KÖRNYEZETÁLLÓSÁGI VIZSGÁLATOK

Hőmérséklet változás hatásai:

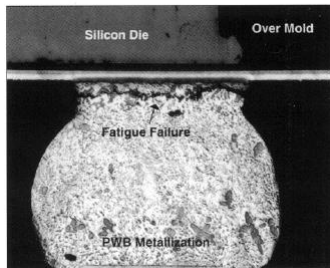
Magas hőmérséklet:

- Elektronikus anyagok, alkatrészek elektromos tulajdonságait változtatják
 - félvezetők p-n átmenet nyitófeszültsége csökken
 - áramerősítési tényező nő
 - ellenállások, kapacitások értéküket változtatják
 - terhelhetőség csökken
- Mechanikai, szerkezeti degradáció, gyengülés (pl. szigetelési tulajdonságok romlása)
- Bizonyos anyagok meglágyulnak (gyanták, kenőanyagok) esetleg megolvadnak

GYORSÍTOTT KÖRNYEZETÁLLÓSÁGI VIZSGÁLATOK

Hőmérséklet változás hatásai:

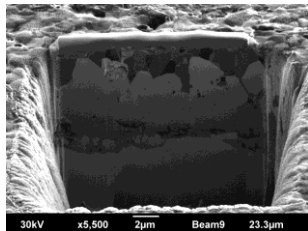
- Az egymással szoros hőcsatolásban lévő anyagok esetén a rétegek között mechanikai feszültségek lépnek fel
- Az ismételt (gyors) felmelegedési és lehülési folyamatok mechanikai degradációhoz, töréshez vezethetnek - forrasztörés.



GYORSÍTOTT KÖRNYEZETÁLLÓSÁGI VIZSGÁLATOK

Magas hőmérséklet hatása:

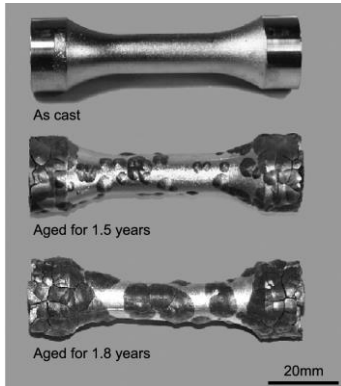
- A hőmérséklet növekedés nem kívánt kémiai reakciók elindulásához vezethet
- Növekedhet a korróziós hajlam
- Gyorsul a diffúzió, IMC réteg növekedés, ón „whisker” jelenségek



GYORSÍTOTT KÖRNYEZETÁLLÓSÁGI VIZSGÁLATOK

Alacsony hőmérséklet hatása:

- A szerkezeti anyagok rideggé, merevvé, törékennyé válhatnak
- Változnak (ellentétes irányban) az elektromos tulajdonságok is
- Speciális effektusok, pl ón pestis.



GYORSÍTOTT KÖRNYEZETÁLLÓSÁGI VIZSGÁLATOK

Légnedvesség hatása:

Relatív nedvességtartalom: a T hőmérsékletű vízgőz telítettségét fejezi ki: $RH = P/P_{sat} * 100 \%$

- P_{sat} egy adott T hőmérsékleten a szaturációs gőznyomás, ahol a vízgőz már kicsapódik (zárt térben 1 atm-nál nagyobb is lehet!)

A nedvesség fizikai megjelenése:

- Kondenzáció - lecsapódás
- Abszorpció – a vízmolekulák felhalmozódása egy anyagban
- Diffúzió – a vízmolekulák áthatolása az anyagon a parciális nyomáskülönbség hatására (pl műanyag tokon)

GYORSÍTOTT KÖRNYEZETÁLLÓSÁGI VIZSGÁLATOK

Légnedvesség hatása:

Fizikai tulajdonságok változása:

- Méret- és súlyváltozás a duzzadás miatt
- Súrlódási együttható változása
- Mechanikai szilárdság változása

Villamos tulajdonságok változása

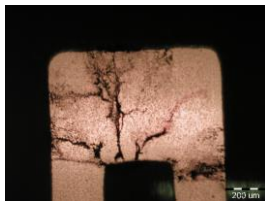
- Szigetelő anyagok átütési szilárdsága, szigetelési ellenállása csökken
- Kondenzátorok veszteségi tényezője és kapacitása nő
- Elektrokémiai migráció

GYORSÍTOTT KÖRNYEZETÁLLÓSÁGI VIZSGÁLATOK

Légnedvesség hatása:

Speciális meghibásodás az „*elektrokémiai migráció*”

- Egymáshoz közel haladó vezetékek esetén
- Az elektrolitban megindul a fémion vándorlás az anód felé
- Különösen kritikus Ag tartalmú ólommentes forrasztanyag vagy felületi bevonat esetén

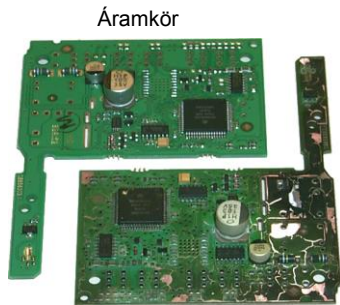


GYORSÍTOTT ÉLETTARTAM TESZTEK

Cél: A meghibásodási ráta és a várható élettartam meghatározása a meghibásodási folyamatok fizikai és kémiai felgyorsításával

Gyorsított élettartam tesztek:

- HTSL – High Temperature Storage Life
- TC – Thermal Cycle
- TS – Thermal Shock
- THB – Temperature, Humidity and Bias
- HAST – Highly Accelerated Stress Test (temperature, humidity, pressure)
- Vibrációs tesztek



Áramkör 48 óra HAST után

HTSL - HIGH TEMPERATURE STORAGE LIFE TEST

PI. JEDEC STD22-A103:

- Aktív és passzív elektromos elemek emelt hőmérsékleten történő tárolása
- Elektronikus áramkörökhöz ajánlott hőmérséklet: $T = 125$ or $T = 150$ ($-0/+10$) °C
- Teszt időtartam: $t = 1000$ óra
- Villamos terhelés és vizsgálat közbeni mérés nincs
- A befejező méréseket (paramétermérés és funkcionális teszt) a vizsgálatot követő 96 órán belül el kell végezni.



Kemence paraméterek:

- Hőmérséklet tartomány: $-40 \dots +150$ °C
- RH tartomány: $20 \dots 100$ %
- Belső kemence méret: $30 \times 25 \times 30$ cm

THB - TEMPERATURE, HUMIDITY AND BIAS TESZTEK

PI. JEDEC STD22-A101:

Teszt 1 (konstans):

- Teszt hőmérséklet: $T_1 = 85 (\pm 2) ^\circ\text{C}$
- RH: $\text{RH}_1 = 85 (\pm 5) \%$
- Teszt időtartam: $t = 1000$ óra

Teszt 2 (konstans):

- Teszt hőmérséklet: $T_2 = 40 (\pm 2) ^\circ\text{C}$
- RH: $\text{RH}_2 = 90 (\pm 5) \%$
- Teszt időtartam : $t = 1000$ hour
- **Villamos terhelés AC / DC.** A teszt alatt a készülék hődisszipációja >200 mW kell legyen.

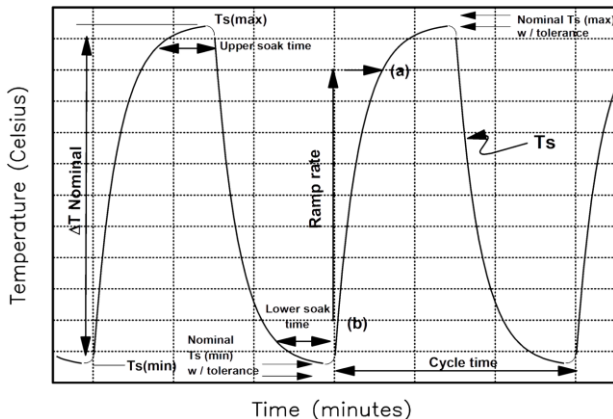


Kemence paraméterek:

- Hőmérséklet tartomány: $-40 \dots +150 ^\circ\text{C}$
- RH tartomány: $20 \dots 100 \%$
- Belső kemence méret: $30 \times 25 \times 30$ cm

TC - THERMAL CYCLE TEST

pl. JEDEC STD22-A104, az előző kemencében elvégezhető



Tipikus paraméterek:

Max hőmérsékleten tartási idő (Ts_{max} , Ts_{min}): 10 perc, Ciklus idő: ~60 min,
Hőmérséklet tartomány: -40 (+0/-10) ... +125 (+15/-0) °C

TS - THERMAL SHOCK TEST

pl. JEDEC STD22-A106:

- Két kamrás vizsgáló berendezés (meleg és hideg kamrák)
- Kamrák között gyors váltás egy lift segítségével
- Hőmérséklet tartomány:
-55 (+0/-10) ... +125 (+15/-0) °C
- Kamrák közötti átviteli idő < 20 sec.
- Tipikus ciklus idő: 20-30 min.
- Tipikus ciklus szám: 1000

Tipikus kamra paraméterek:

- Hőmérséklet tartomány:
-65...+200 °C
- Előírt hőmérséklet elérése kevesebb mint 5 perc alatt
- Belső kamraméret:
30x20x15 cm



BGA kötés törése 1000 ciklus után



HAST - HIGHLY ACCELERATED STRESS TEST

Elektronikus termékek korróziós ellenálló képességének vizsgálatára.

e.g. JEDEC STD22-A110 or STD22-A102

- „Gyenge” HAST paraméterek:
 $T = 105\text{ °C}$, $RH = 100\%$, $P = +1 \cdot 10^5\text{ Pa}$
- „Erős” HAST paraméterek:
 $T = 121\text{ °C}$, $RH = 100\%$, $P = +2 \cdot 10^5\text{ Pa}$

Tipikus kamra paraméterek:

- Hőmérséklet tartomány:
 $105 \dots +143\text{ °C}$
- RH:
 $75 \dots 100\%RH$
- Túlnyomás:
 $+2 \cdot 10^4 \dots 2 \cdot 10^5\text{ Pa}$
- Belső kamraméret:
 $25 \times 32 \times 25\text{ cm}$



VIBRÁCIÓS TESZTEK

Rezgések károsító hatása (autóelektronika):

- Szerkezeti anyagok kifáradása
- Mechanikai kötések kilazulása
- Forrasztási kötési szilárdság gyengülése
- Alkatrészek jellemző adatainak ingadozása

Rezgésállósági vizsgálatok

- Rázóasztal, szinuszos jel, háromszög jel
- Fázisok:
 - Kezdő rezonancia keresés (stroboszkóp)
 - Pásztázásos vizsgálat. Pl.: 10 -200 -10 Hz
 - Pásztázási sebesség: 1 oktáv/perc
 - Befejező rezonanciakeresés
- Záró vizsgálatok

ÉLETTARTAM MODELLEK

Gyorsított élettartam vizsgálatok célja: a mintadarabok átlagos tönkremeneteli idejéből a vizsgálati (stressz) körülmények hatásainak ismeretében következtetni a valós átlagos élettartamra.

$$\text{Gyorsítási faktor: } AF = \frac{t_{life}}{t_{test}} = f(S)$$

ahol: t_{life} : normál élettartam, t_{test} : vizsgálati élettartam,
S= vizsgálati (stressz) körülmények. pl.: S_U – feszültség, S_T - hőmérséklet, S_{RH} – relatív nedvesség stb.

Több feltétel együttes alkalmazásakor, feltételezve, hogy egymástól függetlenül fejtik ki hatásukat:

Feladatok:

- A vizsgálati körülmények alapján a gyorsítási tényező meghatározása → élettartam modell
- Az átlagos tönkremeneteli idő (t_{test}) meghatározása

ÉLETTARTAM MODELLEK

- Hőmérséklet hatása – **Arrhenius** modell
- Hőmérséklet változás hatása – **Coffin –Manson** modell
- Behatoló nedvesség hatása

- Összetett modellek:
 - Hőmérséklet – villamos hatás – **Eyring modell**
 - Hőmérséklet – behatoló nedvesség - villamos hatás – **Peck**, vagy **S-H** modell

ÉLETTARTAM MODELLEK

Hőmérséklet hatása– ARRHENIUS modell

- Konstans hőmérsékletű (hőntartásos) vizsgálatokhoz (HTSL, TH(B))
- Kémiai reakciók, diffúziós folyamatok, migrációs
- folyamatok felgyorsulása,

Mean time to failure: $MTTF = t = A_o \cdot \exp\left(\frac{E_a}{kT}\right)$

Gyorsítási faktor:

$$AF(T) = \frac{t_{life}}{t_{test}} = \exp\left(\frac{E_a}{k} \cdot \left(\frac{1}{T_{life}} - \frac{1}{T_{test}}\right)\right)$$

k - Boltzman állandó: $8.617 \cdot 10^{-5}$ [eV/K]

E_a - Aktivációs energia [eV]

T - Hőmérséklet [K]

AKTIVÁCIÓS ENERGIA

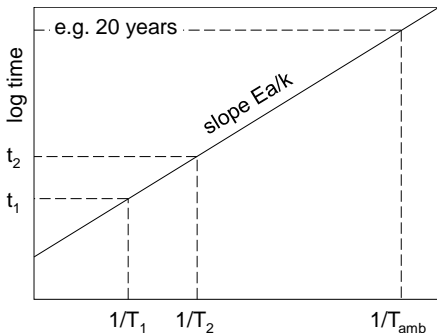
- Egy kémiai folyamat lejátszódásához a kiindulási vegyületeknek aktivált állapotba kell kerülniük.
- Az ehhez szükséges energia az aktivációs energia.
- Értéktartománya: $0,3\text{eV} \dots 1,5\text{eV}$
- Az aktiválás mindig energiafelvételt jelent.
- Minden anyaghoz, alkatrészhez, folyamathoz, berendezéshez külön aktivációs energia tartozik

AKTIVÁCIÓS ENERGIA SZÁMÍTÁSA

- Az adott tesztet különböző hőmérsékleten elvégezve a mért MTTF értékekből.
- Csak abban az esetben érvényes ha az Arrhenius modell valóban leírja az alkalmazott teszt körülményt. Pl.:

$$T_1 = 150 \text{ °C} \rightarrow t_1 = 300 \text{ óra}$$

$$T_2 = 100 \text{ °C} \rightarrow t_2 = 4000 \text{ óra}$$



$$E_a = k \cdot \frac{\ln\left(\frac{t_2}{t_1}\right)}{\left[\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right]} =$$
$$= \frac{8.615 \cdot 10^{-5} \cdot \ln\left(\frac{4000}{300}\right)}{\frac{1}{373} - \frac{1}{423}} \cong 0.68eV$$

AKTIVÁCIÓS ENERGIA SZÁMÍTÁSA

Arrheneus modell használata:

magas hőmérsékletű vizsgálat tervezése ismert aktivációs energia esetén:

$$t = \exp\left(\frac{E_a}{kT}\right) \Rightarrow \ln(t) = \frac{E_a}{k} \frac{1}{T}$$

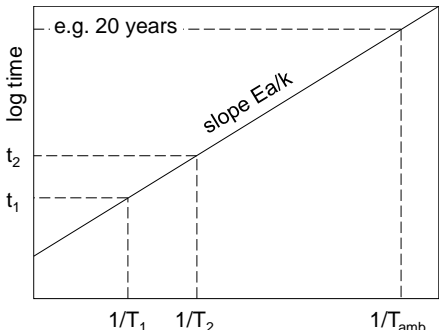


Table 2. Acceleration factors and test durations required to simulate 20 years life at 70°C

| Test Temperature °C | Acceleration Factor | Test Duration (hours) |
|---------------------|---------------------|-----------------------|
| 125 | 65 | 2700 |
| 150 | 315 | 600 |
| 160 | 555 | 320 |

ÉLETTARTAM MODELLEK

Hőmérséklet változás hatása– COFFIN-MANSON modell

- Olyan élettartam vizsgálati módszerekhez ahol változik a hőmérséklet (TC, TS)
- Elsősorban hőtágulási együtthatók különbségéből származó mechanikai feszültségek, törések (forrasz) vizsgálata.
- Mean time to failure: $MTTF = t = (\Delta T)^{-m} \quad m \approx 2$
- Gyorsítási faktor:

$$AF(T) = \frac{t_{life}}{t_{test}} = \left(\frac{\Delta T_{test}}{\Delta T_{life}} \right)^m$$

Módosított COFFIN-MANSON modell

$$AF = \left(\frac{\Delta T_{test}}{\Delta T_{life}} \right)^m \cdot \left(\frac{f_{test}}{f_{life}} \right)^n \cdot \exp \left(\frac{E_a}{k} \cdot \left(\frac{1}{T_{max\ life}} - \frac{1}{T_{max\ test}} \right) \right)$$

ÉLETTARTAM MODELLEK

Hőmérséklet és villamos terhelés hatása – EYRING modell

- Mean time to failure:

$$MTTF = t = (V)^{-N} \exp\left(\frac{E_a}{kT}\right)$$

- Gyorsítási faktor:

$$AF(V, T) = AF(V) \cdot AF(T) = \left(\frac{V_{test}}{V_{life}}\right)^N \exp\left[\frac{E_a}{k} \left(\frac{1}{T_{life}} - \frac{1}{T_{test}}\right)\right]$$

Hőmérséklet, páratartalom és villamos terhelés hatása – PECK modell

- Mean time to failure:

$$MTTF = t = V^{-m} (RH)^{-n} \exp\left(\frac{E_a}{kT}\right)$$

$$AF(V, RH, T) = \left(\frac{V_{test}}{V_{life}}\right)^m \left(\frac{RH_{test}}{RH_{life}}\right)^n \exp\left(\frac{E_a}{k} \cdot \left(\frac{1}{T_{life}} - \frac{1}{T_{test}}\right)\right)$$

GYORSÍTÁSI FAKTOROK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

| | H_{Rlife} | T_{life} | H_{Rtest} | T_{test} | $(H_t/H_l)^n$ | exp(...) | $AF_{/norm}$ | $AF_{/85/85}$ | $AF_{/95/112}$ |
|----------------|-------------|------------|-------------|------------|---------------|----------|--------------|---------------|----------------|
| Normal: 50/40 | 50 | 313 | 50 | 313 | 1,00 | 1,0 | 1,0 | | |
| TH: 85/85 | 50 | 313 | 85 | 358 | 4,91 | 26,0 | 127,9 | 1,00 | |
| HAST1: 95/112 | 50 | 313 | 95 | 385 | 6,86 | 127,6 | 875,4 | 6,85 | 1,00 |
| HAST2: 95/120 | 50 | 313 | 95 | 393 | 6,86 | 196,0 | 1344,6 | 10,51 | 1,54 |
| HAST3: 100/120 | 50 | 313 | 100 | 393 | 8,00 | 196,0 | 1568,3 | 12,26 | 1,79 |
| HAST4: 100/130 | 50 | 313 | 100 | 403 | 8,00 | 327,2 | 2618,0 | 20,47 | 2,99 |

| $\Delta v_{test}/\Delta v_{life}$ | v_{life-U} | v_{life-l} | Δv_{life} | v_{test-U} | v_{test-l} | Δv_{test} | $AF_{/norm}$ | $AF_{/85/85}$ | $AF_{/95/112}$ |
|-----------------------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|---------------|----------------|
| TS1: 165/15 | 35 | 20 | 15 | 125 | -40 | 165 | 121,0 | 1,06 | 7,23 |
| TS2: 165/20 | 40 | 20 | 20 | 125 | -40 | 165 | 68,1 | 1,88 | 12,86 |
| TS3: 165/50 | 70 | 20 | 50 | 125 | -40 | 165 | 10,9 | 11,74 | 80,39 |

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mik a megbízhatósági vizsgálatok szokásos lépései?
2. Milyen szempontok alapján osztályozhatók a megbízhatósági vizsgálatok?
3. Sorolja fel a legfontosabb környezetállósági vizsgálatokat!
4. Definiálja a gyorsított környezetállósági vizsgálatokat!
5. Milyen nem kívánt effektusokat idéz elő a magas hőmérséklet az elektronikus áramkörökben?
6. Milyen nem kívánt effektusokat idéz elő az alacsony hőmérséklet az elektronikus áramkörökben?
7. Milyen nem kívánt effektusokat idéz elő a hőmérséklet változás az elektronikus áramkörökben?
8. Milyen nem kívánt effektusokat idéz elő a légnedvesség az elektronikus áramkörökben?
9. Milyen gyorsított élettartam vizsgálatokat ismer, definiálja a gyorsítási faktor fogalmát!
10. Milyen élettartam modelleket ismer? Melyik milyen környezeti hatást modellez?
11. Definiálja az aktivációs energiát! Hogyan határozható meg az Arrhenius modell esetén?

ELEKTRONIKAI GYÁRTÁS ÉS MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

A MEGBÍZHATÓSÁG ELMÉLETI ALAPJAI. ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK ÉS KÉSZÜLEKEK MEGBÍZHATÓSÁGI JELLEMZŐI

Illés Balázs



BMEETT
ELEKTRONIKAI TECHNOLÓGIA TANSZÉK

BUDAPEST UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS
DEPARTMENT OF ELECTRONICS TECHNOLOGY

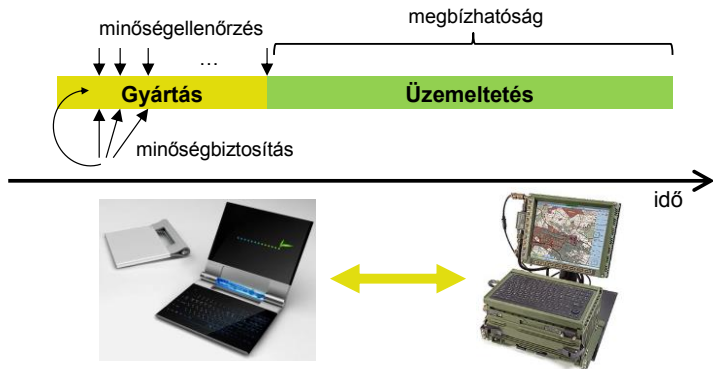
AZ ELŐADÁS TÉMAKÖREI

- **A megbízhatóság fogalma**
- **A meghibásodás**
- **A megbízhatósági függvények**
- **A megbízhatóság mutatói**
- **Az alkatrészek főbb típusai megbízhatósági szempontból**
- **Megebízhatósági analízis példák**

A MINŐSÉG ÉS A MEGBÍZHATÓSÁG

Minőség: az adott termék milyen mértékben felel meg azoknak a funkcióknak, amelyeket a fogyasztó tudatosan elvár.

Megbízhatóság: milyen hosszú ideig őrzi meg minőségét egy termék meghatározott üzemeltetési feltételek mellett.



MEGBÍZHATÓSÁG

- **A megbízhatóság fogalma:**
- „Időfüggő minőség”
- „A megbízhatóság a minőség dinamikája”
- „A termék specifikációjának időben teljesülésének módja”

- Lényeges -> megbízhatóság egy időfüggő fogalom!

MEGHIBÁSODÁS

Meghibásodások fajtái:

1. Meghibásodás közvetlenül a működtetés megkezdése után (az élettartam kezdeti szakaszában).
2. Meghibásodás az élettartam hasznos szakaszában (az alkatrészek előregedése előtt).
3. Meghibásodás az alkatrészek előregedési szakaszban.

MEGHIBÁSODÁS

Meghibásodások okai:

1. Kezdeti szakaszban történő meghibásodás esetén -> **főleg gyártási és alapanyag hibák miatt**
2. Hasznos élettartam alatti meghibásodások esetén -> **véletlen (sztochasztikus) hibák, esetleg nem megfelelő használat**
3. Előregedési szakasz alatti meghibásodások esetén -> **anyagok előregedése miatt**

MEGHIBÁSODÁS

Meghibásodások kezelése:

- Kezdeti meghibásodások
 - Olcsó termék esetén: „nem foglalkozik vele a gyártó”, inkább cseréli az elromlott készüléket
 - Drága termék esetén: „Burn in” módszer
- Burn in módszer: „Túléletik” a kezdeti szakaszt a termékkel a gyártás helyén (pl. hűtőszekrényeket 2 napig járatják eladás előtt)

MEGHIBÁSODÁS

Meghibásodások kezelése:

- Hasznos élettartam alatti meghibásodások
Garanciális szerviz (majd garanciális szerviz után
sima szerviz)
- Előregedési szakasz alatti meghibásodások
Generálózás, felújítás, kopó alkatrészek
cseréje, főleg nagyon értékű készülékek
esetén (pl. autó)

MEGHIBÁSODÁS

„Fizikai vs erkölcsi” elévülés

- A tényleges fizikai és erkölcsi elévülés sok esetben nem esik egybe (pl. mobil kommunikációs eszközök).
- 20. századi megbízhatósági filozófia: nem igazán ismerte az erkölcsi elévülést „egy termék annál inkább eladható minél tovább működik”, (pl. Hajdú mosógépek 20 évig is működtek).
- Mára nagy szerepe van az erkölcsi elvülésnek!

MEGHIBÁSODÁS

Élettartam tervezése:

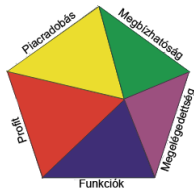
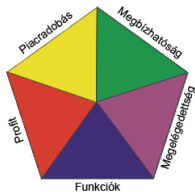
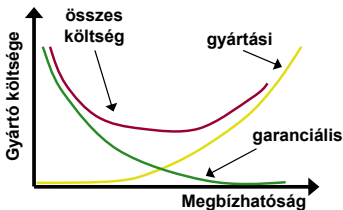
- Ha készülék tovább működik mint amíg úgy is lecserélik az sem a vevőnek sem a gyártónak nem érdeke.
- Termékeket úgy kell megtervezni, hogy az erkölcsi és fizikai elévülés közel egybe essen.
- Manapság gyakran alkalmazott üzletpolitika: „*Fizikai elévüléssel presszionált csere*” (pl. háztartási gépeket 6-8 éves élettartamra gyártják, ha akarom ha nem cserélni kell...)

MEGBÍZHATÓSÁGI TERVEZÉS

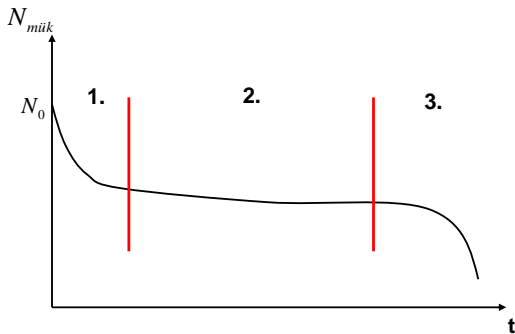
A megbízhatósági tervezés segítségével alkatrészek, készülékek, rendszerek meghatározott időben, meghatározott körülmények között történő (hibamentes) működése meghatározott pontossággal tervezhető, „jósolható”.

A megbízhatósági tervezés alkalmazásának előnyei:

- növelhető a termék megbízhatósága,
- megtalálható a termékek megbízhatóságának optimuma (a gyártói költségek tükrében),
- kritikus rendszerek esetén tervezhető a preventív javítás időpontja,
- tervezhető a termékek élettartama (korai meghibásodás, erkölcsi elavulás),
- kritikus rendszerek esetén tervezhető a tartalékolás mértéke,
- a termék elemeinek megbízhatósága összehangolható.

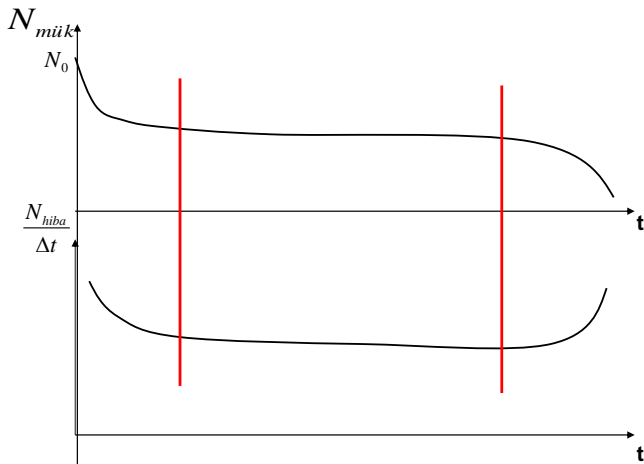


AZ ÁLLOMÁNY FÜGGVÉNY



1. Kezdeti meghibásodások szakasza
2. Hasznos élettartam
3. Elhasználódás szakasza

ÁLLOMÁNY FÜGGVÉNY ÉS KÁDGÖRBE



A MEGBÍZHATÓSÁGI FÜGGVÉNYEK

- A működés valószínűsége (sokszor egyszerűen, bár pontatlanul ezt nevezik megbízhatóságnak)
 - A meghibásodás valószínűsége, vagy más megközelítésben a működési idő eloszlásfüggvénye
 - A működési idő sűrűségfüggvénye
 - A meghibásodási ráta
-
- Jellegzetességük, hogy bármelyikből bármelyik másik három kiszámítható!

A MEGBÍZHATÓSÁGI FÜGGVÉNYEK

Tetszőleges eloszlásra:

Megbízhatósági függvény:
$$R(t) = \frac{N_t}{N_0}$$

Hiba függvény:
$$F(t) = \frac{N_0 - N_t}{N_0}$$

Meghibásodás sűrűség függvénye:
$$f(t) = \frac{N(t) - N(t + \Delta t)}{N_0 \Delta t}$$

Hibaráta függvény:
$$\lambda(t) = \frac{N(t) - N(t + \Delta t)}{N(t) \Delta t}$$

A MEGBÍZHATÓSÁGI FÜGGVÉNYEK

Egymásból történő kiszámítás módjai:

$$F(t) = 1 - R(t)$$

$$f(t) = F'(t)$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = -\frac{R'(t)}{R(t)}$$

A MŰKÖDÉS VALÓSZÍNŰSÉGE

- A működési valószínűség egy adott időpontban egyenlő az $R(t)$ függvény értékével.
- A hasznos élettartam szakaszára:

$$\lambda(t) = -\frac{R'(t)}{R(t)} \longrightarrow \int_0^t \lambda(t) dt = \int_0^t -\frac{R'(t)}{R(t)} dt$$

$$\int_0^t \lambda(t) dt = -\ln R(t) \longrightarrow R(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}$$

VÁRHATÓ MŰKÖDÉSI IDŐ

- A megbízhatósági vizsgálatok egyik legfontosabb kérdése: mennyi a várható élettartam = várható működési idő
- A megbízhatósági függvény alapján becsülhető:

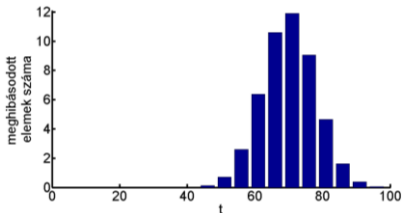
$$T_0 = \int_0^{\infty} R(t) dt$$

- Ha a λ konstans:

$$T_0 = \frac{1}{\lambda}$$

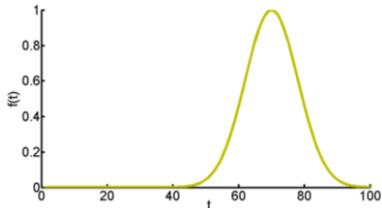
A MEGBÍZHATÓSÁG MUTATÓI

Alapkísérlet: üzemeltessünk azonos alkatrészeket azonos körülmények között, és vegyük fel grafikonra, hogy a működési idők (τ) milyen időintervallumokba esnek:



Végtelen sok alkatrészt feltételezve az időintervallumok szélessége infinitezimálisra csökkenthető, a függvényt 1-re normáljuk, így kapjuk a megbízhatósági sűrűségfüggvényt ($f(t)$).

$$f(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq \tau < t + \Delta t)}{\Delta t}$$



A MEGBÍZHATÓSÁG MUTATÓI

A megbízhatósági sűrűségfüggvény „felhasználása”:

- adott időpontig bekövetkező meghibásodás valószínűsége (meghibásodási függvény, $F(t)$):

$$F(t) = P(\tau \leq t) = \int_0^t f(t) dt$$

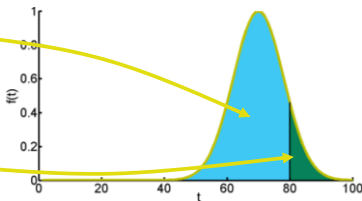
- adott időpontig történő működés valószínűsége (megbízhatósági függvény, $R(t)$):

$$R(t) = P(t \leq \tau) = \int_t^{\infty} f(t) dt$$

- várható élettartam: $T_0 = E(\tau) = \int_0^{\infty} R(t) dt$

- adott időpontig (egységnyi idő alatt) bekövetkező meghibásodások száma (hibaráta függvény): egy alkatrész populációban történt meghibásodások száma osztva a meghibásodásig (vagy a vizsgálat végéig) eltelt idők összegével:

$$\lambda(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{R(t) - R(t + \Delta t)}{\Delta t \cdot R(t)} = -\frac{R'(t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{R(t)}$$



A MEGBÍZHATÓSÁG MUTATÓI

Egy alkatrész megbízhatósága (megbízhatósági mutatói) nagyban függ az alkatrész kivitelétől és az üzemeltetés körülményeitől. Elektronikus alkatrészek esetén a legfontosabb tényezők:

- kiviteli típus (kereskedelmi, ipari, katonai...),
- előállítás technológiája (pl. nagy és kis értékű ellenállások gyártástechnológiája eltérő),
- hőmérséklet,
- terhelés,
- a készülék (amely az alkatrészt tartalmazza) üzemeltetési körülményei:
 - hőmérséklet ingadozása,
 - páratartalom és ingadozása,
 - rázás, ütés (pl. asztali, mobil, autóelektronikai készülék),
 - egyéb hatások (pl. korrozív környezet).

Bizonytalan!

ALKATRÉSZEK FŐBB TÍPUSAI

A meghibásodásért felelős mechanizmusok a különböző alkatrésztípusoknál eltérőek, ezért az alkatrészek megbízhatóságának időfüggése is eltérő. Az egyes csoportokat az $f(t)$ -re illeszthető függvények szerint különböztetjük meg:

1. Normál (Gauss),

- a meghibásodásért felelős jelenség a bekapcsolt állapotban nagyságrendekkel gyorsabb,
- $\lambda(t)$ az időben monoton nő (folyamatos öregedés),

- leírás:
$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-m)^2}{2\sigma^2}}$$

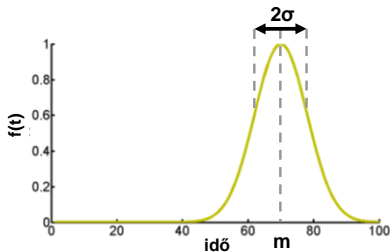
($R(t)$, $F(t)$, $\lambda(t)$ zárt alakban nem írhatók fel),

- jellemző paraméterei:

m : várható élettartam,

σ : szórás

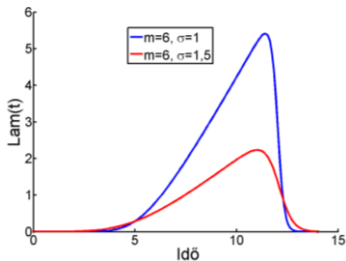
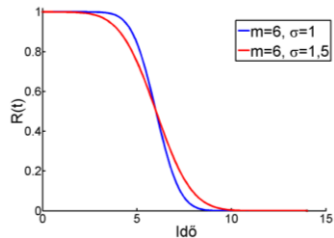
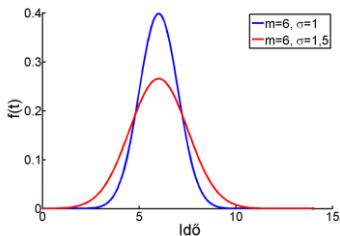
(bizonytalansági paraméter)



Példák: izzólámpa, relé, kapcsoló, potenciométer

ALKATRÉSZEK FŐBB TÍPUSAI

1. Normál (Gauss) típusú alkatrész megbízhatósági mutatói:

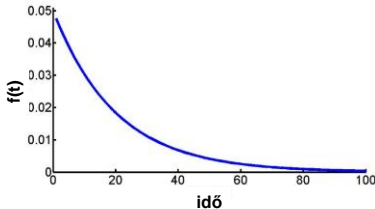


ALKATRÉSZEK FŐBB TÍPUSAI

2. Exponenciális:

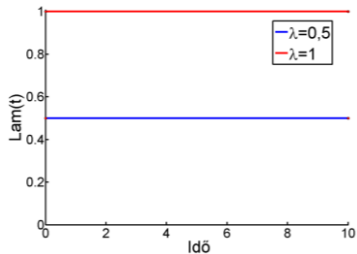
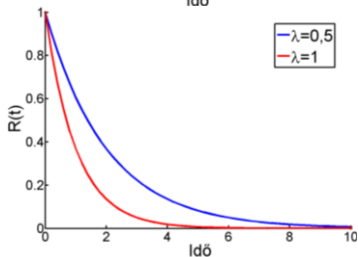
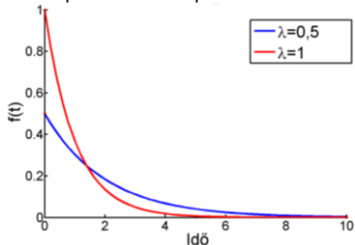
- a meghibásodásért felelős jelenség sebessége bekapcsolt állapotban nem mutat jelentős eltérést a kikapcsolt állapothoz képest, (örökifjú)
- $\lambda(t)$ az időben állandó, $\lambda(t) \Rightarrow \lambda$ (az alkatrész nem öregszik, ún. örökifjú tulajdonságot mutat),
- leírás: $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$ $R(t) = e^{-\lambda t}$ $\lambda(t) = \lambda = \frac{1}{T_0}$
- jellemző paramétere: λ (hibaráta függvény),
- a matematikai reprezentáció egyszerűsége miatt használata elterjedt (szabványokban gyakran minden alkatrésztípust ezzel a leírással közelítenek).

**Példák: ellenállás, tranzisztor,
integrált áramkörök**



ALKATRÉSZEK FŐBB TÍPUSAI

2. Exponenciális típusú alkatrész megbízhatósági mutatói:



ALKATRÉSZEK FŐBB TÍPUSAI

- Nem elhasználódó, exponenciális eloszlású alkatrészek:
- Ha λ konstans értékű, akkor:

$$\lambda(t) = \lambda$$

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

$$f(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t}$$

- Lényeges: anyagszerkezeti kopás mindenhol van, semmi sem működik örökké, csak emberi léptékben.

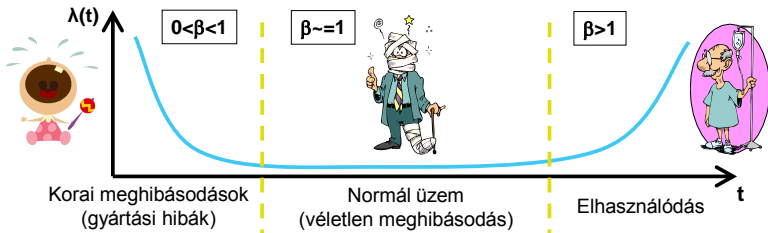
ALKATRÉSZEK FŐBB TÍPUSAI

3. Weibull:

- leginkább összetett rendszerek leírására alkalmas, melyeknél az élettartam kezdeti szakaszában korai meghibásodások lehetnek, az élettartam végén pedig elhasználódás jellegű hibajelenségek léphetnek fel,
- $\lambda(t)$ az élettartam során csökken, stagnál, majd növekszik,

- leírás:
$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \cdot \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} \cdot e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta} \quad R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta} \quad \lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \cdot \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1}$$

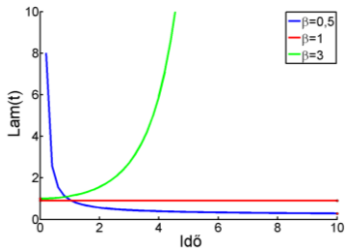
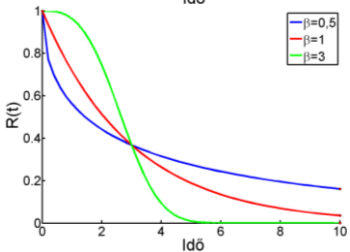
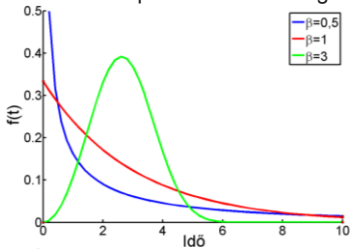
- jellemző paraméterei: η : karakterisztikus élettartam, β : alakparaméter



Példák: készülékek, részegységek, összetett alkatrészek

ALKATRÉSZEK FŐBB TÍPUSAI

3. Weibull típusú alkatrész megbízhatósági mutatói ($\eta=3$):



ALKATRÉSZEK FŐBB TÍPUSAI

- Elhasználód, Weibull eloszlással jellemezhető alkatrészek
- Öregedő (leginkább mechanikailag kopó) objektumok a két paraméteres Weibull-eloszlással modellezhetők megbízhatósági szempontból:

$$R(t) = e^{-\alpha t^\beta}$$

$$F(t) = 1 - e^{-\alpha t^\beta}$$

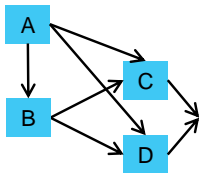
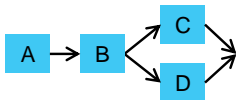
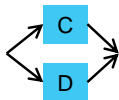
$$f(t) = \alpha \cdot \beta \cdot t^{\beta-1} \cdot e^{-\alpha t^\beta}$$

$$\lambda(t) = \alpha \cdot \beta \cdot t^{\beta-1}$$

ÖSSZETETT RENDSZEREK

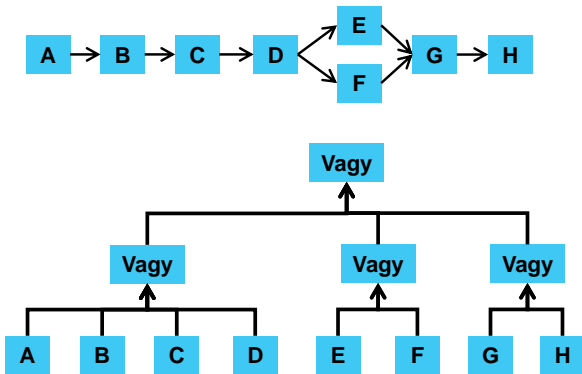
Összetett rendszerek megbízhatósági modelljének előállítás az elemek közötti kapcsolatok alapján:

- Boole-típusú modell,
- nem villamos kapcsolatok (!),
- kapcsolatok típusai:
 - soros,
 - párhuzamos:
 - melegtartalékolt,
 - (hidegtartalékolt),
 - vegyes (visszafejthető soros és párhuzamos alrendszerekre),
 - komplex (dekomponálással visszafejthető vegyesre).



ÖSSZETETT RENDSZEREK

A megbízhatósági modell grafikus ábrázolása:
Megbízhatósági blokkdiagram vagy hibafa segítségével.



ÖSSZETETT RENDSZEREK TÍPUSAI

Soros (redundancia mentes) rendszer:

- egy elem meghibásodása a rendszer meghibásodásához vezet,
- a meghibásodások egymástól függetlenek,
- az elemek azonos fontosságúak,
- megbízhatóság számítása az $R(t)$ alapján célszerű (n db elem):

A → B

$$R_e(t) = R_1(t) \cdot R_2(t) \cdot \dots \cdot R_n(t) = \prod_{i=1}^n R_i(t)$$

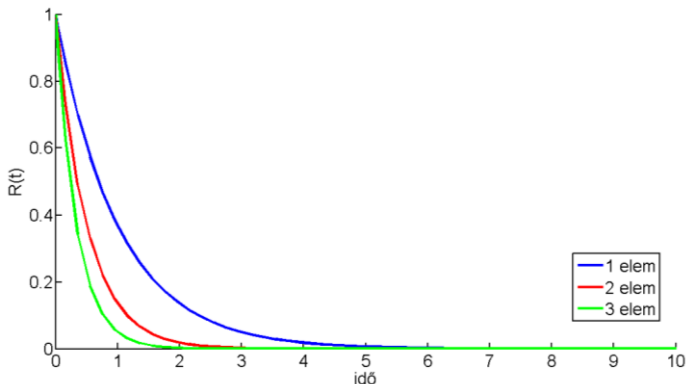
- ha minden elem exponenciális:

$$R_e(t) = \prod_{i=1}^n e^{-\lambda_i t} = e^{-\sum_{i=1}^n \lambda_i t} = e^{-\Lambda t} \quad \Lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i$$

$$T_0 = \frac{1}{\Lambda} = \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n} = \frac{1}{\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} + \dots + \frac{1}{T_n}}$$

ÖSSZETETT RENDSZEREK TÍPUSAI

Exponenciális elemekből álló soros rendszer megbízhatósági függvénye:



ÖSSZETETT RENDSZEREK TÍPUSAI

A megbízhatóság növelésének lehetőségei:

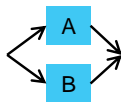
- meghibásodások számának csökkentése, soros rendszer megbízhatóbbá tétele:
 - kevés alkatrész,
 - kis λ értékek (jó minőségű alkatrészek),
 - csökkentett terhelés (derating),
 - azonos λ értékre törekvés.
- soros rendszer helyett redundáns rendszer alkalmazása.



ÖSSZETETT RENDSZEREK TÍPUSAI

Párhuzamos, melegtartalékolt rendszer:

- a rendszer működéséhez egy elem működése szükséges,
- alkatrész, részegység, készülék redundancia is lehet,
- hibafelismerő elem, kapcsolóelem esetenként szükséges,
- a tartalék állapota ismert, de energiát fogyaszt és öregszik,
- megbízhatóság számítása az $F(t)$ alapján célszerű (n db elem):



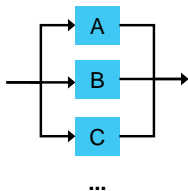
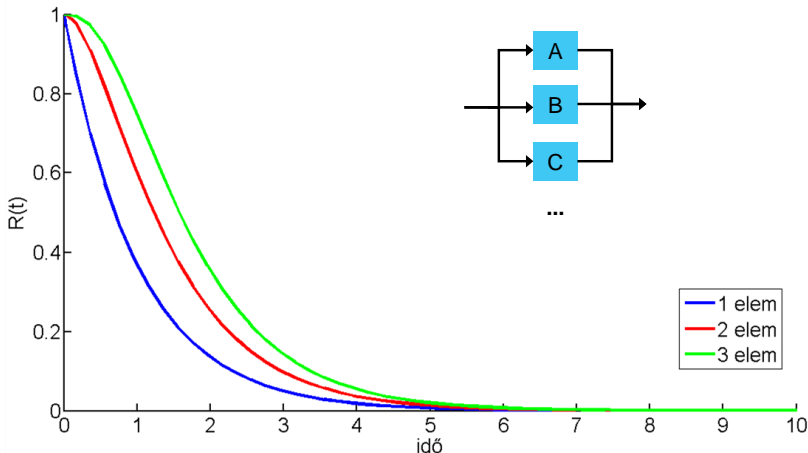
$$F_e(t) = F_1(t) \cdot F_2(t) \cdot \dots \cdot F_n(t) = \prod_{i=1}^n F_i(t)$$

- várható élettartam n db, egyforma elem esetén:

$$T_0 = \frac{1}{\lambda_i} \cdot \left(1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{n} \right) = T_i \cdot \left(1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{n} \right)$$

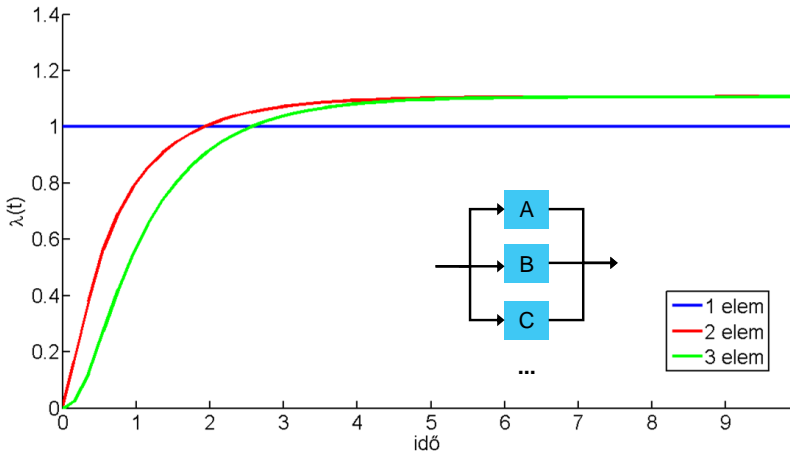
ÖSSZETETT RENDSZEREK TÍPUSAI

Exponenciális elemekből álló melegtartalékolt rendszer megbízhatósági függvénye:



ÖSSZETETT RENDSZEREK TÍPUSAI

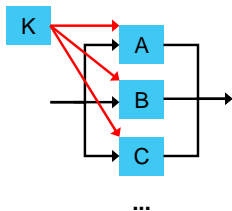
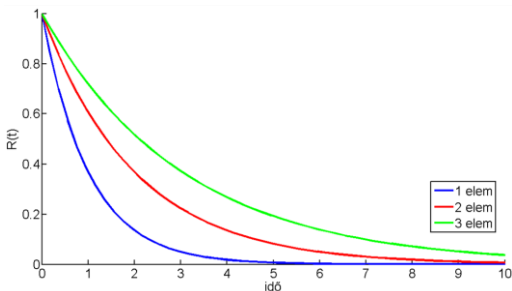
Exponenciális elemekből álló melegtartalékolt rendszer hibaráta függvénye:



ÖSSZETETT RENDSZEREK TÍPUSAI

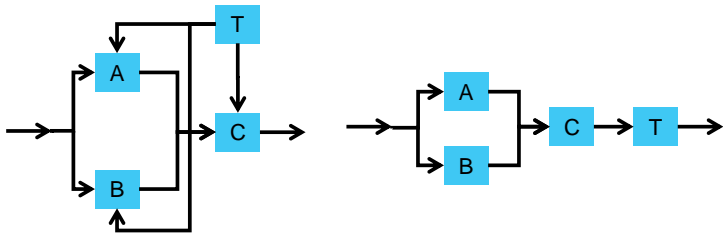
Párhuzamos, hidegtartalékolt rendszer:

- a rendszer működéséhez egy elem működése szükséges,
- a tartalékban lévő elem nincs bekapcsolva, nem fogyaszt energiát, nem hibásodhat meg,
- hibafelismerő-kapcsolóelemre van szükség,
- várható élettartam n azonos elem esetén: $T_0 = T_1 + T_2 + \dots + T_n = \sum_{i=1}^n T_i$
- megbízhatósági függvénye exponenciális elemek esetén:



ÖSSZETETT RENDSZEREK TÍPUSAI

Komplex rendszer megbízhatósági paramétereinek számítása:



$$R_e(t) = R_p(t) \cdot R_S(t) = [R_A(t) + R_B(t) - R_A(t) \cdot R_B(t)] R_C(t) \cdot R_T(t)$$

ÖSSZETETT RENDSZEREK TÍPUSAI

Egyéb, megbízhatóságot növelő megoldások:

- önteszt, automatikus hibadiagnózis, önellenőrző áramkörök, watch-dog áramkörök,
- többségi , majoritásos redundancia:
 - páratlan számú elemből áll,
 - szükséges egy nagy megbízhatóságú „döntéshozó” áramkör,
 - akkor ad helyes döntést, ha legalább $(n+1)/2$ elem működképes.



MEGBÍZHATÓSÁGI ANALÍZIS MENETE

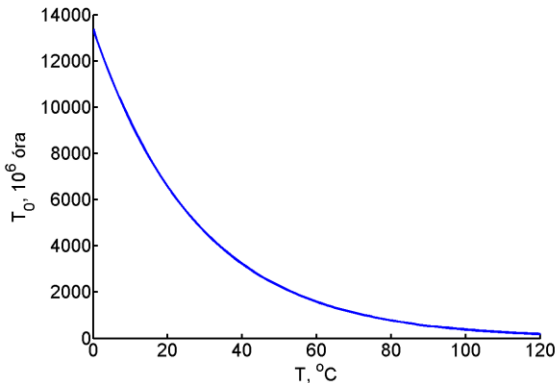
1. A készülékben lévő elemek megbízhatósági modelljének meghatározása:
 - szabvány alapján,
 - mérés segítségével,
 - (modellezéssel),
2. készülék megbízhatósági modelljének felállítása az elemek közötti kapcsolatok alapján,
3. bemenő paraméterek megadása után szimuláció(k) futtatása:
 - élettartam meghatározása,
 - hibamód és hibahatás analízis,
 - karbantartás analízis,
 - megbízhatóság növelése:
 - derating,
 - wors case (tolerancia) analízis,
 - hőmérséklet hatásának vizsgálata,
 - gyenge pontok felderítése.



MEGBÍZHATÓSÁGI ANALÍZIS, PÉLDÁK

Alkatrészek vizsgálata:

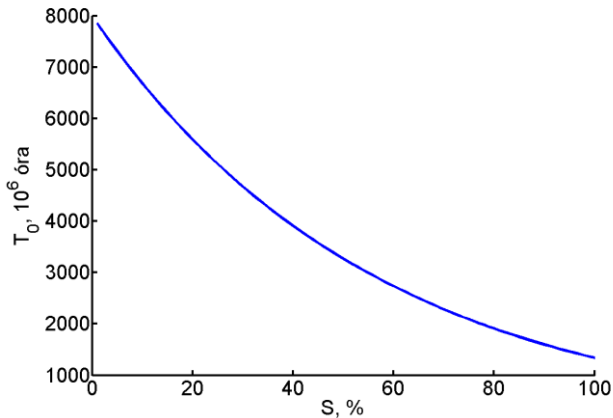
0408 méretkódú ellenállás várható élettartama, a hőmérséklet hatása



MEGBÍZHATÓSÁGI ANALÍZIS, PÉLDÁK

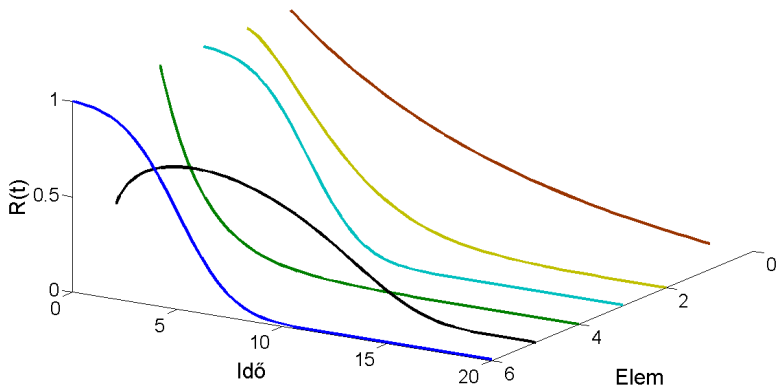
Alkatrészek vizsgálata:

0408 méretkódú ellenállás várható élettartama, a terhelés hatása



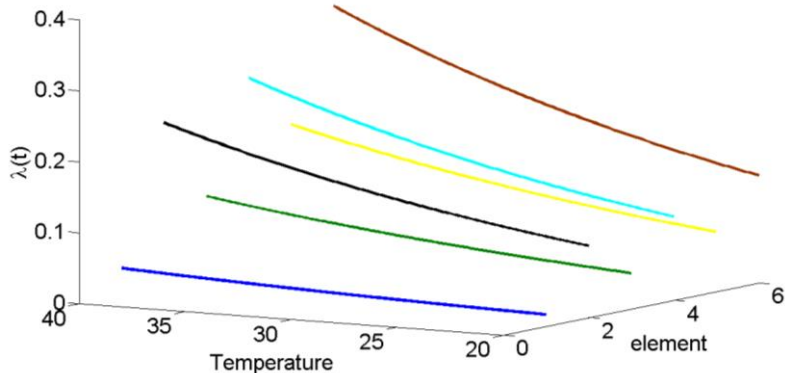
MEGBÍZHATÓSÁGI ANALÍZIS, PÉLDÁK

Vegyes rendszer vizsgálata:
elemek $R(t)$ függvényei



MEGBÍZHATÓSÁGI ANALÍZIS, PÉLDÁK

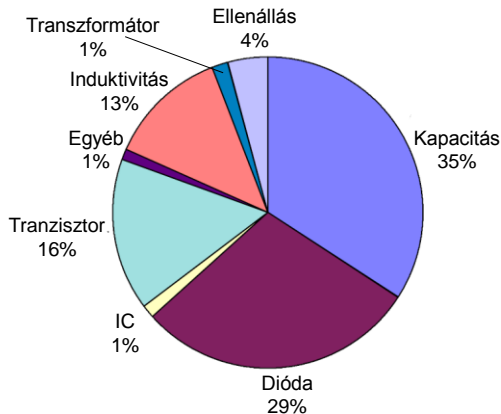
Vegyes rendszer vizsgálata:
elemek $\lambda(T)$ függvényei



MEGBÍZHATÓSÁGI ANALÍZIS, PÉLDÁK

Vegyes rendszer vizsgálata:

az egyes alkatrészcsoportok „hozzájárulása a meghibásodási függvényhez”
(ipari kivitelű kapcsolóüzemű tápegység példáján)



ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Adja meg a megbízhatóság definícióját!
2. Sorolja fel a megbízhatóság legfontosabb mutatóit! Ezen mutatók közül melyik az, amelyet közvetlenül mérni tudunk?
3. Megbízhatósági szempontból hogyan lehet csoportosítani az elektronikai alkatrészeket? Adja meg az egyes csoportok jellemzőit is!
4. Milyen módszerekkel lehet meghatározni az alkatrészek hazardfüggvényét? Melyik módszer elterjedtebb a gyakorlatban?
5. Melyek azok a paraméterek, amelyek leginkább befolyással vannak az elektronikai alkatrészek élettartamára (megbízhatósági mutatóira)?
6. A készülékek megbízhatósági modelljének milyen grafikus ábrázolási módszerei léteznek? Mi a fő különbség ezek között?
7. Milyen alapstruktúrák fordulhatnak elő a készülékek megbízhatósági modelljében?
8. Soros rendszer megbízhatósági jellemzői, a megbízhatóság növelésének módszerei.
9. Melegtartalékolt rendszer megbízhatósági jellemzői. Hogyan érdemes üzemeltetni egy melegtartalékolt rendszert?
10. Hidegtartalékolt rendszer megbízhatósági jellemzői. Mi a hidegtartalékolt rendszer legfontosabb hátránya (megbízhatósági szempont!)?
11. Mi a megbízhatósági modellezés-analízis szerepe, célja?

Six Sigma módszertan bemutatása gyakorlati alkalmazása félvezető gyártásban

Infineon Technologies Cegléd Kft
Cegléd, Ipartelepi út 3
2013.10.28



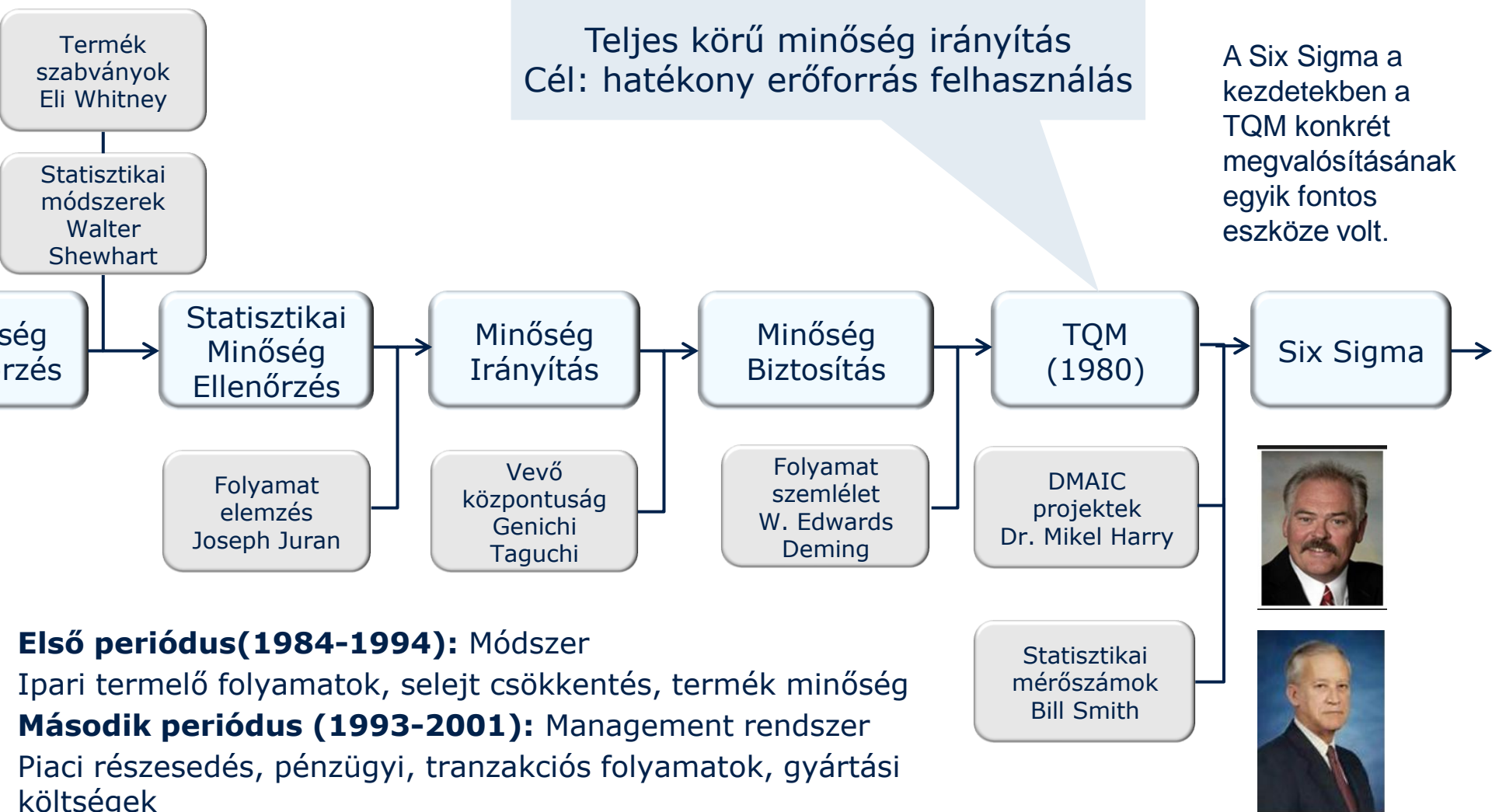
Six Sigma

- Six Sigma (6σ) módszer olyan, **strukturált** minőségjavító program mely **adat és tényeket** használ a folyamatok, termékek fejlesztésére.
- A Vállalatok melyek Six Sigmát használnak a termék minőség és folyamat hatékonyság javítására.



Kérdés

Minőség rövid története



A Six Sigma a kezdetekben a TQM konkrét megvalósításának egyik fontos eszköze volt.



1988
Malcolm
Baldrige díj



Első periódus(1984-1994): Módszer

Ipari termelő folyamatok, selejt csökkentés, termék minőség

Második periódus (1993-2001): Management rendszer

Piaci részesedés, pénzügyi, tranzakciós folyamatok, gyártási költségek

Harmadik periódus (2001 -):

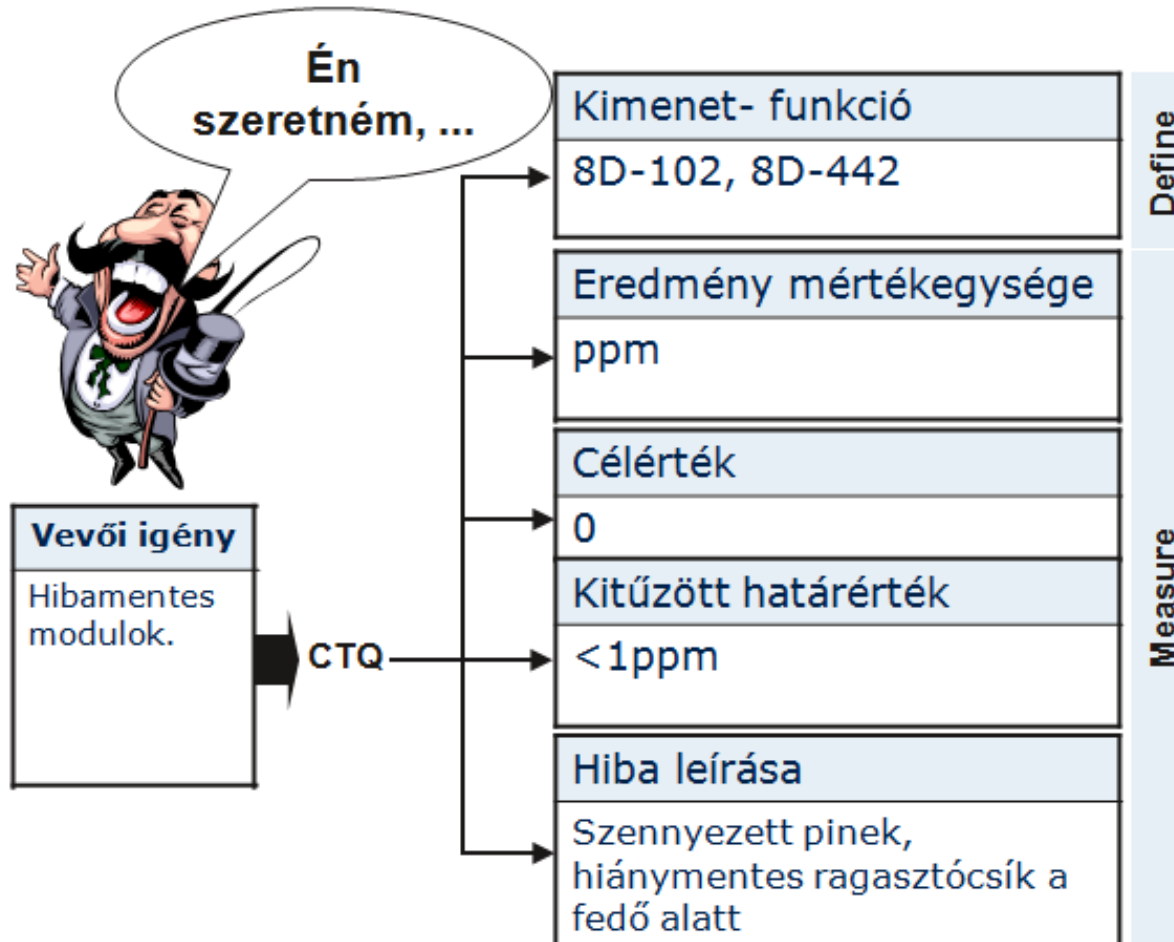
Értékteremtés, Lean koncepció hatása

Six Sigma

- **Minőségi irányzat** mely hangsúlyt fektet az vevő igényeinek kielégítésére és a profitra. CtQ „Critical to Quality” faktorok határozzák meg a fókusz területünket.
- **Mérőszámot** használ a termék és folyamatminőség méréséhez. Statisztikai mértékegysége a folyamatképességnek a ppm (3.4ppm – 99.99966% jó). Továbbfejlesztett mérőszám a DPMO (egy millió hibalehetőségre eső hibák számát).
- **Speciális eszkörendszer** folyamatokat a kívánt cél irányba segítse. Statisztikai módszerek és „lágy-soft” módszerek
- **Módszer** a technikai, üzleti folyamatoknak folyamatos fejlesztésére és a terméknek hibák csökkentésére.

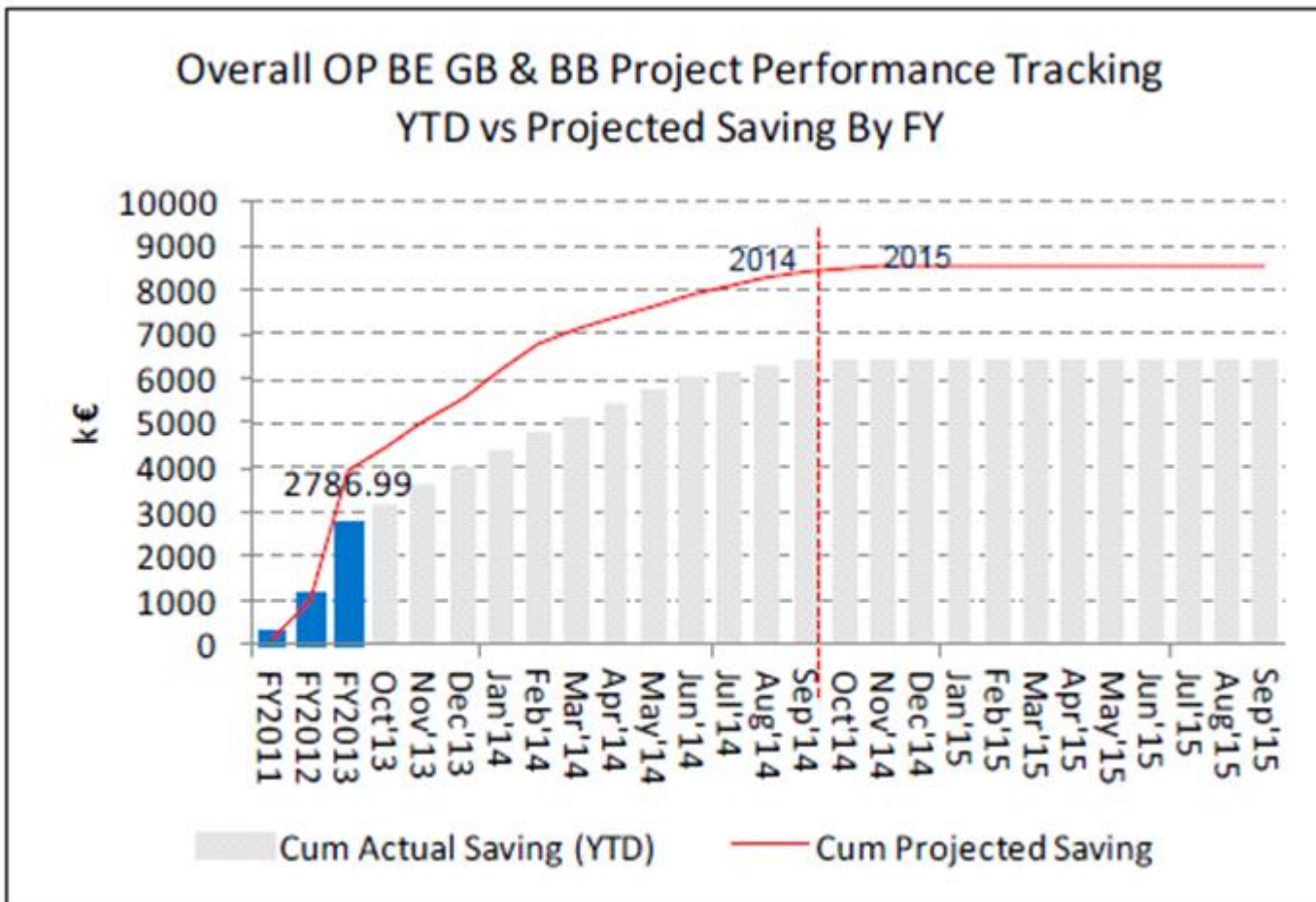
Kérdés

Vevő hangja (VOC) - Six sigma



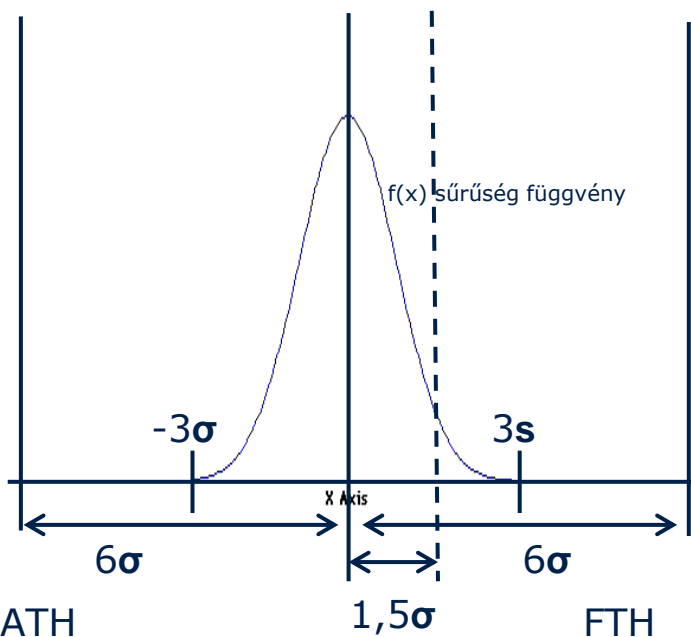
Profit - Six Sigma

- Hat Sigma minőségügyi tevékenységet pénzben mérik, mivel fő célja a profitszerzés, a hatékonyság növelése.



Mérőszám - Six Sigma

- Six sigma minőség azt jelenti, hogy a folyamat- vagy termékparaméter szórása 12-szer fér bele a tűrésmezőbe, és a folyamat beállításának eltolódása nem nagyobb, mint a tűrésmező nyolcada.



Bill Smith

| Sigma képesség (Z) | Rövid távú $C_{pk} = C_p$ | ppm /DPMO | Sigma (eltolódás 1,5σ-val) | Hosszú távú C_{pk} | ppm /DPMO | Selejt % | Kihozatal % |
|--------------------|---------------------------|-----------|----------------------------|----------------------|-----------|-----------|-------------|
| 1 | 0,33 | | -0,5 | -0,17 | 691462 | 69% | 31% |
| 1,5 | 0,5 | 133614 | 0 | 0 | 500000 | 50% | 50% |
| 2 | 0,67 | 45500 | 0,5 | 0,17 | 308537 | 31% | 69% |
| 2,5 | 0,83 | 12420 | 1 | 0,33 | 158655 | 16% | 84% |
| 3 | 1 | 2700 | 1,5 | 0,5 | 66807 | 6,7% | 93,30% |
| 3,5 | 1,17 | 466 | 2 | 0,67 | 22750 | 2,3% | 97,70% |
| 4 | 1,33 | 64 | 2,5 | 0,83 | 6210 | 0,62% | 99,38% |
| 4,5 | 1,5 | 6,8 | 3 | 1 | 1350 | 0,14% | 9986,50% |
| 5 | 1,67 | 0,58 | 3,5 | 1,17 | 233 | 0,023% | 99,977% |
| 5,5 | 1,83 | 0,038 | 4 | 1,33 | 32 | 0,003% | 99,9965% |
| 6 | 2 | 0,002 | 4,5 | 1,5 | 3,4 | 0,00034% | 99,99966% |
| 7 | 2,33 | | 5,5 | 1,67 | 0,019 | 0,000002% | 99,999998% |

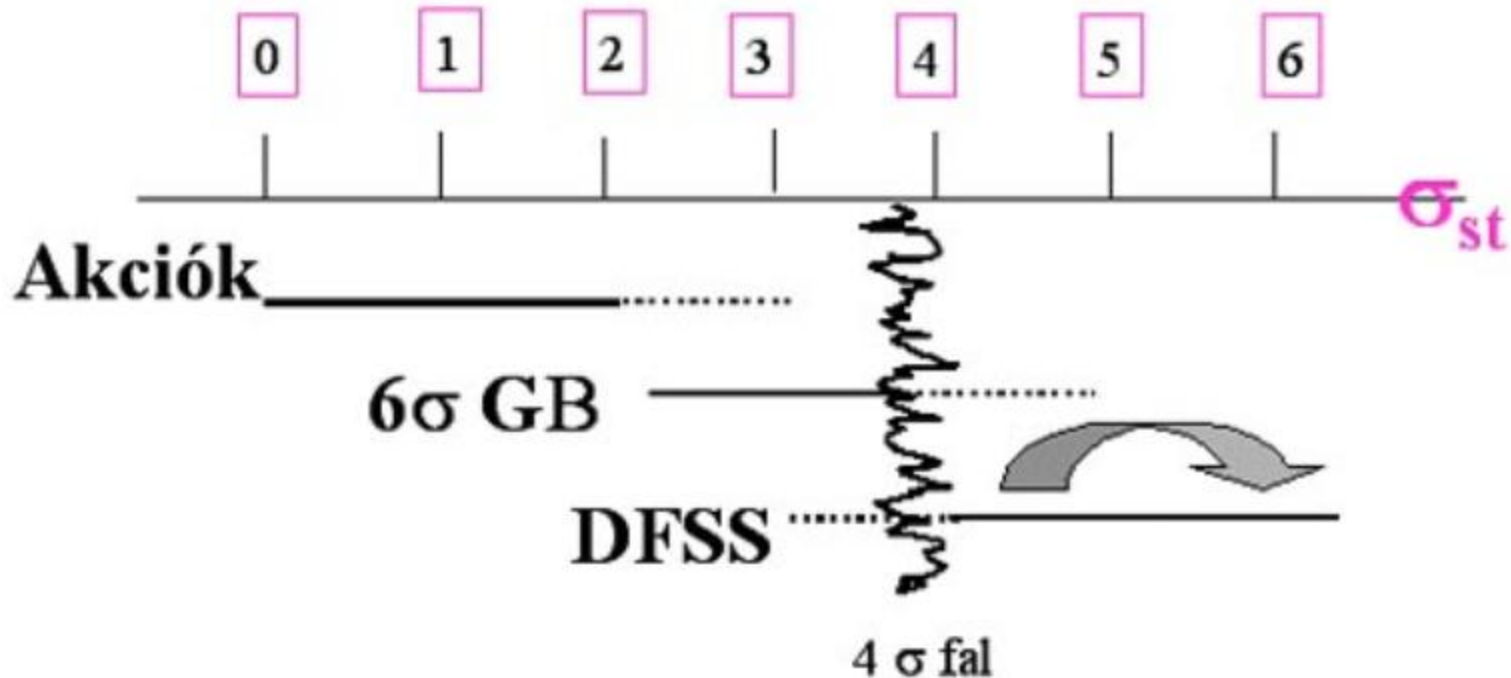
- $C_p = \frac{FTH - ATH}{6s}$;

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

- $C_{pk} = \min\left(\frac{FTH - \bar{x}}{3s}, \frac{\bar{x} - ATH}{3s}\right)$

Kérdés

Mérőszám- Six sigma



- Akciókkal megszüntetjük a hibaforrásokat (eszköz: pareto)
- 6σ: DMAIC a megfelelő eszköz esetén a folyamat fejlesztésére
- DFSS esetén a minőséget beletervezzük a termékbe

Eszköz gyűjtemény – Six sigma

| | D | M | A | I | C | | D | M | A | I | C | | D | M | A | I | C | |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|----------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Analyze the potential problems | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Frequency distribution | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Process capability analysis | | <input type="radio"/> | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Best Practices/Best in Class | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Histogram | | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Process mapping | | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Box Plot | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Hypothesis test | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | | Process benchmark | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Brain writing | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Intangible income | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Process sigma | | <input type="radio"/> | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Brain storming | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Implementation plan | | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Process variation | | <input type="radio"/> | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Control charts | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Ishikawa Diagram | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Process capability | | <input type="radio"/> | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| CTQ (<i>Critical to Quality</i>) | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | | | | Kano Model | <input type="radio"/> | | | | | | Process-Management-Diagram | | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Data analyze | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Control / Influence Matrix | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | QFD-Matrix | | <input type="radio"/> | | | |
| Data collection plan | | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | | <input type="radio"/> | Control Diagram | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Response plan | | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5 why | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Correlation analysis | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | | Control chart | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| DOE (<i>Design of Experiments</i>) | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Benefit / Cost ratio | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Roll-out plan | | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Document of the new process | | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Criteria-based matrix | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | | Segmentation / Stratification | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | |
| Dot Plot | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Material yield | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | SIPOC | | <input checked="" type="radio"/> | | | |
| Drilldown Tree | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Moment of Truth | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | | Shall plan | | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Experiences from the project | | | | | <input type="radio"/> | MSA (<i>Measure system analyze</i>) | | <input checked="" type="radio"/> | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Scatter plot | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Creating models / Simulations | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Multi-Vari Diagram | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Team charter | | <input checked="" type="radio"/> | | | |
| Income / Benefits of the project | | | | | <input type="radio"/> | Nature of work | | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | | Handover protocol | | | | | <input type="radio"/> |
| Fault protection | | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Normal distribution | | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Transferability of the solution | | | | | <input type="radio"/> |
| Flow chart | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Pareto Diagram | <input checked="" type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | VOC (<i>Voice of Customer</i>) | | <input checked="" type="radio"/> | | | |
| FMEA | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Pilot test | | | | <input type="radio"/> | | | VOC Translation Matrix | | <input type="radio"/> | | | |

Used in the project

Current applications of the tool

T6s + Lean

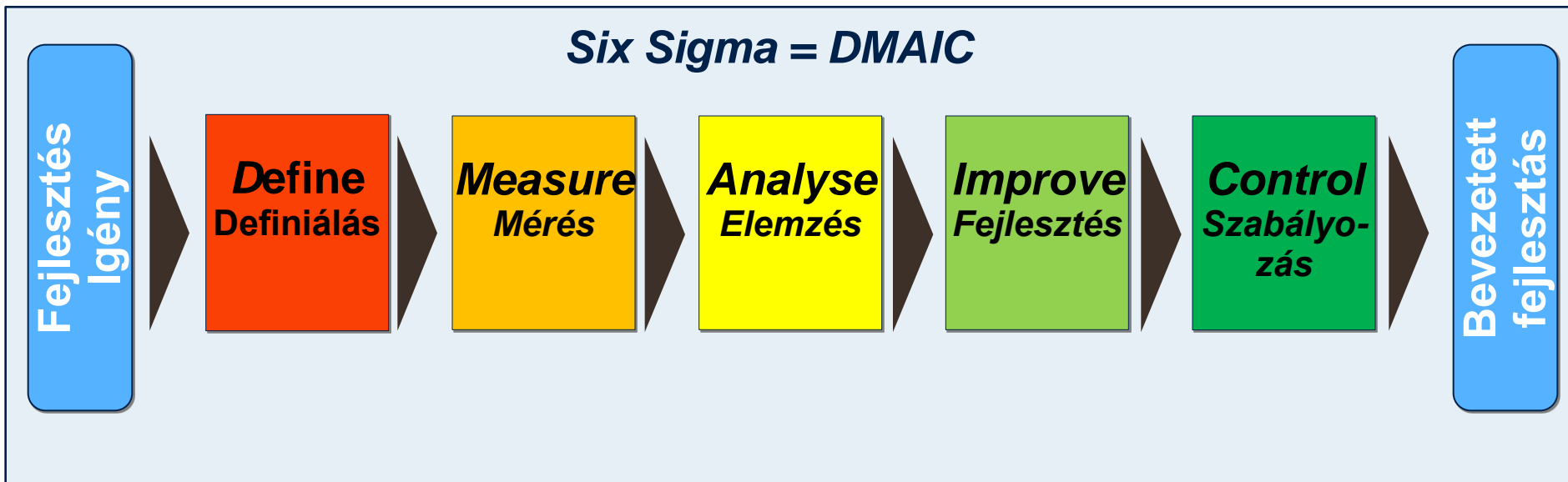


The training agenda covers a wide range of well known tools

| Block I | | Block II | | |
|--|---|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ 5 Why ■ Priority Analysis ■ SWOT Analysis ■ Product Tree Analysis ■ Is / Is not ■ Fault Tree Analysis ■ SolutionWise ■ RiskWise ■ Moderation ■ Team communication ■ Meetings ■ Conflict management ■ Creativity Techniques | <ul style="list-style-type: none"> ■ Voice of Customer (VoC) ■ Stakeholder Analysis ■ Component Factor Stakeholder Analysis ■ Critical to Quality(CtQ) ■ Kano ■ QFD ■ Problem statement ■ SIPOC ■ Affinity Diagram ■ Problem clarification ■ Project Charter ■ Profitability ■ Matrix Analysis ■ Cause & Effect Analysis (Fishbone) ■ FMEA | <ul style="list-style-type: none"> ■ Process analysis ■ Process/Project Management ■ Process Model ■ Roles in Process Management ■ Process Mapping ■ Process description ■ Process capability ■ Process variation ■ Control Plan ■ SPC ■ Control charts ■ Yield ■ CpK ■ Process Sigma ■ Operational Characteristic ■ Process Audit ■ Hypothesis testing ■ DoE | <ul style="list-style-type: none"> ■ Project planning ■ Pareto Diagram ■ Sampling ■ Data collection ■ MSA / Gage R&R ■ Visual data analysis ■ Time series plot ■ Control Charts ■ Histogram ■ Box Plots ■ Scatter Plots ■ Statistics ■ Data transformation ■ Multi-Vari Study ■ ANOVA ■ Correlation / regression ■ Tolerance Analysis and Simulation | <ul style="list-style-type: none"> ■ Value Stream Mapping ■ Customer value ■ Work Flow Diagram ■ Kaizen ■ Line Levelling ■ 5S ■ Kanban ■ Pull ■ Poka-Yoke ■ Takt Time ■ SMED (Single Minute Exchange of Die) ■ 7 Wastes ■ Cycle time ■ Tooling time ■ Bottleneck analysis ■ Rework rate ■ Total productive maintenance ■ Flow factor |

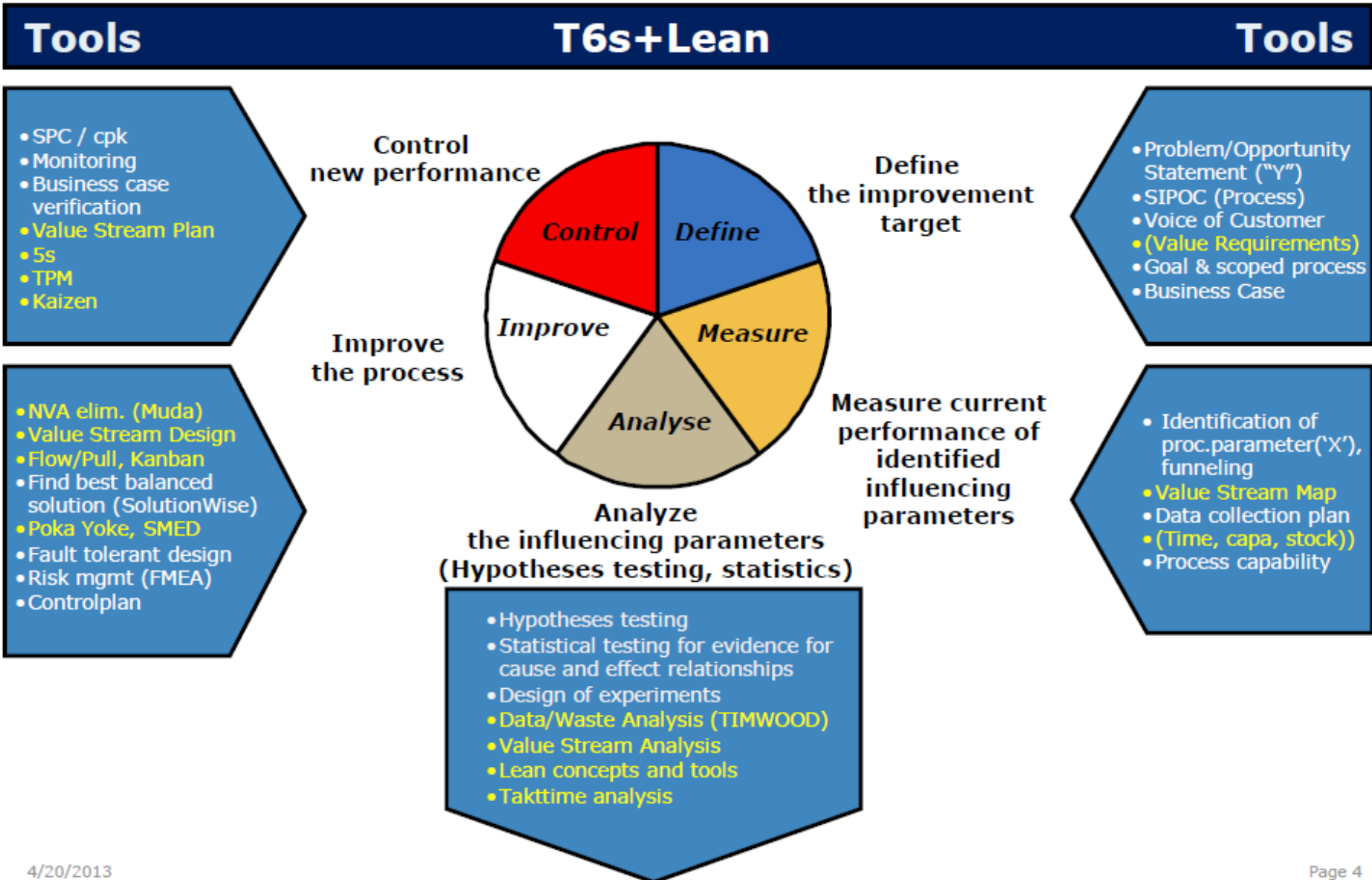
Tools in **bold** = most frequently used tools

Módszer – Six sigma



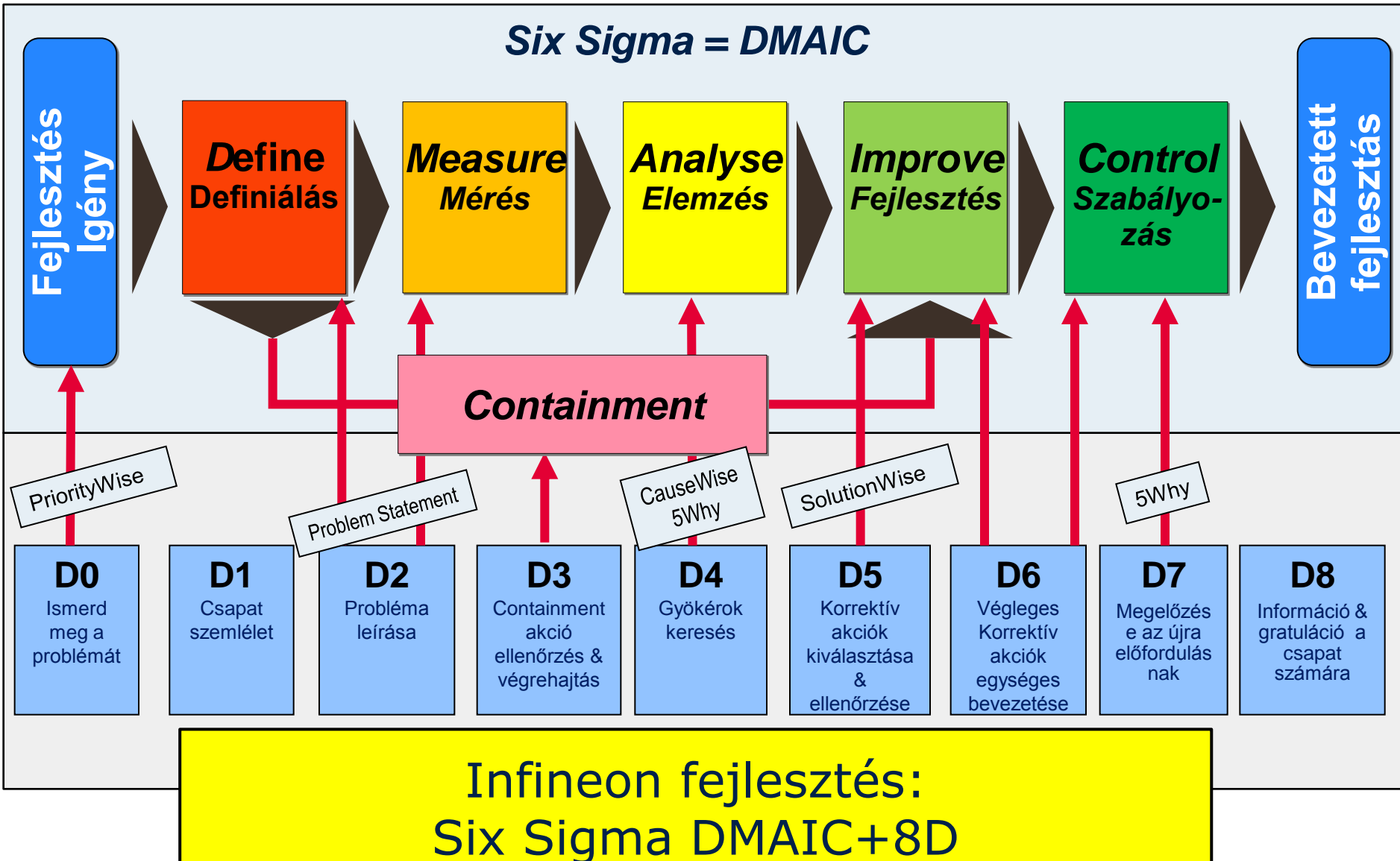
Kérdés

Módszer – Six sigma



DMAIC és 8D azonos logikát szisztémát követ a problémamegoldás folyamán.

Six Sigma = DMAIC



Six Sigma

■ Program stratégia.

- Stratégia: Fókuszban a vállalat nyeresége!
 - 1. Ellenőrizni mit kell tenni, a vállalat stratégia támogatásához. (pl. belső erőfeszítés és selejt csökkentése)
 - és
 - 2. Kiválasztott megközelítés, hozzárendelése a képes erőforráshoz.

Six Sigma
Stratégia

Six Sigma

■ Problémamegoldás alapismerete.

Six Sigma
Stratégia

Folyamat
Jellemzés

■ Javító tevékenység két fő fázisa:

- 1. Változtatási igény azonosítása, megfogalmazása a tényekre és adatokra alapozva.

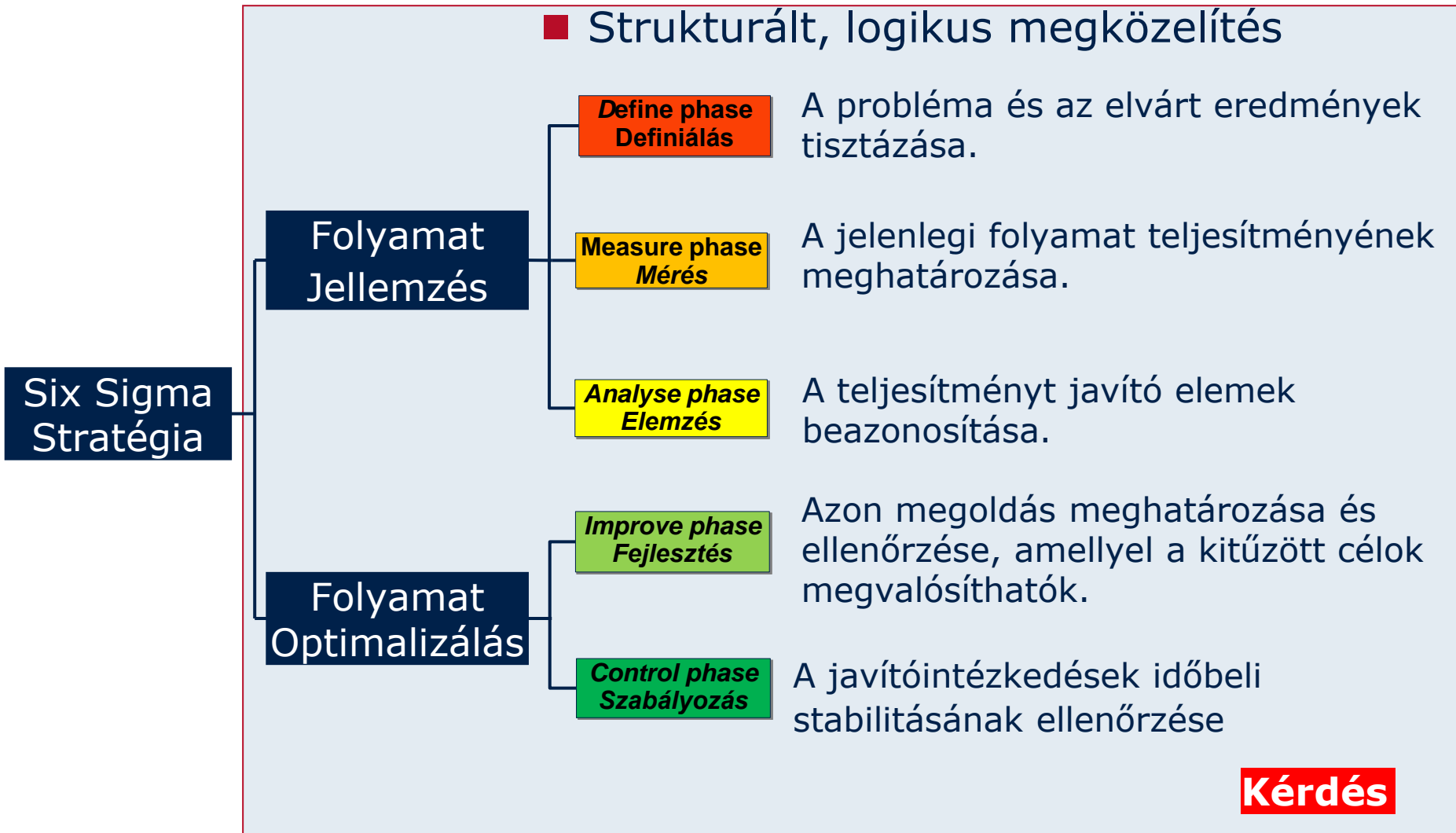
és:

Folyamat
Optimalizálás

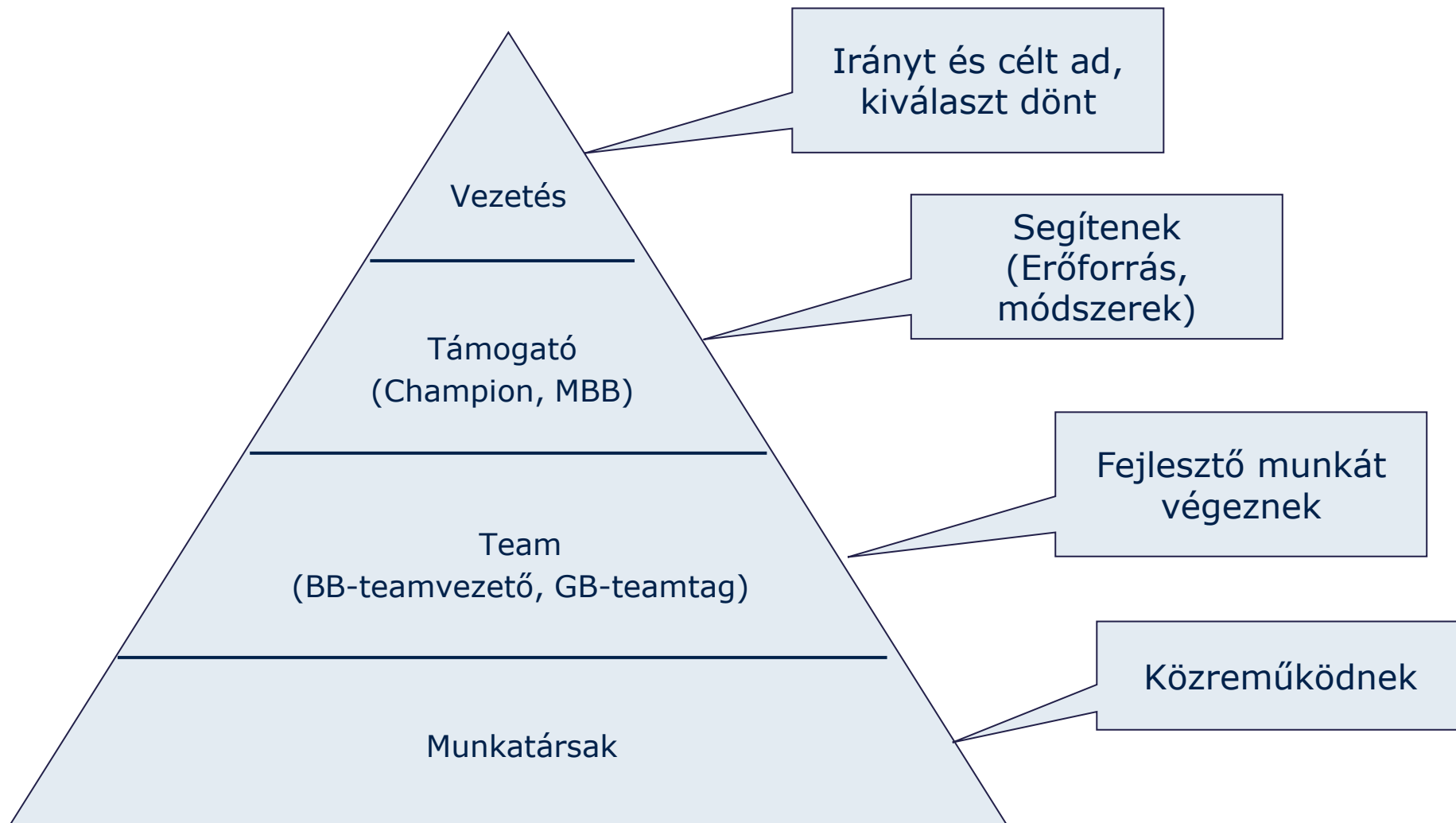
- 2. Megoldások kidolgozása a folyamatok fejlesztése.

Six Sigma

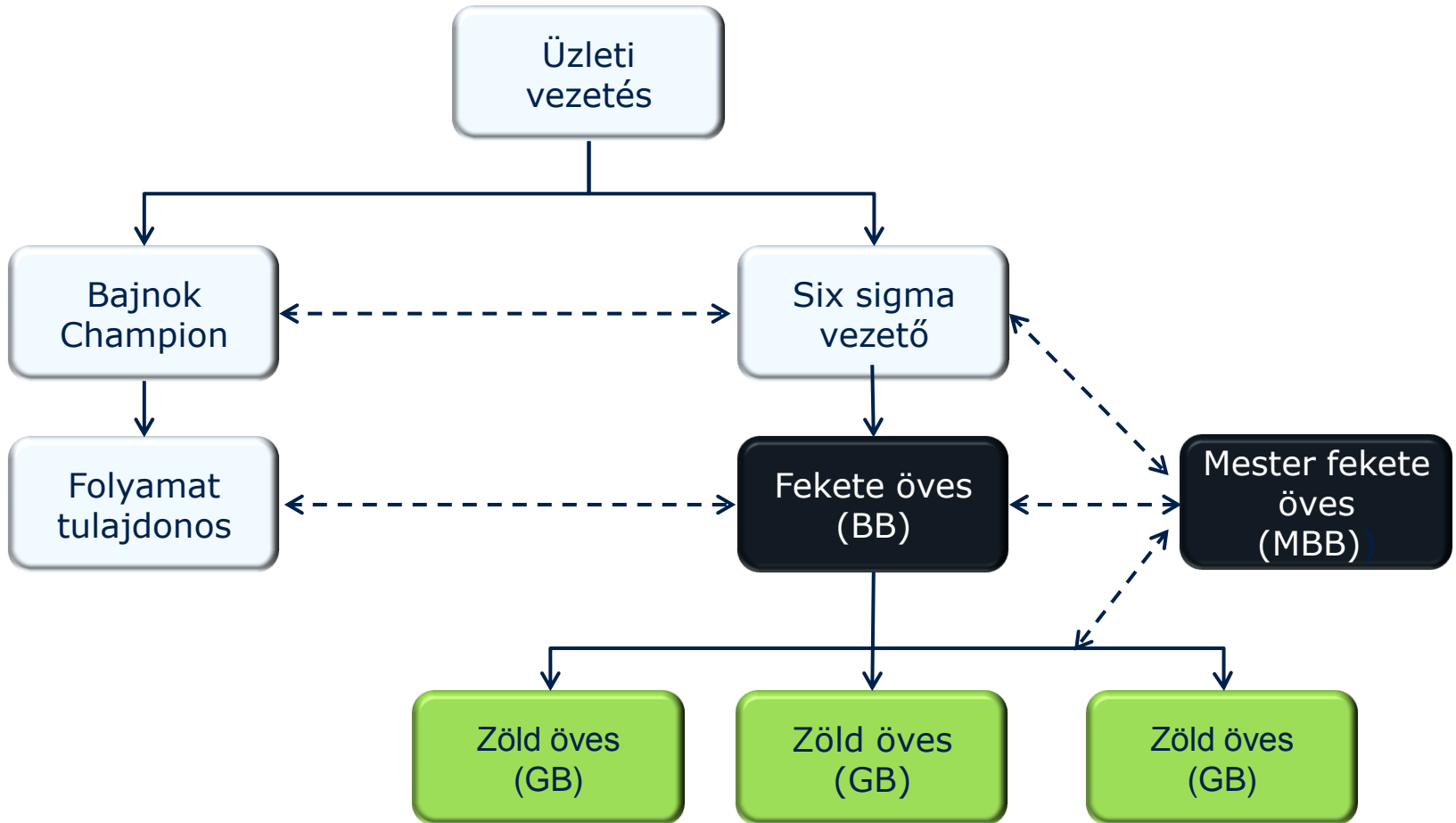
■ Problémamegoldás alapismerete.



Six Sigma szervezet



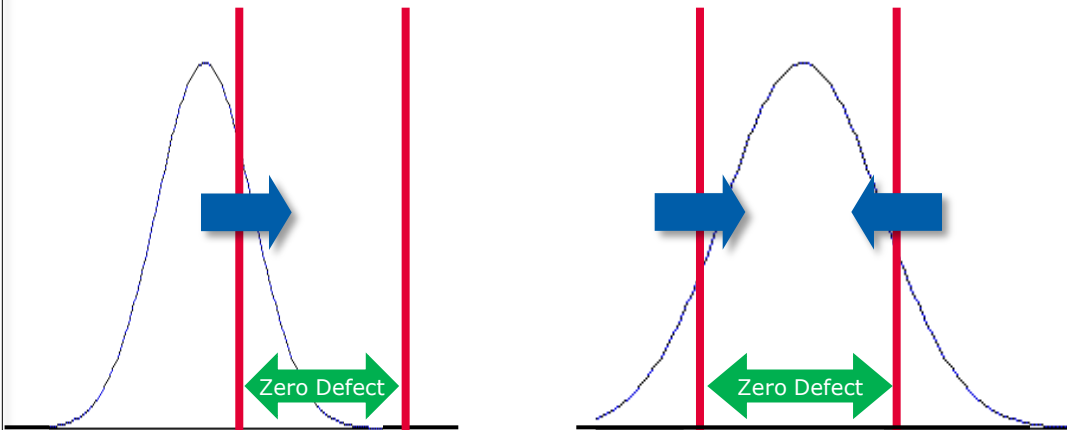
Six sigma a szervezetben



Kérdés

A különböző típusú problémák különböző akciókat követelnek meg

Common Cause

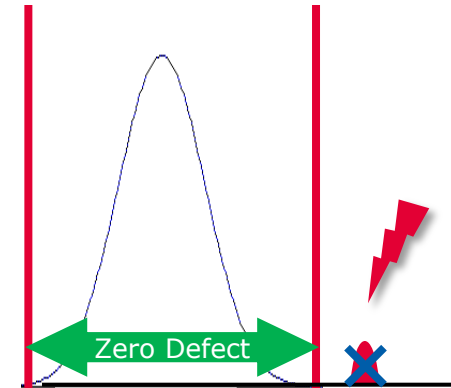


Folyamat
központosítás

Ingadozás
csökkentése

Six Sigma

Special Cause



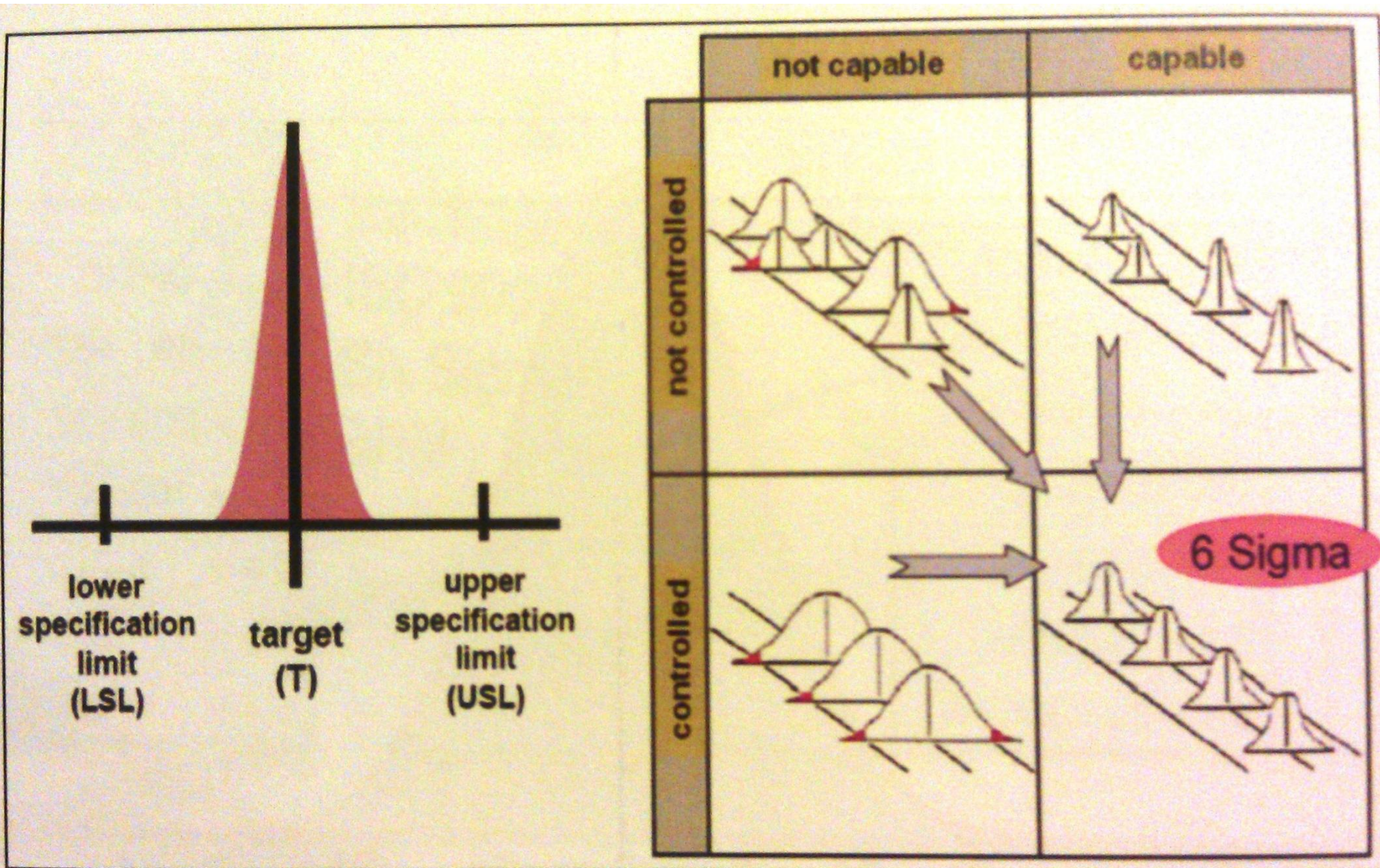
Eltérés kiiktatása

8D
Problem Solving

&

Folyamat fejlesztése → Thinking 6Sigma az Infineonnál

Folyamat stabilizálás Six Sigma teljesítményre



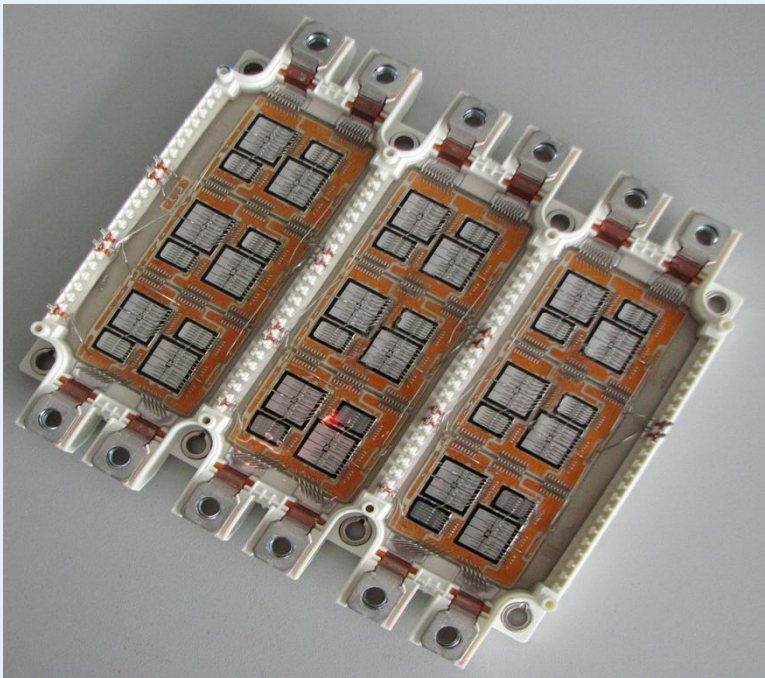
Six Sigma

| | | | | | | |
|-----|---------------|---------------|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------|-----|
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| ... | 5S | Brainstorming | Minitab | Min. sample size | p Value | ... |
| ... | Cause& Effect | Business Case | Ceda | MSA | Confidence level | ... |
| ... | FTA | KPI | Champion | Gage R&R | Confidence interval | ... |
| ... | Is / Is Not | PDCA | 6 σ Black belt | SPC | 1-Sample T-test | ... |
| ... | Ishikawa | TQM | 6 σ Green belt | DoE | Chi ² -test | ... |
| ... | 8D | LEAN | 6σ | DFSS | F-test | ... |
| ... | DPMO | Cp/Cpk | DMAIC | VOC | 2-Sample T -Test | ... |
| ... | ppm | Pp/Ppk | CTQ | QFD | Levene Test | ... |
| ... | Yield | Z value | Team Charter | FMEA | Bartlett Test | ... |
| ... | 3x5why | Mean | SIPOC | Benchmarking | 1-Way Anova | ... |
| ... | 4M+E | Median | Kano model | Z-value | Paired t-Test | ... |
| ... | 5M+E | USL, LSL | SWOT analysis | H ₀ null hypothesis | 1-Sample Z-test | ... |
| ... | LEAN | UCL, LCL | G.R.P.I. | H _A alternative hypothesis | Turkey fast test | ... |
| ... | MUDA | Boxplot | ISO/TS 16949 | Alpha error (typ I) | Wilcoxon test | ... |
| ... | TIMWOOD | Poka Yoke | ISO 9001 | Beta error (typ II) | 2-Sample Z -Test | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

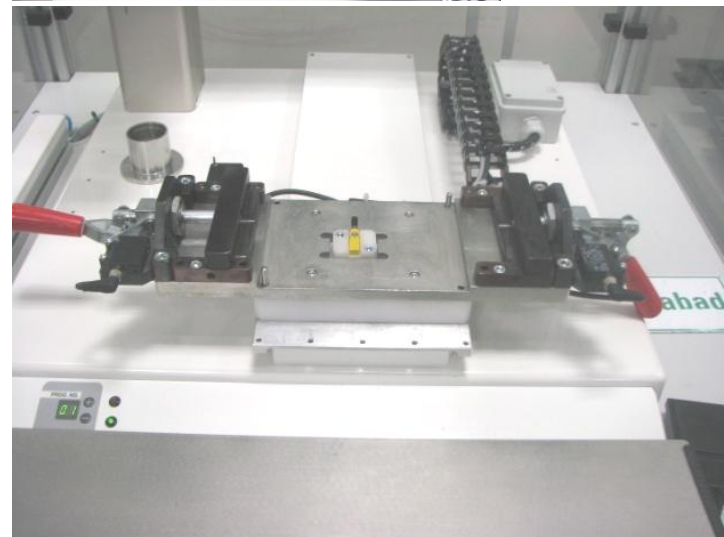
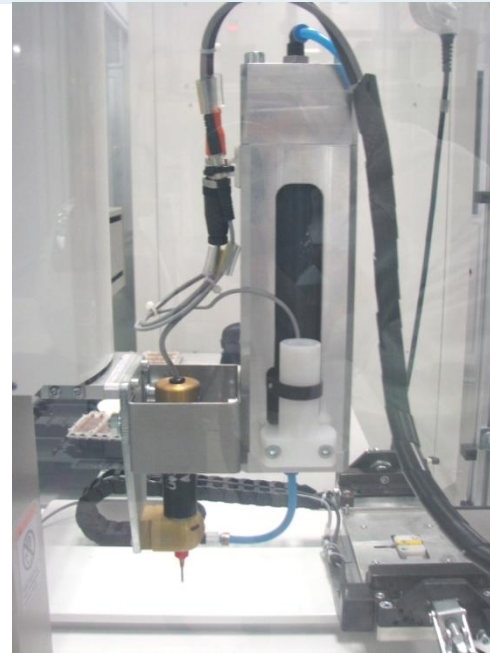
GB

Six Sigma Project

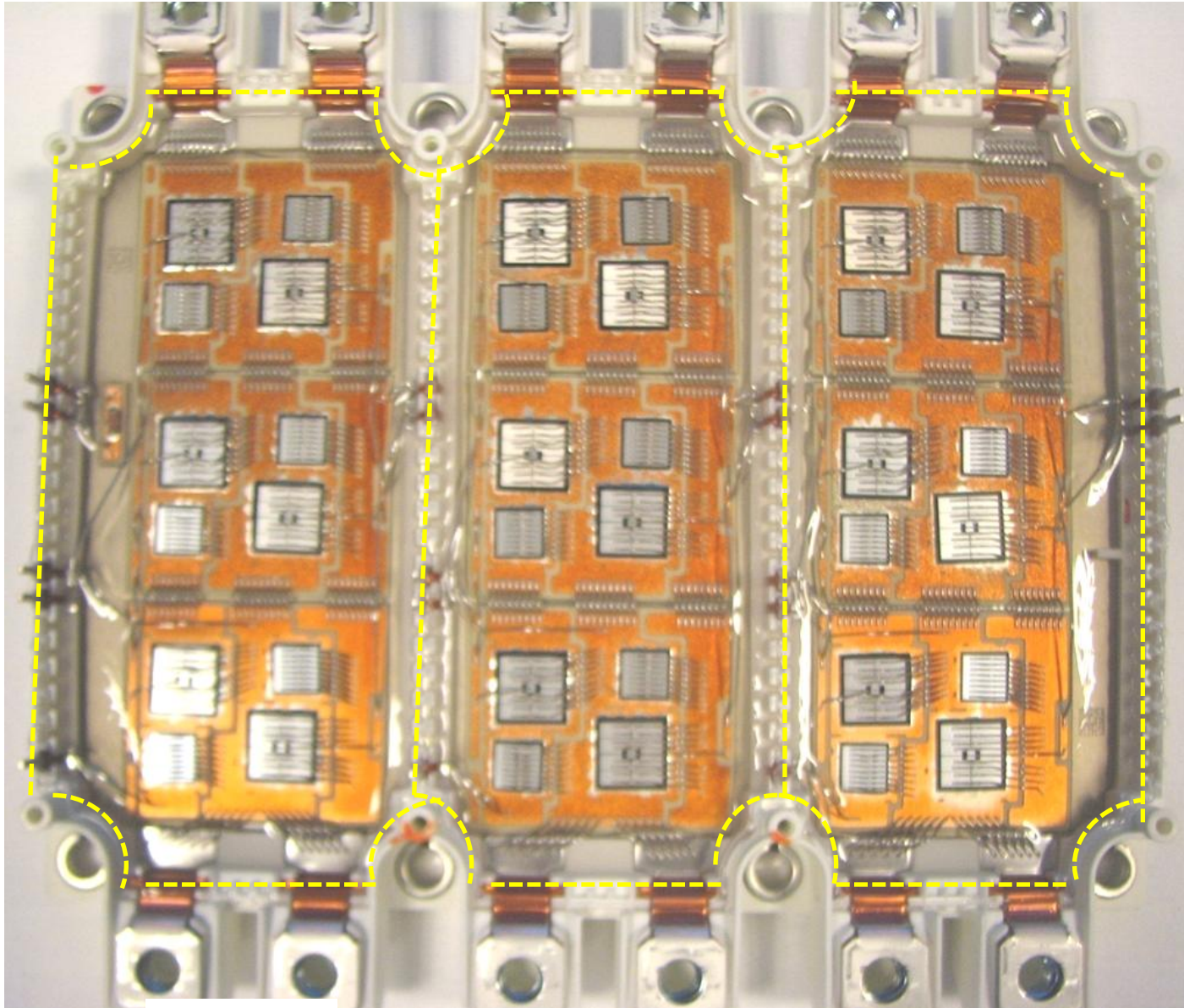
Lid gluing failures Econo Pack+



Never stop thinking



Glue line



- Final customer **ABB**
- Econo Linemanager (Management) 

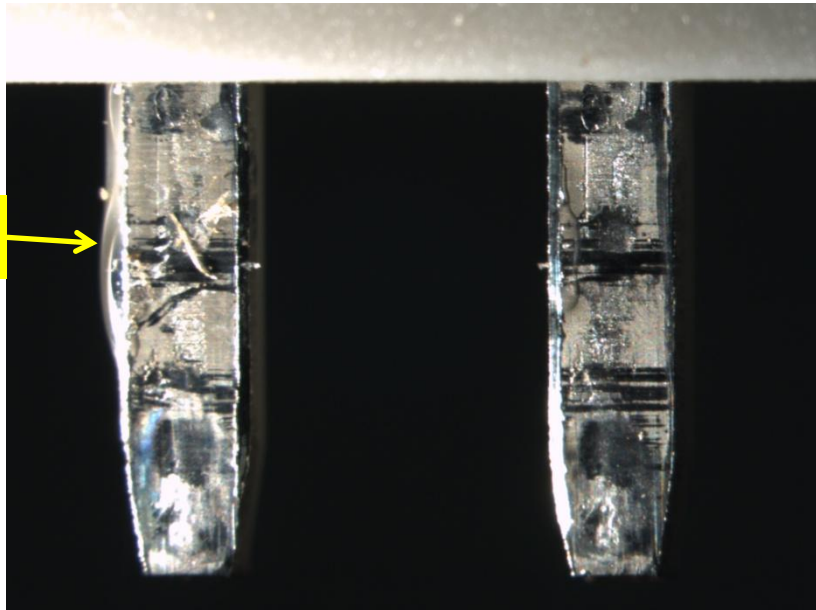
Definiálás / Define / Definieren

Vevő hangja (VOC)-Vevő elvárása

ABB

(külső vevő)

- ragasztómentes pinek (8D-102)
- hiánymentes ragasztócsík a fedő alatt (8D-442)
- megemelkedett fedő mentes termék



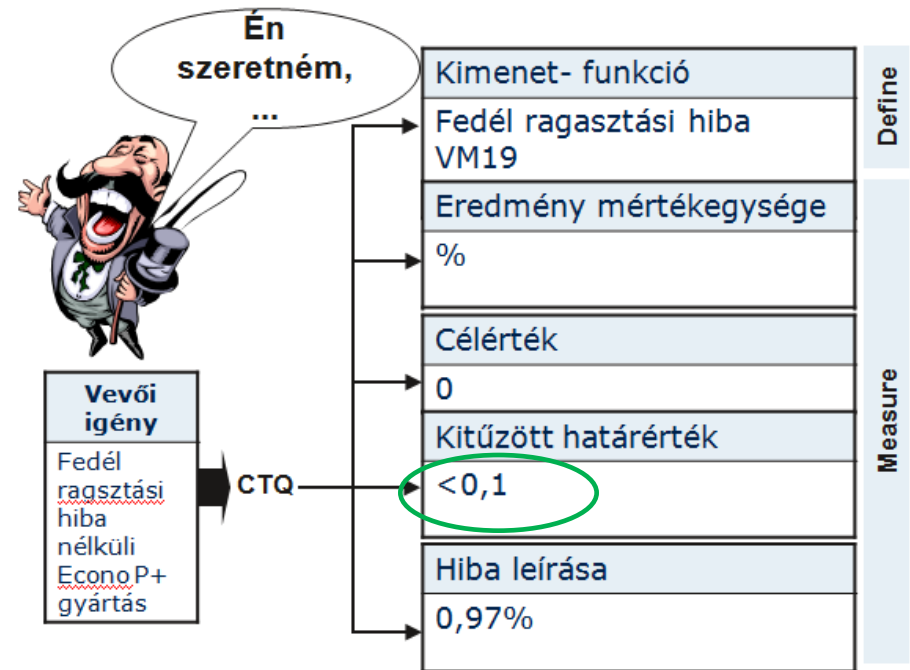
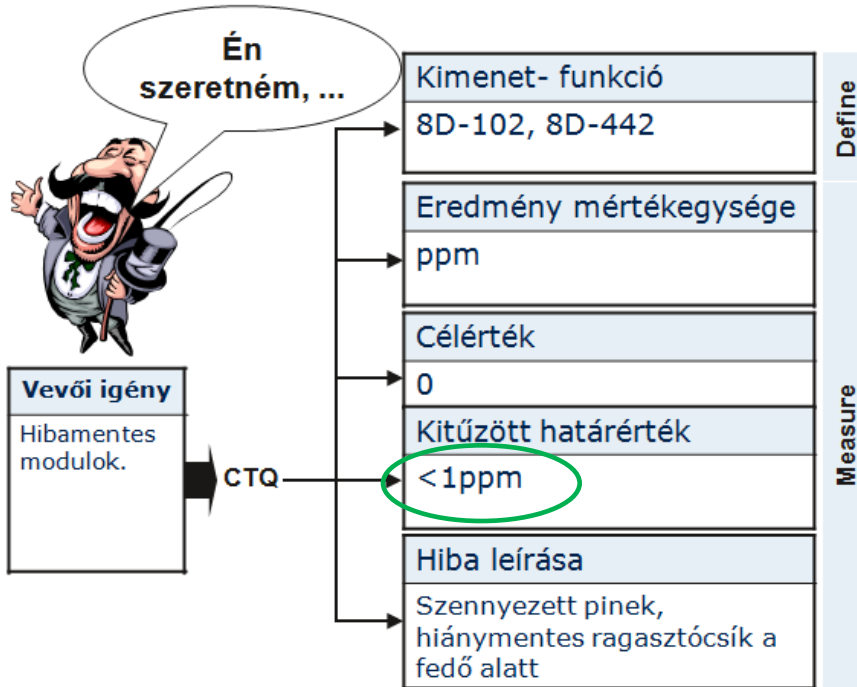
8D-102: Glue contamination

8D-442: No missing glue below the lid

Definiálás / Define / Definieren

Define the CTQ (y) from the VOC

- CTQ - (Critical to Quality) –Vevői igények és kitűzött célok



Definiálás / Define / Definieren

Magas szintű folyamat térkép

-SIPOC-

| S | I | P | O | C |
|--|--|--|---|-----------------------|
| Suppliers | Inputs | rocess | Outputs | Customers |
| Fm VHK Production | Glue dispenser Glueing spider Gel filled module Work instruction | Place module into gluing machine onto the baseplate" | position direction | Glue line application |
| Production Fm Semic Plant maintenance | Fixed module Glue machine Glue Compressed air pressure Process parameter sheet | Application of glue line onto frame | Module with applied glue line on the frame | Visual inspection |
| Production | Glued module Operator Work Instruction. | Inspection of glue line | bubble free glue line quantity of glue continuous glue line position | Lid attachment |
| | | | | |

SIPOC diagram: egy magas szintű folyamat térkép, mely segítségével azonosíthatóak a fejlesztendő üzleti folyamatok.
 Alkalmazási területe: fejlesztés tárgyáról az alapvető információk összegyűjtése.
 Cél: a bemenetek és kimenetek meghatározása.

Kérdés

A Definíciós fázis célja a project elindítása, eredménye a projekt alapokmány.

- Melyben röviden vázoltuk az üzleti helyzetet.
- Kitűztük az elsődleges célokat.
- Meghatároztuk a működési területet.
- Kiválasztottuk a csapat tagjait
- Meghatároztunk egy időtervet.

Kérdés

Definiálás / Define / Definieren

Team Charter: Lid gluing failures Econo Pack+



Business situation:

Econo Pack+ production was qualified for Econo Ceg in April.2010. The price of a lost Econo Pack+ module is 2.5x higher than the most expensive Econo type.

According to the fail pareto analysis the highest loss comes from the lid gluing process which is 0,97%.This is higher with a factor of 10 to the Warstein reject rate (0,1%). For a xk Econo Pack+ production for Year10/11 the saving would be xk €/Year.

Scope:

In Scope:

Glue line application at Econo Pack+ frame for lid fixing.

Gluing failures caused by the Flexmount glue-dispenser equipment

Out of Scope:

Glue line application at Econo Pack+ baseplate for frame fixing.

Operator failures like: wrong lid mounting and lifted lids due to lack of curring.

Problem / target :

Problem:

From 2048 modules 20 failed at gluing process 0,97%.

Randomly the dispenser machine interrupts the glue line than continues.

Target:

Decrease the lid gluing reject rate caused by the equipment below <0,1%

Team:

Project leader: Zs. J.
Proces Owner: T. Nagy
Champion: J. B.
Coach (BB): T.K.

Team: T.N.
R. B.
D.R.

Definiálás / Define / Definieren

Time line



| | 2010 | | | | 2011 | | | |
|----------------|-------|------|------|------|------|------|------|--------|
| | Sept. | Okt. | Nov. | Dec. | Jan. | Feb. | Mar. | April. |
| Define | | | | | | | | |
| Measure | | | | | | | | |
| Analyse | | | | | | | | |
| Improve | | | | | | | | |
| Control | | | | | | | | |

Definiálás / Define / Definieren

Eszköz gyűjtemény – Six sigma



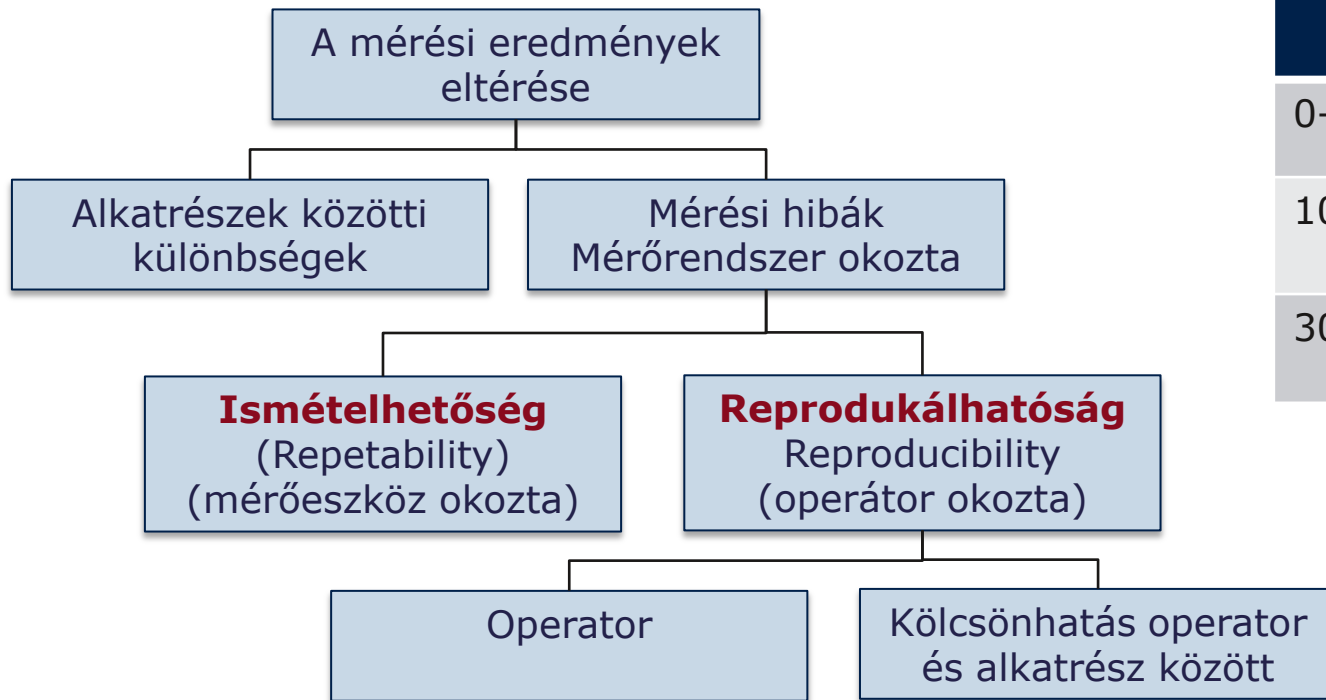
| | D | M | A | I | C | | D | M | A | I | C | | D | M | A | I | C | |
|--------------------------------------|---|---|---|---|---|---------------------------------------|---|---|---|---|---|--|----------------------------------|---|---|---|---|---|
| Analyze the potential problems | | | ○ | ○ | | Frequency distribution | | ○ | ○ | ○ | ○ | | Process capability analysis | | ○ | | ○ | ○ |
| Best Practices/Best in Class | | | ○ | ○ | | Histogram | | ○ | ○ | ○ | ○ | | Process mapping | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Box Plot | | ○ | ○ | ○ | ○ | Hypothesis test | | ○ | ○ | ○ | | | Process benchmark | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Brain writing | | ○ | ○ | ○ | | Intangible income | | | ○ | ○ | ○ | | Process sigma | | ○ | | ○ | ○ |
| Brain storming | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | Implementation plan | | | | ○ | ○ | | Process variation | | ○ | | ○ | ○ |
| Control charts | | ○ | ○ | ○ | ○ | Ishikawa Diagram | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | Process capability | | ○ | | ○ | ○ |
| CTQ (<i>Critical to Quality</i>) | ● | ○ | | | | Kano Model | ○ | | | | | | Process-Management-Diagram | | | | ○ | ○ |
| Data analyze | | | ○ | ○ | | Control / Influence Matrix | | | ○ | ○ | ○ | | QFD-Matrix | | ○ | | | |
| Data collection plan | | ○ | ○ | | ○ | Control Diagram | | ○ | ○ | ○ | ○ | | Response plan | | | | ○ | ○ |
| 5 why | | | ○ | ○ | | Correlation analysis | | | ○ | ○ | | | Control chart | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| DOE (<i>Design of Experiments</i>) | | | ○ | ○ | | Benefit / Cost ratio | | | ○ | ○ | ○ | | Roll-out plan | | | | ○ | ○ |
| Document of the new process | | | | ○ | ○ | Criteria-based matrix | | | ○ | ○ | | | Segmentation / Stratification | | ○ | ○ | | |
| Dot Plot | | ○ | ○ | ○ | ○ | Material yield | | | ○ | ○ | ○ | | SIPOC | ● | | | | |
| Drilldown Tree | | ○ | ○ | ○ | | Moment of Truth | | | ○ | ○ | | | Shall plan | | | | ○ | ○ |
| Experiences from the project | | | | | ○ | MSA (<i>Measure system analyze</i>) | ○ | | ○ | ○ | ○ | | Scatter plot | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Creating models / Simulations | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | Multi-Vari Diagram | | | ○ | ○ | ○ | | Team charter | ● | | | | |
| Income / Benefits of the project | | | | | ○ | Nature of work | | ○ | ○ | ○ | | | Handover protocol | | | | | ○ |
| Fault protection | | | | ○ | ○ | Normal distribution | | ○ | ○ | ○ | ○ | | Transferability of the solution | | | | | ○ |
| Flow chart | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | Pareto Diagram | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | | VOC (<i>Voice of Customer</i>) | ● | | | | |
| FMEA | | | ○ | ○ | | Pilot test | | | | ○ | | | VOC Translation Matrix | ○ | | | | |

● Used in the project

○ Current applications of the tool

“Ha nem tudod mérni, nem tudod fejleszteni”

A vizsgálat célja annak megállapítása, hogy az alkalmazott mérőrendszer elég kis hibával használható-e ahhoz, hogy vele a folyamatról információt szerezzünk.



| R&R eredmények | |
|----------------|--------------------------|
| 0-10% | Elfogadható |
| 10-30% | Feltételesen elfogadható |
| 30-100% | Nem elfogadható |

Kérdés

Ismételhetőség: ismétlési hiba=mérés során észlelhető szóródás amikor ugyanazt a munkadarabot egy mérőeszközzel egy operátor többször megméri.

Reprodukálhatóság: reprodukálási hiba=mérések átlagainak szóródása, amikor különböző operátorok ugyanazt a mérőeszközt használva ugyanaz a munkadarab megadott jellemzőit mérik.

Mérésees R&R vizsgálat:



Mérésees R&R vizsgálat (operátor hatás nélkül):



Minősítéses R&R vizsgálat:



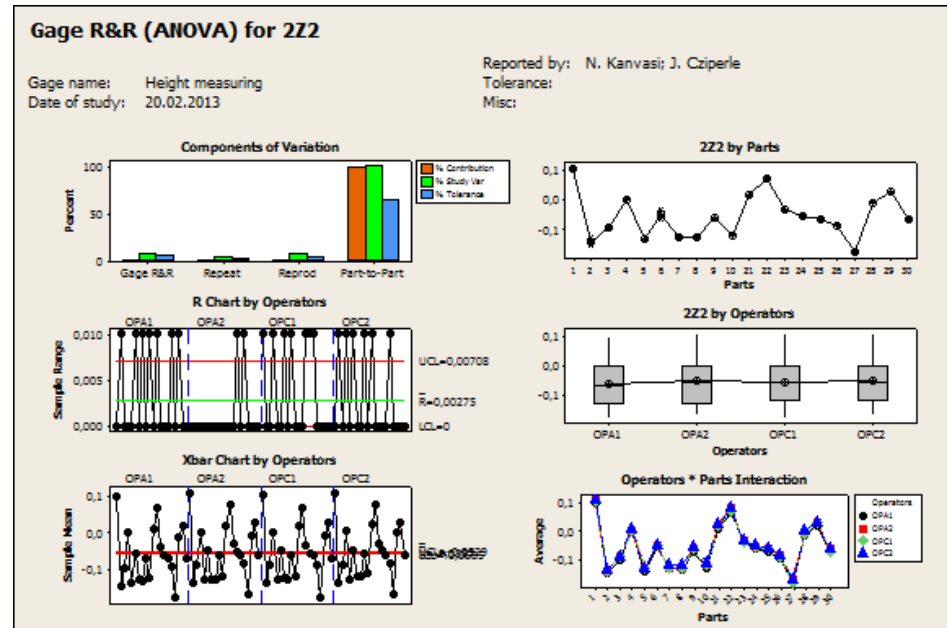
Gage R&R of the semi-automatic measure system.

- The R&R result is The worst for the 2Z2 measure point:

Gage R&R

| %Contribution | Source | VarComp | (of VarComp) |
|---------------|-----------------|-----------|--------------|
| | Total Gage R&R | 0,0000337 | 0,60 |
| | Repeatability | 0,0000092 | 0,16 |
| | Reproducibility | 0,0000245 | 0,44 |
| | Operators | 0,0000214 | 0,38 |
| | Operators*Parts | 0,0000032 | 0,06 |
| | Part-To-Part | 0,0055645 | 99,40 |
| | Total Variation | 0,0055982 | 100,00 |

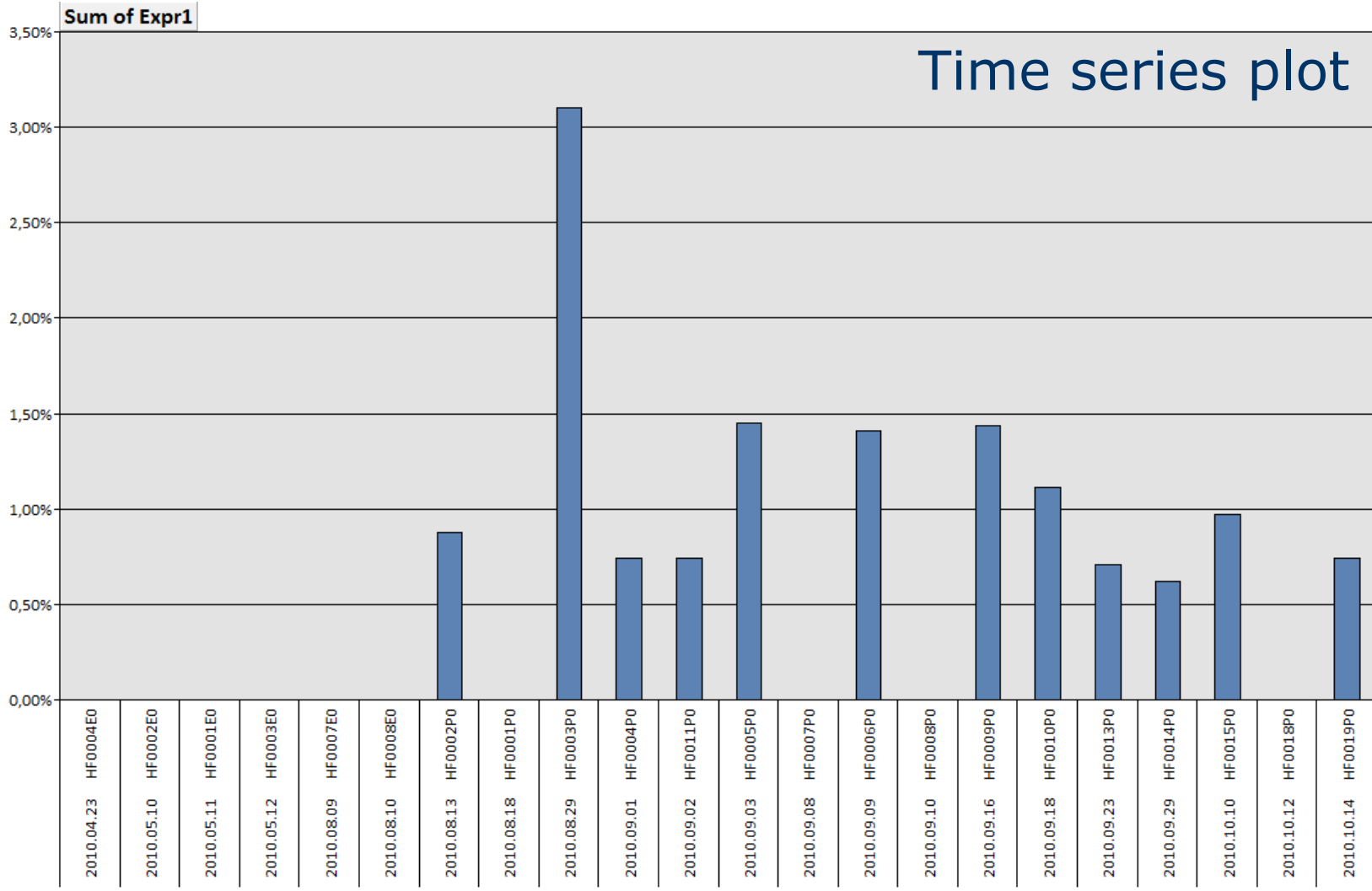
Number of Distinct Categories = 18



- The semi-automatic measuring machine is capable.
- The number of the distinct categories is >10 (18)
- The contribution of the Gage R&R is < 2% (0,60%)
- **The system fulfill the requirements. We can run the data collection with this semi-automatic measure system.**

Mérés / Measure / Messen

Időbeni megjelenítés



Axis Title

MinOfShiftMikor ▾ Charge ▾

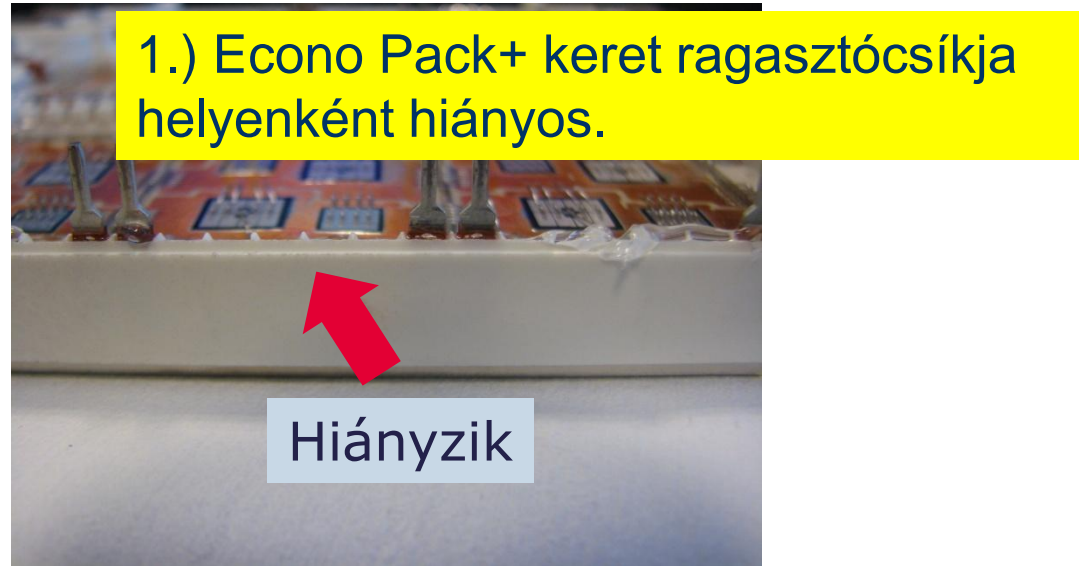
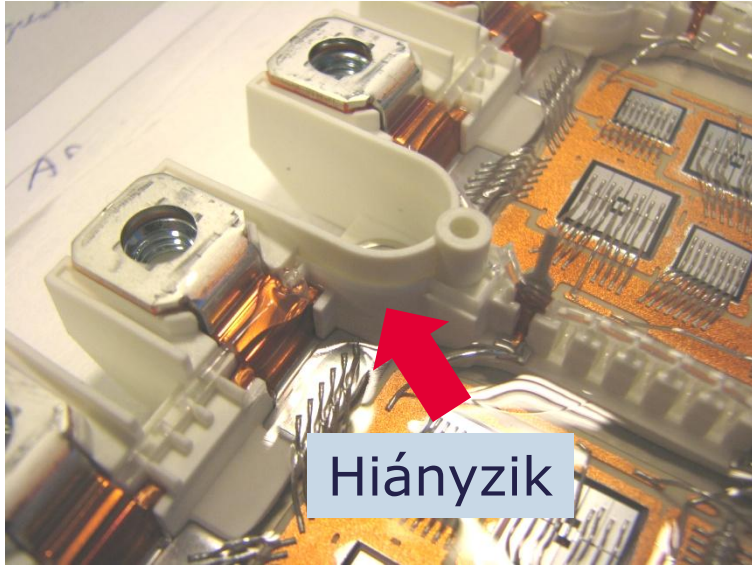
A megfigyelt adat megjelenítése az idő függvényében.

- Selejt modulok gyűjtése. Rögzítésre került a dátum az idő és a tétel.

| VM19-es selejtek | | | | | |
|---|----------|------------------|-----|-----------------|---|
| Sorszám | Tétel | Dátum/idő | Név | Hiba oka | |
| <u>1</u> | HF0015P0 | 2010.10.10 11:00 | C | Halmosdi Andrea | Keret mellé ragasztott, kihagyott |
| <u>2</u> | HF0015P0 | 2010.10.10 16:50 | B | Szilágyi Imréné | Keret mellé ragasztott, kihagyott |
| <u>3</u> | HF0015P0 | 2010.10.11 7:00 | C | Halmosdi Andrea | Keret mellé ragasztott, kihagyott |
| <u>4</u> | HF0015P0 | 2010.10.11 12:45 | C | Halmosdi Andrea | Keret mellé ragasztott, kihagyott |
| <u>5</u> | HF0015P0 | 2010.10.11 18:24 | A | Bori Ádám | kihagyott |
| <u>6</u> | HF0015P0 | 2010.10.12 ??? | D | Bede Klaudia | buborékos, kihagyott |
| A levegő ereszt a tubus alól, azóta nem történt tubus törés. | | | | | |
| <u>1</u> | HF0018P0 | 2010.10.13 10:20 | B | Szilágyi Imréné | buborékos/kihagyott/üres tubus |
| <u>1</u> | HF0019P0 | 2010.10.14 20:05 | A | Bori Ádám | kihagyott??? |
| <u>2</u> | HF0019P0 | 2010.10.15 10:50 | B | Szilágyi Imréné | buborékos/kihagyott/üres tubus |
| 1 | HF0020P0 | 2010.10.19 12:45 | A | ... Ilona | Rozsul lett a gépbe rakva a modul (magasabban volt) |
| nyomásmérő beszerelése a tubus és adagoló vezérlő közé.... | | | | | |
| A nyomás mérő 60 psi-t mutatott.(=4,1 bar) A beállított 54psi(3.72). Csak adagolásnál kap nyomást a tubus, de van maradó nyomás az adagolás után. | | | | | |
| | HF0021P0 | | | | |

Mérés / Measure / Messen

2 fő hiba típus



- Kivett ragasztó tubusok gyűjtése. Dátumok és tapasztalatok rögzítése.

Tubus csere (Semicosil 988)

| mikor lett kivéve (dátum/idő) | mikor lett berkava (dátum/idő) | műsza k | név (aki kiveszi) | chargen-nr | szav. Idő. | megjegyzé s | Törött | Fogy szenz. | Elfogyott rag. (mm) | R. Hiba |
|----------------------------------|-----------------------------------|------------|--------------------------------|--------------------|------------------|-----------------|--------|-------------|------------------------|---------|
| 2010.09.02 | | B | | SR88627 | | törött | Igen | Nem jelz. | 155 | |
| | | | | SR88627 | | | Nem | na. | 166 | |
| | | | | SR89194 | | | Nem | na. | 175 | |
| | | | | SR88627 | | | Igen | Nem jelz. | 30 | |
| 2010. 10. 10. 13:14 | n.a. | C | Antal Zsolt/Brindzik Balázs | SR88627 | 11/2010 | törött | Igen | Nem jelz. | 126 | Igen |
| 2010.10.12 2:00 | 2010. 10. 10. 13:14 | D | Bedekovics Csaba/Tóth Csaba | (ke lett dobva) | ke lett dobva | üres | | | | |
| 2010. 10. 13. 10:30 | 2010.10.12 2:00 | B | Nagy Tamás | SR88627 | 11/2010 | Üres | Nem | Nem jelz. | 171 | Igen |
| 2010. 10. 15. 10:50 | 2010.10.13 10:30 | B | Nagy Tamás | SR88627 | 11/2011 | Üres Majdnem | Nem | Nem jelz. | 171 | Igen |
| 2010.10.19 3:30 | 2010.10.15 10:50 | B | Fási József | SR88627 | 11/2010 | üres | Nem | Jelzett | 170 | nem |
| 2010.10.21 2:50 | 2010.10.19 3:30 | B | Szakál László | SR88627 | 11/2010 | Üres | Nem | Jelzett | 175 | nem |

Mérés / Measure / Messen

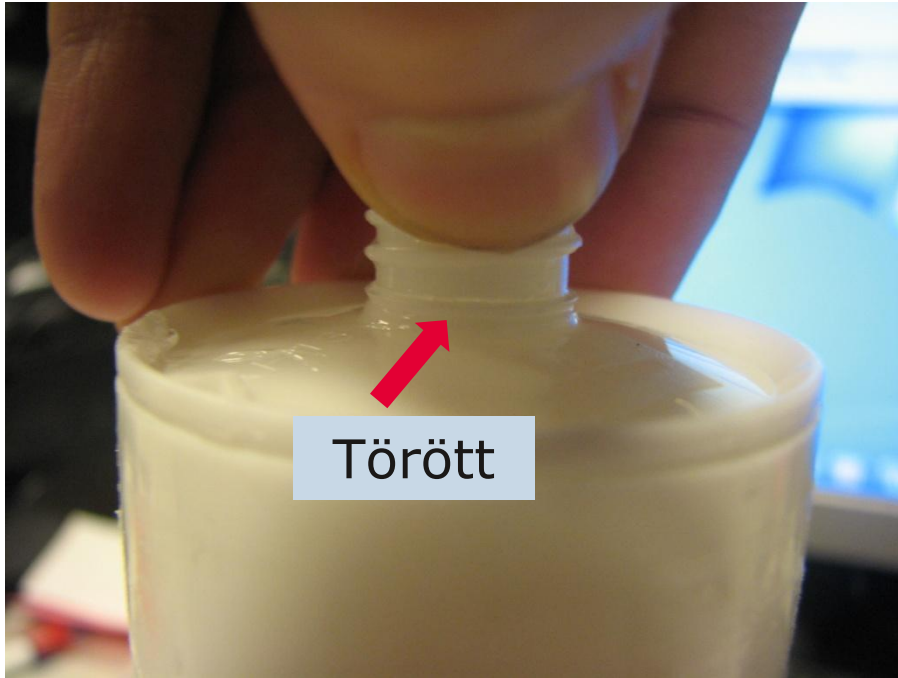
Felhasznált ragasztó mennyiség és hibák kapcsolata.



■ Kivett ragasztó tubusok gyűjtése. Dátumok és tapasztalatok rögzítése.

| Tubus csere (Semicosil 988) | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|---------------|---------------|--------------|--------|-------------|-----------------|-----|---------|---|
| mikor lett kivéve (dátum/idő) | mikor lett berkava (dátum/idő) | chargen-nr | szav. Idő. | megjegyzés | Törött | Fogy szenz. | rott rag. (mm) | | R. Hiba | |
| | | | | törött | Igen | törött | 155 | 159 | | |
| | | | | | Nem | na. | 166 | 170 | | |
| | | | | | Nem | na. | 176 | 180 | | |
| | | | | | Igen | Nem jelz. | 30 | 34 | | |
| 2010. 10. 10. 13:14 | n.a. | SR88627 | 11/2010 | törött | Igen | törött | 126 | 131 | Igen | 6 |
| 2010.10.12 2:00 | 2010. 10. 10. 13:14 | ke lett dobva | ke lett dobva | üres | | | | | | |
| A levegő ereszt a tubus alól, azóta nem történt tubus törés. | | | | | | | | | | |
| 2010. 10. 13. 10:30 | 2010.10.12 2:00 | SR88627 | 11/2010 | Üres | Nem | Nem jelz. | 171 | 175 | Igen | 1 |
| 2010. 10. 15. 10:50 | 2010.10.13 10:30 | SR88628 | 11/2011 | Üres | Nem | Nem jelz. | 171 | 175 | Igen | 2 |
| 2010.10.19 3:30 | 2010.10.15 10:50 | SR88627 | 11/2010 | Majdnem üres | Nem | Jelzett | 171 | 175 | nem | 0 |
| nyomásmérő beszerelése a tubus és adagoló vezérlő közé... | | | | | | | | | | |
| Nyomás mérő 60 psi-t mutatott (=4,1 bar) A beállított 54psi(3.72). Csak adagolásnál kap nyomást a tubus, de van maradó nyomás az adagolás után. | | | | | | | | | | |
| 2010.10.21 2:50 | 2010.10.19 3:30 | SR88627 | 11/2010 | Majdnem üres | Nem | Jelzett | 171 | 175 | nem | 0 |
| 2010.10.22 19:40 | 2010.10.21 3:00 | SR88627 | 11/2010 | Majdnem üres | Nem | Jelzett | 170 | 174 | Igen | 1 |
| 2010.10.25 15:15 | 2010.10.22 19:40 | SR88627 | 11/2010 | Majdnem üres | Nem | Jelzett | 171 | 175 | nem | 0 |
| eddig eresztett az adagoló egység. | | | | | | | | | | |
| 2010.10.27 6:07 | 2010.10.25 15:15 | SR88627 | 11/2010 | Majdnem üres | Nem | Jelzett | 171 | 175 | Igen | 2 |
| 2010.10.28 15:00 | 2010.10.27 6:07 | SR88627 | 11/2010 | Üres | Nem | Nem jelz. | 175 | 179 | Igen | 1 |
| 2010.11.03 7:20 | 2010.10.28 15:00 | SR88627 | 11/2010 | törött | Igen | törött | 111 | 115 | Igen | 1 |
| 2010.11.05 2:00 | 2010.11.03 7:20 | SR88627 | 11/2010 | Üres | Nem | Jelzett | 175 | 179 | Igen | 2 |
| 2010.11.06 5:30 | 2010.11.05 2:00 | SR88627 | 11/2010 | Majdnem üres | Nem | Jelzett | 171 | 175 | Igen | 2 |
| 2010.11.07 19:52 | 2010.11.06 5:30 | SR88627 | 11/2010 | Majdnem üres | Nem | Jelzett | 171 | 175 | Igen | 2 |
| Intézkedés 2010.11.08 : Modulút szorító bilincsek rögzítése beragasztásra került, ez folyamatosan kilazult a gyártás során. A modul oldalsó falára helyezett ragasztócsik pozícióját nagymértékben befolyásolja. | | | | | | | | | | |
| Intézkedés 2010.11.09: A tubusba helyezett mágnes tabletta műanyag peremes tányérba van behelvezve a tányér vastagsága 3mm. A fogvászálzás a behelvezéstől függően lehet 171mm vagy 175mm. A 175mm már kritikus tartomány. Ragasztófogvást érzékelő szenzort 3mm-el megemeltük ezzel hamarabb fog a szenzor jelezni, a jelzés 168 és 172mm lesz. | | | | | | | | | | |
| 2010.11.11 7:07 | 2010.11.07 19:52 | SR88627 | 11/2010 | törött | Igen | törött | 69 | 74 | Igen | 1 |
| 2010.11.13 3:13 | 2010.11.11 7:07 | SR88627 | 11/2010 | Majdnem üres | Nem | Jelzett | 170 | 174 | | 0 |
| 2010.11.14 10:40 | 2010.11.13 3:13 | SR88627 | 11/2010 | Majdnem üres | Nem | Jelzett | 170 | 174 | Igen | 1 |
| 2010.11.16 9:20 | 2010.11.14 10:40 | SR88627 | 11/2010 | Majdnem üres | Nem | Jelzett | 169 | 173 | | 0 |
| 2010.11.18 8:00 | 2010.11.16 9:20 | SR88627 | 11/2010 | Majdnem üres | Nem | Jelzett | 169 | 173 | | 0 |
| 2010.11.19 3:30 | 2010.11.18 8:00 | SR88627 | 11/2010 | Iecser. | Nem | Iecser. | 99 | 104 | Igen | 4 |
| | 2010.11.19 3:30 | | | | | | | | | 1 |

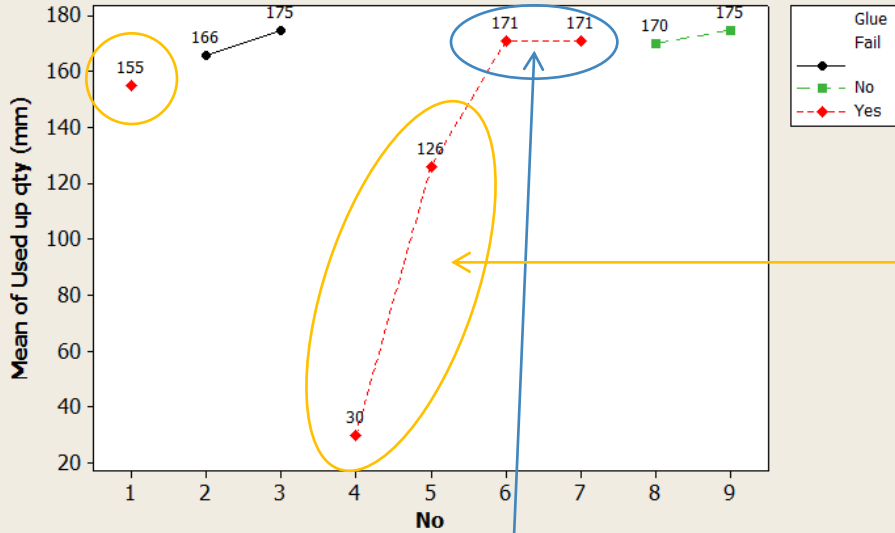
Measure / Mennen Törött ragasztó tubusok.



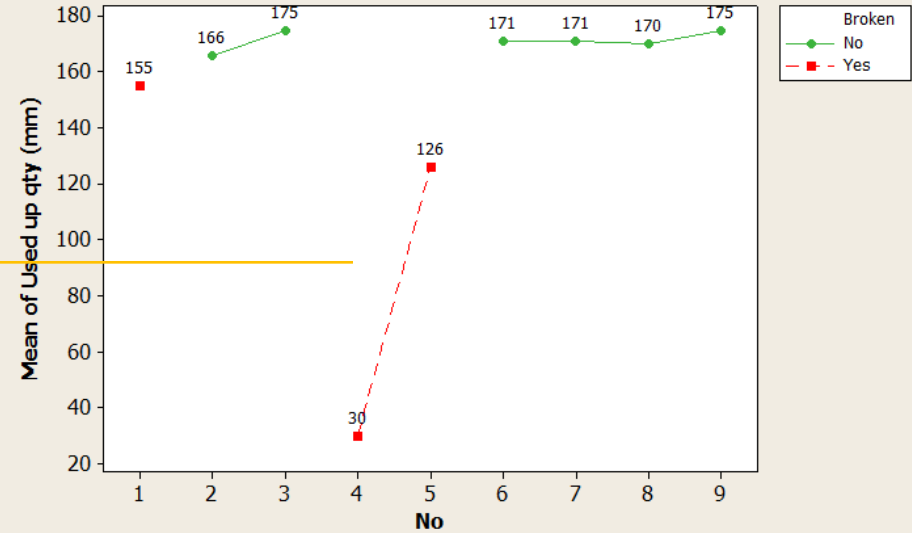
Mérés / Measure / Messen

Felhasznált ragasztó mennyiség és hibák kapcsolata

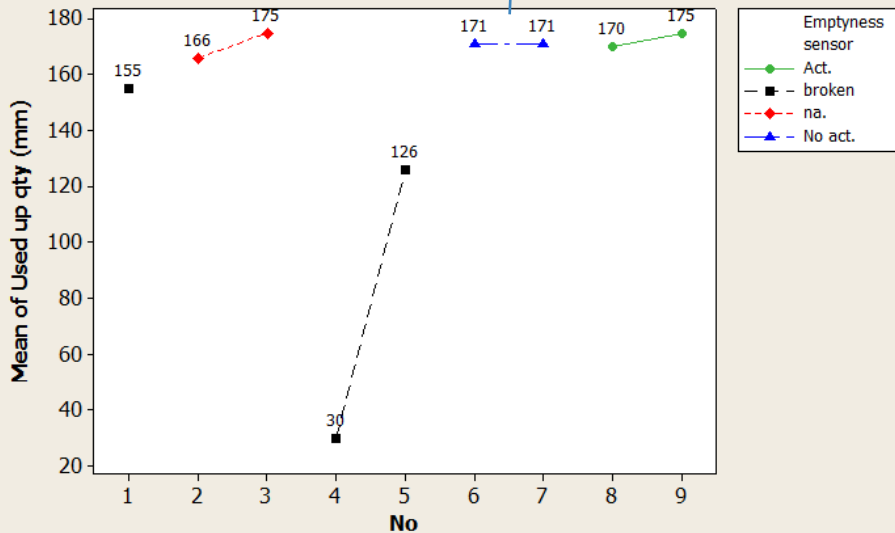
Line Plot of Mean(Used up qty (mm))



Line Plot of Mean(Used up qty (mm))



Line Plot of Mean(Used up qty (mm))



Észrevételek:

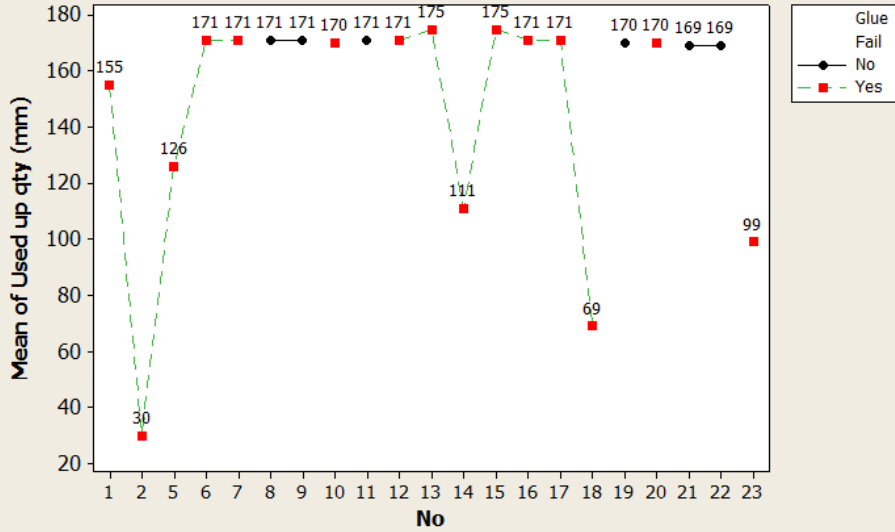
Ragasztó fogyasztás szenzor nem jelez időben.

Tubus törések változó ragasztó elhasználás mellett jelentkeznek.

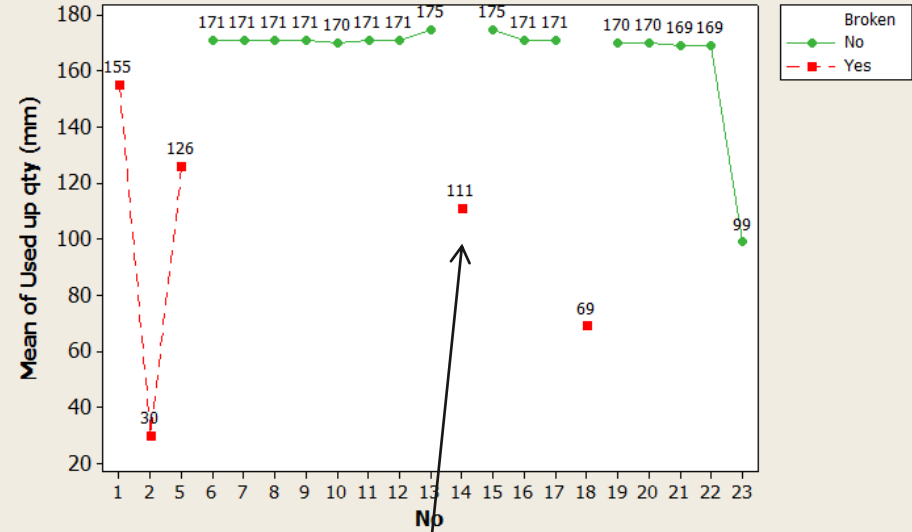
Mérés / Measure / Messen

Felhasznált ragasztó mennyiség és hibák kapcsolata

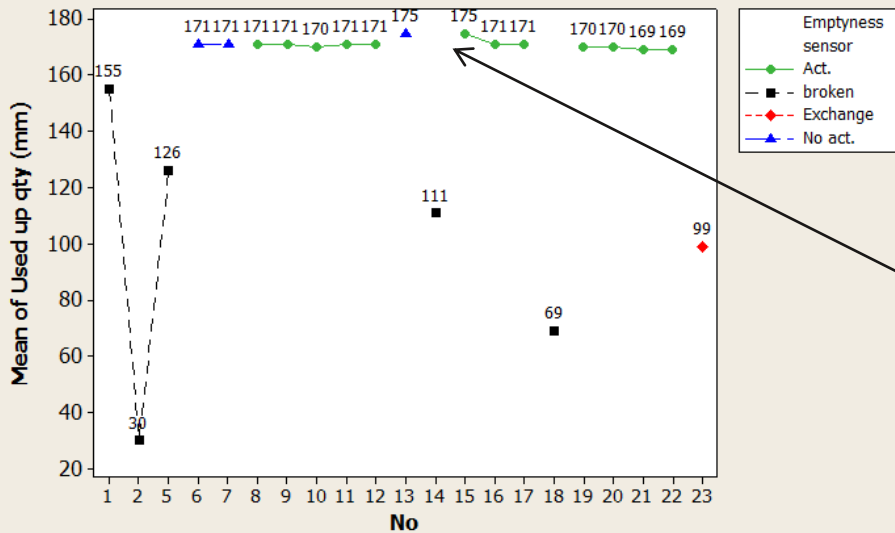
Line Plot of Mean(Used up qty (mm))



Line Plot of Mean(Used up qty (mm))



Line Plot of Mean(Used up qty (mm))



Észrevételek:

Tubus törések változó ragasztó elhasználás mellett jelentkeznek.

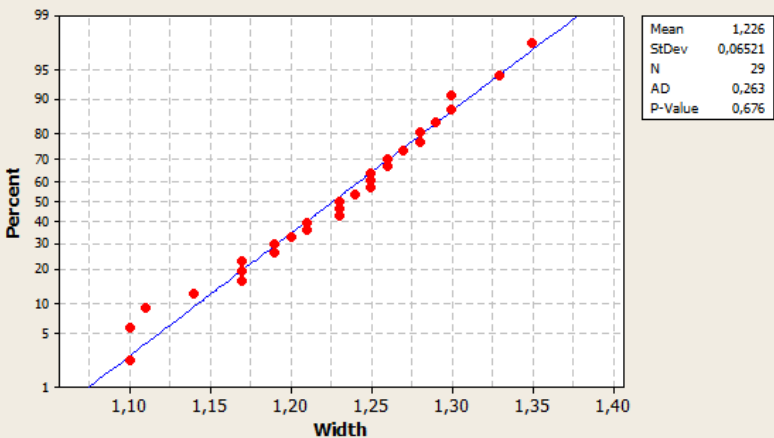
Két szintet figyelhetünk meg a fogyás szenzor kapcsolásakor.

- 1.)(170-171)
- 2.)175

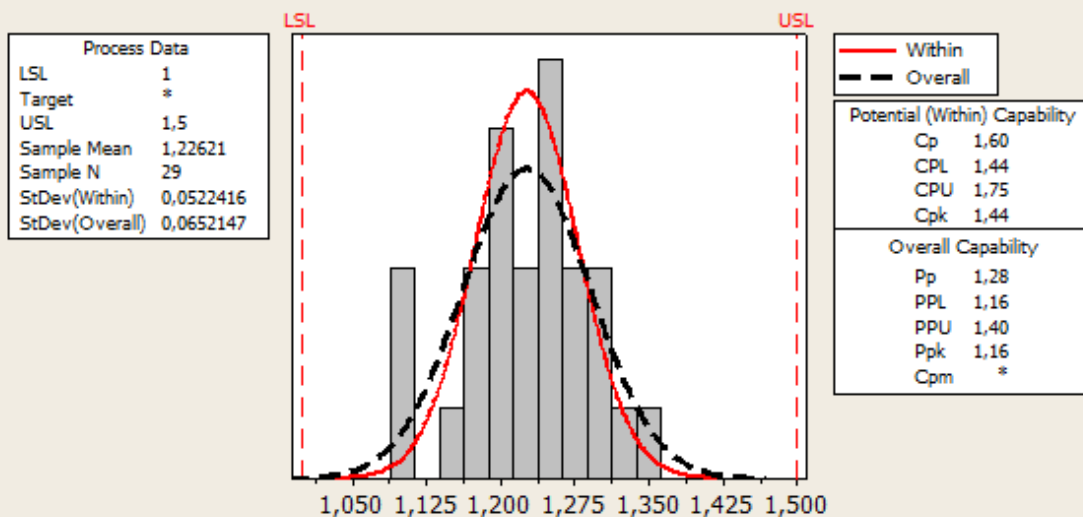
- A sűrített levegő szivárgás óta nem tört el ragasztótubus.
- A sűrített levegő nyomása 60 psi (4,1 bar) nagyobb a vezérlő egység és a tubus közötti szakaszon mint a vezérlő által jelzett beállított érték 54psi (3,72)bar .
- Nyomás értékére nincs specifikáció.

Glue line width LSL and USL

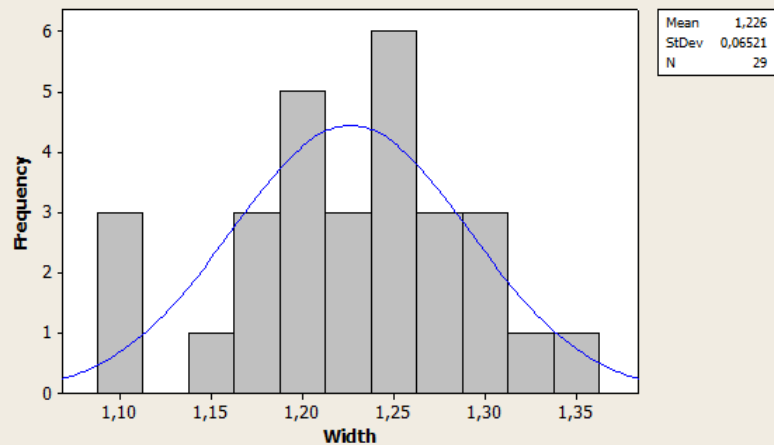
Probability Plot of Width
Normal



Process Capability of Width



Histogram of Width
Normal

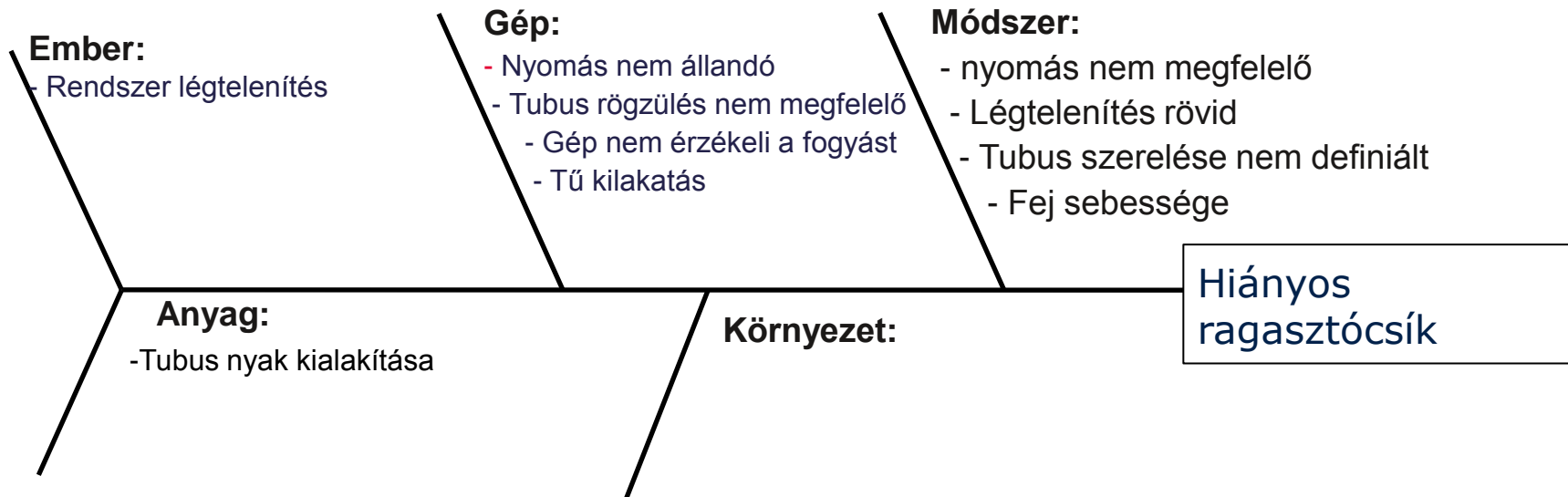
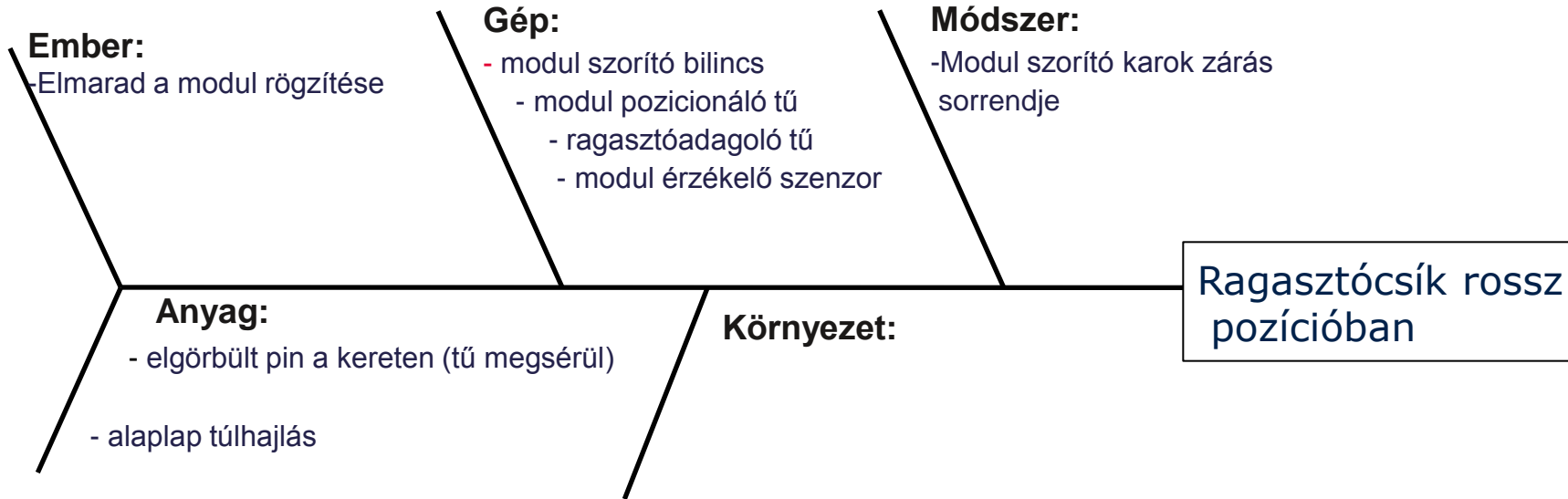


| Observed Performance | Exp. Within Performance | Exp. Overall Performance |
|----------------------|-------------------------|--------------------------|
| PPM < LSL 0,00 | PPM < LSL 7,46 | PPM < LSL 261,54 |
| PPM > USL 0,00 | PPM > USL 0,08 | PPM > USL 13,44 |
| PPM Total 0,00 | PPM Total 7,53 | PPM Total 274,98 |

Z= \sim 5

Mérés / Measure / Messen

-ISHIKAWA-



Mérés / Measure / Messen

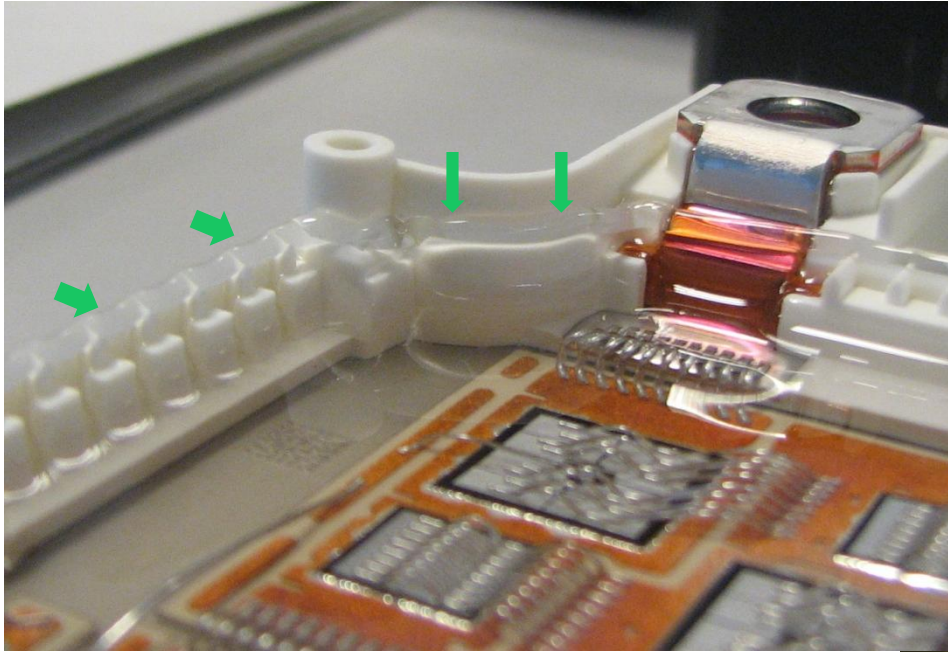
Eszköz gyűjtemény – Six sigma



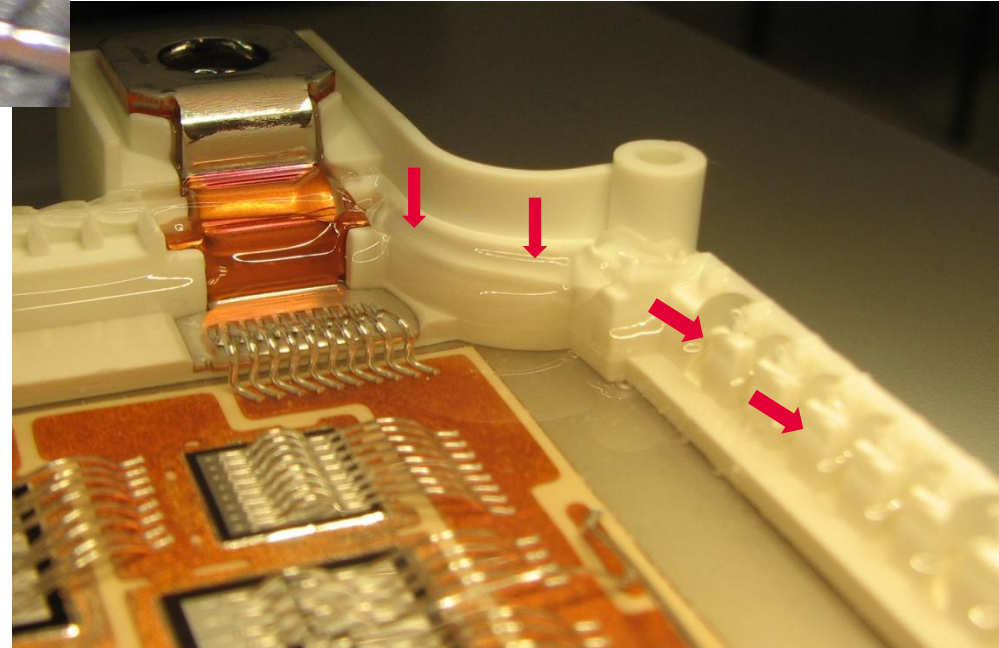
| | D | M | A | I | C | | D | M | A | I | C | | D | M | A | I | C | |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Analyze the potential problems | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Frequency distribution | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Process capability analysis | | <input checked="" type="radio"/> | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Best Practices/Best in Class | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Histogram | | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Process mapping | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Box Plot | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Hypothesis test | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Process benchmark | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| Brain writing | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Intangible income | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Process sigma | | <input type="radio"/> | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Brain storming | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Implementation plan | | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Process variation | | <input type="radio"/> | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Control charts | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Ishikawa Diagram | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Process capability | | <input type="radio"/> | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| CTQ (<i>Critical to Quality</i>) | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | | | | Kano Model | <input type="radio"/> | | | | | | Process-Management-Diagram | | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Data analyze | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Control / Influence Matrix | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | QFD-Matrix | | <input type="radio"/> | | | |
| Data collection plan | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | <input type="radio"/> | Control Diagram | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Response plan | | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5 why | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Correlation analysis | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | | Control chart | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| DOE (<i>Design of Experiments</i>) | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Benefit / Cost ratio | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Roll-out plan | | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Document of the new process | | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Criteria-based matrix | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | | Segmentation / Stratification | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | |
| Dot Plot | | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Material yield | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | SIPOC | | <input checked="" type="radio"/> | | | |
| Drilldown Tree | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Moment of Truth | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | | Shall plan | | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Experiences from the project | | | | | <input type="radio"/> | MSA (<i>Measure system analyze</i>) | | <input type="radio"/> | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Scatter plot | | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Creating models / Simulations | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Multi-Vari Diagram | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Team charter | | <input checked="" type="radio"/> | | | |
| Income / Benefits of the project | | | | | <input type="radio"/> | Nature of work | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | | Handover protocol | | | | | <input type="radio"/> |
| Fault protection | | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Normal distribution | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Transferability of the solution | | | | | <input type="radio"/> |
| Flow chart | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Pareto Diagram | | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | VOC (<i>Voice of Customer</i>) | | <input checked="" type="radio"/> | | | |
| FMEA | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | Pilot test | | | | <input type="radio"/> | | | VOC Translation Matrix | | <input type="radio"/> | | | |

Used in the project

Current applications of the tool



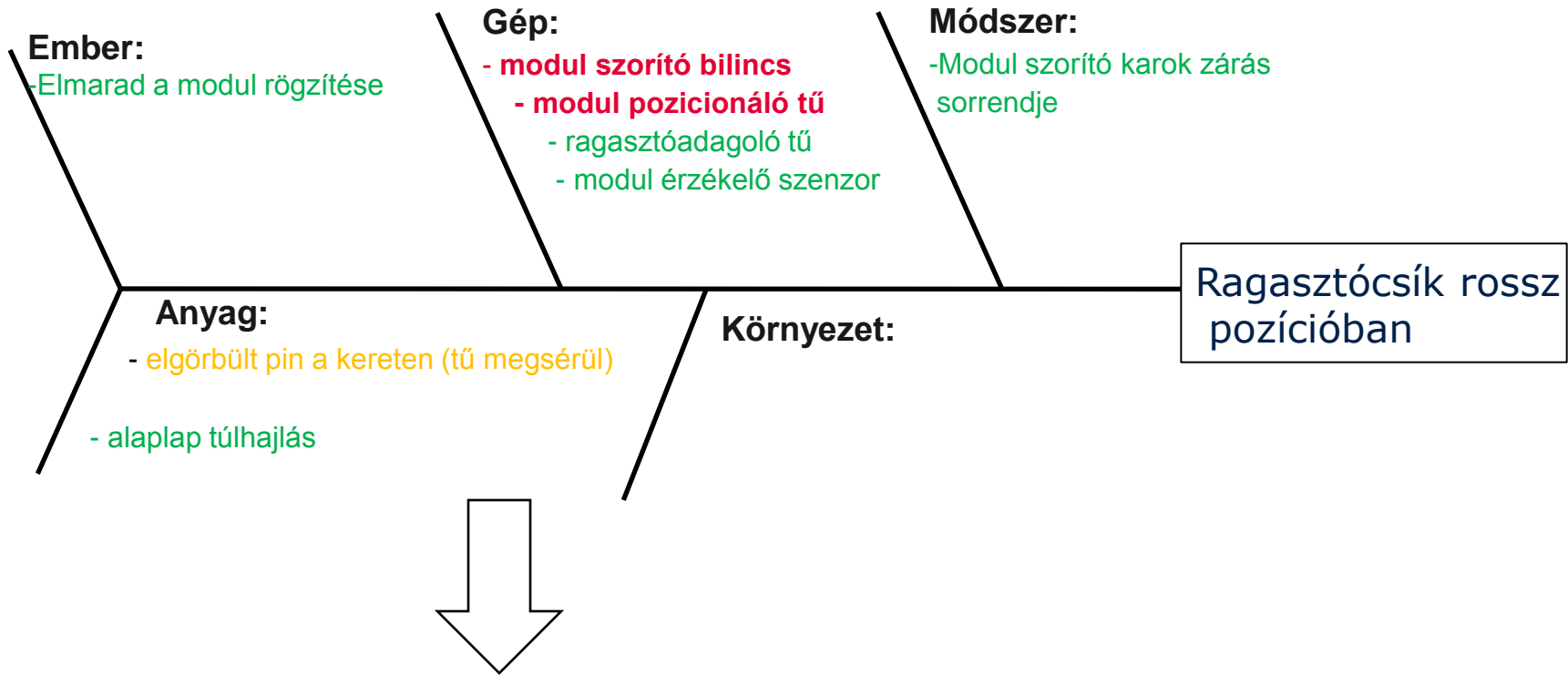
Econo Pack+ keret ragasztócsík eltolódott pozícióban.



Elemzés / Analyze / Analysieren

Ragasztócsík rossz pozícióban

-ISHIKAWA-

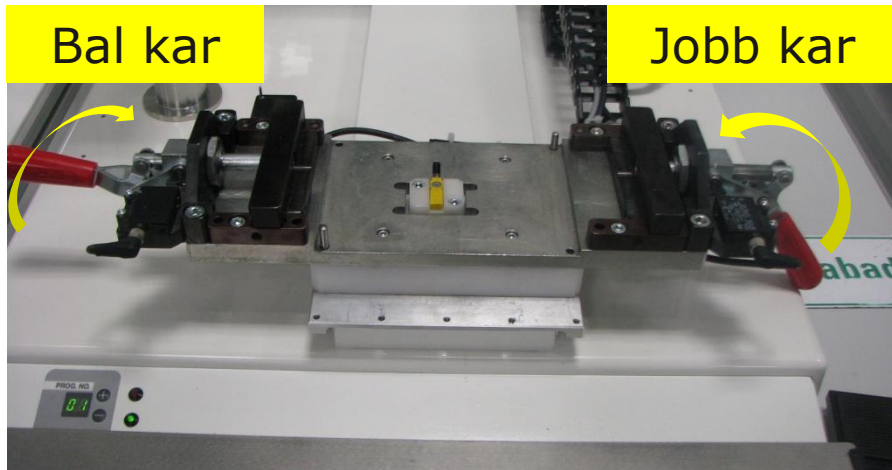


■ Meghatározott gyökér okok:

- Szorító bilincsek rögzítése
- Modul pozicionáló tű állapota

Elemzés / Analyze / Analysieren

Hipotézis tesztelés: Karok zárási sorrendje



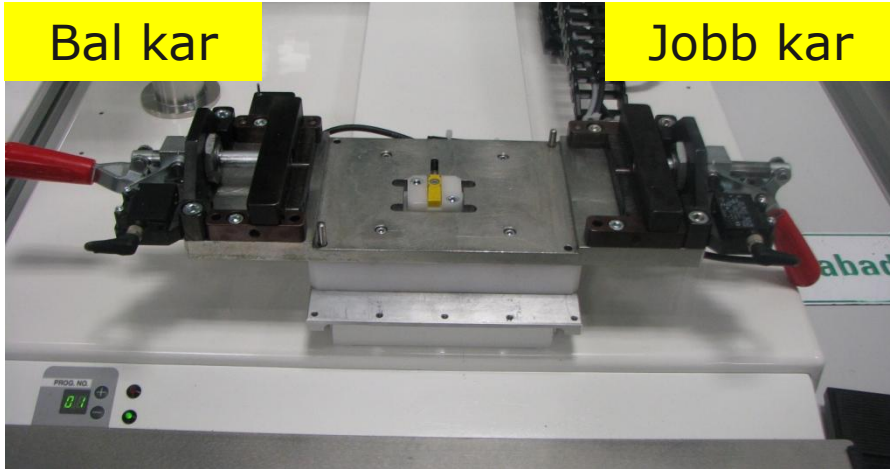
Különböző sorrendben történő zárás

| No | Sequence | Position of glue |
|---------|------------------|------------------|
| 1 | L than R | OK |
| 2 | R than L | OK |
| 3 (ref) | L R in same time | OK |

Következtetés: A karok zárási sorrendje nincs hatással a ragasztó csík elcsúszására.

Bal kar

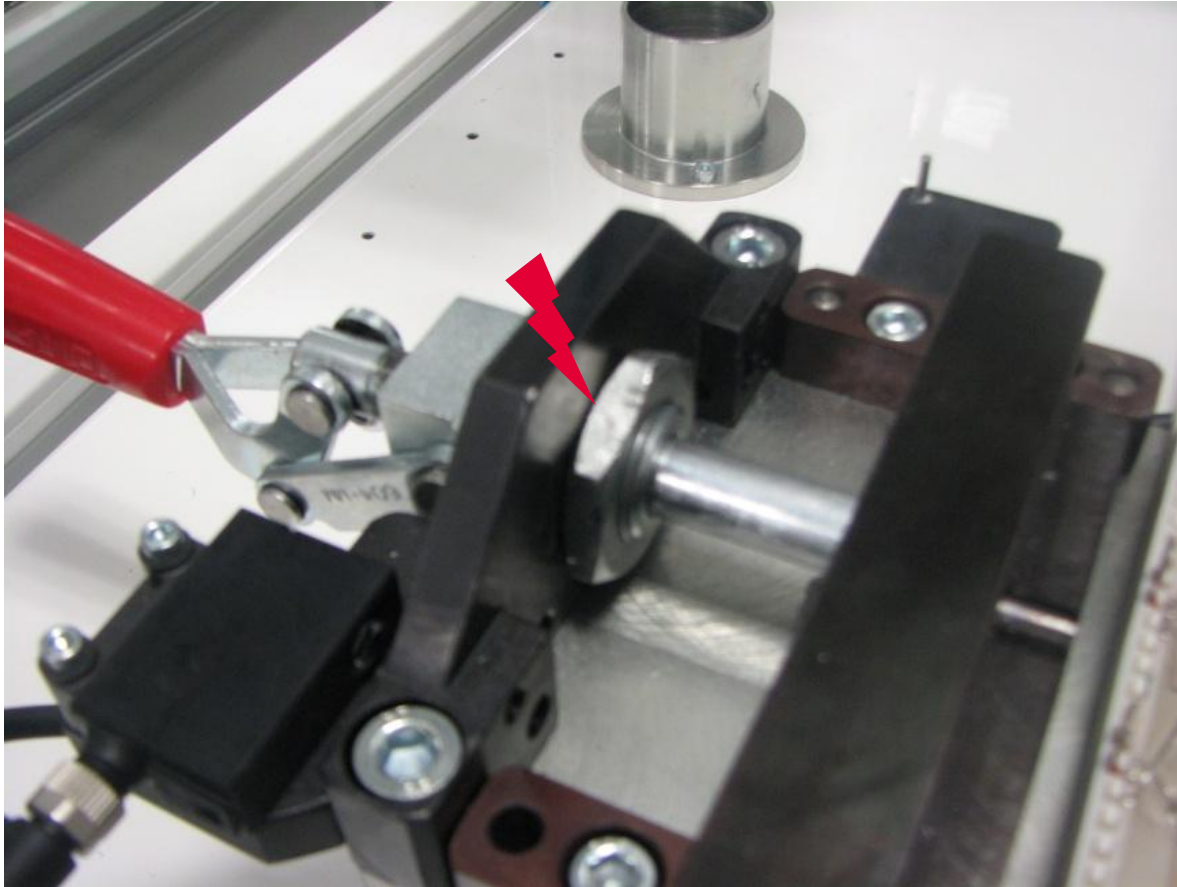
Jobb kar



Modul rögzítése nem megfelelő.
Operátor elfelejti zárni a kart.

| No | Condition | Position of qlue | Obs. |
|----|--------------|----------------------------------|--------------------------|
| 1 | L open | Shifted at the L side | Needle and pin collision |
| 2 | R open | Shifted at the R long side | Needle and pin collision |
| 3 | L and R open | Shifted at the L and R long side | Needle and pin collision |

Következtetés: Nem megfelelő rögzítés okozta hibák: elcsúszott ragasztócsík és adagoló tű ütközés.



Kilazult karrögzítő
csavaranya

Következtetés: Kilazult csavaranya (képen jelölt) is a nem megfelelő rögzítés okozta hibákat eredményez: elcsúszott ragasztócsík és adagoló tű ütközés.

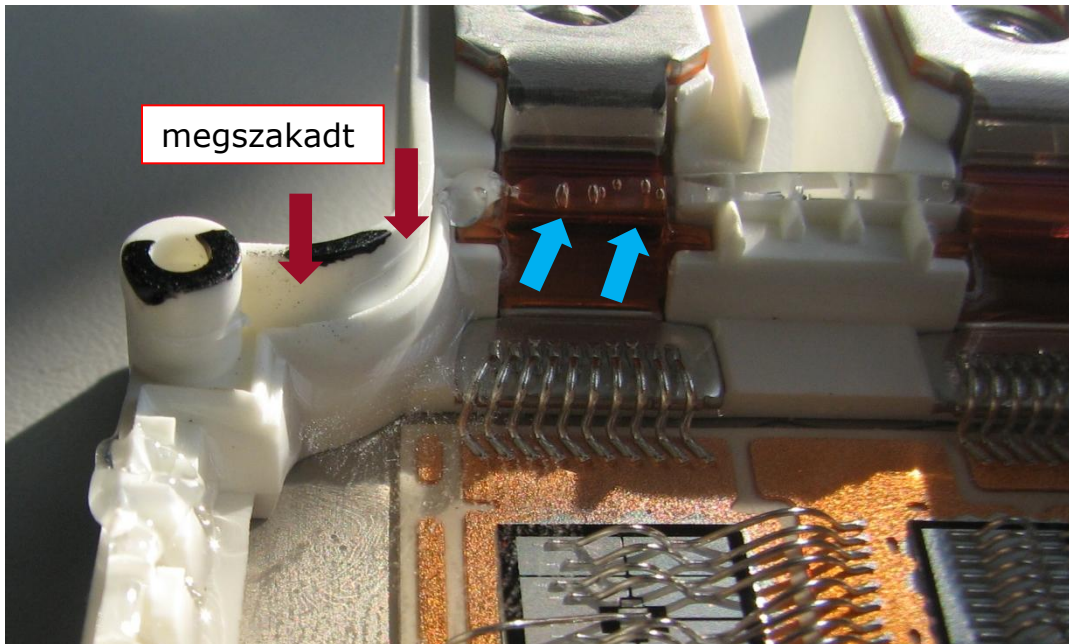
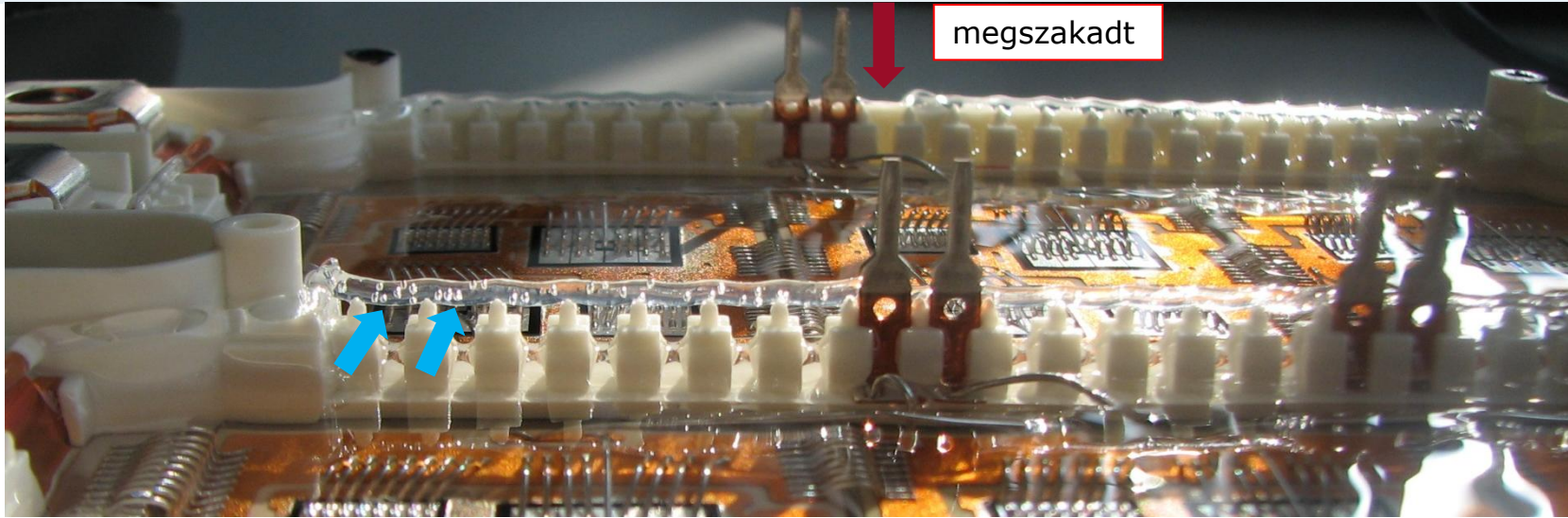
Elemzés / Analyze / Analysieren

Lehetséges fejlesztési lehetőségek.

Gyors fejlesztési lehetőségek melyek nem igényelnek nagyméretű rendszer, gép vagy folyamat változtatást.

| | Potential Quick Hit Opportunity | Easy to Implement | Fast to Implement | Cheap to Implement | Within the team's control | Easily Reversible | Implement (Yes/No) |
|---|------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|-------------------|--------------------|
| 1 | Fixing the nut of fasten arm | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes | 08.11.2010 |
| 2 | Fixing by gluing the lose pos. pin | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes | 08.11.2010 |
| 3 | Sensor for fastened arm | No | No | | No | No | |

Elemzés / Analyze / Analysieren



Econo Pack+ keret
ragasztócsíkja helyenként
hiányos.

Elemzés / Analyze / Analysieren

Hiányos ragasztócsík -5 Why



5-Why Analysis

Prepared by: Nagy Tamás, Jakab Zsolt

Attachment

Report Nr.: na.

Page:1

Define Problem: **Interrupted glue line.**

| Why | Why | Why | Why | Why → Root Cause | Corrective Action/Responsibility | Date | |
|---|--|---|---|---|----------------------------------|------|--|
| Exhaust process after tube change is not right. (Légtelenítési folyamat tubus csere után nem megfelelő) | Exhausting time after tube exchange variates and it is up to operator (Változó időtartamú légtelenítési folyamat tubus csere után) | Exhaust finish is based on operator feeling (ézésre történik a légtelenítés) | Time is not defined. (nincs definiálva az idő) | | | | |
| | Exhaust not performed. (Elmarad a légtelenítés) | Not automatic depends by operator (Nem automata operátor végzi) | | | | | |
| Empty glue tube. (Kiürült ragasztótubus) | Emitness sensor does not indicate in time. (Fogyást érzékelő szenzor nem jelez időben) | Sensor in wrong position for the case when the magnet is placed reversed (érezkelő pozíciója rossz ha mágnes fordítva van behelyezve) | | | | | |
| | Emitness sensor does not indicate. (Fogyást érzékelő szenzor nem jelez) | Weak magnetic field. (Gyenge mágneses mező) | Magnet is too far from the sensor when is not perfectly centralized. (Túl távol van a mágnes a szenzortól mivel nincs központosan a mágnes a tubusban.) | The magnet diameter is too small. (Mágnes átmérője kicsi) | | | |
| Air in the dispenser system. (Levegő kerül az adagolóba.) | Cracked tube at the neck. (A tubus nyaka elreped, eltörik) | Due to wrong fixing into the dispenser system. (A tubus rossz rögzítése miatt) | No rule for the fixing torque. (Nincs definiálva az becsavarás nyomatéka) | | | | |
| | | Pressure of compressed air is too high. (sűrített levegő nyomása túl nagy) | Optimal pressure is not defined. (nincs definiálva az optimális nyomás) | | | | |
| | Air gets into the dispensing system at the connection of the tubeneck. (A tubus nyakánál levegő szívárog a rendszerbe.) | Due to wrong fixing into the dispenser system. (A tubus rossz rögzítése miatt) | No rule for the fixing torque. (Nincs definiálva az becsavarás nyomatéka) | | | | |
| | | Pressure of compressed air is too high. (sűrített levegő nyomása túl nagy) | Optimal pressure is not defined. (nincs definiálva az optimális nyomás) | | | | |

Specific nonconformance: Air in the dispensing system. (Levegős az adagoló rendszer)

Elemzés / Analyze / Analysieren

Eszköz gyűjtemény – Six sigma

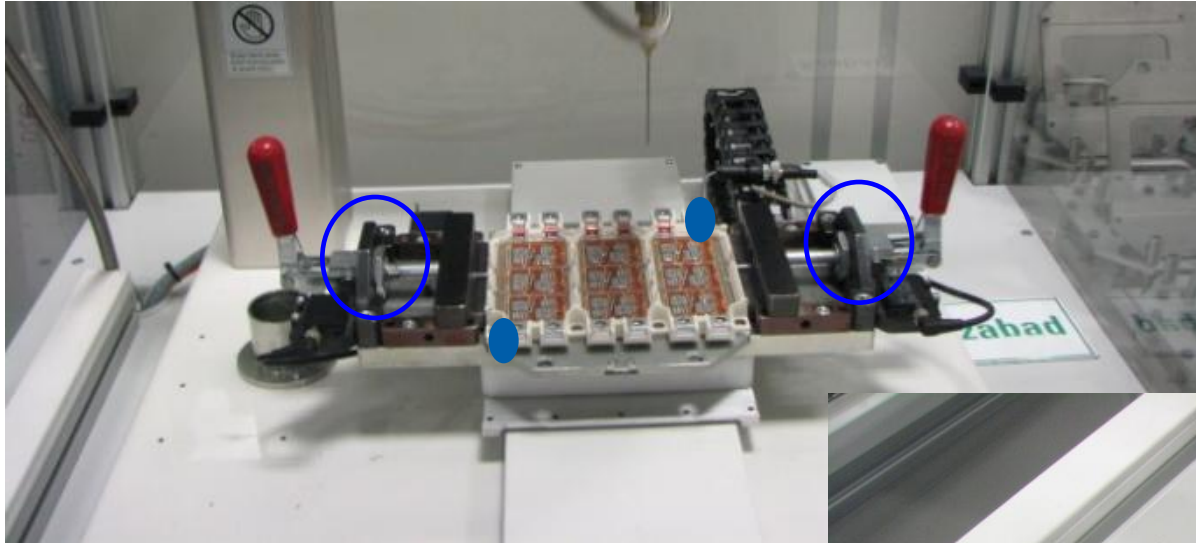


| | D | M | A | I | C | | D | M | A | I | C | | D | M | A | I | C | |
|--------------------------------------|---|---|---|---|---|---------------------------------------|---|---|---|---|---|--|----------------------------------|---|---|---|---|---|
| Analyze the potential problems | | | ○ | ○ | | Frequency distribution | | ○ | ○ | ○ | ○ | | Process capability analysis | | ● | | ○ | ○ |
| Best Practices/Best in Class | | | ○ | ○ | | Histogram | | ● | ○ | ○ | ○ | | Process mapping | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Box Plot | | ○ | ○ | ○ | ○ | Hypothesis test | | ○ | ● | ○ | | | Process benchmark | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Brain writing | | ○ | ○ | ○ | | Intangible income | | | ○ | ○ | ○ | | Process sigma | | ○ | | ○ | ○ |
| Brain storming | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | Implementation plan | | | | ○ | ○ | | Process variation | | ○ | | ○ | ○ |
| Control charts | | ○ | ○ | ○ | ○ | Ishikawa Diagram | ○ | ● | ● | ○ | ○ | | Process capability | | ○ | | ○ | ○ |
| CTQ (<i>Critical to Quality</i>) | ● | ○ | | | | Kano Model | ○ | | | | | | Process-Management-Diagram | | | | ○ | ○ |
| Data analyze | | | ○ | ○ | | Control / Influence Matrix | | | ○ | ○ | ○ | | QFD-Matrix | | ○ | | | |
| Data collection plan | | ○ | ○ | | ○ | Control Diagram | | ○ | ○ | ○ | ○ | | Response plan | | | | ○ | ○ |
| 5 why | | | ● | ○ | | Correlation analysis | | | ● | ○ | | | Control chart | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| DOE (<i>Design of Experiments</i>) | | | ○ | ○ | | Benefit / Cost ratio | | | ○ | ○ | ○ | | Roll-out plan | | | | ○ | ○ |
| Document of the new process | | | | ○ | ○ | Criteria-based matrix | | | ○ | ○ | | | Segmentation / Stratification | | ○ | ○ | | |
| Dot Plot | | ● | ○ | ○ | ○ | Material yield | | | ○ | ○ | ○ | | SIPOC | | ● | | | |
| Drilldown Tree | | ○ | ○ | ○ | | Moment of Truth | | | ○ | ○ | | | Shall plan | | | | ○ | ○ |
| Experiences from the project | | | | | ○ | MSA (<i>Measure system analyze</i>) | | ○ | | ○ | ○ | | Scatter plot | | ● | ○ | ○ | ○ |
| Creating models / Simulations | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | Multi-Vari Diagram | | | ○ | ○ | ○ | | Team charter | | ● | | | |
| Income / Benefits of the project | | | | | ○ | Nature of work | | ○ | ○ | ○ | | | Handover protocol | | | | | ○ |
| Fault protection | | | | ○ | ○ | Normal distribution | | ○ | ○ | ○ | ○ | | Transferability of the solution | | | | | ○ |
| Flow chart | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | Pareto Diagram | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | | VOC (<i>Voice of Customer</i>) | ● | | | | |
| FMEA | | | ○ | ○ | | Pilot test | | | | ○ | | | VOC Translation Matrix | ○ | | | | |

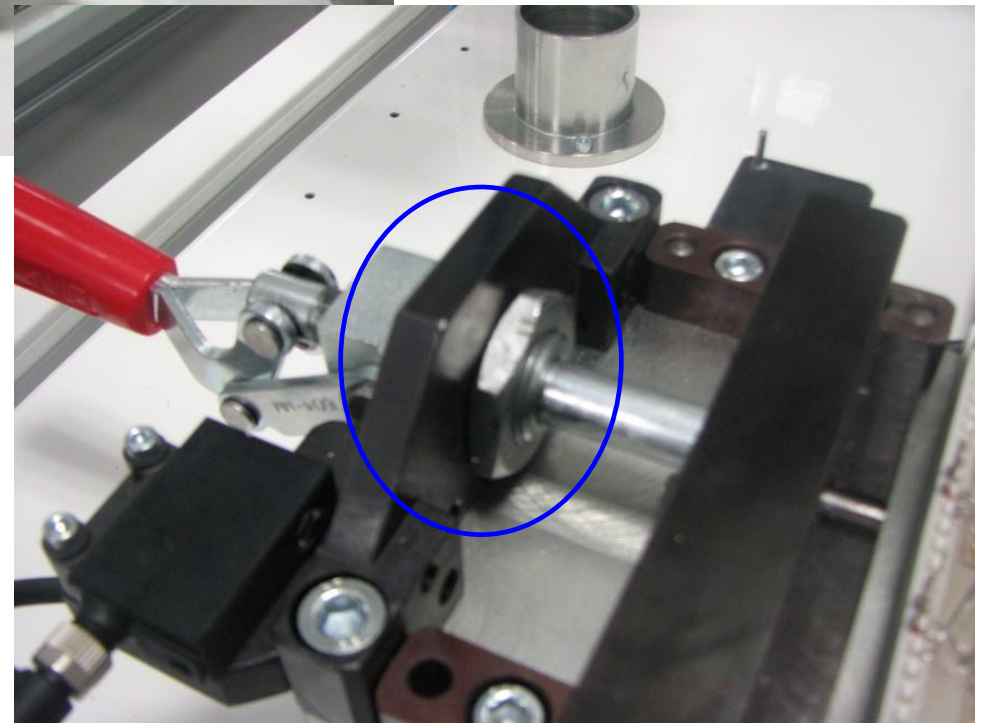
● Used in the project

○ Current applications of the tool

Fejlesztés / Improve / Verbessern Ragasztócsík rossz pozícióban



1. Pozicionáló tűskék rögzítése.
2. Modul szorító bilincsek rögzítése beragasztása.



Fejlesztés / Improve / Verbessern

Hiányos ragasztócsík -5 Why



5-Why Analysis

Prepared by: Nagy Tamás, Jakab Zsolt

Attachment

Report Nr.: na.

Page:1

Define Problem: **Interrupted glue line.**

| Why | Why | Why | Why | Why → Root Cause | Corrective Action/Responsibility | Date |
|---|--|--|---|---|--|-------------------|
| Exhaust process after tube change is not right. (Légtelenítési folyamat tubus csere után nem megfelelő) | Exhausting time after tube exchange variates and it is up to operator (Változó időtartamú légtelenítési folyamat tubus csere után) | Exhaust finish is based on operator feeling (érezésre történik a légtelenítés) | Time is not defined. (nincs definiálva az idő) | | Define the exhaust time. (Légtelenítés idejének definiálása) | 2010.11.28 |
| | Exhaust not performed. (Elmarad a légtelenítés) | Not automatic depends by operator (Nem automata operátor végzi) | | | Prepare a program for the exhaust process. (program készítése a légtelenítési folyamatra) | 2010.11.28 |
| Empty glue tube. (Kiürült ragasztótubus) | Emptiness sensor does not indicate in time. (Fogyást érzékelő szenzor nem jelez időben) | Sensor in wrong position for the case when the magnet is placed reversed (érezékelő pozíciója rossz ha mágnes fordítva van behelyezve) | | | Increase the sensor position with 3 mm. For the worst case when the magnet is reverse placed the sensor indicate the emptiness in the safe zone. (Érzékelő megemelés 3mm-el . A forított mágnes behelyezéskor is biztonságos tartományban van a ragasztó.) | 2010.11.09 |
| | Emptiness sensor does not indicate. (Fogyást érzékelő szenzor nem jelez) | Weak magnetic field. (Gyenge mágneses mező) | Magnet is too far from the sensor when is not perfectly centralized. (Túl távol van a mágnes a szenzortól mivel nincs központosan a mágnes a tubusban.) | The magnet diameter is too small. (Mágnes átmérője kicsi) | 1.) Use of bigger diameter magnet.(Nagyobb átmérőjű mágnes használata.) 2.) DOPAG P30 barellpump / "Vödörös" ragasztó adagolás | 2.) 2011.07.07 |
| Specific nonconformance: Air in the dispensing system. (Levegős az adagoló rendszer) | Cracked tube at the neck. (A tubus nyaka elreped, eltörik) | Due to wrong fixing into the dispenser system. (A tubus rossz rögzítése miatt) | No rule for the fixing torque. (Nincs definiálva az becsavarás nyomatéka) | | 1.) Test the low and high torque used for tube fixing (Torque definition). Teszt végzése a alacsony, magas, nyomaték hatására. (Nyomatéktartomány definiálása.) 2.) DOPAG P30 barellpump / "Vödörös" ragasztó adagolás | 2.) 2011.07.07 |
| | | Pressure of compressed air is too high. (sűrített levegő nyomása túl nagy) | Optimal pressure is not defined. (nincs definiálva az optimális nyomás) | | 1.) DOE Target min pressure for dispensation. Min nyomás a ragasztófelvitelhez. 2.) DOPAG P30 barellpump / "Vödörös" ragasztó adagolás | 2.) 2011.07.07 |
| | Air gets into the dispensing system at the connection of the tubeneck.(A tubus nyakánál levegő szívárog a rendszerbe.) | Due to wrong fixing into the dispenser system. (A tubus rossz rögzítése miatt) | No rule for the fixing torque. (Nincs definiálva az becsavarás nyomatéka) | | 1.) Teszt végzése a alacsony, magas, nyomaték hatására. (Nyomatéktartomány definiálása.) 2.) DOPAG P30 barellpump / "Vödörös" ragasztó adagolás | 2.) 2011.07.07 |
| | | Pressure of compressed air is too high. (sűrített levegő nyomása túl nagy) | Optimal pressure is not defined. (nincs definiálva az optimális nyomás) | | 1.) DOE Target min pressure for dispensation. Min nyomás a ragasztófelvitelhez. 2.) DOPAG P30 barellpump / "Vödörös" ragasztó adagolás | 2.) 2011.07.07 |

Fejlesztés / Improve / Verbessern Kiürült ragasztótubus.

Új tubus behelyezését követő légtelenítés idejének meghatározása és program készítése

| | |
|---|------------|
| Légtelenítés idejének definiálása. | 2010.11.28 |
| Program készítése a légtelenítési folyamatra. | 2010.11.28 |

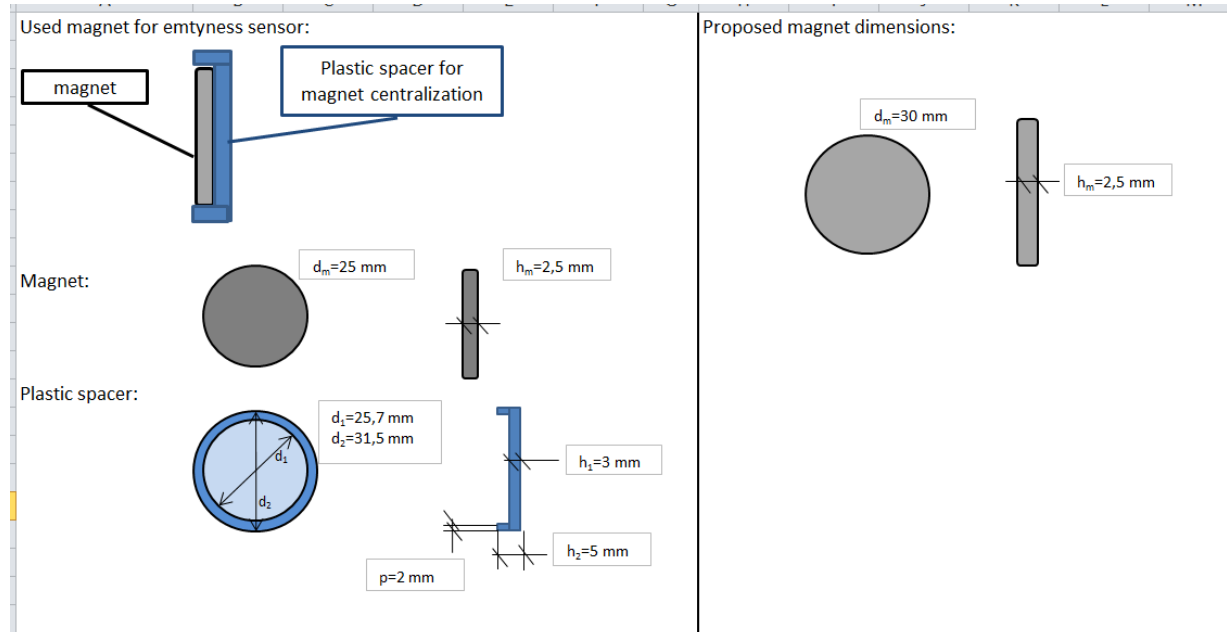
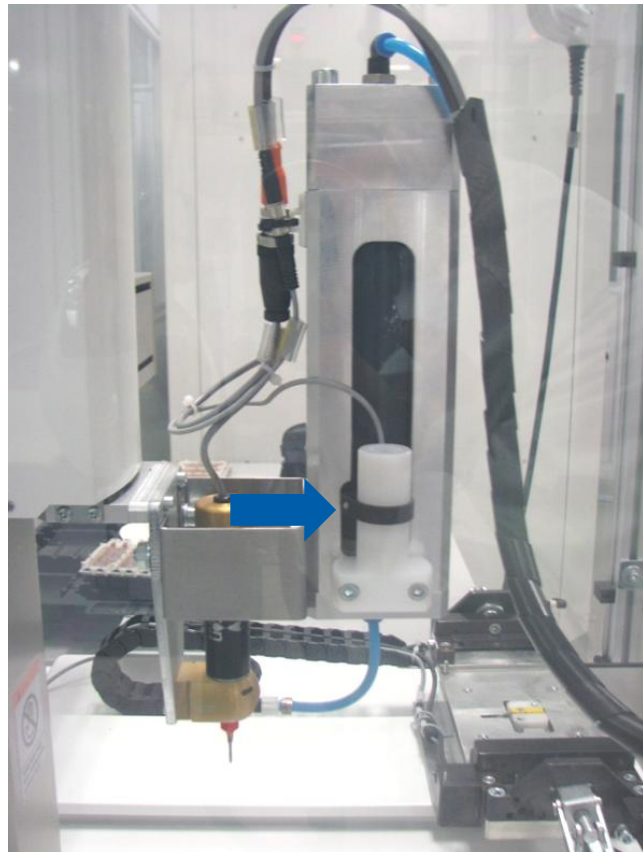


Fejlesztés / Improve / Verbessern Hiányos ragasztócsík

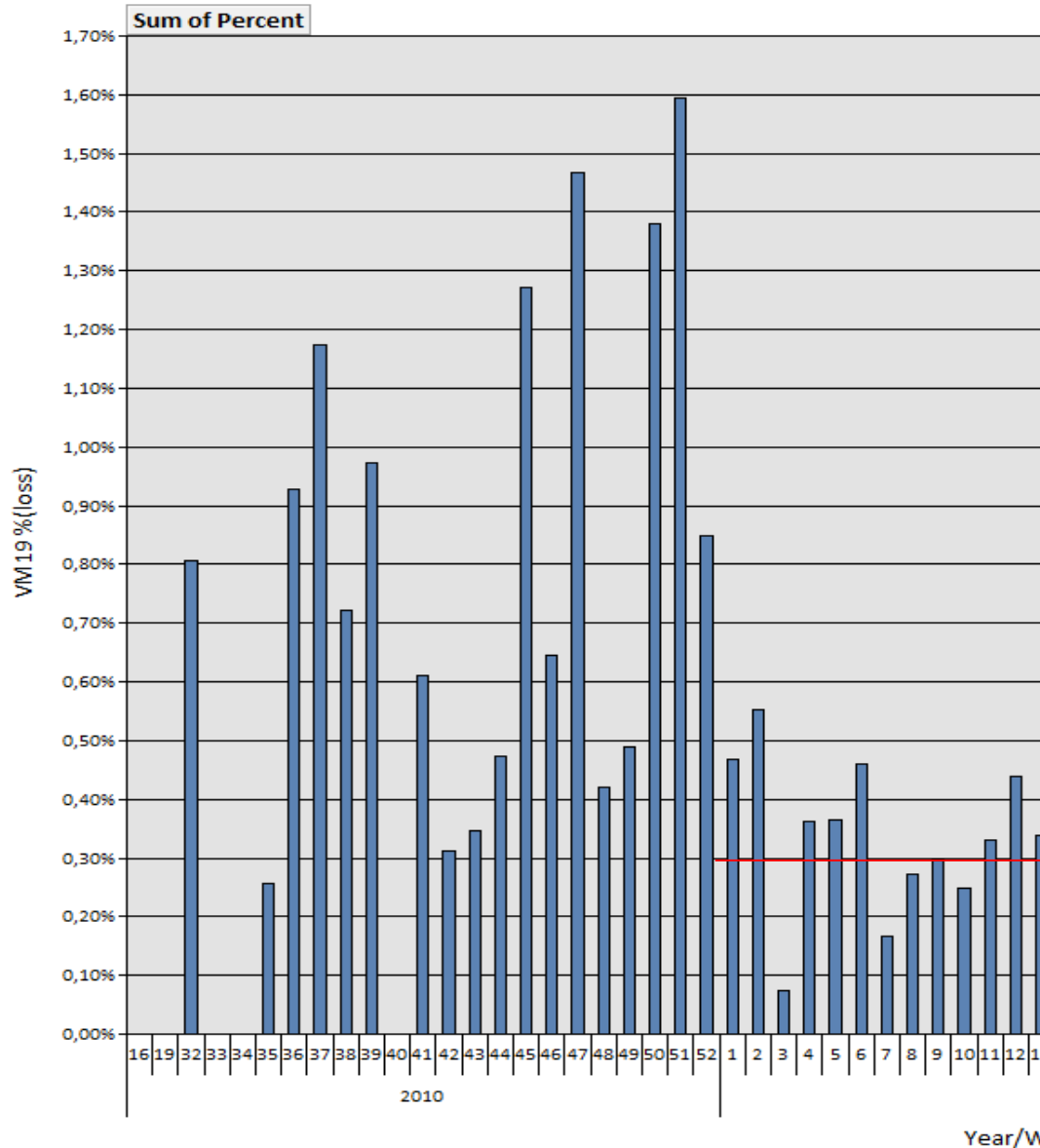
Érzékelő megemelés 3mm-el . A fordított mágnes behelyezéskor is biztonságos tartományban van a ragasztó.

2010.11.09

Nagyobb átmérőjű mágnes használata.



Fejlesztés / Improve / Verbessern Ragasztási hibák



VM19: ~ 0,3% (Z= 4.25)

Fejlesztés / Improve / Verbessern

Hiányos ragasztócsík -5 Why



5-Why Analysis

Prepared by: Nagy Tamás, Jakab Zsolt

Attachment

Report Nr.: na.

Page:1

Define Problem: **Interrupted glue line.**

| Why | Why | Why | Why | Why → Root Cause | Corrective Action/Responsibility | Date |
|---|--|--|---|---|--|-------------------|
| Exhaust process after tube change is not right. (Légtelenítési folyamat tubus csere után nem megfelelő) | Exhausting time after tube exchange variates and it is up to operator (Változó időtartamú légtelenítési folyamat tubus csere után) | Exhaust finish is based on operator feeling (érezésre történik a légtelenítés) | Time is not defined. (nincs definiálva az idő) | | Define the exhaust time. (Légtelenítés idejének definiálása) | 2010.11.28 |
| | Exhaust not performed. (Elmarad a légtelenítés) | Not automatic depends by operator (Nem automata operátor végzi) | | | Prepare a program for the exhaust process. (program készítése a légtelenítési folyamatra) | 2010.11.28 |
| Empty glue tube. (Kiürült ragasztótubus) | Emptiness sensor does not indicate in time. (Fogyást érzékelő szenzor nem jelez időben) | Sensor in wrong position for the case when the magnet is placed reversed (érezékelő pozíciója rossz ha mágnes fordítva van behelyezve) | | | Increase the sensor position with 3 mm. For the worst case when the magnet is reverse placed the sensor indicate the emptiness in the safe zone. (Érzékelő megemelés 3mm-el . A forított mágnes behelyezéskor is biztonságos tartományban van a ragasztó.) | 2010.11.09 |
| | Emptiness sensor does not indicate. (Fogyást érzékelő szenzor nem jelez) | Weak magnetic field. (Gyenge mágneses mező) | Magnet is too far from the sensor when is not perfectly centralized. (Túl távol van a mágnes a szenzortól mivel nincs központosan a mágnes a tubusban.) | The magnet diameter is too small. (Mágnes átmérője kicsi) | 1.) Use of bigger diameter magnet.(Nagyobb átmérőjű mágnes használata.) 2.) DOPAG P30 barellpump / "Vödörös" ragasztó adagolás | 2.) 2011.07.07 |
| Specific nonconformance: Air in the dispensing system. (Levegős az adagoló rendszer) | Cracked tube at the neck. (A tubus nyaka elreped, eltörik) | Due to wrong fixing into the dispenser system. (A tubus rossz rögzítése miatt) | No rule for the fixing torque. (Nincs definiálva az becsavarás nyomatéka) | | 1.) Test the low and high torque used for tube fixing (Torque definition). Teszt végzése a alacsony, magas, nyomaték hatására. (Nyomatéktartomány definiálása.) 2.) DOPAG P30 barellpump / "Vödörös" ragasztó adagolás | 2.) 2011.07.07 |
| | | Pressure of compressed air is too high. (sűrített levegő nyomása túl nagy) | Optimal pressure is not defined. (nincs definiálva az optimális nyomás) | | 1.) DOE Target min pressure for dispensation. Min nyomás a ragasztófelvitelhez. 2.) DOPAG P30 barellpump / "Vödörös" ragasztó adagolás | 2.) 2011.07.07 |
| | Air gets into the dispensing system at the connection of the tubeneck.(A tubus nyakánál levegő szívárog a rendszerbe.) | Due to wrong fixing into the dispenser system. (A tubus rossz rögzítése miatt) | No rule for the fixing torque. (Nincs definiálva az becsavarás nyomatéka) | | 1.) Teszt végzése a alacsony, magas, nyomaték hatására. (Nyomatéktartomány definiálása.) 2.) DOPAG P30 barellpump / "Vödörös" ragasztó adagolás | 2.) 2011.07.07 |
| | | Pressure of compressed air is too high. (sűrített levegő nyomása túl nagy) | Optimal pressure is not defined. (nincs definiálva az optimális nyomás) | | 1.) DOE Target min pressure for dispensation. Min nyomás a ragasztófelvitelhez. 2.) DOPAG P30 barellpump / "Vödörös" ragasztó adagolás | 2.) 2011.07.07 |
| | | | | | | |

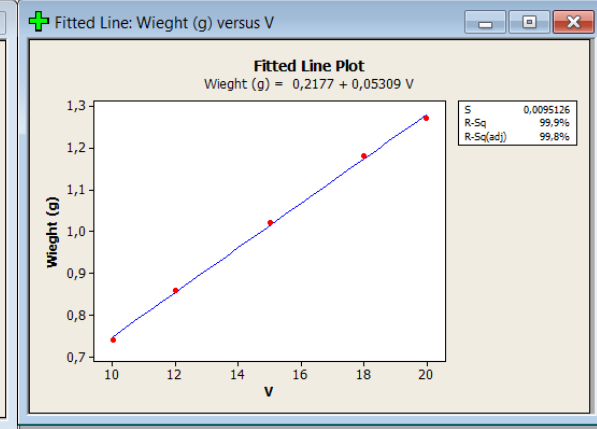
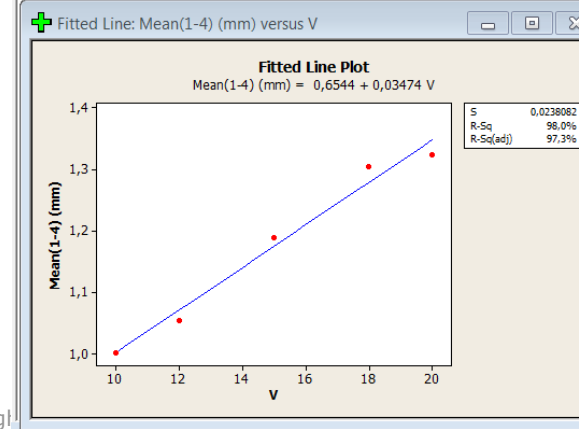
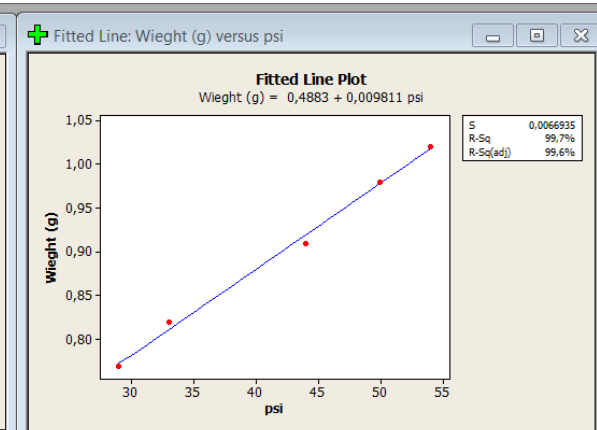
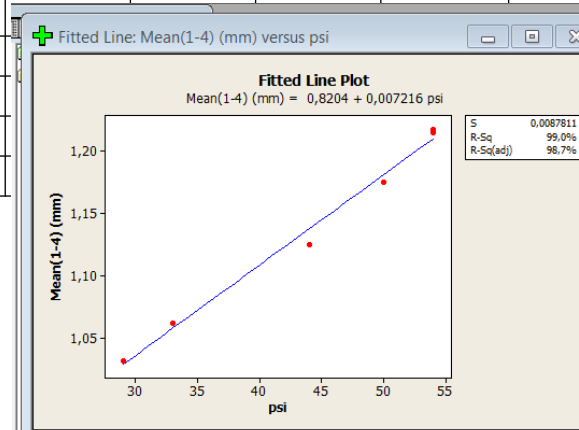
Fejlesztés / Improve / Verbessern

DOE : Nagyhatású változók azonosítása



| Frame | psi | V | width 1 | width 2 | width 3 | width 4 | width 5 | avg(1-4) | Weight |
|-------|-----|----|---------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|
| 1 | 29 | 15 | 1,07 | 0,97 | 1 | 1,09 | 1,16 | 1,0325 | 0,77 |
| 2 | 33 | 15 | 1,11 | 1,01 | 1,05 | 1,08 | 1,24 | 1,0625 | 0,82 |
| 3 | 44 | 15 | 1,16 | 1,09 | 1,11 | 1,14 | 1,81 | 1,125 | 0,91 |
| 4 | 50 | 15 | 1,2 | 1,14 | 1,16 | 1,2 | 1,32 | 1,175 | 0,98 |
| 5 | 54 | 15 | 1,28 | 1,18 | 1,18 | 1,22 | 1,38 | 1,215 | 1,02 |
| 6 | 54 | 15 | 1,23 | 1,21 | 1,19 | 1,24 | 1,36 | 1,2175 | 1,02 |
| 7 | 54 | 10 | 1,02 | 0,95 | 0,98 | | | | |
| 8 | 54 | 12 | 1,09 | 0,97 | 1,05 | | | | |
| 9 | 54 | 15 | 1,22 | 1,11 | 1,2 | | | | |
| 10 | 54 | 18 | 1,35 | 1,29 | 1,29 | | | | |
| 11 | 54 | 20 | 1,3 | 1,26 | 1,35 | | | | |

Nyomás, feszültség linearitás teszt



Fejlesztés / Improve / Verbessern

DOE terv



| StdOrder | RunOrder | CenterPt | Blocks | Pressure | Voltage | Angle |
|----------|----------|----------|--------|----------|---------|-------|
| 15 | 1 | 1 | 1 | 29 | 20 | 247 |
| 12 | 2 | 1 | 1 | 54 | 20 | 54 |
| 1 | 3 | 1 | 1 | 29 | 10 | 54 |
| 8 | 4 | 1 | 1 | 54 | 20 | 247 |
| 5 | 5 | 1 | 1 | 29 | 10 | 247 |
| 7 | 6 | 1 | 1 | 29 | 20 | 247 |
| 16 | 7 | 1 | 1 | 54 | 20 | 247 |
| 11 | 8 | 1 | 1 | 29 | 20 | 54 |
| 4 | 9 | 1 | 1 | 54 | 20 | 54 |
| 20 | 10 | 1 | 1 | 54 | 20 | 54 |
| 17 | 11 | 1 | 1 | 29 | 10 | 54 |
| 3 | 12 | 1 | 1 | 29 | 20 | 54 |
| 25 | 13 | 0 | 1 | 41,5 | 15 | 150,5 |
| 19 | 14 | 1 | 1 | 29 | 20 | 54 |
| 24 | 15 | 1 | 1 | 54 | 20 | 247 |
| 21 | 16 | 1 | 1 | 29 | 10 | 247 |
| 10 | 17 | 1 | 1 | 54 | 10 | 54 |
| 6 | 18 | 1 | 1 | 54 | 10 | 247 |
| 14 | 19 | 1 | 1 | 54 | 10 | 247 |
| 9 | 20 | 1 | 1 | 29 | 10 | 54 |
| 23 | 21 | 1 | 1 | 29 | 20 | 247 |
| 18 | 22 | 1 | 1 | 54 | 10 | 54 |
| 22 | 23 | 1 | 1 | 54 | 10 | 247 |
| 2 | 24 | 1 | 1 | 54 | 10 | 54 |
| 13 | 25 | 1 | 1 | 29 | 10 | 247 |

Változók száma $k=3$
Teljes faktoriális model $N= 8$
Kísérletek száma=3

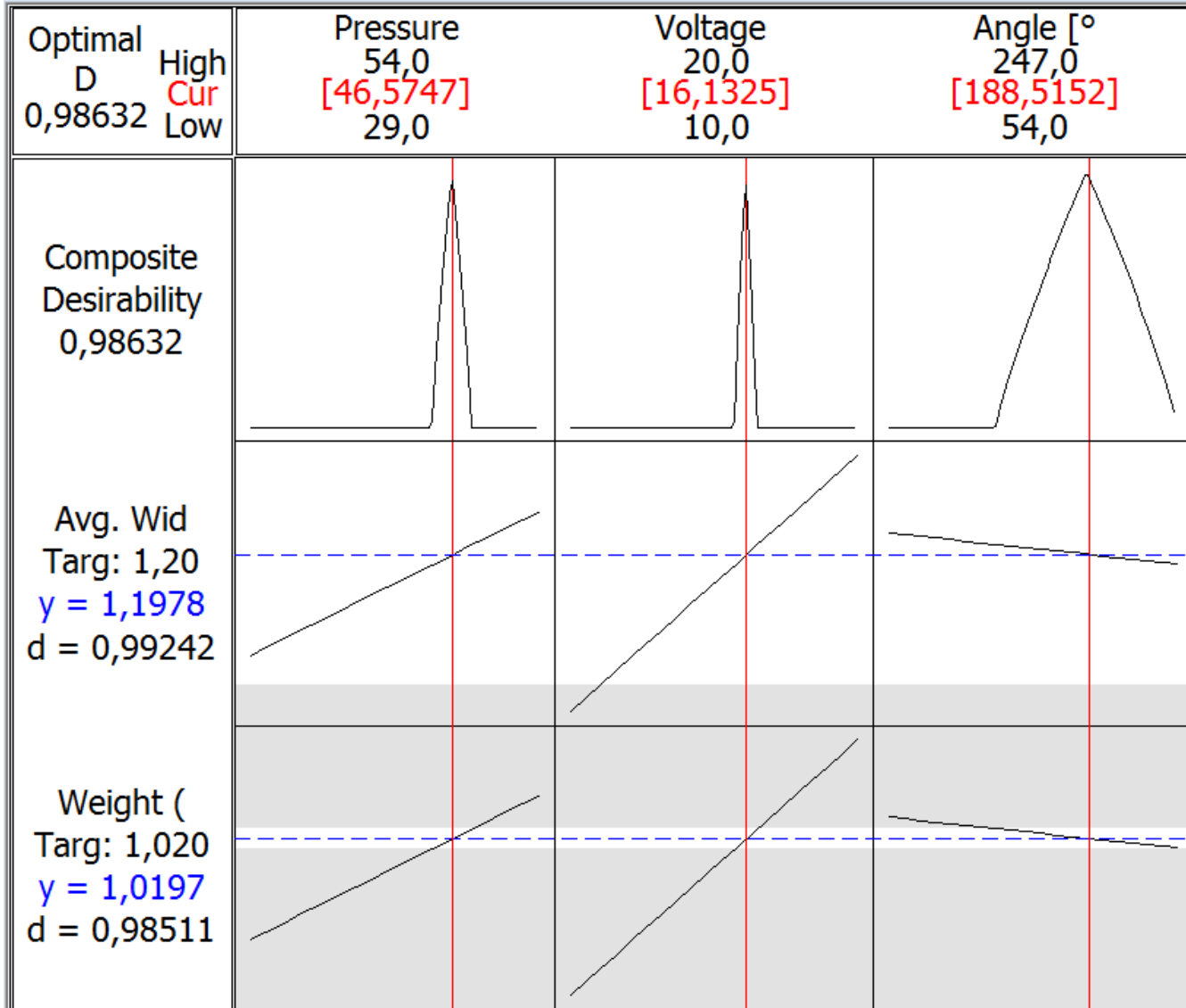
Fejlesztés / Improve / Verbessern

DOE -Kísérlettervezés



| StdOrder | RunOrder | PtType | Blocks | Pressure | Voltage | Angle | Width1(mm) | Width2(mm) | Width3(mm) | Width4(mm) | Avg. Width (mm) | Weight (g) | Failures (Y/N) |
|----------|----------|--------|--------|----------|---------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------|---------------|----------------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 29 | 10 | 54 | 0,69 | 0,74 | 0,74 | 0,84 | 0,7525 | 0,55 | 0 |
| 2 | 2 | 1 | 1 | 29 | 10 | 247 | | 0,7 | 0,87 | 0,76 | 0,776667 | 0,49 | 0 |
| 4 | 3 | 1 | 1 | 29 | 20 | 247 | 1,21 | 1,16 | 1,19 | 1,23 | 1,1975 | 0,99 | 1 |
| 21 | 4 | 1 | 1 | 54 | 10 | 54 | 1,09 | 1 | 1,05 | 1,13 | 1,0675 | 0,82 | 1 |
| 10 | 5 | 1 | 1 | 29 | 10 | 247 | 0,45 | 0,66 | 0,79 | 0,75 | 0,6625 | 0,52 | 0 |
| 17 | 6 | 1 | 1 | 29 | 10 | 54 | 0,9 | 0,82 | 0,83 | 0,85 | 0,85 | 0,52 | 0 |
| 20 | 7 | 1 | 1 | 29 | 20 | 247 | 1,17 | 1,19 | 1,17 | 1,22 | 1,1875 | 0,97 | 1 |
| 14 | 8 | 1 | 1 | 54 | 10 | 247 | 1,01 | 0,99 | 1,03 | 1,07 | 1,025 | 0,76 | 1 |
| 6 | 9 | 1 | 1 | 54 | 10 | 247 | 1,04 | 0,98 | 1,03 | 1,06 | 1,0275 | 0,76 | 1 |
| 24 | 10 | 1 | 1 | 54 | 20 | 247 | 1,4 | 1,33 | 1,32 | 1,39 | 1,36 | 1,24 | 1 |
| 13 | 11 | 1 | 1 | 54 | 10 | 54 | 1,08 | 1,01 | 1,04 | 1,12 | 1,0625 | 0,82 | 1 |
| 11 | 12 | 1 | 1 | 29 | 20 | 54 | 1,26 | 1,18 | 1,22 | 1,27 | 1,2325 | 1,04 | 1 |
| 5 | 13 | 1 | 1 | 54 | 10 | 54 | 1,07 | 0,96 | 1,06 | 1,12 | 1,0525 | 0,81 | 1 |
| 8 | 14 | 1 | 1 | 54 | 20 | 247 | 1,38 | 1,34 | 1,33 | 1,39 | 1,36 | 1,23 | 1 |
| 15 | 15 | 1 | 1 | 54 | 20 | 54 | 1,48 | 1,4 | 1,42 | 1,46 | 1,44 | 1,38 | 1 |
| 18 | 16 | 1 | 1 | 29 | 10 | 247 | 0,82 | 0,84 | 0,77 | 0,96 | 0,8475 | 0,55 | 0 |
| 3 | 17 | 1 | 1 | 29 | 20 | 54 | 1,28 | 1,21 | 1,19 | 1,25 | 1,2325 | 1,02 | 1 |
| 23 | 18 | 1 | 1 | 54 | 20 | 54 | 1,44 | 1,39 | 1,41 | 1,52 | 1,44 | 1,35 | 1 |
| 7 | 19 | 1 | 1 | 54 | 20 | 54 | 1,45 | 1,42 | 1,41 | 1,44 | 1,43 | 1,38 | 1 |
| 22 | 20 | 1 | 1 | 54 | 10 | 247 | 1,04 | 0,95 | 0,98 | 1,05 | 1,005 | 0,74 | 1 |
| 12 | 21 | 1 | 1 | 29 | 20 | 247 | 1,18 | 1,2 | 1,2 | 1,23 | 1,2025 | 0,98 | 1 |
| 19 | 22 | 1 | 1 | 29 | 20 | 54 | 1,26 | 1,2 | 1,19 | 1,28 | 1,2325 | 1,03 | 1 |
| 16 | 23 | 1 | 1 | 54 | 20 | 247 | 1,49 | 1,42 | 1,39 | 1,47 | 1,4425 | 1,4 | 1 |
| 9 | 24 | 1 | 1 | 29 | 10 | 54 | 0,95 | 0,75 | 0,82 | 0,99 | 0,8775 | 0,54 | 0 |

Fejlesztés / Improve / Verbessern DOE- Optimization plot



DOE Optimization / Date:2011.02.08

Test with 10 modules

optimized parameters:

| | |
|-----------|--------|
| Pressure: | 46,57 |
| Voltage: | 16,13 |
| Angle: | 188,51 |

| Frame no | Weight (g) |
|----------|------------|
| 1 | 1,12 |
| 2 | 1,13 |
| 3 | 1,1 |
| 4 | 1,14 |
| 5 | 1,12 |
| 6 | 1,12 |
| 7 | 1,12 |
| 8 | 1,13 |
| 9 | 1,11 |
| 10 | 1,13 |

Hiba: Levegős ragasztó adagolás

1. Használt rendszer optimalizálása
DOE módszerrel,
2. Tubus behelyezés szabályozása

+ 0 Ft berendezés beruházás

- Emberi tényező
- Ismeretlen a rendszer megbízhatóság

Vödrös ragasztó adagolás

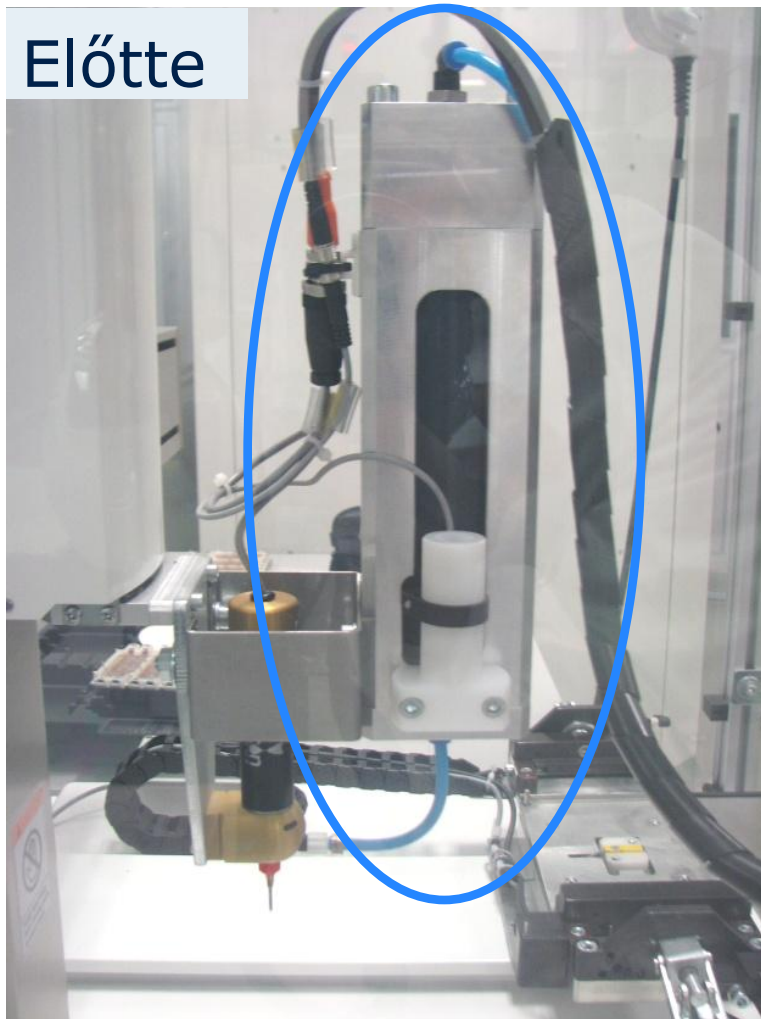
+ Ragasztó ár (4000 Eur/Q nyereség)
+ Ismert megbízhatóság
+ Ragasztócsere miatti gépállás

- 20 000 Eur beruházás igény



Fejlesztés / Improve / Verbessern P30-as adagló

Előtte



Utána



Elemzés / Analyze / Analysieren

Eszköz gyűjtemény – Six sigma



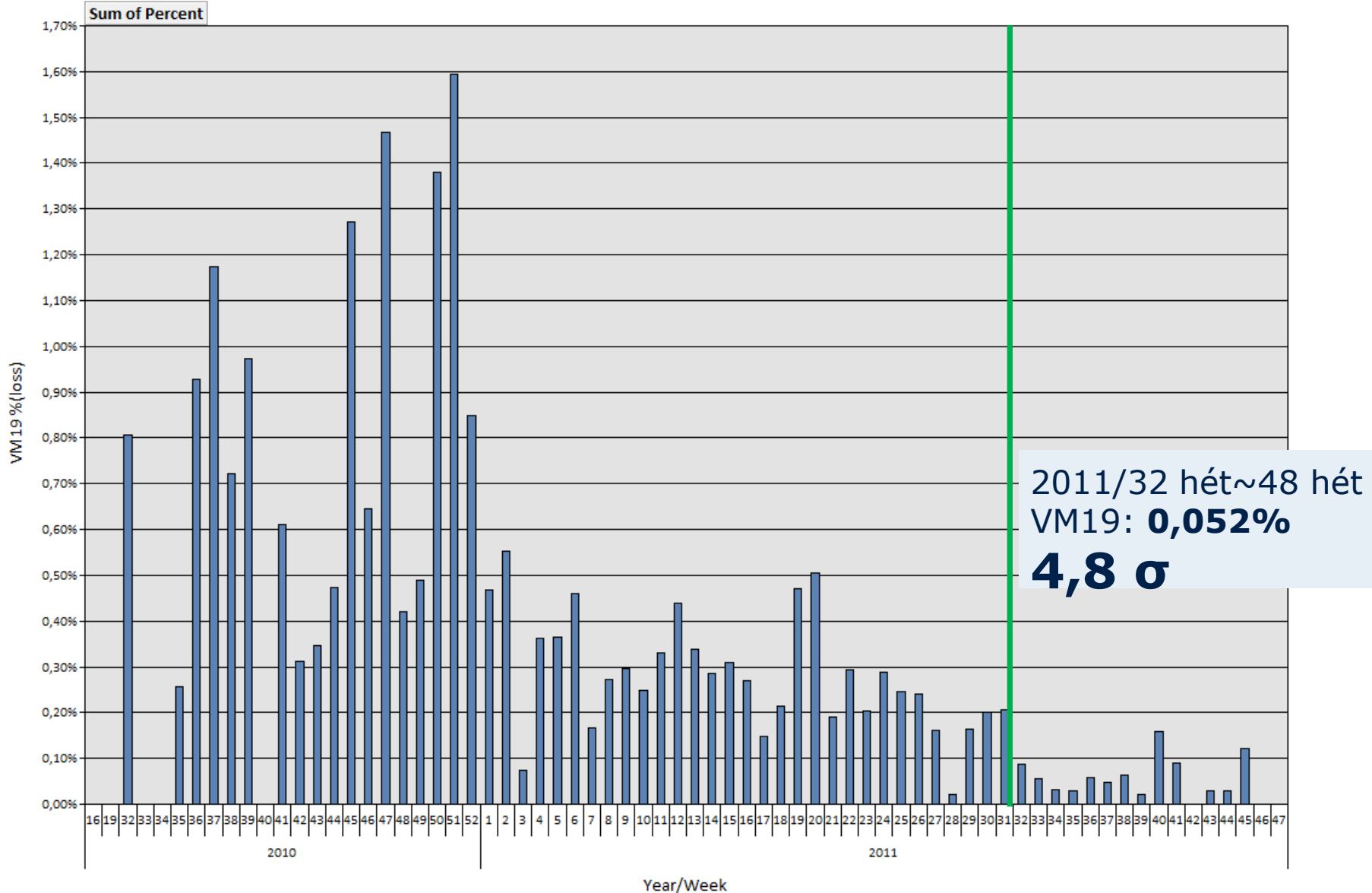
| | D | M | A | I | C | | D | M | A | I | C | | D | M | A | I | C | |
|--------------------------------------|---|---|---|---|---|---------------------------------------|---|---|---|---|---|--|----------------------------------|---|---|---|---|---|
| Analyze the potential problems | | | ○ | ○ | | Frequency distribution | | ○ | ○ | ○ | ○ | | Process capability analysis | | ● | | ○ | ○ |
| Best Practices/Best in Class | | | ○ | ● | | Histogram | | ● | ○ | ○ | ○ | | Process mapping | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Box Plot | | ○ | ○ | ○ | ○ | Hypothesis test | | ○ | ● | ○ | | | Process benchmark | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Brain writing | | ○ | ○ | ○ | | Intangible income | | | ○ | ○ | ○ | | Process sigma | | ○ | | ○ | ○ |
| Brain storming | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | Implementation plan | | | | ● | ○ | | Process variation | | ○ | | ○ | ○ |
| Control charts | | ○ | ○ | ○ | ○ | Ishikawa Diagram | ○ | ● | ● | ○ | ○ | | Process capability | | ○ | | ○ | ○ |
| CTQ (<i>Critical to Quality</i>) | ● | ○ | | | | Kano Model | ○ | | | | | | Process-Management-Diagram | | | | ○ | ○ |
| Data analyze | | | ○ | ○ | | Control / Influence Matrix | | | ○ | ○ | ○ | | QFD-Matrix | | ○ | | | |
| Data collection plan | | ○ | ○ | | ○ | Control Diagram | | ○ | ○ | ○ | ○ | | Response plan | | | | ○ | ○ |
| 5 why | | | ● | ● | | Correlation analysis | | | ● | ○ | | | Control chart | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| DOE (<i>Design of Experiments</i>) | | | ○ | ● | | Benefit / Cost ratio | | | ○ | ● | ○ | | Roll-out plan | | | | ○ | ○ |
| Document of the new process | | | | ○ | ○ | Criteria-based matrix | | | ○ | ○ | | | Segmentation / Stratification | | ○ | ○ | | |
| Dot Plot | | ● | ○ | ○ | ○ | Material yield | | | ○ | ○ | ○ | | SIPOC | | ● | | | |
| Drilldown Tree | | ○ | ○ | ○ | | Moment of Truth | | | ○ | ○ | | | Shall plan | | | | ○ | ○ |
| Experiences from the project | | | | | ○ | MSA (<i>Measure system analyze</i>) | ○ | | ○ | ○ | ○ | | Scatter plot | | ● | ○ | ○ | ○ |
| Creating models / Simulations | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | Multi-Vari Diagram | | | ○ | ○ | ○ | | Team charter | | ● | | | |
| Income / Benefits of the project | | | | | ● | Nature of work | | ○ | ○ | ○ | | | Handover protocol | | | | | ○ |
| Fault protection | | | | ○ | ○ | Normal distribution | | ○ | ○ | ○ | ○ | | Transferability of the solution | | | | | ○ |
| Flow chart | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | Pareto Diagram | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | | VOC (<i>Voice of Customer</i>) | ● | | | | |
| FMEA | | | ○ | ○ | | Pilot test | | | | ○ | | | VOC Translation Matrix | ○ | | | | |

● Used in the project

○ Current applications of the tool

Ellenőrzés / Control / Steuern

Ragasztási selejt %



Ellenőrzés / Control / Steuern Eszköz gyűjtemény – Six sigma



| | D | M | A | I | C | | D | M | A | I | C | | D | M | A | I | C | |
|--------------------------------------|---|---|---|---|---|---------------------------------------|---|---|---|---|---|---|----------------------------------|---|---|---|---|---|
| Analyze the potential problems | | | ○ | ○ | | Frequency distribution | | ○ | ○ | ○ | ○ | | Process capability analysis | | ● | | ○ | ○ |
| Best Practices/Best in Class | | | ○ | ● | | Histogram | | ● | ○ | ○ | ○ | | Process mapping | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Box Plot | | ○ | ○ | ○ | ○ | Hypothesis test | | ○ | ● | ○ | | | Process benchmark | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Brain writing | | ○ | ○ | ○ | | Intangible income | | | ○ | ○ | ○ | | Process sigma | | ○ | | ○ | ● |
| Brain storming | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | Implementation plan | | | | ● | ○ | | Process variation | | ○ | | ○ | ○ |
| Control charts | | ○ | ○ | ○ | ○ | Ishikawa Diagram | ○ | ● | ● | ○ | ○ | | Process capability | | ○ | | ○ | ○ |
| CTQ (<i>Critical to Quality</i>) | ● | ○ | | | | Kano Model | ○ | | | | | | Process-Management-Diagram | | | | ○ | ○ |
| Data analyze | | | ○ | ○ | | Control / Influence Matrix | | | ○ | ○ | ○ | | QFD-Matrix | | ○ | | | |
| Data collection plan | | ○ | ○ | | ○ | Control Diagram | | ○ | ○ | ○ | ○ | | Response plan | | | | ○ | ○ |
| 5 why | | | ● | ● | | Correlation analysis | | | ● | ○ | | | Control chart | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| DOE (<i>Design of Experiments</i>) | | | ○ | ● | | Benefit / Cost ratio | | | ○ | ● | ○ | | Roll-out plan | | | | ○ | ○ |
| Document of the new process | | | | ○ | ○ | Criteria-based matrix | | | ○ | ○ | | | Segmentation / Stratification | | ○ | ○ | | |
| Dot Plot | | ● | ○ | ○ | ○ | Material yield | | | ○ | ○ | ○ | | SIPOC | | ● | | | |
| Drilldown Tree | | ○ | ○ | ○ | | Moment of Truth | | | ○ | ○ | | | Shall plan | | | | ○ | ○ |
| Experiences from the project | | | | | ○ | MSA (<i>Measure system analyze</i>) | | ○ | | ○ | ○ | | Scatter plot | | ● | ○ | ○ | ○ |
| Creating models / Simulations | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | Multi-Vari Diagram | | | ○ | ○ | ○ | | Team charter | | ● | | | |
| Income / Benefits of the project | | | | | ○ | Nature of work | | ○ | ○ | ○ | | | Handover protocol | | | | | ○ |
| Fault protection | | | | ○ | ○ | Normal distribution | | ○ | ○ | ○ | ○ | | Transferability of the solution | | | | | ● |
| Flow chart | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | Pareto Diagram | | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | VOC (<i>Voice of Customer</i>) | | ● | | | |
| FMEA | | | ○ | ○ | | Pilot test | | | | ○ | | | VOC Translation Matrix | | ○ | | | |

● Used in the project

○ Current applications of the tool

ENERGY EFFICIENCY MOBILITY SECURITY

Innovative semiconductor solutions for energy efficiency, mobility and security.



ELEKTRONIKAI GYÁRTÁS ÉS MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

A MINŐSÉGÜGYI RENDSZEREK KIALAKULÁSA ÉS AZ ISO 9XXX RENDSZER

Illés Balázs



AZ ELŐADÁS TÉMAKÖREI

- A minőség fogalma
- Minőségpolitika
- A minőségügyi módszerek történelmi fejlődése
- Az Iso9xxx szabványcsalád
- Az Iso9xxx dokumentációi
- Minőségügyi rendszer létrehozása
- Minőségügyi rendszer tanúsítása
- ISO9XXX rendszer használata
- Ellenőrzőkérdések

A MINŐSÉG FOGALMA

- Aggregált fogalom
- Műszaki-jogi értelemben a specifikáció alapozza meg
- Üzletpolitikailag a vevői elégedettség a döntő
- A kiterjedt nemzetközi kooperáció követelményei

A minőség fokozatai:

- A termék lássa el alapfunkcióját
- Feleljen meg a specifikációnak
- Legyen a vevő elégedett
- A vevő latens igényeit is jelenítse meg

A MINŐSÉG FOGALMA

Minőség forrásai:

- A vevő-eladó „nyertes-nyertes” helyzetét kell kiindulási alapnak tekinteni
- Kompetencia=jártasság+motiváltság
- Általános és műszaki kultúra
- Vezetői szándék és tudás

A MINŐSÉG FOGALMA

Minőség (Quality): Egy termék, vagy szolgáltatás minősége az a tulajdonsága, hogy mennyire felel meg a felhasználás pillanatában a vevői igényeknek, vagy egy rögzített követelményrendszernek, és mennyire marad ilyen állapotában meghatározott élettartam és igénybevétel után.

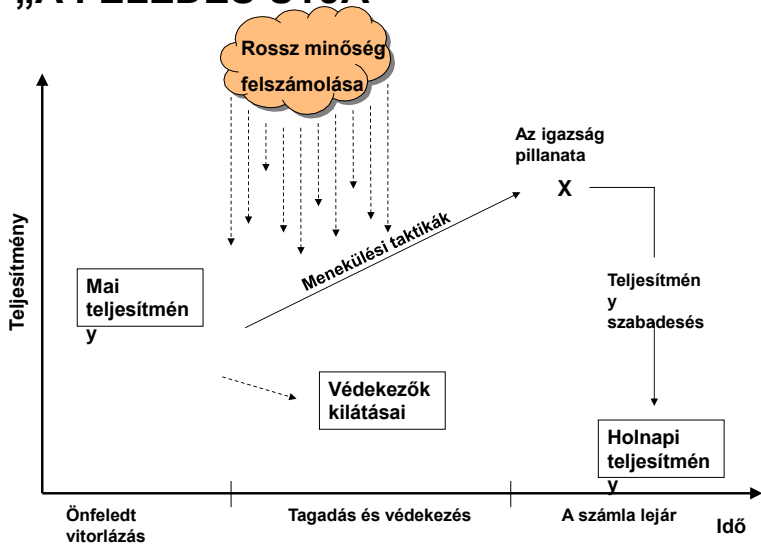
MINŐSÉG
=
**a kimondott és kimondatlan vevői
igényeknek való megfelelés**

A MINŐSÉGPOLITIKA

A 21. században a vevők még többet akarnak azokból, ami fontos számukra

- Ha az alacsony árakat értékelik, akkor még olcsóbbat akarnak
- Ha a kényelmet és a sebességet értékelik, akkor még egyszerűbbet és gyorsabbat akarnak
- Ha a legújabb technológiákat értékelik, már látni akarják a következő modelleket
- Ha szaktanácsra van szükségük, azt akarják érezni, hogy ők az egyetlen ügyfél

„A FELEDÉS ÚTJA”



A MINŐSÉGPOLITIKA ÚJ SZABÁLYAI

Az ügyfél szükségleteinek teljes mértékű kielégítése jövedelmező módon

Fontos észben tartani:

- **Az elégedettség és az érték mértéke tekintetében az ügyfél rendelkezik minden szavazattal**
- **Ami ma jó, az nem jó holnap!**

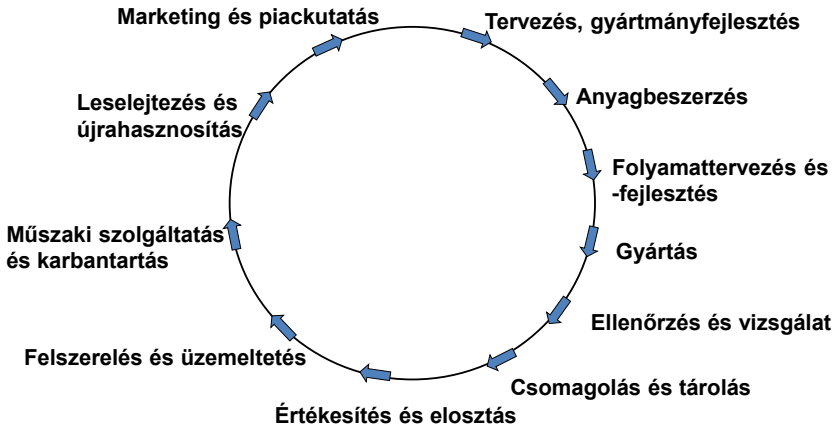
A MINŐSÉGÜGYI MÓDSZEREK TÖRTÉNELMI FEJLŐDÉSE

- Manufaktúra, kisipar: a munka végzője ellenőriz, dönt (használhatatlan, javítható, egy része felhasználható...)
- Ipari forradalom, szalagszerű termelés: elkülönült szervezet (MEO)
- Nagy sorozatok gyártása: megjelennek a statisztikai módszerek (SPC)
- Automatizált tömeggyártás: nélkülözhetetlen a szabályozás
- A minőségmenedzsment fejlődésének fontosabb szakaszai:
 - 1. Minőségellenőrzés (Quality Check)
 - 2. Minőség szabályozás (Quality Control)
 - 3. Minőségbiztosítás (Quality Assurance)
 - 4. Teljes körű minőségbiztosítás (TQM)

A MINŐSÉG ELLENŐRZÉS ÉS SZABÁLYOZÁS

- **Minőségellenőrzés (quality control)**
 - Műszaki, technikai folyamat
 - A minőségi paraméterek aktuális értékeinek összevetése a követelményrendszerrel
 - Jelentős költséghányad (az elektronikában 50...60%)
- **Minőség szabályozás (quality assurance)**
 - A vállalat által tervezett és megvalósított tevékenységek a megfelelő minőség biztosítás érdekében.
 - Felöleli a termék teljes életét.
 - A minőségellenőrzés a minőségbiztosítás része!

A MINŐSÉGI HUROK



AZ ISO9XXX SZABVÁNYCSALÁD

ISOXXX előzményei:

- 1959 - MIL-Q-9858 Katonai szabvány
- Ford Q1, GM TFE - Autóipar
- AOAP-1 NATO szabvány
- 1979 - BS 5750 - Nagy Britannia
- 1987 - Az Európai Unió elfogadja az ISO 9000 szabványrendszert

Történeti előzménye:

- BS 5750 (1979-ben jelent meg)
- 1987 első kiadás, 1994 és 2000 jelentős változások, 1992: 1994: 1995: 1996: 1998 klf. Kiegészítések
- A szervezeteknek a bevezetett intézkedéseket tanúsíttatni (auditáltatni) kell

AZ ISO9XXX SZABVÁNYCSALÁD

- 5 fő- és számos értelmező szabványból álló szabványrendszer
- Az élet minden területére kiterjed:
 - Gazdaság (ipar, építőipar, mezőgazdaság stb.)
 - Szolgáltatás
 - Környezetvédelem
 - Egészségügy
 - Oktatás
 - Hadügy stb.

AZ ISO9XXX SZABVÁNYCSALÁD

Általános jellemzők:

- Általános alapelveket tartalmaz, folyamatokra vonatkozik
- Megvalósított minőségügyi rendszer
 - műszaki, gazdasági intézkedések
- Fontos feladata a bizalomkeltés
 - a cég vezetésében és alkalmazottaiban
 - tanusításon keresztül a megrendelőknél
- A minőségügyi rendszer kiépítése után lehetőség van a tanusításra

AZ ISO9XXX SZABVÁNYCSALÁD

Az ISO9XXX részei:

- ISO 9001: fejlesztés, gyártás, ellenőrzés, szolgáltatás
- ISO 9002: gyártás, ellenőrzés, szolgáltatás
- ISO 9003: ellenőrzés, szolgáltatás
- ISO 9004: modell a minőségügyi rendszer fejlesztésére - tanusítás nélkül
- ISO 9000: szabványok kiválasztásának és alkalmazásának rövid leírása
- ISO 8402: minőségügyi szótár
- ISO 14001: Környezetvédelmi szabvány
- ISO 10011: tanusítás, auditorok
- ISO 10012: irányelvek az alkalmazott mérőberendezésekre

AZ ISO9000:2000 SZABVÁNYCSALÁD

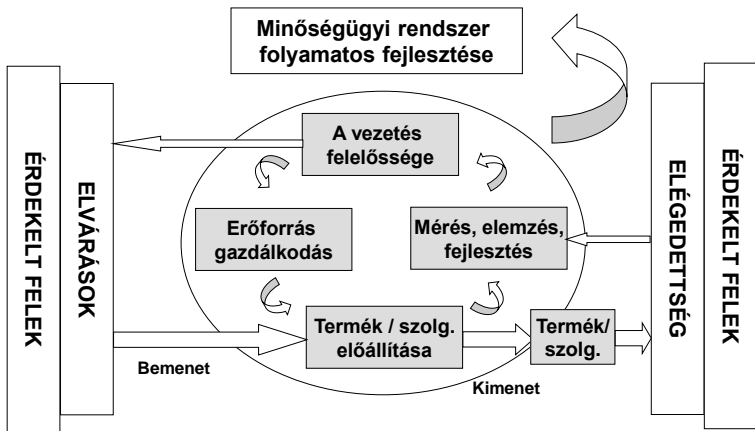
- Csak ISO 9001 szabvány, ISO 9002, ISO 9003 megszűnt
- A korábbi húsz helyett négy érdemi fejezetet tartalmaz
 - a vezetés felelőssége
 - Elkötelezettség, minőségpolitika, minőségtervezés
 - felelősség, hatáskör kijelölés
 - Munkatársak bevonása a döntési folyamatba
 - erőforrás gazdálkodás
 - emberi erőforrások
 - Infrastruktúra, munkahelyi környezet
 - termelőeszközök
 - pénzügy
 - termék és/vagy szolgáltatás előállítás (folyamat menedzsment)
– ld. Minőségi hurok
 - mérés, elemzés és fejlesztés, tényeken alapuló döntéshozás
 - a rendszer teljesítményének mérése
 - a vevői elégedettség mérése
 - belső audit

AZ ISO9XXX SZABVÁNYCSALÁD

Követelmények:

- Világos értékrend rögzítése
- Olyan rendszer kialakítása, amely hibamegelőzésre, folyamatszabályozásra alkalmas
- A felelősségi körök pontos rögzítése
- A belső szervezeti kapcsolatok pontos szabályozása
- A vevői kapcsolatok szabályozása
- A szállítói kapcsolatok szabályozása
- Számszerűsített termék- és gyártás-biztonság

AZ ISO9XXX KÖVETELMÉNYEINEK LEGFONTOSABB TERÜLETEI



AZ ISO9XXX DOKUMENTÁCIÓS HIERARCHIÁJA

- Vezetői nyilatkozat
- Minőségi célok és tervek (minőségpolitika)
- Minőségbiztosítási kézikönyv (követelmények, felelősök)
- Eljárások és termékek kézikönyve (műveletek szabályozása)
- A rendszer működtetési utasításai
- Bizonylatok, nyilvántartások, űrlapok gyűjteménye

AZ ISO9000:2000 SZABVÁNYRENDSZER DOKUMENTÁCIÓJÁNAK FELÉPÍTÉSE



MINŐSÉGÜGYI RENDSZER LÉTREHOZÁSA

- A bevezetés bonyolultsága függ:
 - a jelenlegi minőségügyi rendszertől
 - a cég méretétől
 - a termelési folyamat bonyolultságától
- Jelentős beruházást (10..1000 mFt) igényel
- Hosszú folyamat (1..3 év)
- Vezetőség elkötelezettsége, felelőssége

MINŐSÉGÜGYI RENDSZER LÉTREHOZÁSA

1. A meglévő minőségügyi rendszer felmérése, értékelése az ISO 9000-rel összehasonlítva (külső segítséggel)
2. Bevezetési terv készítése. Tartalmaznia kell:
 - a vonatkozó ISO 9000 fejezet
 - a kialakítandó minőségbiztosítási eljárásokat
 - a felelős személy, csoport megjelölését
 - a szükséges oktatást
 - A szükséges erőforrásokat
 - a befejezés várható időpontját
3. Minőségügyi dokumentumok létrehozása - a rendszer minden elemét az előírt formában dokumentálni kell!
4. Minőségügyi kézikönyv:
 - vállalati szintű
 - osztályszintű
 - egyes területekre specializált

MINŐSÉGÜGYI RENDSZER TANÚSÍTÁSA

Lépések:

- Tanúsítási kérelem benyújtása
- Minőségügyi dokumentumok átvizsgálása
- Hibák korrigálása
- Elő audit (nem kötelező)
- Tanúsító audit. Lehetőségek
 - nincs eltérés az ISO követelményektől (ritka)
 - néhány kisebb eltérés. Korrigálás után igazoló jelentés
 - sok kisebb, néhány súlyosabb eltérés. Korrigálás után újabb audit
 - Súlyos eltérések - elutasítás (ritka)
- Tanúsítvány átadása
- Évenkénti ellenőrzés
- Belső audit

MINŐSÉGÜGYI RENDSZER TANÚSÍTÁSA

Belső audit:

- A szervezet minőségi rendszerének önvizsgálata
- Előre megtervezett időszakonként.
- Belső, független auditor
- Cél: a hiányosságok, gyenge pontok feltárása
- „Önjavító képesség” megteremtése
- Viszonylag rövid, 2 - 3 napos felülvizsgálat

TANÚSÍTOTT MINŐSÉGÜGYI RENDSZER

Előnyök:

- Egyszerűsíti a szerződéses kapcsolatot
- Piacszerzés az EU országaiban a stratégiai iparágakban
- Hitelek felvételének előfelvétele

Tanúsító szervezetek:

- SQS svájci - gépipar, elektronika
- TÜV - Rein. Német - gépipar, elektronika
- TÜV-CERT német - gépipar, vegyipar
- DET NORSKE osztrák - kohászat, gépipar
- SGS angol - elektronika, olajipar

AJÁNLOTT IRODALMAK

- Perry L. Johnson: ISO 9000, hogyan feleljünk meg az új nemzetközi szabványoknak?
- Dézsán Imre: Minőségbiztosítás, a minőségirányítás alapjai
- Papp László: A minőségmenedzsment alapjai
- Kalapács János: Minőség irányítás technikák
- Ferber István: Vállalati minőség szabályozás

ISO9XXX RENDSZER HASZNÁLATA

Minőségbiztosítás az anyagbeszerzésben:

- Idegenárú - mindazon termékek és szolgáltatások, amelyeket nem a vállalatnál állítanak elő
 - Anyagok
 - Alkatrészek
 - Félkésztermékek, kooperáció
 - Célgépek, célműszerek
 - Szoftverek
- Idegenárú ellenőrzés - addig nem felhasználható, amíg be nem bizonyosodott, hogy az előírt minőségi követelményeknek eleget nem tesz.

ISO9XXX RENDSZER HASZNÁLATA

Minőségbiztosítás az anyagbeszerzésben:

Idegenárú ellenőrzés helyszínei:

- Tranzit raktár
- Közvetlenül a felhasználás helyén
- A beszállító telephelyén
- Külső helyszíneken

Idegenárú ellenőrzés szigorúsága:

- Új kapcsolat, nincs tanúsítás - lehetőleg 100%-os vizsgálat
- Régebbi kapcsolat, nincs tanúsítás - mintavételes ellenőrzés
- Régi kapcsolat, van tanúsítás - 100%-os bizalom, minimális ellenőrzés

ISO9XXX RENDSZER HASZNÁLATA

Minőségbiztosítás az anyagbeszerzésben:

Idegenárú ellenőrzés feladatai:

- Vizsgálati terv - esetenként a beszállítóval közösen
- Vizsgálati eredmények egyértelmű dokumentálása
- Véleményeltérés, vita, reklamáció kezelése
- Roncsolásos vizsgálat esetén pótlás

Beszállítók minősítésének szempontjai:

- Beszállított termék, szolgáltatás minősége
- Szakmai hírnév
- Vállalt határidők betartása
- Adminisztrációs, pénzügyi fegyelem
- Beszállítási hűség
- Ár

ISO9XXX RENDSZER HASZNÁLATA

Minőségbiztosítás a gyártásban:

- Minőségi termék csak minőségi gyártással
- Ellenőrzött, szabályozott gyártási folyamat
- Ellenőrizni kell:
 - Gyártóeszközöket, gépeket, műszereket
 - Technológiai folyamatokat
 - Emberi erőforrásokat
 - Gyártott produktumokat

Termelő eszköz ellenőrzése:

- Műszaki paraméterek, gyártási pontosság ellenőrzése mintákon és próbagyártással
- Adott időszakonként karbantartás
- Meghibásodás esetén javítás, majd ismételt pontossági próba

ISO9XXX RENDSZER HASZNÁLATA

Minőségbiztosítás a gyártásban:

Mérőeszköz ellenőrzése:

- Megfelelő pontosságú eszközök biztosítása
- Időszakos ellenőrzés, kalibrálás
- Kalibráló eszközök - hiteles mérőműszerek - hatósági hitelesítés - OMH
- Pontosságromlás esetén javítás, beszabályozás, esetleg selejtezés

ISO9XXX RENDSZER HASZNÁLATA

Minőségbiztosítás a gyártásban:

Technológiai folyamatok ellenőrzése:

- Szigorúan meghatározott sorrend
- Zökkenőmentes kapcsolódás a folyamatok között
- Résztechnológiák fontosabb paramétereinek beállítása
- A folyamat fizikai, kémiai, elektromos paramétereinek folyamatos mérése

ISO9XXX RENDSZER HASZNÁLATA

Minőségbiztosítás a gyártásban:

Emberi erőforrások ellenőrzése és fejlesztése:

- Tudásszint állandó emelése folyamatos továbbképzéssel
- Képzési feladatok:
 - szakmai
 - közgazdasági
 - vállalati minőségügyhöz kapcsolódó
 - biztonságtechnikai, munkavédelmi
 - betanítás
 - átképzés

ISO9XXX RENDSZER HASZNÁLATA

Gyártmányellenőrzés:

- Termékazonosítás (kis sorozat, nagy értékű termék esetén): a teljes gyártási vertikumban nyomomonkövethetőség biztosítás (vonalkód, bárkód)
- Ellenőrzött és vizsgált állapot jelzése: nem keveredhetnek az ellenőrzött és nem ellenőrzött termékek.
- Tároló hely színek:
 - kék - ellenőrzés előtt álló termékhalmoz
 - sárga - ellenőrzött, minősége vitatható
 - zöld - ellenőrzött, megfelelő minőségű
 - piros - ellenőrzött, nem megfelelő minőségű

ISO9XXX RENDSZER HASZNÁLATA

Gyártmányellenőrzés:

- Nem megfelelő termék kezelése - gazdasági elemzés utáni döntés:
 - javítás után felhasználható
 - kisebb pontosságot igénylő helyen még felhasználható
 - selejtezendő

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

- Mik a teljeskörű minőségszabályozás legfontosabb tulajdonságai?
- Sorolja fel az ISO 9000 rendszer általános jellemzőit!
- Hogy zajlik a tanúsítási folyamat?
- Mi a belső audit?
- Melyek a sikeres piaci jelenlét alapfeltételei?
- Melyek voltak a minőségügy legfontosabb történeti lépcsői?
- Mit jelent a latens igények kielégítése?
- Melyek a minőség legfontosabb forrásai?
- Mi a minőségurok lényege?
- Ismertesse az idegenárú ellenőrzés feladatait és lehetséges helyszíneit!
- Ismertesse a termelőeszközök, mérőeszközök és technológiai folyamatok ellenőrzését!
- Mik a gyártmányellenőrzés legfontosabb feladatai?

ELEKTRONIKAI GYÁRTÁS ÉS MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

MINTAVÉTELEZÉS ÉS MINTAKIÉRTÉKELÉS

Illés Balázs



BMEETT
ELEKTRONIKAI TECHNOLÓGIA TANSZÉK

BUDAPEST UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS
DEPARTMENT OF ELECTRONICS TECHNOLOGY

Tartalom

- **Mintavételezés alapjai**
- **Valószínűségi mintavételezés**
- **A mintanagyság meghatározása**
- **Mintavételes ellenőrzés**
- **AQL Mintavételes ellenőrzés**
- **Becslésmélet**
- **Hipotézisvizsgálatok**

Mintavételezés alapjai

- A **statisztikai mintavétel** a statisztikai gyakorlatnak az a része, amely során a **populációból** egyéneket választunk ki, azzal a szándékkal, hogy ismereteket szerezzünk a megfigyelni kívánt populációról, és statisztikai következtetésen alapuló előrejelzéseket tehessünk.
- A mintavétel a statisztikai adatgyűjtés fontos aspektusa. Ritkán végezzük el a felmérést a teljes populáción mivel: a költségek nagyon magasak lennének, valamint mert a populáció dinamikus, azaz idővel változásokon mehet keresztül.
- A mintavétel előnyei: alacsony költségek; gyors adatgyűjtés; kicsi, homogén és pontos adathalmaz.

Mintavételezés alapjai

- **A mintavétel folyamata:**
- Definiáljuk a vizsgálandó populációt
- Meghatározzuk a mintavételi keretet
- Meghatározzuk a mintavételi eljárást
- Megszabjuk a minta nagyságát
- Létrehozuk a mintavételi tervet
- Mintát veszünk, és adatokat gyűjtünk
- Felülvizsgáljuk a mintavételi eljárásunkat

Mintavételezés alapjai

- **A populáció meghatározása:**
- Néha nyilvánvaló, hogy mi határozza meg az adott populációt. Például, **az adott időegység alatt legyártott tétel** teszi ki a populációt.
- A populációnk általában fizika objektumokból áll, néha viszont mintát kell gyűjtenünk **az időről, a helyről, vagy ezek kombinációjáról**. (pl. gyártósor, műszak stb.)
- Gyakran a populáció, amelyből a mintát merítjük, nem biztos hogy ugyanaz a populáció, amelyről információt akarunk szerezni. (pl. populáció az egy adott napon egy adott órában gyártott termékek, viszont az adott napon gyártott összes termékről szeretnénk információt kapni)

Mintavételezés alapjai

- **A mintavételi keret meghatározása:**
- A legkevésbé összetett esetekben, mint például egy adott legyártott tételt minősége, lehetséges hogy teljes tétel minden egyes elem szerepel a keretben, ekkor **Populáció = mintavételi keret.**
- Bizonyos esetekben ez nem lehetséges: pl. globálisan szeretnénk egy termék minőségét meghatározni, viszont „csak a múltból vannak információink a jövőből nem”. **Populáció ≠ mintavételi keret!**
- A keret definiálása során figyelembe kell venni a gyakorlati, gazdasági és műszaki szempontokat. Szükséges, hogy adott időn belül eredményre jussunk, visszatérhet a keretet kiterjesztésétől.

Mintavételezés alapjai

- **A mintavételi keret meghatározása:**
- A mintavételi keret három alapvető problémája:
 - **Elveszett elemek:** A populáció némely tagja nem kerül bele a keretbe.
 - **Idegen elemek:** Olyan elemek kerülnek a keretbe, melyek nem tagjai a populációnak.
 - **Duplán szereplő adatok:** A populáció tagja egynél többször kerül vizsgálat alá.
- A műszaki életben általában: **populáció = mintavételi keret \approx tétel.**

Mintavételezés alapjai

- **A mintavételi eljárás meghatározása:**
- **Valószínűségi mintavétel:** a populáció valamennyi egyedének lehetősége van (nullánál nagyobb az esélye) bekerülni a mintába. Ha minden elem a populációban azonos valószínűséggel választható a mintába, azonos valószínűséggel történő kiválasztásról (“equal probability of selection” =EPS) beszélünk. *(Az EPS emberi tényező miatt nehezen kivitelezhető.)*
- **Nem valószínűségi mintavételi eljárás:** a populáció bizonyos elemeinek nincs lehetősége bekerülni a mintába, vagy a kiválasztás valószínűségét nem lehet pontosan meghatározni.

Mintavételezés alapjai

- **A mintavételi eljárás meghatározása:**
- ***A valószínűségi mintavételi eljárások:***
 - Egyszerű véletlen mintavétel
 - Szisztematikus mintavétel
 - Rétegzett mintavétel
 - Többlépcsős, csoportos mintavétel
- A különböző mintavételi eljárások két dologban megegyeznek:
 - Minden elemnek van egy nullától nagyobb valószínűsége a bekerülésre.
 - Bizonyos tekintetben magukban foglalják a random kiválasztást.

Valószínűségi mintavételezés

- **Reprezentativitás általános meghatározása:** a tétel minden eleme meghatározott, nem nulla valószínűséggel kerülhet kiválasztásra.
- **Megbízhatósági szint:** a minta alapján számolt becslések milyen valószínűséggel lesznek igazak a tételre.
- **Mintavételi hiba:** a minta alapján becsült paraméter milyen mértékben ingadozik a valós érték körül (konfidencia intervallum). (Mekkora a minta torzítása)
 - Pl.: 95 százalékos megbízhatósági szinten elmondható, hogy a Blikk címloldalán 3-5 celeb neve jelenik meg nap, mint nap.

Valószínűségi mintavételezés

- **Egyszerű véletlen mintavételezés:**
- A tétel minden tagja ugyanakkora valószínűséggel kerülhet kiválasztásra ($P=n/N$)
- A tétel minden tagjának „ismerni kell az elérhetőségét”, az elemeket listába kell tudnunk rendezni.
- A listáról n (=minta elemszám) darab, véletlenül kiválasztott egyedat választunk be a mintába.

- **Szisztematikus mintavételezés:**
- U.a. mint az egyszerű mintavétel, csak az elkészült listát véletlenszerűen rendezzük és utána szisztematikusán választjuk a minta elemeit.

Valószínűségi mintavételezés

- **Rétegzett mintavételezés:**
- *Célja:* a minta bizonyos változók szerinti teljes reprezentativitásának elérése
- *Módszere:* a mintavételi hiba csökkentése a homogenitás növelésével (a minta „rétegekre” bontásával)
- Egy nagy, véletlen minta helyett számos kisebb, homogén részcsoport vizsgálata, a részcsoportok kiválasztása előzetes feltételezéseken alapul
- Nem megfelelő réteg-képzés nagyobb mintavételi hibával jár együtt (mint egyszerű eset)

Mintavételezés alapjai

- **A mintanagyság meghatározása:**
- Két szempont feszül egymásnak:
- Gazdasági szempontok alapján csak annyi elemzési egységet vonjunk be a vizsgálatba, amennyi feltétlenül szükséges.
- A vizsgálat eredményességének biztosítása miatt viszont van egy minimális elemzési egységyszám (min. mintanagyság), ami még statisztikailag szignifikáns eredményt tud hozni.

Mintavételezés alapjai

- **A mintanagyság meghatározása:**
- Normális eloszlás esetén a legegyszerűbb módszer:

$$n = \left(\frac{\sigma}{\Delta} \right)^2 \quad \Delta \text{ a minta pontossági követelménye, } \sigma \text{ a tétel szórása}$$

- Finomított módszer, kockázati elsőfajú kockázati tényező (elsőfajú hiba) figyelembevételével:

$$n = \left(\frac{u_{\alpha} \sigma}{\Delta} \right)^2 \quad u_{\alpha} \text{ a norm. eloszlás értéke az elsőfajú hiba kockázati szintjén}$$

Mintavételezés alapjai

- **A mintanagyság meghatározása:**
- Finomított módszer, kockázati első- és másodfajú kockázati tényező (elsőfajú hiba) figyelembevételével:

$$n = \left(\frac{(u_\alpha - u_\beta) \sigma}{\Delta} \right)^2$$

u_α és u_β a norm. eloszlás értéke az első- és másodfajú hiba kockázati szintjén.

- **Elsőfajú hiba:** a minta alapján fals pozitív döntést hozunk (rossz tételt jónak minősítünk)
- **Másodfajú hiba:** a minta alapján fals negatív döntést hozunk (jó tételt rossznak minősítünk)
- (Részletesebben hipotézis vizsgálatoknál.)

Mintavételes ellenőrzés

- *Mikor alkalmazhatunk mintavételes ellenőrzést:*
- **Csak stabilizálódott gyártás esetén!**
- **Ismernünk kell a gyártásunk paramétereit** (várható érték és szórás), ha a gyártási paraméterek ingadoznak akkor a mintánk nem lesz reprezentatív.
- Ha a gyártás stabilizálódott akkor ismerünk egy újabb adatot: **az elfogadható selejt arányt (Acceptable Quality Level, AQL)**
- Addig nem lehet mintavételes ellenőrzést csinálni, míg nem ismerjük a megengedett selejtarányt.
- Hogyan döntjük el, hogy a gyártás már stabil? -> **stabilitás vizsgálatok (később tárgyaljuk.)**

Mintavételes ellenőrzés

- Milyen valószínűséggel tükrözi a minta selejtaránya a tétel selejtarányát, kombinatorikai módszerekkel meghatározható:

$$P = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$

n a minta elemszáma
 k a mintában lévő selejtek száma
 p a minta tényleges selejtaránya

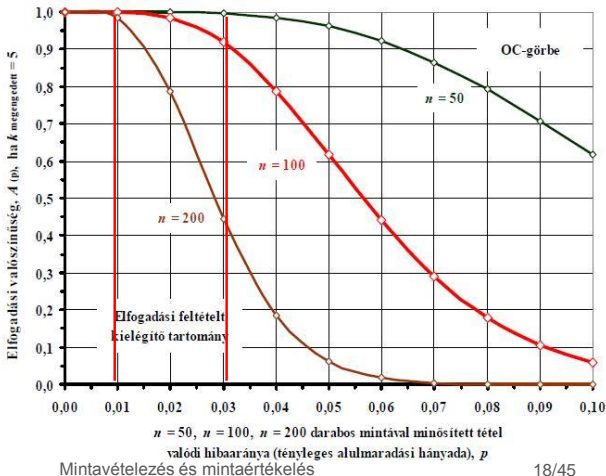
- Probléma: a tényleges selejtarány nem ismert, azt akarjuk becsülni! A képlet mindig implicit marad.
- Ezért a mintavételes ellenőrzés működési jelleggörbéje (**Operating Characteristic, OC görbe**) nem ideális.

Mintavételes ellenőrzés

- Operating Characteristic, OC görbe:

Az OC görbe hatékonysága nagymértékben függ a mintaszámtól!

Minél nagyobb a mintaszám annál kisebb az első- vagy másodfajú hiba valsége.



AQL Mintavételes ellenőrzés

- Az AQL a leggyakrabban alkalmazott „automatizált” mintavételes ellenőrzés.
- Az AQL mintavételi tervet és az elfogadási kritériumokat a MIL-STD-105E, ANSI/ASQ Z1.4 és az ISO 2859-1 szabványok szabályozzák. (26 különféle AQL szint).
- **AQL Mintavételes ellenőrzés lépései:**
- AQL szint meghatározása a hiba súlyosságától függően
- Szigorúsági fok meghatározása
- Tétel meghatározása
- Kulcsjel meghatározása
- ***n*** és ***k*** meghatározása
- A mintavételezés és a kiértékelés végrehajtása

AQL Mintavételes ellenőrzés

- AQL szint meghatározása a hiba súlyosságától függően:

| Osztályozás | Kis és közepes értékű termék | Nagy értékű termék |
|---------------|------------------------------|--------------------|
| Kritikus hiba | AQL 0.0 | AQL 0.0 |
| Súlyos hiba | AQL 2.5 | AQL 1.0 / AQL 1.5 |
| Enyhe hiba | AQL 4.0 | AQL 2.0 / AQL 4.0 |

AQL Mintavételes ellenőrzés

- **AQL szint meghatározása a hiba súlyosságától függően:**
 - A hibák meghatározása a következő:
 - **Kritikus hiba:** olyan hiba mely feltehetően veszélyezteti a felhasználót
 - **Súlyos hiba:** a termék használhatóságát csökkentő, vagy megakadályozó funkcionális hiba, vagy olyan kozmetikai hiba, ami a termék eladhatóságát csökkenti
 - **Enyhe hiba:** nem befolyásolja a termék használhatóságát, de az elvárt minőségi jellemzőknek nem felel meg, így csökkentheti a termék eladhatóságát

AQL Mintavételes ellenőrzés

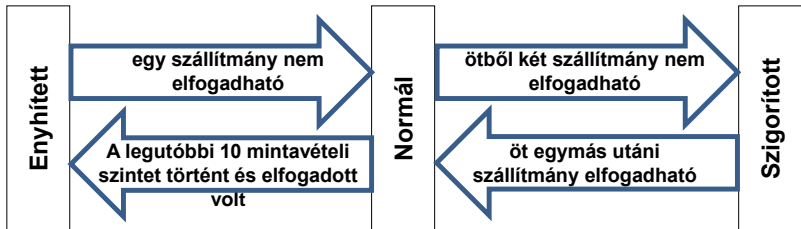
- Szigorúsági fok meghatározása:
- A szabványok három általános és négy speciális ellenőrzési szintet határoznak meg.
- I. Enyhített: a normál szint 40%-át határozza meg a mintavételnél, akkor használatos, ha nem szükséges a hiba szigorú felügyelete
- II. Normál: ez az általános ellenőrzési szint, ha máshogy nem kérik, eszerint végezzük a mintavételezést
- III. Szigorított: a normál szint 160%-át kéri a mintavételnél, így nagyobb lehetőséget ad a hibák meglelésére

AQL Mintavételes ellenőrzés

- **Szigorúsági fok meghatározása:**
- Speciális ellenőrzési szintek:
- S-1,2,3,4 speciális ellenőrzési szinteket akkor használunk, ha kis mintavételi arányra van szükség, jellemzően roncsolásos, vagy költséges vizsgálatoknál használják, illetve olyankor, amikor a minta megfelelően reprezentálja a teljes gyártási folyamatot, pl. csavargyártás, stancolás.

AQL Mintavételes ellenőrzés

- Szigorúsági fok meghatározása:
- Váltási lehetőség az ellenőrzési szintek között:
- „ököl szabályok” alapján lehetőség van az ellenőrzési szintek közötti váltásra bizonyos esetekben:



AQL Mintavételes ellenőrzés

- Tétel meghatározása:
- A tételt gyakorlatias okok alapján jelöljük ki, sokszor *iteratív módon* (oda-vissza lépésekkel).
- Általában **praktikus szervezési, üzemi szempont** alapján döntünk. (termék, műszak, gyártósor, operátor, berendezés stb.)
- A tétel meghatározásánál fontos a **folyamat visszacsatolása**. Ha nem elég reprezentatív a választott tételünk akkor korrigálunk, és újra meghatározzuk.

AQL Mintavételes ellenőrzés

- Kulcsjel meghatározása:
- A kulcsjelet a tétel és a hatályos ellenőrzési szint alapján megadott táblázatból választhatjuk.

| 1. TÁBLÁZAT MINTAVÉTEL KÓDJA A VIZSGÁLATI SZINT SZERINT | | | | | | | | |
|---|------------|----------------------------|-----|-----|-----|----------------------------|-------------|-------------------|
| Lot vagy Batch szerinti osztályozás | | Speciális vizsgálati szint | | | | Általános vizsgálati szint | | |
| | | S-1 | S-2 | S-3 | S-4 | I (enyhített) | II (normál) | III (szigorított) |
| 2 -től | 8 -ig | A | A | A | A | A | A | B |
| 9 -től | 15 -ig | A | A | A | A | A | B | C |
| 16 -től | 25 -ig | A | A | B | B | B | C | D |
| 26 -től | 50 -ig | A | B | B | C | C | D | E |
| 51 -től | 90 -ig | B | B | C | C | C | E | F |
| 91 -től | 150 -ig | B | B | C | D | D | F | G |
| 151 -től | 280 -ig | B | C | D | E | E | G | H |
| 281 -től | 500 -ig | B | C | D | E | F | H | J |
| 501 -től | 1200 -ig | C | C | E | F | G | J | K |
| 1201 -től | 3200 -ig | C | D | E | G | H | K | L |
| 3201 -től | 10000 -ig | C | D | F | G | J | L | M |
| 10001 -től | 35000 -ig | C | D | F | H | K | M | N |
| 35001 -től | 150000 -ig | D | E | G | J | L | N | P |
| 150001 -től | 500000 -ig | D | E | G | J | M | P | Q |
| 500001 -től | | D | E | H | K | N | Q | R |

AQL Mintavételes ellenőrzés

- n (mintaszám) és k (megengedhető selejt arány) meghatározása:
- Az AQL szint és a szigorósági fok alapján történik egy megadott táblázatokból:

2. TÁBLÁZAT EGYSZERŰ MINTAVÉTELEZÉSI TERV NORMÁL VIZSGÁLAT ALAPJÁN (MESTER TÁBLÁZAT)

| Mintakód szerinti besorolás | Minta mennyiség | ELFOGADHATÓ MINŐSÉGI SZINT (NORMÁL VIZSGÁLAT) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|---|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| | | 0,065 | | 0,10 | | 1,15 | | 0,25 | | 0,40 | | 0,65 | | 1,0 | | 1,5 | | 2,5 | | 4,0 | | 6,5 | | | |
| | | Elf | Elu | Elf | Elu | Elf | Elu | Elf | Elu | Elf | Elu | Elf | Elu | Elf | Elu | Elf | Elu | Elf | Elu | Elf | Elu | Elf | Elu | | |
| A | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| G | 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| J | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K | 125 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| L | 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M | 315 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N | 500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | 800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Q | 1250 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R | 2000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

↓ A nyíl alatt legelőször található mintavételi tervet kell használni. Ha a szállítmány mennyisége kevesebb, vagy egyenlő azzal, akkor 100%-os ellenőrzést kell végezni

↑ A nyíl fölött legelőször található mintavételi tervet kell használni.

Elf Elfogadható hibaszám

Elu Elutasítandó hibaszám



AQL Mintavételes ellenőrzés

- A mintavételezés és kiértékelés végrehajtása:
- A táblázatban általában egy k és egy k' , elfogadás és elutasítás érték szerepel.
- Ha a megadott n mintaszám selejtaránya a $<k$ akkor a tétel elfogadható.
- Ha tartósan és jóval k alatt vagyunk, akkor érdemes felülvizsgálni az AQL-t, mert sokkal jobb a gyártásunk, és feleslegesen sok mintát veszünk.

AQL Mintavételes ellenőrzés

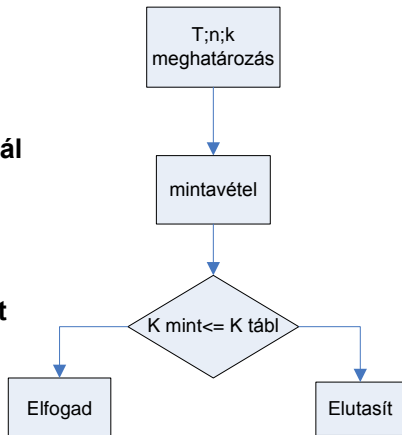
- Egyszeres és többszörös mintavételezés:

Az egyszeres mintavételezés folyamat ábrája:

„Minél nagyobb az n annál pontosabb a becslés, de annál drágább az ellenőrzés.”

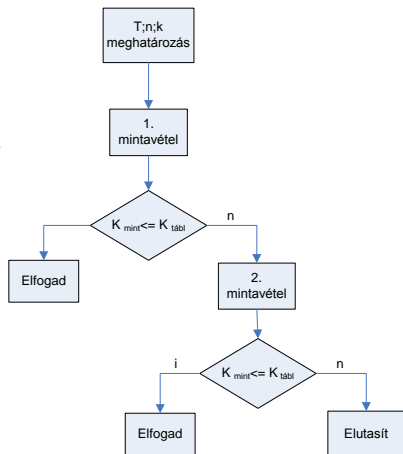
Mit tehetünk??

Többszörös mintavételezését alkalmazunk!



AQL Mintavételes ellenőrzés

- **Kétszeres mintavételezés:**
- Kisebb n mintaszámból egy szűkebb k -t ír elő.
- Ha ez teljesül, akkor vége a vizsgálatnak. Ha nem, akkor újabb mintavétel az eredeti n és k szerint.
- Szigorúságban nincs különbség (csak virtuális tételcsökkentés történik).
- A kétszeres mintavétel bonyolultabb, de hosszabb távon gazdaságosabb.



Mintaértékelés

- A mintavételes ellenőrzéssel nyert mintánk kiértékelése, következtetések levonás
- Alkalmazott módszerek:
- *Becslés*: pont- és intervallumbecslés
- *Hipotézis vizsgálatok*: feltételek, felvetések ellenőrzése
- *Összefüggőségi vizsgálatok*: különböző minták összefüggőségének vizsgálata

Becslésemélet

- **Becsléseméleti alapfogalmak:**
- **Becslő:** egy statisztikai becslés eredménye
- **Torzítatlanság:** „pontosság”, a becslés értéke valóban a tétel várható értéke körül ingadozzon! (A legalapvetőbb követelmény egy becslő esetén)
- **Hatékonyság:** A becslő standard hibája (szórása) legyen kicsi. (Standard hiba = S)
- **Konzisztencia:** konzisztens becslés esetén a minta elemszámának növelésével a hatékonyság növekszik, (csökken a standard hiba)

Hipotézisvizsgálatok

- **Hipotézis:** az alapsokaság (tétel) paramétereire vagy eloszlására tett feltételezés.
- A hipotézis ellenőrzésére mintát vagy mintákat alkalmazunk.
- Hipotézisek megfogalmazása:
- **Nullhipotézis H_0** (alapfeltevés) és vele szemben az **alternatíva H_1** hipotézis.
- A H_0 nullhipotézist vetjük statisztikai próba alá, az eredmények alapján elvetjük vagy elfogadjuk.
- A H_1 -ről csak következtetve döntünk.

Hipotézisvizsgálatok

- **Mire lehet hipotézist felállítani:**
- Egy valószínűségi változó sorozat a várható értékhez konvergál, vagy nem.
- Összegyűjtött adatok normális eloszlásból származnak, vagy nem.
- Két minta megegyezik, vagy nem.
- Két minta szórása azonos, vagy nem.

- Mivel statisztikus jellegűek a vizsgálataink 100%-os kijelentéseket nem lehet tenni, ϵ kis valószínűséggel tévedünk a vizsgálataink során.

Hipotézisvizsgálatok

- **Próbafüggvény:**
- Észleléseink x valószínűségi változókra: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$
- Ha ezekből felírunk egy H próbafüggvényt, akkor ez eleme lesz egy T tartománynak, mégpedig a H_0 hipotézis mellett, ennek a P valószínűsége lehet nagyobb vagy egyenlő, mint az $(1-\varepsilon)$ valószínűség:

$$P(H(x_1, x_2, \dots, x_n) \supset T | H_0) \geq 1 - \varepsilon$$

- A próbafüggvény értéke mintáról-mintára ingadozhat!
- Elméletileg minden feladatra külön-külön megoldani nehézkes. Gyakorlati módszerek terjedtek el.

Hipotézisvizsgálatok

- **Gyakorlati megvalósítás:**
- 1. Az észlelési adatokból, kiszámolunk egy statisztikai paramétert. Ez egy olyan H függvény, amely függ az átlagtól, a szórástól és a mérések számától.
- 2. Megnézzük, hogy a számított H paraméter milyen relációban van egy elméleti úton meghatározható H paraméterrel (táblázatból származik):

$$H_{szám} < / > / = (?) H_{elm}$$

- 3. Egy meghatározott konfidencia szint mellett, a reláció alapján döntünk a hipotézis elfogadásáról vagy elutasításáról.

Hipotézisvizsgálatok

- **Hipotézis vizsgálat hibája:**
- Minden statisztikai vizsgálatnál két féle hiba fordulhat elő:

| | Döntés: H_0 -t | |
|----------|----------------------|-----------------------|
| H_0 | elfogadjuk | elutasítjuk |
| igaz | helyes | Másodfajú hiba |
| nem igaz | Elsőfajú hiba | helyes |

- **Igazi probléma az elsőfajú hiba esetén van, az másodfajú hiba leginkább csak gazdasági hátrányt okoz.**

Hipotézisvizsgálatok

- **Próbafüggvények típusai:**
- u vagy más néven z-próba
- t-próba
- f-próba stb.

- ***A kidolgozóik neve alapján:***
- Kolmogorov-Smirnov-próba
- Wells-próba
- Bartlett-próba
- (ANOVA)

Hipotézisvizsgálatok

- **u-próba:**
- Létezik egy és kétmintás verzióban is.
- **Egymintás u-próba** megmondja a minta átlag várható értékkel való egyezőséget.

- A legegyszerűbb próba:

$$u = \frac{\bar{x} - M(x)}{\sigma} \sqrt{n}$$

- **Feltételek:**
- normális eloszlású a minta
- ismert a minta szórása
- Ismert az alapsokasági átlag

Hipotézisvizsgálatok

- **u-próba:**
- ***Kétmintás u-próba:*** két külön minta egy-egy átlagai egymástól szignifikánsan különböznek-e. A próbafüggvénye:

$$u = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{\sigma_x^2}{n_x} + \frac{\sigma_y^2}{n_y}}}$$

- **Feltételek:**
- normális eloszlásúak a minták
- ismert a minták szórása
- ismertek az alapsokasági átlagok
- **a minták függetlenek!**

Hipotézisvizsgálatok

- **t-próba** (más néven Student próba):
- Létezik egy és kétmintás verzióban is.
- **Egymintás t-próba:** egy minta átlaga szignifikánsan különbözik-e egy előre megadott m értéktől.

- Próbafüggvénye:
$$t = \frac{\bar{x} - m}{s} \sqrt{n}$$

- Becsült szórás:
$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$
- **Feltételek:**
- normális eloszlású a minta

Hipotézisvizsgálatok

- **Kétmintás t-próba:** két külön minta átlagai egymástól szignifikánsan különböznek-e.
- Próbafüggvénye:

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{(n_1 - 1)s_x^{*2} + (n_2 - 1)s_y^{*2}}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$

- Korrigált becült szórás:
- **Feltételek:**
- normális eloszlásúak a minták
- **A minták függetlenek!**

$$s^* = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Hipotézisvizsgálatok

- *f-próba*:
- Kétmintás próba
- Két külön minta szórásai egymástól szignifikánsan különböznek-e.

- Próbafüggvénye:
$$f = \frac{s_x^2}{s_y^2} \quad (s_x > s_y)$$

- Becsült szórás:
$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

- **Feltételek:**
- normális eloszlásúak a minták
- **A minták függetlenek!**

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

- Mi a mintavételezés folyamata?
- Mutassa be a populáció és a mintavételi keret kapcsolatát!
- Milyen mintavételezési eljárásokat ismer?
- Mutassa be a rétegzett mintavételezést!
- Hogyan határozható meg a szükséges mintanagyság?
- Definiálja az OC görbét!
- Mutassa be az AQL módszert!
- Mi a hipotézisvizsgálatok menete?
- Milyen hipotézisvizsgálati módszereket ismer?
- Definiálja a kétmintás u próbát!
- Definiálja az egymintás t próbát!

Probléma megoldás minden mérnök feladata-Hogyan kezelünk egy problémát?

Infineon Technologies Cegléd Kft
Cegléd, Ipartelepi út 3

2013-10-21



A 8D története

- A **Ford Motor Company** által az 1990-es években életre hívott „Csoport orientált Probléma megoldó Általános 8D Folyamat” - amely az **amerikai kormány** által használt 8D jellegű módszert vette alapul - sok ipari területen meggyökerezett és napjainkra az egyik legnépszerűbb probléma megoldó folyamattá vált.
- Tekintve, hogy a FORD minden beszállítójától szigorúan megköveteli, a 8D módszer alkalmazása a SiemensHL/Infineon vállalat csoportnál is bevezetésre került 1996-ban.



1924 Walter A. Shewhart az ingadozást az okoktól függően kétféleképpen definiálta

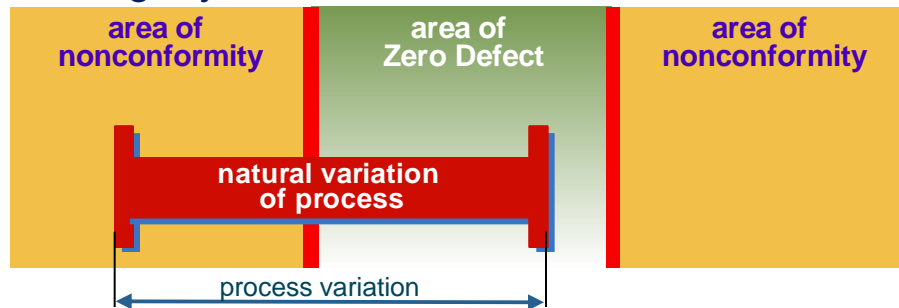


- **Common cause** a folyamat ingadozás folyamatosan jelen van, mely a folyamat designjára, működésére és az inputjaira vezethető vissza. A folyamat zaja.
- **Special cause** az ingadozás folyamat és inputjainak speciális, abnormális változásaiból ered.

Az oka bármilyen nem megfelelőségnek a következők miatt lehet:

OK

- a) Folyamat ingadozás és/vagy a folyamat központosítása **nem elégíti ki** a belső/külső vevői igényeket

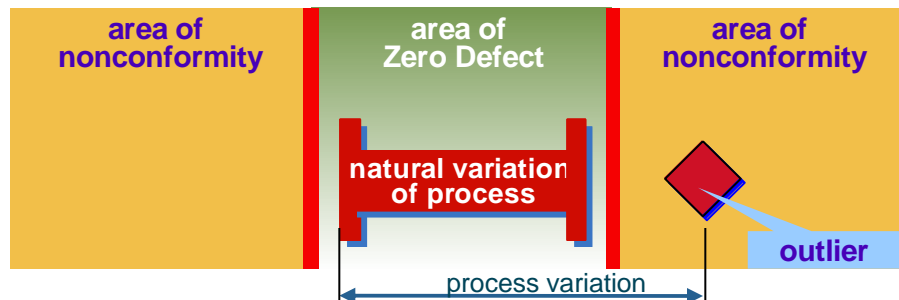


common cause

Megjelenés

Random nonconformity
Véletlen nem megfelelőség

- b) Folyamat ingadozás és/vagy a folyamat központosítása **eléget tesz** a belső/külső vevői igényeket, azonban alkalmasszerű nem megfelelőség történik



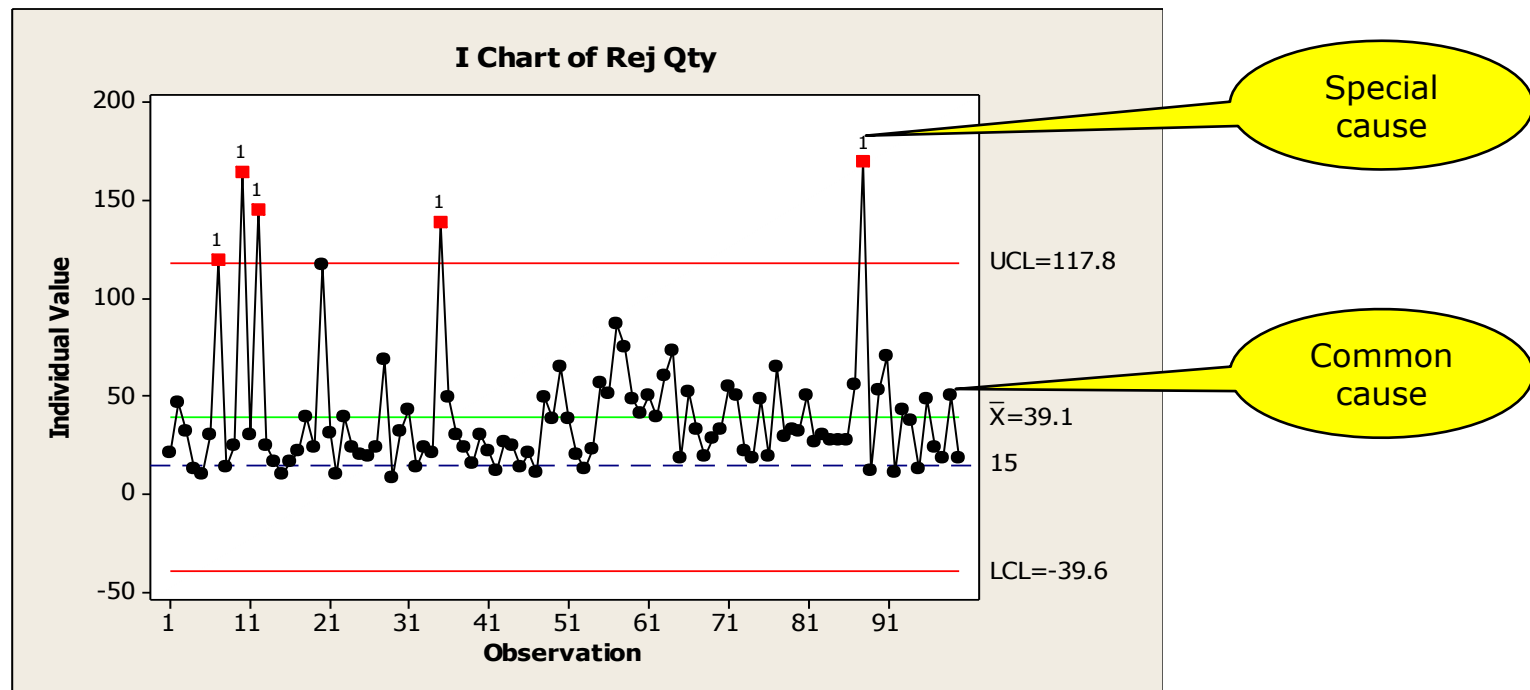
special cause

nonrandom nonconformity
Nem véletlen nem megfelelőség

Miért kell ismernünk az okokat is ismertetőjegyüket?

■ Ezen tudás birtokában képesek leszünk kiválasztani legmegfelelőbb probléma megoldó módszertant, hogy a nem megfelelőség (hiba) igazi gyöker okát megtaláljuk:

- For special cause: Racionális gondolkodás (8D)
- For common cause: Statisztikai gondolkodás (6 Sigma)

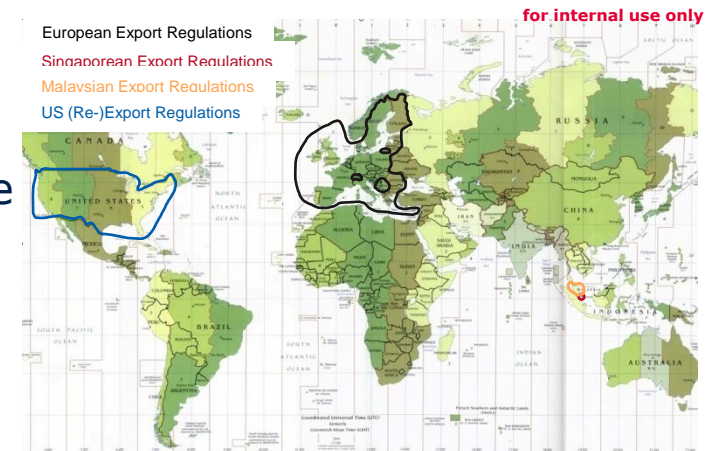


Mi a probléma?



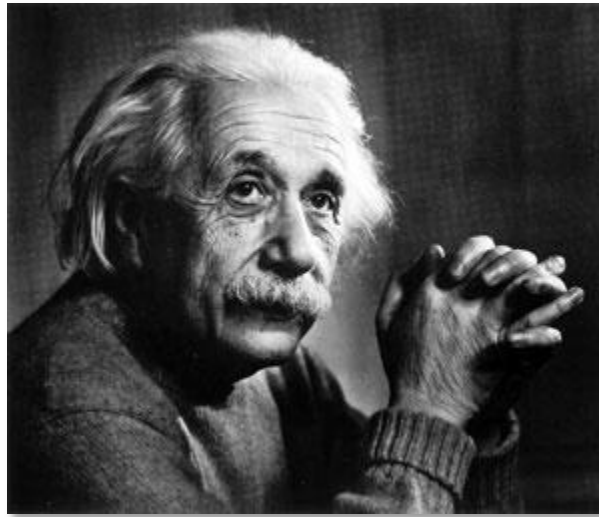
Mit értünk probléma alatt?

- A probléma egyszerűen különbség aközött **amit akarunk** és **amink van**. Mondhatjuk: Nem megfeleléség -> specifikált követelmények nem teljesülése.
- Termék specifikáción kívül / nem a specifikációnak megfelelően (adat lap, termék specifikáció ...)
- Eltérés a megállapodott specifikációk és követelményekben (belső & külső, p.l.: GQA / General Quality Agreement)
- Szabványok megsértése (pl: ISO9001)
- Törvényi szabályozások & kondíciók megsértése (e.g. export szabályozások)



Először- Definiáld a problémát!

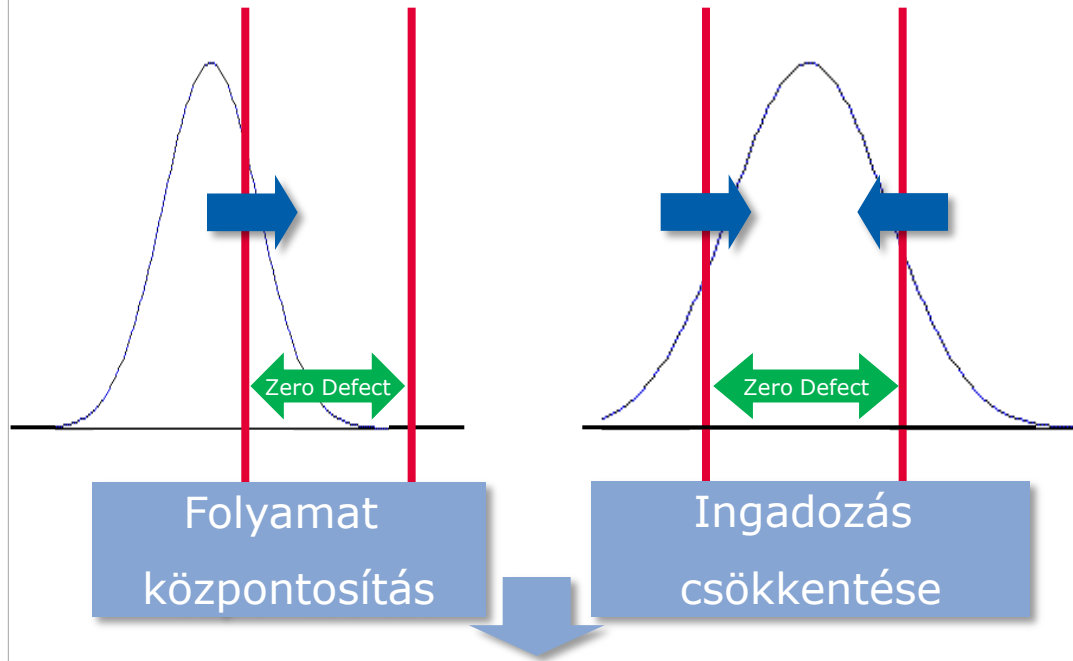
„Ha csak 1 órám lenne, hogy megmentsem a Földet, akkor **55 percet a probléma definiálásával** töltenék és csak **5 percet töltenék a megoldás definiálására.**”



~ *Albert Einstein*

A különböző típusú problémák különböző akciókat követelnek meg

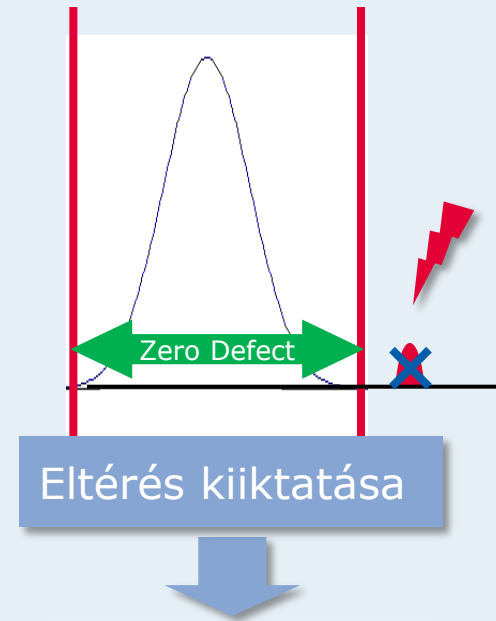
Common Cause



Six Sigma



Special Cause

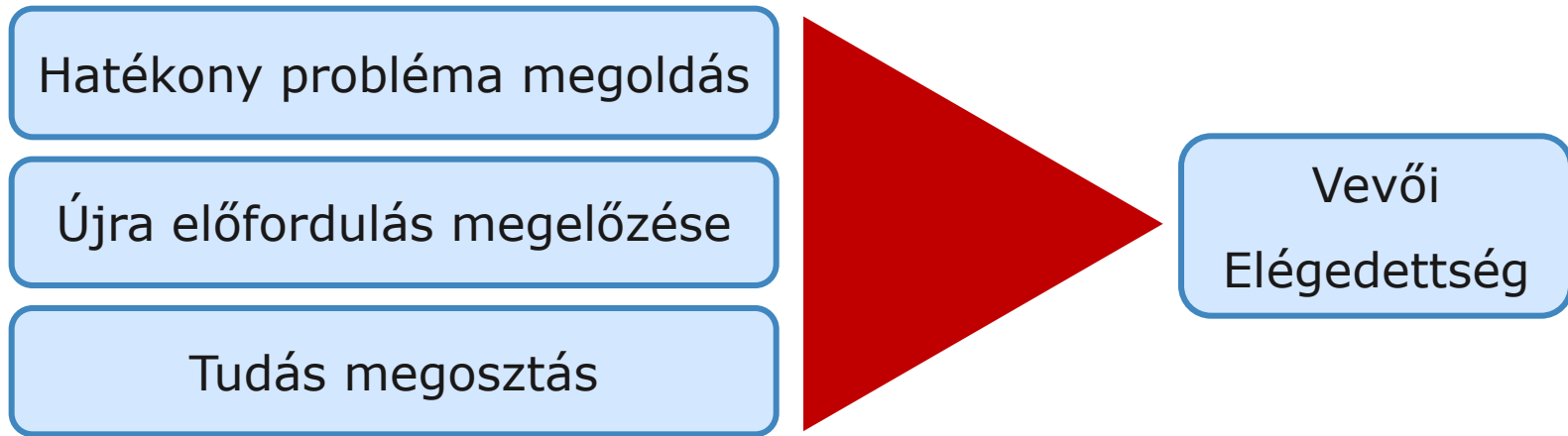


8D
Problem Solving

Folyamat fejlesztése → Thinking 6Sigma az Infineonnál

Mi a 8D Probléma megoldó metodika?

A 8D (8 diszciplína) probléma megoldó módszertan, egymást követő metodikai lépések sorozata, melyet probléma megoldásra használunk.



A 8D probléma megoldó módszertan alapjaiban a **csapat szinergiára** épít. Egy csapat jobb minőséget tud biztosítani mint az egyén önmagában.

Példa

■ A sűrű forgalom miatt gyakran 30 perket beérnem az egyetemre

6 Sigma

■ Ezen a reggelen azonban 1,5 órával lett beérnem

8D

■ A folyamat megváltoztatás a után a termelés yieldje (hozama) 10% visszaesett.

8D

■ Az átlagos termelési yield 98% ennél a szigorúbb vonalnak, azonban 1% magasabbat vártunk.

6 Sigma

Példa

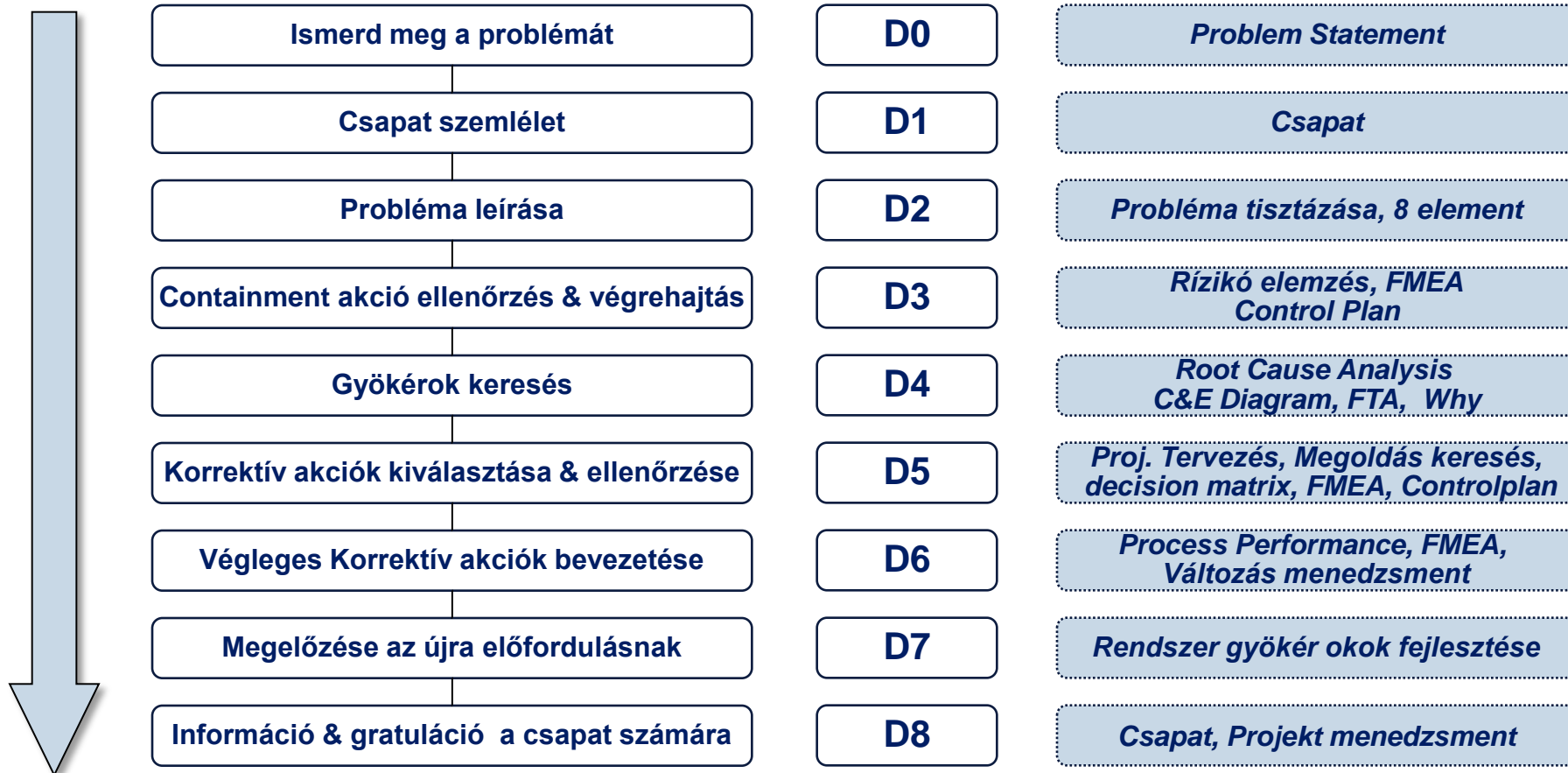
■ Átlagosan
70%-ban tudjuk
árainkat 72
órán belül
megválaszolni

6 Sigma

■ Előző
negyedében
40% tudtuk
teljesíteni a 72
órán belüli
válaszadást

8D

8 Diszciplína 8D lépései és a használt fő eszközök:



D0 –

Ismerd meg a problémát





D0 : Ismerd meg a problémát

- Számos eszköz áll rendelkezésünkre a témák kiválasztására/priorizálására

Mi járul hozzá a problémához a legnagyobb mértékben?

Mi szükséges a vevői elégedettséghez?

**Mi fontos?
Mi sürgős?**

**What is effect,
what are the causes?**

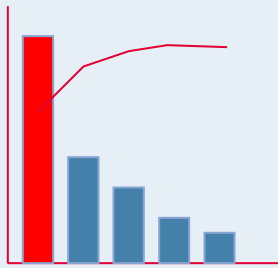
What are my priorities?

**What do data and facts tell me?
What is the trend?**

D0 : Ismerd meg a problémát

- Számos eszköz áll rendelkezésünkre a témák kiválasztására/priorizálására

Pareto Chart



Az esetek / okok többségét (okok 80%-a); 1-2 osztálya okozza (osztályok 20%-a)

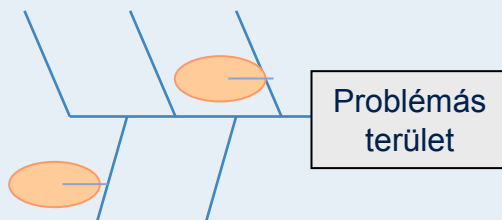
Kano Model Vevői elégedettség

| | |
|------------------|--------------------|
| Elragadó | Pozitív meglepetés |
| Teljesítmény | Több jobb |
| Kell teljesüljön | Nincs meg = hiba |

Fontos / Sürgős

| | | |
|------------|--------------------|-------------------|
| | Sürgős | Nem sürgős |
| Fontos | I Én | II Delegálható |
| Nem fontos | III Delegálható | IV „Kuka” |

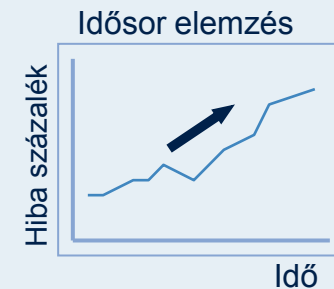
Halszálka - Ishikawa



Prioritás elemzés

| | | | | | |
|------|-----------|--|--|--|--|
| | Kritérium | | | | |
| Eset | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Vizuális adat elemzés



Adatok és tények vizuális megjelenítésben

Pareto Diagram

Pareto szabály → ABC Elemzés

Pareto szabály Vilfred Pareto által lett kifejlesztve (közgazdász, szociológus, politikus, tudós). A szabály kimondja, hogy egy kisszázaléka a csoportoknak felel a legnagyobb hányadért a hatásoknak.

Például:

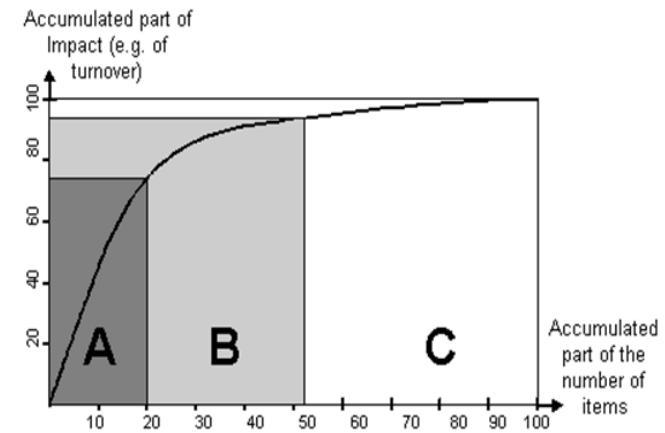
- 20% az embereknek birtokolja a Föld vagyonának 80%-át
- 20% a vevőknek okozza a gondok 80%-át
- 20% az alkalmazottaknak generálja az ötletek 80%-át

Miért?

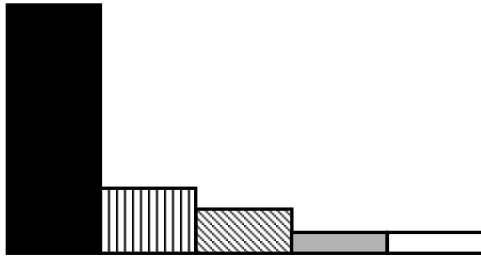
- A probléma előfordulásának megértése
- A különböző részei a problémának milyen befolyással vannak (számszerűsítése a problémának)
- To find out the true and root causes
- Meghatározhatjuk, hogy hol fogjuk neki a problémának

Mikor?

- A vizsgálandó problémát kategóriákra lehet bontani
- Amikor az „értékes kevés” kategóriát akarom meghatározni, amivel később foglalkozhatom

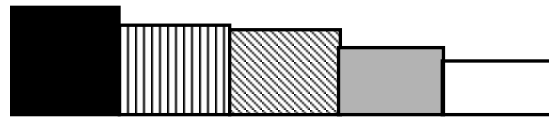
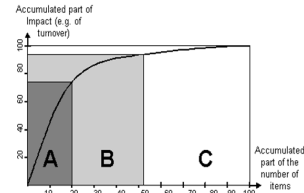


Amikor ezt látjuk



Pareto szabály érvényes:

- Egy vagy pár kategória okozza a problémák nagyobb részét. A fejlesztésnek ezen kategóriákra kell hangsúlyt fektetni



Pareto szabály nem érvényes ha:

- Az oszlopok mind közel azonos magasságúak. A legmagasabb vizsgálata nem segít.
- Adatok újra kategorizálása lehetséges? Más adat elérhető?

Pareto szabály:

- 20% a kategóriáknak magyarázhatja 80%-át az eredménynek (hatás)
- következmények 80%-a az okok mindössze 20%-ára vezethető vissza

D0- Ismerd meg a problémát

Téma: Ismerd fel a problémát, határozd meg annak fontosságát és sürgősségét



Kulcs feladatok & eszközök

8D indításakor jellemzően több problémát érzékelünk, melyek mind sürgősnek látszanak

D0 feladata:

- Ezen problémák azonosítása és szortírozása (common \leftrightarrow different),
- Fontosság és sürgősség meghatározása: Krízis? Fókusz csapat? Standard eset?
- Brainstorm probléma megoldó metodikára: T6s? – 8D? – Meglévő megoldás megvalósítása? – kihagyás?
- Csapat vezető kijelölése és azonnali csapat felállítása (kivételesen gyors-javítás)
- Eszközök: Pareto Chart, Prioritás mátrix

Általános tévutak

- Probléma alulbecslése
- Egymást átfedő problémák / egy 8d ben több mint egy nem megfelelőség. Egy 8d csak egy nem megfelelőség megoldására van
- Menedzsment türelmetlensége / túl optimista időterv

D1 – Csapat szemlélet



Szerepek egy 8D Projektben

- **Csapat vezető**
- **8D Moderátor**
- **Szponzor**
- **Csapat tagok**

Szerepek definiálása egy 8D Projektben

Csapat vezető:

- Felelős, hogy biztosított legyen a **megfelelő szaktudás a probléma megoldásához**, ahogyan az a menedzsment által definiálva van.
- Felelős, hogy a probléma a belső és külső vevők követelményeinek és elvárásainak megfelelően kerüljön megoldásra.
(Pl. Válaszadási idő betartása)
- 8D módszertani alapokkal kell rendelkeznie

8D Moderátor:

- A szervezet munkatársa, aki képzett és ismeri a 8D Probléma megoldó metodikát.
Támogatja a csapatot módszertani folyamat ismeretével, tudásával és visszajelzéseivel.
- Amennyiben lehetséges a 8D moderátor ne legyen egyben a csapat vezetője. Tapasztalatok alapján szerencsésebb, hogyha a moderátor nem egy technikai szakértő, mely nyitott szemléletet képes így számára biztosítani a probléma megoldó projektben.

Szerepek definiálása egy 8D Projektben

Szponzor:

- Ismert még mint **Champion vagy God Father** egy projektnek
- A szponzor egy vezető vagy senior manager aki biztosítja **a szükséges erőforrásokat** a tréningekre és projektekre
- **Probléma megoldó és fejlesztő projekteket** javasol és felelőségre vonható az eredményekért
- Fontos, hogy a kijelölt szponzor a csapatot támogassa és szükséges erőforrásokat biztosítsa. Korrektív akciók bevezetéséhez van joga.

Szerepek definiálása egy 8D Projektben

Csapat tagok:

- Szakértők speciális szaktudással a saját szakterületükről.
- Felelősek, hogy mások ötleteit illetően nyitottak legyenek, együttműködésben másokkal hozzanak döntéseket és aktívan hallgassák más csapattagok ötleteit.
- Fontos, hogy a csapattagok **szabadon kifejezzék érzéseiket** és ötleteiket a problémával, megbeszélés folyamatával kapcsolatosan.
- Lehetőség szerint a Csapat vezetőnek egy Jegyzetelőt kell kijelölni.
- A Jegyzetelő egy csapattag aki megbeszélésen elhangzottakat vezeti, összegzi és a csapattagoknak továbbítja.

D1 - Use team approach

Téma: Interdiszciplináris csapat, 8D moderátor, Szponzor, Menedzsment bevonása



Kulcs feladatok & eszközök

D1 feladata a 8D projektben szükséges feladatkörök definiálása.

- 8D Csapat vezető:
probléma megoldásáért felelős
- 8D Moderátor:
Csapatot metodológiailag/módszertanilag támogatja
- Szponzor:
Üzleti vezető / Senior Manager, biztosítja a szükséges erőforrásokat és vezetői támogatást nyújt.
Jogosultsága van Korrektív akciók bevezetésére
- Csapat tagok:
Szakértők, szakértelmet és munkaerőt biztosítják

Általános tévutak

- Probléma megoldásba rohanás / alapok nincsenek meg
- Csapattagok szerepe nem tisztázott
- Menedzsment támogatás nem biztosított
- Külső körülmények nincsenek figyelembe véve

D2 – Probléma leírása



Mit akar a Tűzoltóság tudni amikor felhívjuk a 112 számot?

Mi?

Hol?

Mennyi?

Mennyire súlyos?

Miért?

Hogyan fejlesszük?



Probléma leírása a 8 elemen keresztül

| Element | Is |
|----------------------------|---|
| 1 Objektum | Melyik objektummal van a hiba? |
| 2 Mi a hiba | Mi a hibája a terméknek, folyamatnak. Milyen elvárt funkcionalitás, használhatóság nem teljesült? Melyik hiba okozza a specifikációtól való eltérést? |
| 3 Hol (földrajzilag) | Hol volt az objektum amikor a hibát először észlelték (legkorábban)? |
| 4 Hol (az objektumon) | Az objektumon hol található a hiba? |
| 5 Mikor (időben) | Mikor vettél észre először a hibát (dátum/idő)? |
| 6 Időbeni mintázata | Milyen volt a hiba alakulásának mintája, amikor a hiba jelentkezett? |
| 7 Hol (a folyamaton belül) | A termék életútjának melyik fázisban jelentkezett a hiba? |
| 8 Mennyi | Mennyi objektumot és milyen hiba rátával (azonos hibával) találtak? |

The 8 Elements of a Problem Description

Element

Is

1 Objektum

Melyik objektummal van a hiba?

2 Mi a hiba

Mi a hibája a terméknek/folyamatnak. Milyen elvárt funkcionalitás, használhatóság nem teljesült? Melyik hiba okozza a specifikációtól való eltérést?

Probléma megállapítása

3 Hol (földrajzilag)

Hol volt az objektum amikor a hibát először észlelték (legkorábban)?

4 Hol (az objektumon)

Az objektumon hol található a hiba?

5 Mikor (időben)

Mikor vettél észre először a hibát (dátum/idő)?

6 Időbeni mintázata

Milyen volt a hiba alakulásának mintája, amikor a hiba jelentkezett?

Probléma tisztázása

7 Hol (a folyamaton belül)

A termék életútjának melyik fázisban jelentkezett a hiba?

8 Mennyi

Mennyi objektumot és milyen hiba rátával (azonos hibával) találtak?

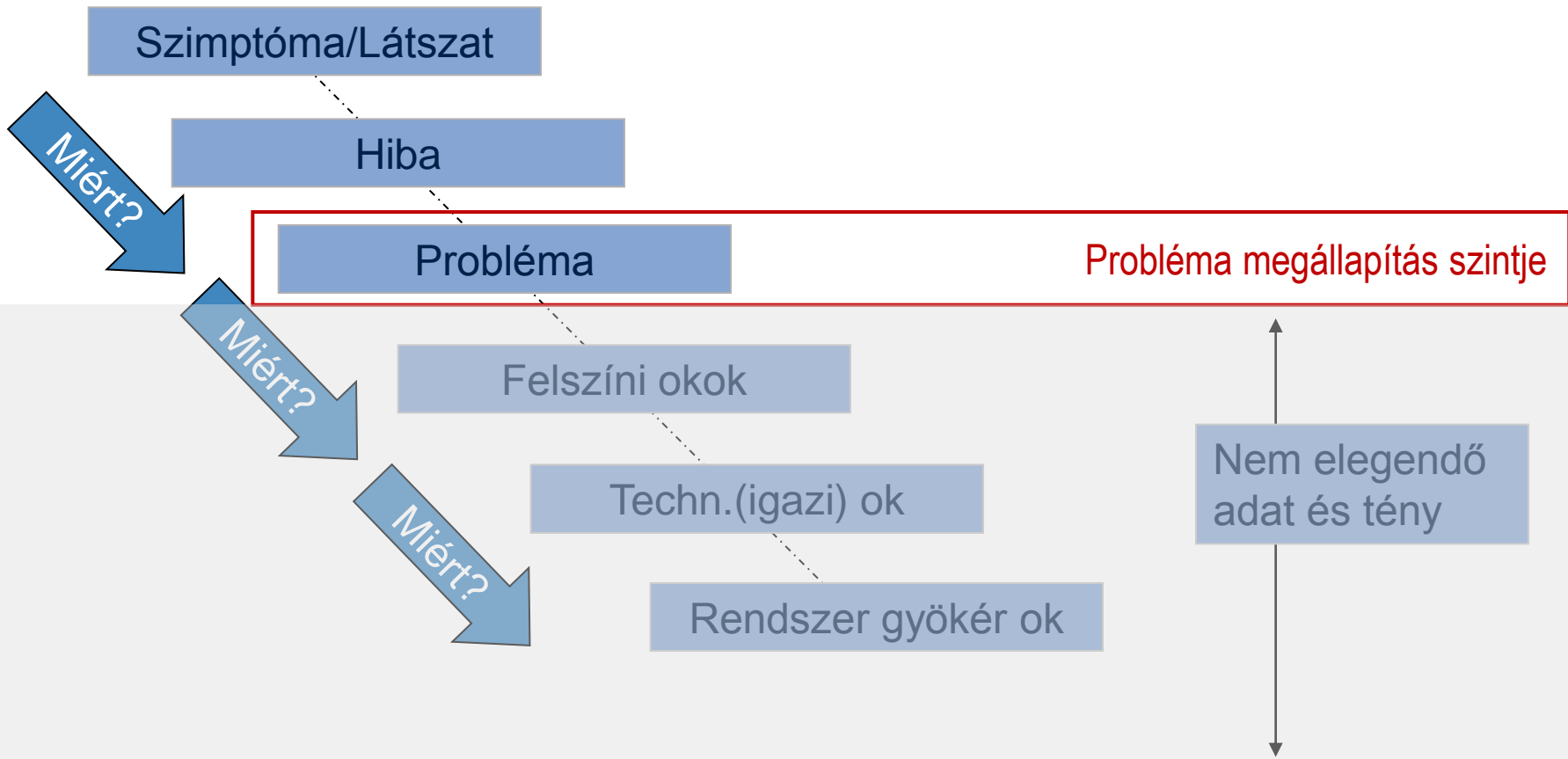
Probléma megállapítása

Elem 1 és 2

Probléma megállapítás célja

- Probléma megállapítás célja, hogy a szimptómától lefúrjunk egészen a problémáig adatok és tények segítségével

– nincs találgatás



Probléma megállapítás létrehozása

A vevő megállapítása:

1. Mi az objektum ami nem megfelelő?

2. Tudsz pontosabb lenni?

Probléma megállapítása:

“A samsung TV-nek gyenge a képernyője”

| Objektum | Hiba |
|------------------------------------|---|
| Samsung képernyő | Gyenge a képernyő |
| Samsung 40" / 2011 képernyő | Nem tud futballt nézni |
| Samsung UE 40-6500 / 2011 képernyő | Zöld szín túl világos, így nehéz látni a labdát |

1. Mi a baj az objektummal ?

2. Tudod az okát?

2011 gyártású Samsung UE 40-6500 képernyőjének ,zöld' színe túl világos



Légy pontos és csak tényeket írd be! – Találgatás nem megengedett!

Demo: Probléma megállapítása

Vevő: "VW Golf („Rabbit“) rossz minőségű"



Probléma megállapítás létrehozása

Kérdés:

Mi az objektum ami nem megfelelő?

Kérdés:

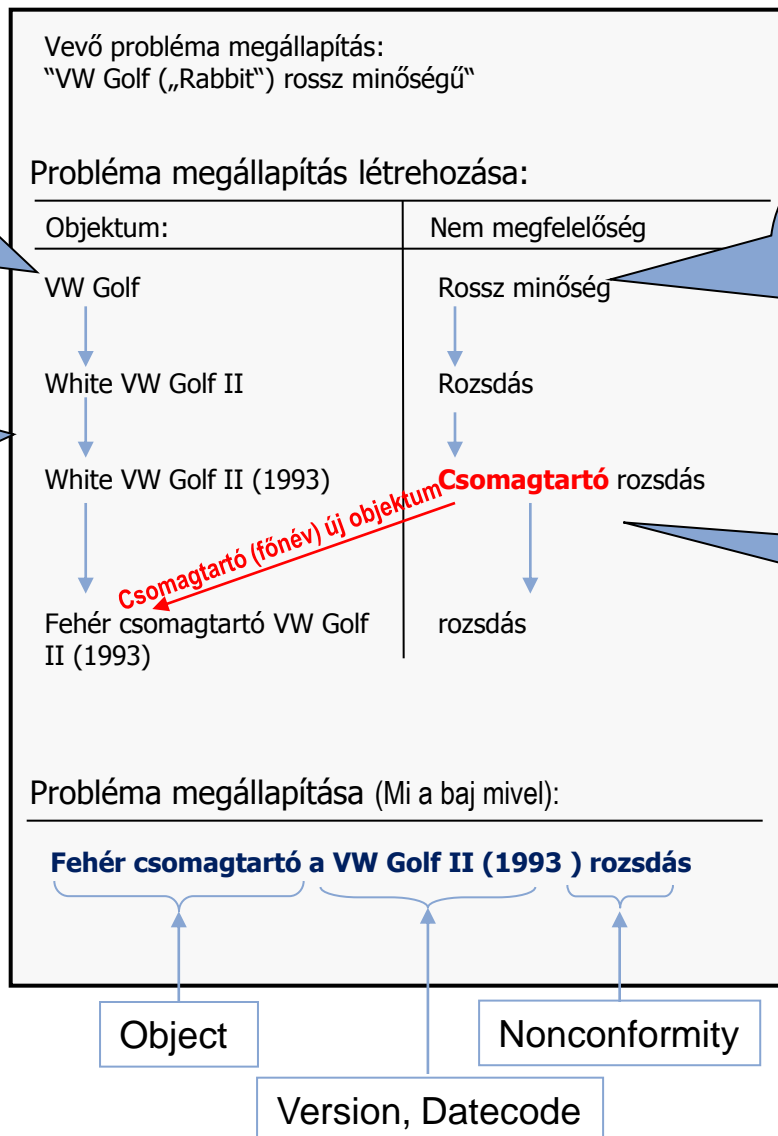
Tudsz pontosabb lenni?

Kérdés:

Mi a baj az objektummal?

Kérdés:

Tudod az okát?



Szabályok, tévutak elkerülése

- 1 objektum → 1 hiba
(hacsak nem 'Család objektum')
- Objektum részletezve (gyártási tétel, dátum stb.)
- Nincs találgatás
- Ne ugorj a problémáról a feltételezett megoldásra (→ parkoltasd ezen ötleteket)
- Ellenőrizd a Probléma megállapítás stabil-e (=ugyanaz mint a Elem 1+2?)
- Legyen egyszerű (rövid és érthető)
- A 'hol', 'mikor', 'milyen gyakran' témákat a 3-8 Elembe tedd be



Probléma tisztázása

Elem 3 - 8

Elem 3 - 8

| Elem | Is |
|-----------------------------------|--|
| 3 Hol (földrajzilag) | Hol volt az objektum amikor a hibát először észlelték (legkorábban)? |
| 4 Hol (az objektumon) | Az objektumon hol található a hiba? |
| 5 Mikor (időben) | Mikor vettél észre először a hibát (dátum/idő)? |
| 6 Időbeni mintázata | Milyen volt a hiba alakulásának mintája, amikor a hiba jelentkezett? |
| 7 Hol (a folyamaton belül) | A termék életútjának melyik fázisban jelentkezett a hiba? |
| 8 Mennyi | Mennyi objektumot és milyen hiba rátával (azonos hibával) találtak? |

Probléma tisztázása

Elem 3: Hol (földrajzilag)

■ Miért: Fókusz a termék földrajzi lokációján

→ Nálunk vagy a vevőknél?

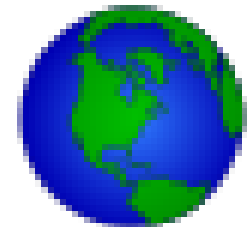
→ Melyik termelési egységnél – melyik vevőnél?

→ Melyik szervezeti egységnél?

→ A vizsgálatok során a származás helyét valószínűleg pontosan meg lehet határozni

→ Frissítsd a probléma leírásodat ennek megfelelően!

■ Szabály: - Légy pontos és csak tény adatokat rögzíts.



Probléma tisztázása

Elem 4: Hol (az objektumon)

- **Miért:** To narrow down the specific area of the nonconformity
- **Hogyan:** Határozd meg a nem megfelelés (hiba) elhelyezkedését az objektumon a következő kérdés használatával: Hol helyezkedik a nem megfelelés az objektumon?
- **Használj annyi támogató anyagot amennyit lehet:**
 - Kép a hibáról a terméken,
 - Design layouts,
 - Formák
 - Bármilyen ami segíti a csapat gondolkodását!



Probléma tisztázása

Elem 5: Mikor (időben)

- **Feladat: Meghatározni a dátumot és időt amikor a nem megfelelőséget észrevették:**

Mikor (dátum és idő) volt a nem megfelelőség először észrevéve?

- **Miért: Fontos input a projekt stratégiájának meghatározásakor**

- **Technikai eseményeknél:**

- Ramp up probléma: Megvizsgálni a folyamatban résztvevő befolyásoló faktorokat, amelyek amelyek leronthatják a teljesítményt / stabilitást
- Minőségi „spill”: Ellenőrizni, hogy mi változott a folyamatban.

- **Folyamat fejlesztési témák:**

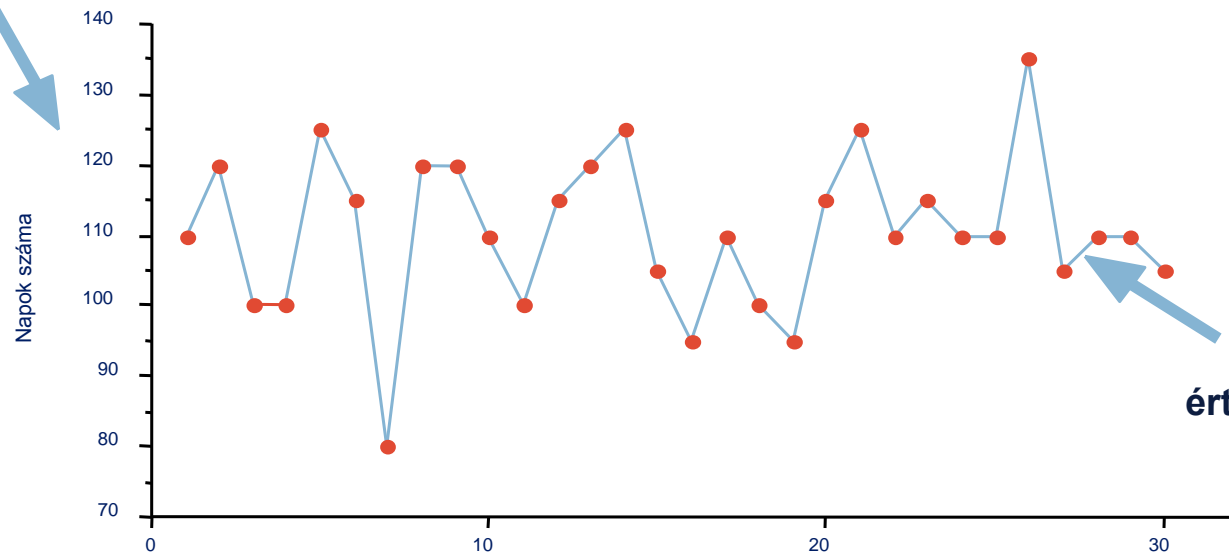
- Változások a folyamat célkitűzéseiben?
- A folyamat együtt lett definiálva a megfelelő KPI-okkal?



Idősor elemzés

Az idősor elemzés az adatok kronológiai sorrendben történő grafikus megjelenítése

Vertikális tengely numerikus értékeket vagy mennyiséget mutat



A könnyebb vizuális értelmezés végett a pontok össze vannak kötve

Horizontális tengely a kronológiát mutatja

Probléma tisztázása

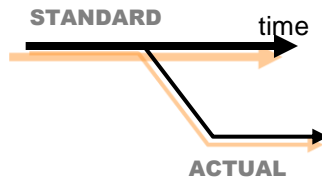
Elem 6: Időbeni mintázata

- **Miért:** A nem megfelelés előfordulásának időbeli meghatározása
- **Hogyan: Előfordulás mintázatának meghatározása:**
Milyen volt a hiba alakulásának mintája, amikor a hiba jelentkezett?
- **Szabály:** - Légy pontos és csak tény adatokat rögzíts.
- **Eszköz:** - Vizuális adat elemzés
- Idősor elemzés
- Control Charts

Probléma tisztázása

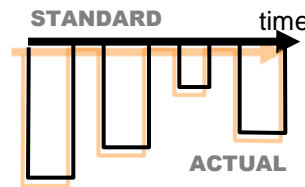
Minintázatok

nonrandom



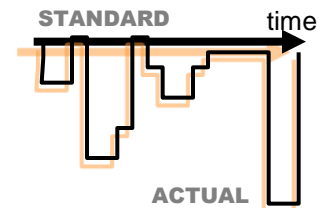
Folyamatos

A hiba megjelent és azóta folyamatosan jelen van.



Periódikus

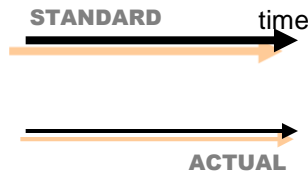
A hiba újra megjelenik rendszeresen pl. minden hétfőn vagy második nap.



Véletlenszerű

A hiba rendszertelenül újra megjelenik.

random



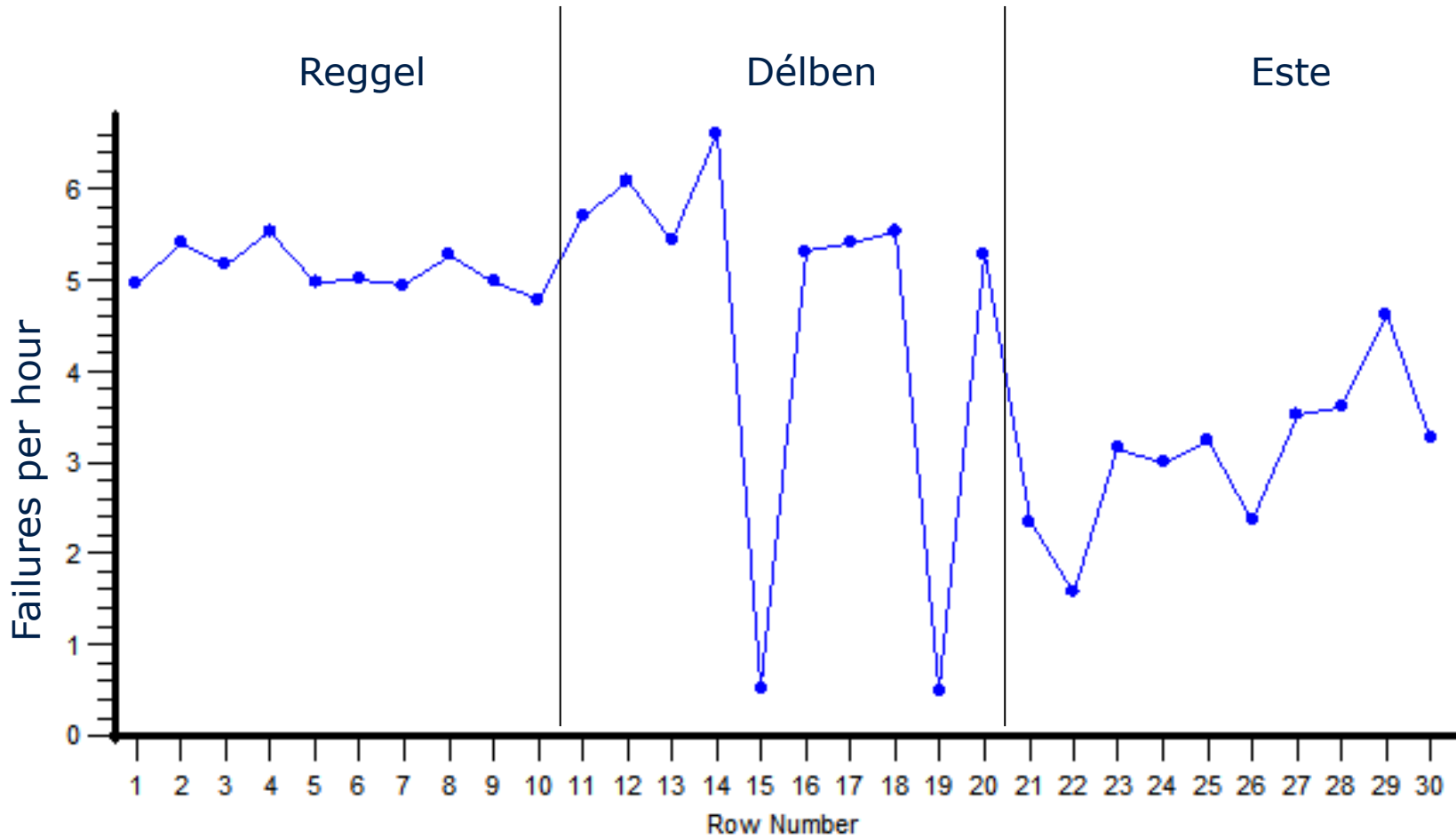
A standardot soha nem érte el

Vizuális adat elemzés :Példa

Tud bármilyen következtetést levonni az alábbi adatokra nézve?

| Reggel | Délben | Este |
|---------|---------|---------|
| 4.96042 | 5.70228 | 2.34177 |
| 5.40688 | 6.09577 | 1.56234 |
| 5.16867 | 5.43683 | 3.16666 |
| 5.53412 | 6.61237 | 3.00006 |
| 4.97921 | 5.2267 | 3.24272 |
| 5.01852 | 5.32021 | 2.36024 |
| 4.94897 | 5.41198 | 3.52797 |
| 5.27318 | 5.53905 | 3.60984 |
| 4.99236 | 4.9934 | 4.62895 |
| 4.78729 | 5.29503 | 3.25981 |

(Mi hiányzik?)



Probléma tisztázása

Elem 7: Hol (a folyamaton belül)?

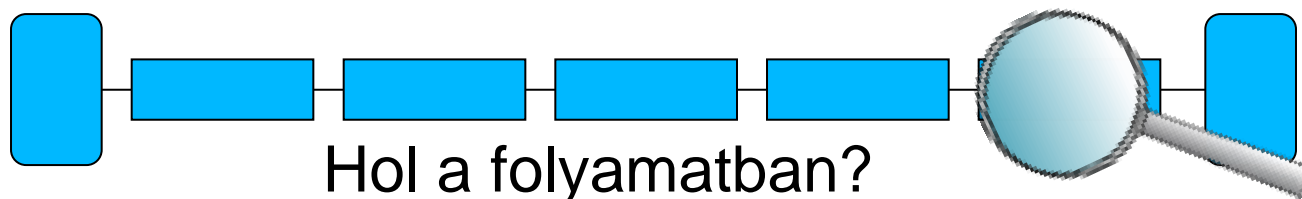
- **Miért:** Leszűkíteni a probléma eredetének lehetséges helyét a folyamatokon belül (élet ciklus / process) pl. azonosítani a folyamatokat amelyek fejlesztésre szorulnak

Azonosítani, hogy honnan legyenek a csapattagok.

- **Az 7. Elem kezdőpontja:**

Where in the object flow was the defect first noticed?

- **Eszköz:** - SIPOC
- Folyamat térképezés



Probléma tisztázása

Elem 8: Mennyi?

- **Miért:** A nem megfelelés kiterjedésének (nagyságának) tisztázása
- **Hogyan:** Határozd meg a nem megfeleléssel rendelkező objektumok nagyságát :

Mennyi objektumnak van azonos hibája?

vagy

Mennyi esetet jelentettek?

Tools :

- Process Performance ppm
- Yield veszteség

D2 - Probléma leírása

Téma: 8 elem hiba leírása, vizualizált információ/adat/grafikon

Kulcs feladatok & eszközök

D2 feladata a hiba adatokon és tényeken való definiálása

Probléma leírása tartalmazza:

- Probléma megállapítás: Element 1 & 2
→ Mi az objektum amivel probléma van és mi a hiba
- Probléma tisztázása: Element 3 - 8
→ PI: Mikor, hol, mennyi, trend, hatás
- Eszközök: 8 Elements és Is/Is Not

Általános tévutak

- Több mint 1 Objektum és 1 Hiba
- Nem elégséges adat és tény – Bizonytalanul vagy helytelenül definiált probléma
- Újra előfordulás nincs ellenőrizve

Results / Desired Outcome

Excellent

- 8 Elements /12 Dimensions (7 Dim. min) failure description with visualized information/data/graphs.
- Database check for similar cases.

Good

- Clear Problem Statement
- Detailed Problem Description with complete operational info,
- Verification of problem (e.g. by failure analysis)

Below Expectation

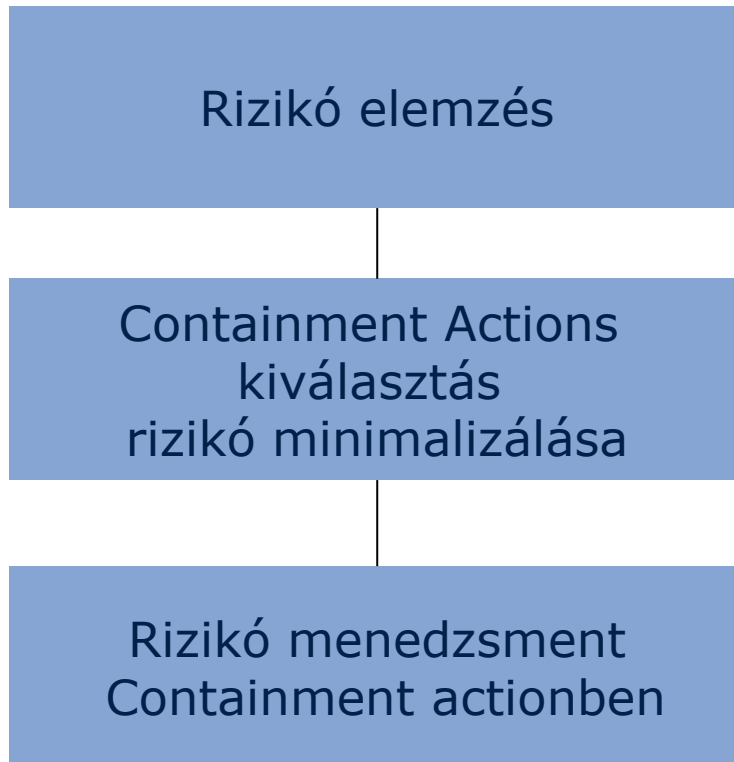
- Incomplete problem description
- no data

D3 – Containment action



Tasks in Containment

■ Containment action – elszigetelő/elhatároló intézkedés



Az érintett anyagok rizikójának figyelembe vétele

Csökkent a rizikós anyagokat

FMEA ha a containment actionnek Rizikó hatása lehet a jelenlegi Folyamatokra/termékekre

Rizikó elemzés

Faktorok:

- (O) Occurance, előfordulás: Milyen gyakran történik a hiba (% , ppm)?
- (Dp) Detection, detektálás: Mi az esélye annak, hogy a hibát detektáljuk mielőtt a vevőt eléri?
@ termelési folyamat
- (Dc) Detection @customer: Mi az esélye annak, hogy az eltérést a vevőnél észreveszik?
detektálás @ vevőnél
- (Ia) Impact Application: Eltérés milyen súlyos, milyen mértékben érinti a vevőt?
Hatása az alkalmazásra (kozmetikai, termelésbeli kiesés, funkció veszteség, megbízhatóság)

Hiba vevőnél történő detektálásának esélye:
 $O \times (1 - D_p) \times D_c$

A hiba nem kerül detektálásra a vevőnél a fielden okoz kiesést 'Field failure':
 $O \times (1 - D_p) \times (1 - D_c)$

Példa Rizikó elemzés:

Chip fűrészelésnél a chipek szélei sérülnek. Súlyos esetben a chip sérülés $\sim 300\mu\text{m}$ hosszú:

- Előfordulás (O): A folyamatból ismert, hogy 1 súlyos chip sérülés jön létre minden 10m-en. Chip sérülés esélye $1/10000\text{mm}$ minden tétel érintett, minden fűrészelési eszköz érintett. Chip mérete $5 \times 5 \text{ mm}$
 $\rightarrow O = 5\text{mm}/\text{oldal} \times 4 \text{ oldal} \times 1/10000\text{mm}$
- Detektálás folyamat (Dp): Tapasztalatból tudjuk, hogy 10ből 6 hibát kiszűrünk
 Escapee rate
- Detektálás@vevőnél (Dc): A legtöbb hibát a vevő észreveszi
 30% azonban csak a végfelhasználónál a fielden esik ki
- Hatás az applikációra : Csak az egyik oldalon lévő sérülés okoz problémát (25%)

O = 5mm / oldal
x 4 oldal

$O = 0.002 (0.2\%)$

$D_p = 0.6$
 $1 - D_p = 0.4 (40\%)$

$D_c = 0.7$
 $1 - D_c = 0.3 (30\%)$

$I_a = 0.25 (25\%)$

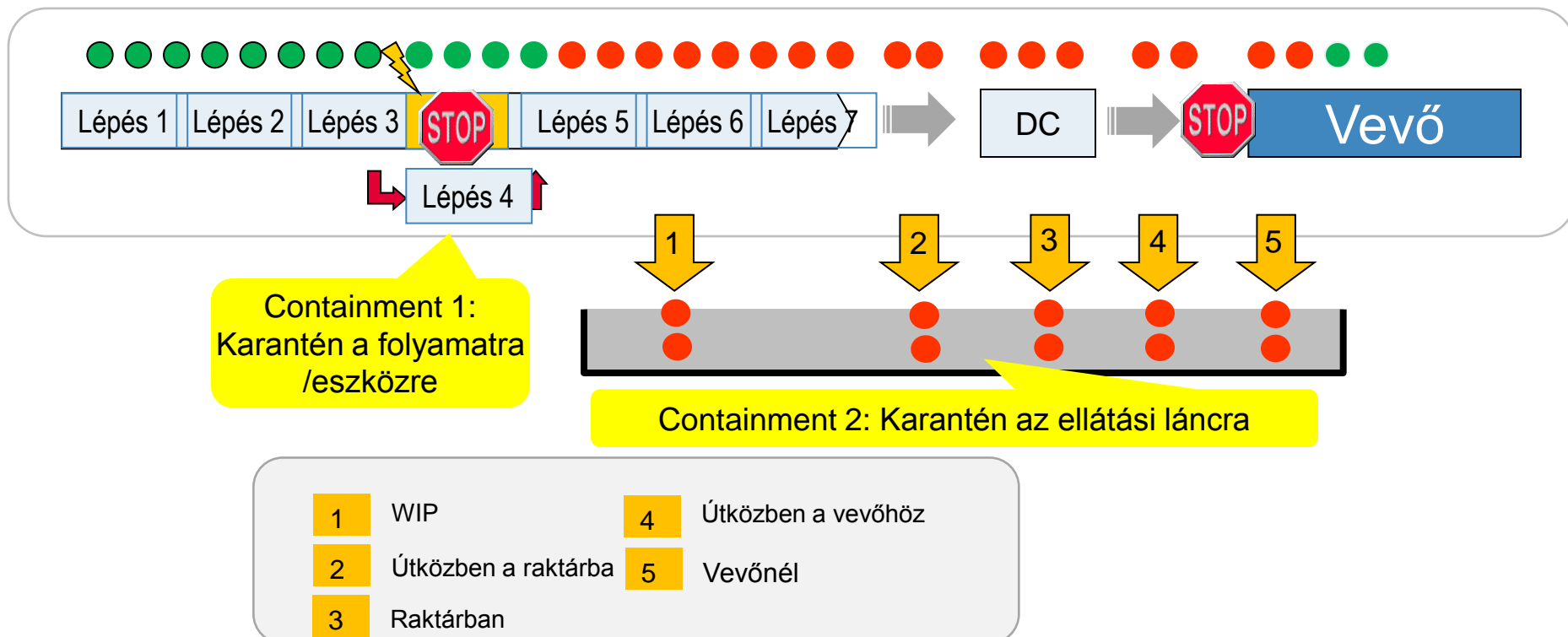
Hiba vevőnél történő detektálásának esélye $= 0.002 \times 0.4 \times 0.7 = 0,036\% (360 \text{ ppm})$

A hiba nem kerül detektálásra a vevőnél, a fielden okoz kiesést 'Field failure':

$= 0.002 \times 0.4 \times 0.3 \times 0.25 = 0,021\% (210 \text{ ppm})$

Containment – az ellátási láncban!

A példában mind a vevő (containment 2) és a szállító (containment 1) érdekét is nézik.



Figyelem: Több containment akció bevezetése szükséges !

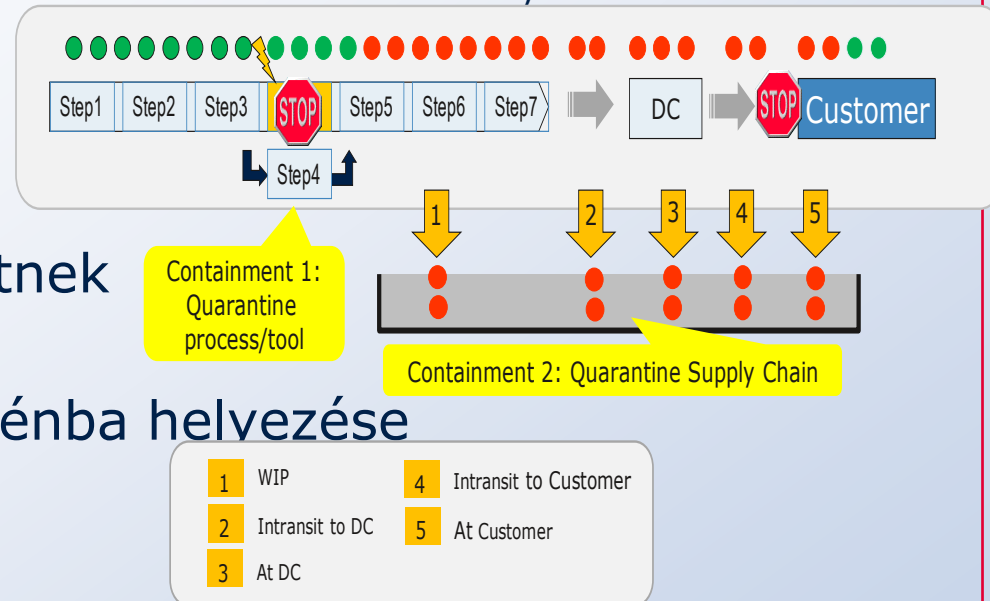
Risk assessment / Containment

■ Vevő rizikója = $O \times (1 - D_p) \times D_c$

O = Előfordulás gyakorisága (hibás termékek részesedése - forrás: folyamat adatok)

D_p = Detektálás a folyamatban (kiszűrt hibás termékek – forrás: tapasztalat)

D_c = Detektálás a vevőnél (kiszűrt hibás termékek a vevőnél – forrás: vevő)



□ Step1:
Elhatárolása érintett területnek

□ Step2:
Érintett ellátási lánc karanténba helyezése

■ Példák a containmentre:

□ 100% teszt/vizsgálat → termékek átvizsgálása

□ Minta tesztelés/vizsgálat → tételek rendezése

□ Tételek nyomonkövetése → karantén



D3 - Containment akció ellenőrzés & végrehajtás

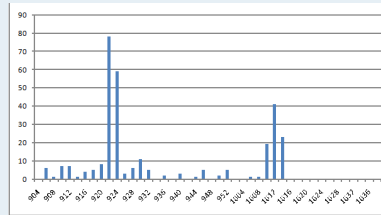
Téma: Containment hatékonysága számszerűsítve és tényekkel/adatokkal igazolva



Kulcs feladatok & eszközök

D3 feladata a rizikó elemzés és hogy Containment akciót hozzon létre

- Rizikó elemzés, a termelés/fielden hiba ráta kiszámolásához
- Containment akció
 - Vevő védelmére → Esetek számát/súlyosságát korlátozza
 - Vállalatra gyakorolt hatás csökkentése
 - Szállíthatóság biztosítása
- Eszköz: Time Series Plot



Általános tévutak

- Rizikó elemzés hiányzik – containment nem adat és tény vezérelt
- Több containemnt akció kombinálása (Vállalat / vevő érdek), ellátási/szállítási probléma

Results / Desired Outcome

Excellent

- Containment of affected Process/Tool/Machine & Materials in Supply Chain demonstrated with evidence.
- Containment effectiveness quantified (%) and proven with data & facts. Or: Statistical prove that no containment measure was necessary.

Good

- Risk assessment of effected material.
- Containment decision of affected Process/Tool/ Machine & Materials in Supply Chain done.
- Implementation date/lot/DC and action owner listed of all implemented actions.

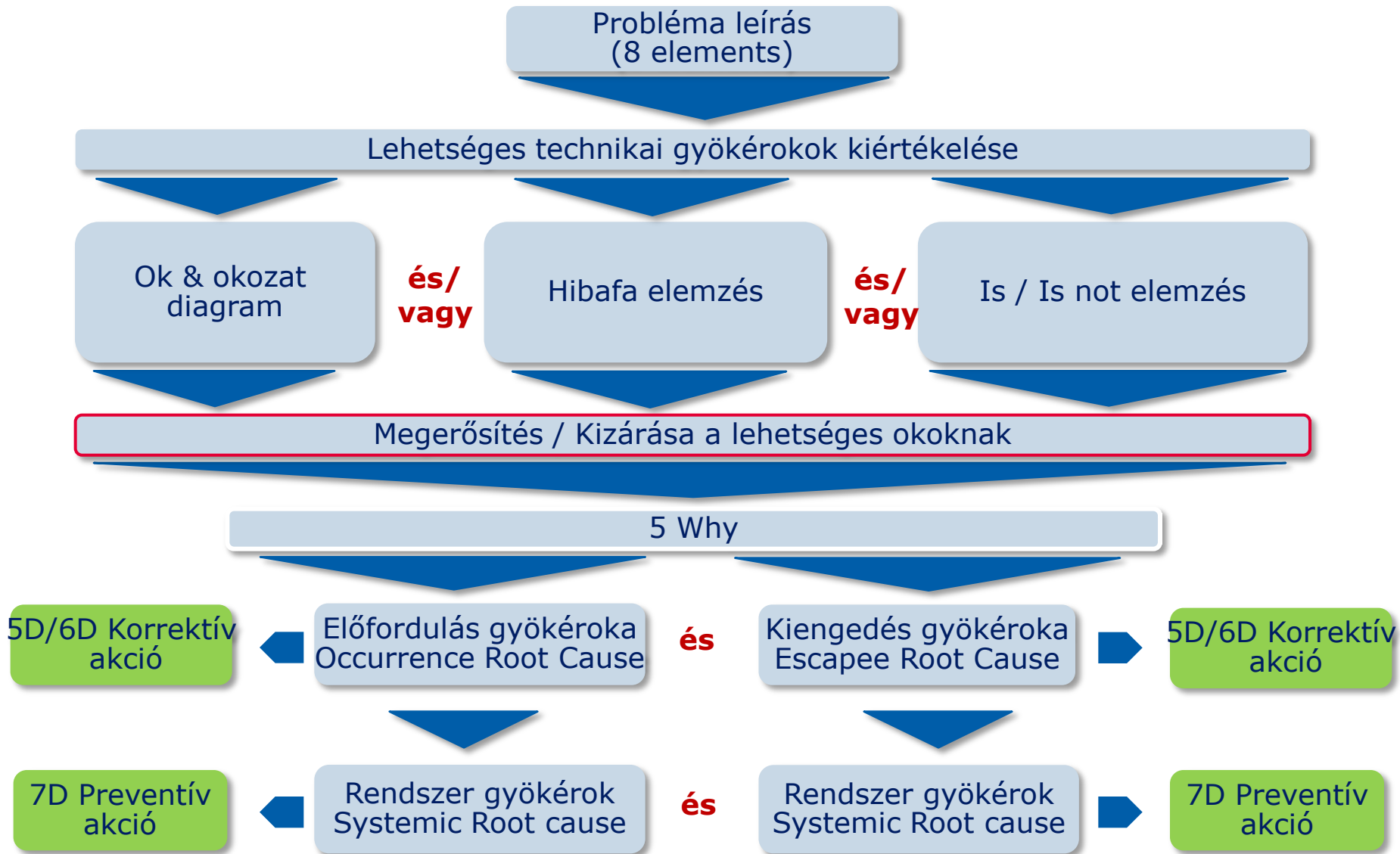
Below Expectation

- No containment decision,
- WIP /deliveries not considered.
- Only activity list without conclusion regarding containment.

D4 – Gyökérok keresés



Gyökérok elemzés folyamata



Megtalálni az igazi/gyökér okát a nem megfelelőségnek



2 lépés van a nem megfelelőség gyökérokának megtalálásakor.

Szükséges:

- Hipotézis képzése a gyökérokokra,
- Hipotézis bizonyítása

D4 Eszközei

Az alábbi főbb eszközök használatosak:

- Ok – Okozat diagram (Cause & effect, Halszálka, Fishbone, Ishikawa)

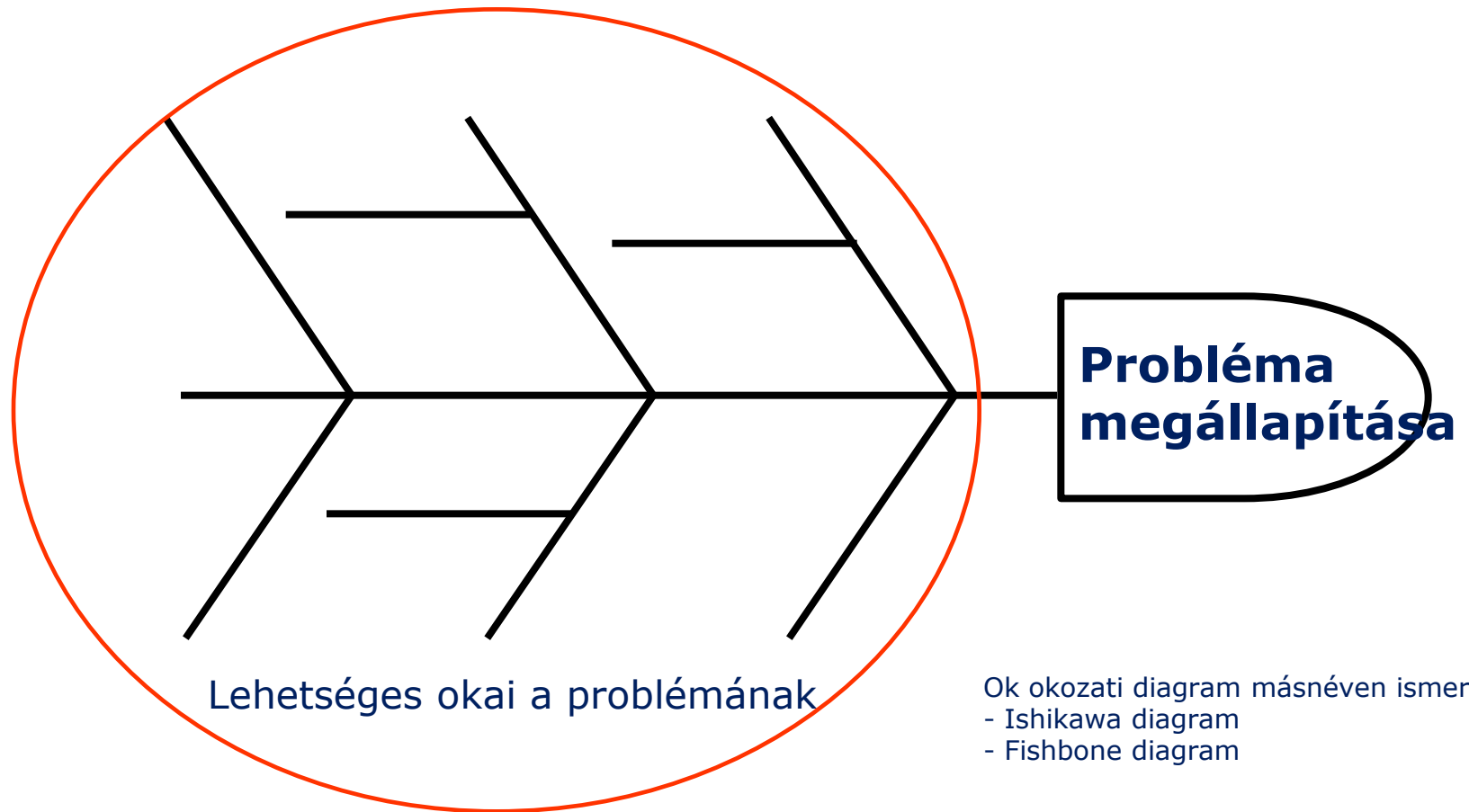
- FTA- Hibafa elemzés (Failure Tree Analysis)

- Is / Is Not Ok elemzés

- 5 Why (3 x 5 Why)

Ok – Okozat diagram Cause and Effect Diagram

Ok – Okozat diagram



Egy lehetséges ok azonosításakor a diagram finomítható az okra hatással lévő faktorok további mélyebb azonosításával.

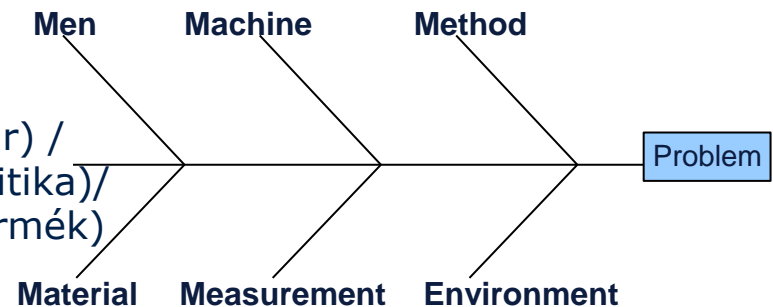
Ok – Okozat diagram

Az ok-okozati diagram strukturálásának lehetséges módjai:

- Folyamat: Supplier / Input / Process / Output / Customer (SIPOC)

- 5 M+E Man (ember) / Machine (gép) / Method, (módszer)
Material (anyag) / Measurement (mérés)
Environment (környezet)

- 8 P's People(ember) / Processes (folyamat)/ Price(ár) /
Promotion(reklám)/ Place (hely)/ Policies (politika)/
Procedures (eljárás)/ Product (or Service) (termék)



Tipp:

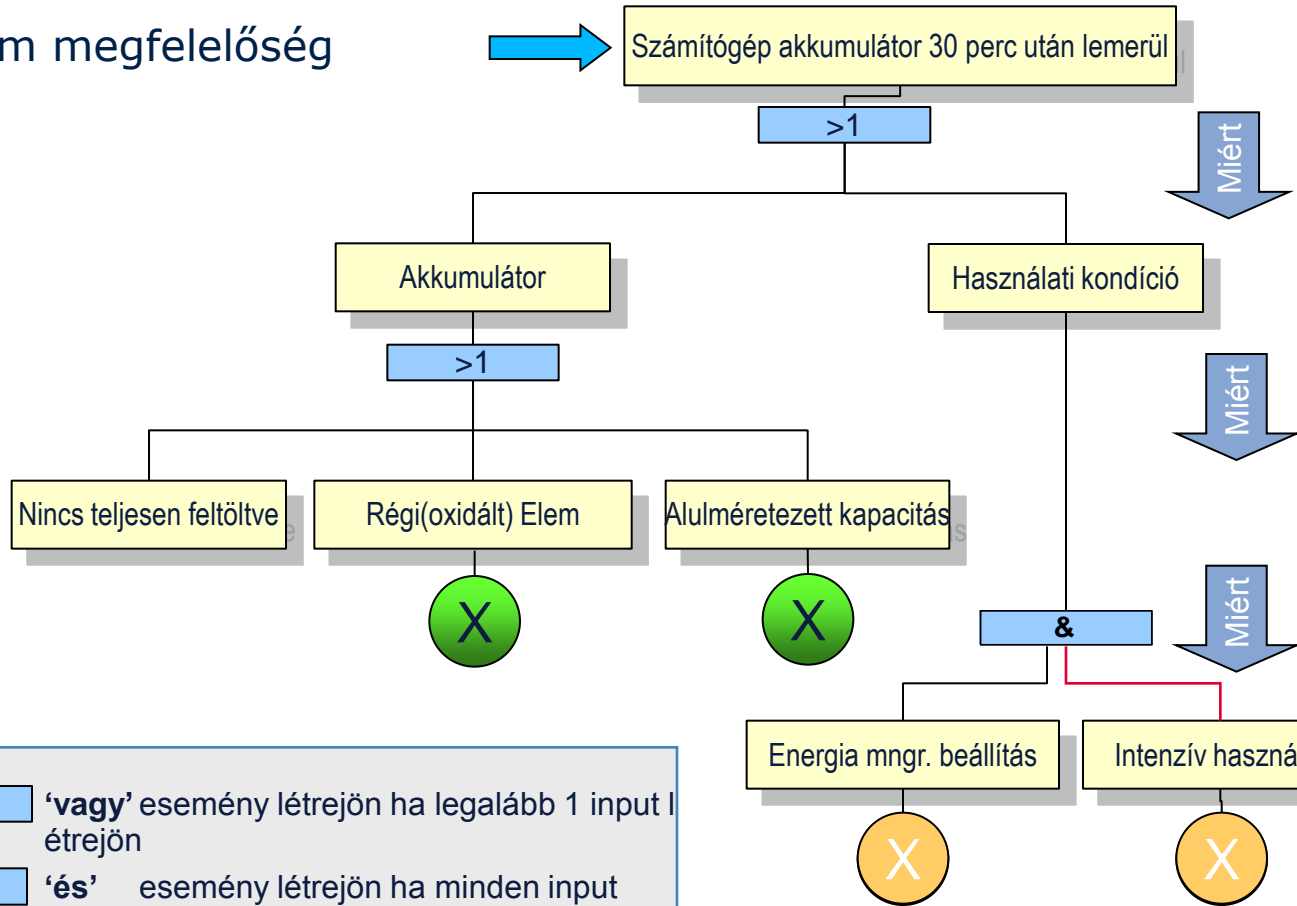
- Válaszd ki a problémához releváns kategóriákat. További gyakran használt kategóriák.
 - Időzítés / Kommunikáció
 - Erőforrás / Design
 - Eljárás/ Szállítás / Menedzsment

Hibafa elemzés

Fault Tree Analysis

Hibafa elemzés lehetséges okok és kapcsolatai

Nem megfelelőség



= fő
esemény

= esemény

= alap
esemény
(lehetséges ok)

**Igazi ok
(Ellenőrzés után)**

| | |
|--------------------------|--|
| >1 | 'vagy' esemény létrejön ha legalább 1 input létrejön |
| & | 'és' esemény létrejön ha minden input létrejön |
| X (green circle) | 'a fa vége', nincs további alap esemény |
| X (yellow circle) | 'igazi ok', ellenőrzés után |

5 Why (Miérttel) való összehasonlítás

- Hasonló koncepció a ,Miért?' kérdéssel
- Az FTA gyökérokok brainstorming megközelítésű keresésére használatos, míg a 5 Why inkább alkalmas az okok ellenőrzésére
- FTA lehetséges okokat is tartalmaz melyeket igazolni kell
- FTA nem különbözteti meg Occurrence/ Escape /System Root Cause
→ moderátor szükséges ezeket figyelembe vennie
- FTA tökéletes hogy előkészítse az 5 Miért bemeneteit

Is / Is Not Ok elemzés

Is / Is Not OK elemzés

→ *Is / Is Not Ok elemzés*

Előnyei az Is / Is Not-elemzésnek :

- Emberi gondolkodást szimulálja, mely a hiba jelenségétől egészen egy megerősített hipotézisig elvezet
- 8 Elem struktráltan nyújt információt és adatokat hogy a csapat a az eltérés okait azonosíthassa :
 - Mik a különbségek az Is és az Is not között ami a problémát okozza?
 - Mi változott a folyamatban, ami a problémát okozza?

Probléma leírása a 8 elemen keresztül

| Element | Is |
|----------------------------|---|
| 1 Objektum | Melyik objektummal van a hiba? |
| 2 Mi a hiba | Mi a hibája a terméknek, folyamatnak. Milyen elvárt funkcionalitás, használhatóság nem teljesült? Melyik hiba okozza a specifikációtól való eltérést? |
| 3 Hol (földrajzilag) | Hol volt az objektum amikor a hibát először észlelték (legkorábban)? |
| 4 Hol (az objektumon) | Az objektumon hol található a hiba? |
| 5 Mikor (időben) | Mikor vettél észre először a hibát (dátum/idő)? |
| 6 Időbeni mintázata | Milyen volt a hiba alakulásának mintája, amikor a hiba jelentkezett? |
| 7 Hol (a folyamaton belül) | A termék életútjának melyik fázisban jelentkezett a hiba? |
| 8 Mennyi | Mennyi objektumot és milyen hiba rátával (azonos hibával) találtak? |

Is/Is Not Ok elemzés

Problem Statement

Lépés 1

Lépés 2

Lépés 3

Lépés 4

Lépés 5

| | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--|--|--|--|
| Hypothesis 1 | Hypothesis 2 | Hypothesis 3 | Hypothesis 4 | Hypothesis 5 | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--|--|--|--|

| Element | Is | Is Not | Differences and Changes | Why Not |
|--------------------------|--|---|---|---|
| 1 Object | What specific object shows the defect? | What are reasonable, most similar objects that do not show | Coming from the problem statement, how is the <i>[Object-Is]</i> different/unique | What are the potential differences between the the Is |
| 2 Defect | What is the defect of the product, i.e. which expectation on functionality / | What other similar defects could have been observed but | Coming from the problem statement, how is nature of the <i>[Defect-Is]</i> | What are possible failure mechanisms or reasons leading |
| 3 Where (location/site) | Where is the object when the defect is identified [earliest]? | Where else has the defect not been detected? | Coming from the problem statement, how is the <i>[Location-Is]</i> different/unique | Why has it been observed at the specific location but not at the |
| 4 Where (on the object) | Where on the object is the defect located? | Where else on the object could this defect be, but is not? | How is the <i>[Location on the Object-Is]</i> different/unique when | Why has the defect been seen at the specific location on the |
| 5 When (time) | When has the defect been first observed (date /time)? | At which other time could the defect have been observed but was | What is specific around the <i>[time of defect observation-Is]</i> compared to the | Why was the defect been seen first at the specific time and |
| 6 What time pattern | What was the pattern in time the defect showed up in the past? | What other patterns could have been seen reasonably | How is the <i>[Time Pattern-Is]</i> different/unique when compared to the | Why was this pattern observed in this specific pattern and not in |
| 7 Where (in the process) | Where in the life cycle of the product has the defect been | Where in the previous process steps / when before in the life | How is the <i>[Process/ Life cycle phase-Is]</i> different/unique when | Why had the defect been identified at this specific step or |
| 8 How many | How many objects and which failure rate with exactly this defect | How many objects / failure rates could be expected but were | How is the <i>[Failure Rate-Is]</i> different/unique when compared to the | Why was the defect count / failure rate as specified and not |

| Hypotheses Testing | | | | | | | | | |
|--------------------|---|----|--|--|--|--|--|--|--|
| Y | Y | Y | | | | | | | |
| N | Y | A2 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Y | Y | | | | | | | |
| | Y | N | | | | | | | |
| | Y | | | | | | | | |
| | Y | | | | | | | | |

Lépés 7

| Hypothesis | Write in here your hypothesis for the cause(s) of the problem | How to verify the hypothesis | Responsible | Schedule | Result |
|------------|---|------------------------------|-------------|----------|--------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

Lépés 6

| Assumptions | Write in here the assumptions you have to check for hypothesis testing | How to check the assumption | Responsible | Schedule | Result |
|-------------|--|-----------------------------|-------------|----------|--------|
| A1 | | | | | |
| A2 | | | | | |
| A3 | | | | | |

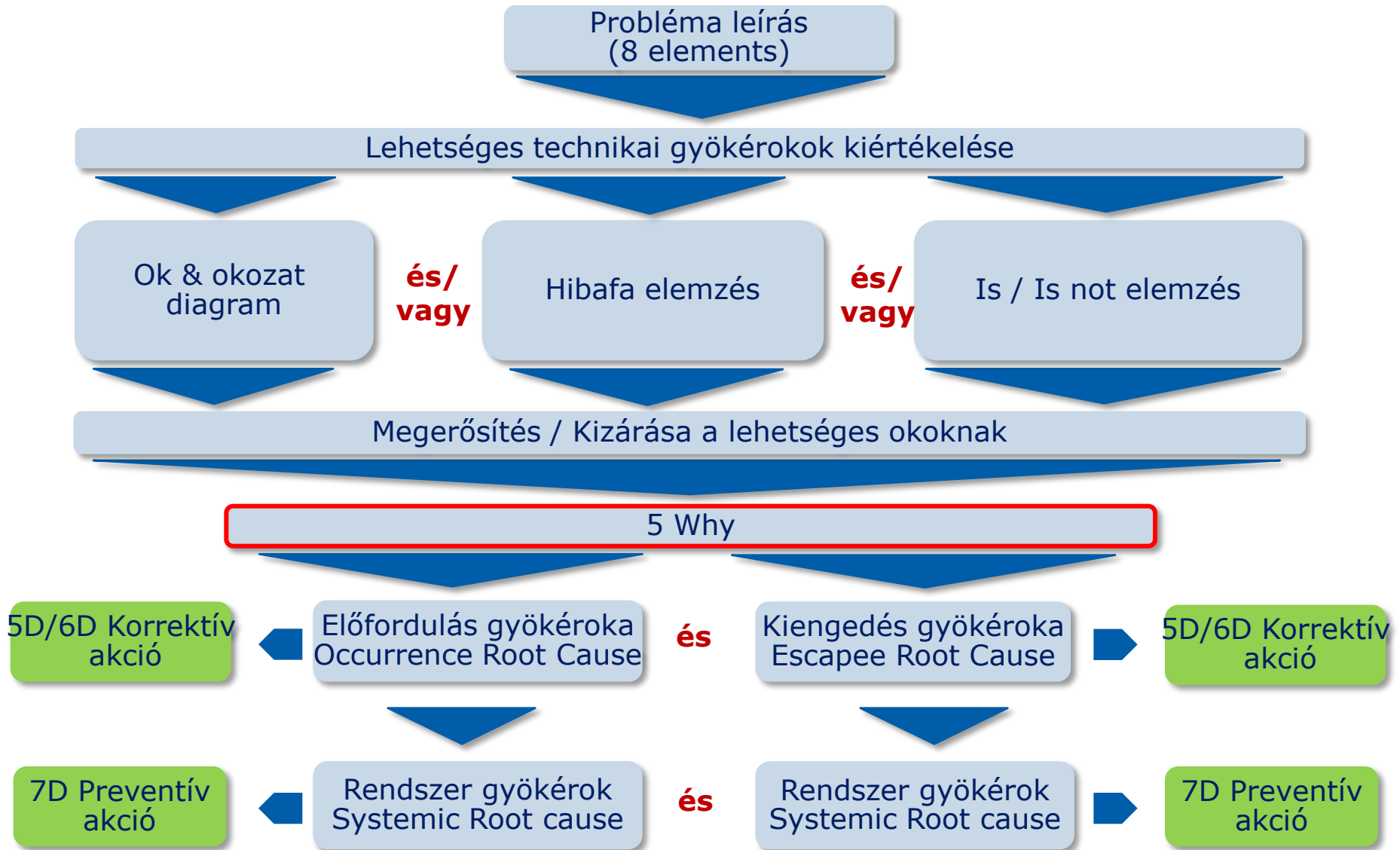
Lépés 7a

KÉRDÉSEK

5 Miért

5 Why

Gyökérok elemzés folyamata



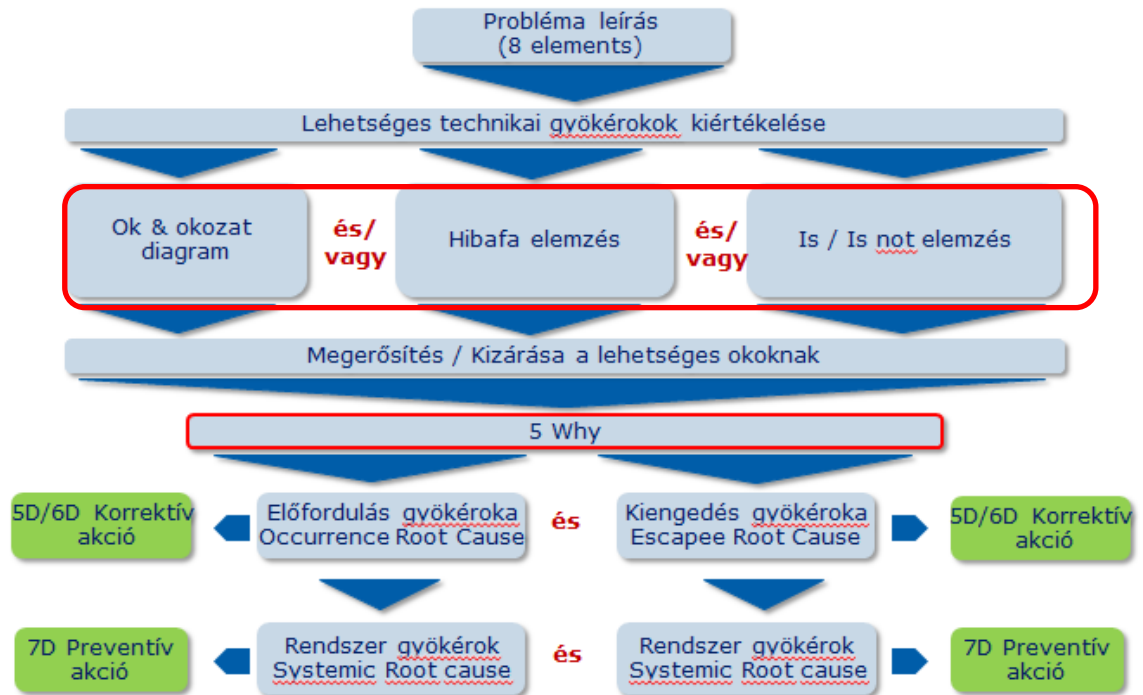
Gyökérok elemzés

Gyökérok elemzési eszközök...

- FTA
- Fishbone
- Is / Is Not Ok elemzés



→ Potenciális okok, miért következett be a hiba



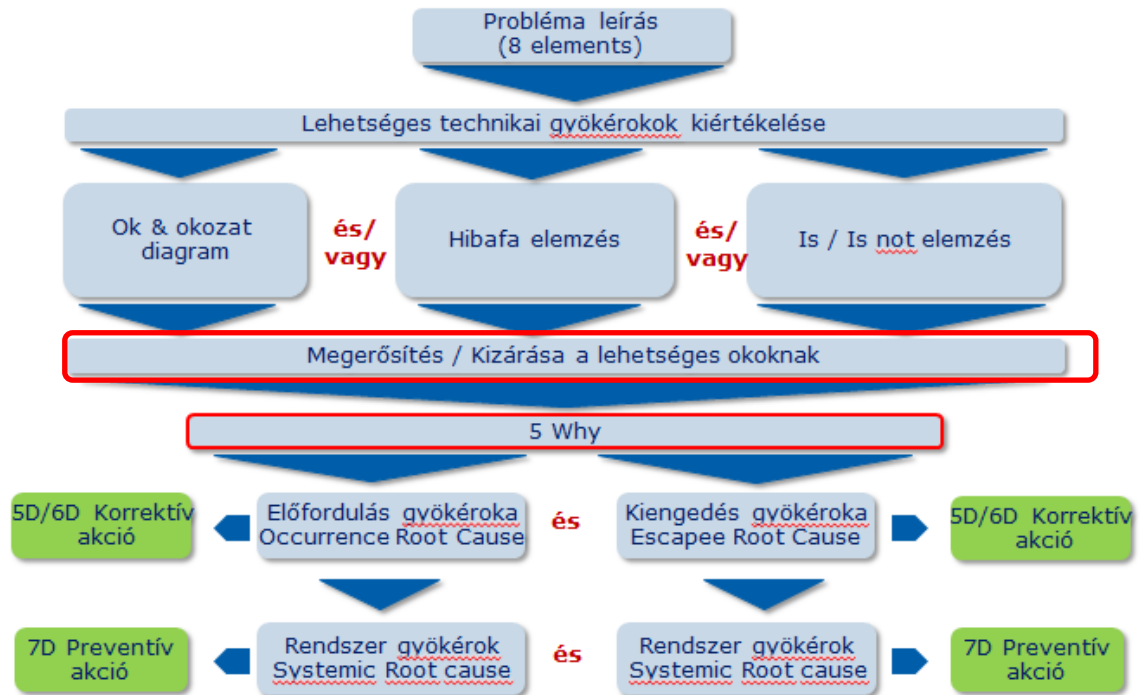
Ok megerősítés

A hipotézis igazolására megerősítő lépés szükséges

- Szimuláció
- Kísérlet
- Korreláció



→ "Technikai Occurance"
Ok azonosítva



5Why tegnap - ma

- 1930's a Toyota alapítója által fejlesztve
Kiichiro Toyoda apja Sakichi
- 1970-es években terjedt el a Toyota
termelési rendszerével
 - A „Miért” kérdés használatával külön választható a
szimptóma a probléma okától
 - Gyakran egy „miért”-re adott válasz egy másik miértet generál



Mi az 5 Miért?

■ Módszertan mely a különböző okok felderítését célozza

- **(gyökér) ok 1:** miért jött létre a hiba (occurrence)
- **(gyökér) ok 2:** miért nem vettük észre a hibát (escapee)
- **Gyökérok 3/4:** a rendszer miért engedtem hogy a hiba létrejöjjön és eljuthasson a vevőhöz problémát okozva számára

■ Megóvja a csapatot, hogy felszínes megoldásokkal megelégedjen, melyek nem oldják meg a problémát hosszú távon

Az 5 miért helyes alkalmazása megelőzi az újra előfordulást

Eset tanulmány: Elektromos veszély IFX formula BOSCH tól származtatott



| | | | |
|------------|--|--|--|
| SAP number | | Comment: | |
| Location | | Use as many root cause lines as necessary | |
| Date | | Use as many why-columns as necessary (more or less than 5) | |

Define the Problem: Little child receives electric shock sticking a pencil into the 220V electrical outlet

| Why did the Electrical Shock occur | Technical Root Cause | | | | | Action | Systemic Root Cause | | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|--|--|-----|--------|---|-------------------------------------|-----|--------|
| | Why | Why | Why | Why | Why | | Why | Why | Why | Action |
| Why did the Electrical Shock occur | Hazard due to touching outlet w pen | No child proof outlet | | | | A_1 | No risk awareness / risk management | No risk management procedure (FMEA) | | C1_1 |
| | | | | | | | No law in germany to have child proof el. Outlets | | | C1_2 |
| | | Pen on the floor | Brothers and sisters left these after drawing | Not educated to clean up after drawing | | A_2 | Not aware of the risk | No risk management procedure (FMEA) | | C1_1 |
| | | No supervision by parents | Parents did not agree who to supervise in this very moment | | | A_3 | No handshake procedure for supervision | | | C1_3 |

| Why did the electrical shock escape and impact the customer (=harm the kid) ? | Escapee Root Cause | | | | | Action | Systemic Root Cause | | | |
|---|--|--------------|-----|-----|-----|--------|--|-----|-----|--------|
| | Why | Why | Why | Why | Why | | Why | Why | Why | Action |
| Why did the electrical shock escape and impact the customer (=harm the kid) ? | There is no function to detect electrical shocks | No FI Switch | | | | B_1 | No law in germany to have an FI switch at all houses | | | C2_1 |

| | Action | Owner | Date |
|------|---|-------|------------------|
| A_1 | Review the house for el. Hazard (outlets, plugs, cables) | | 19th June 12 |
| A_2 | Awareness training for Brother and Sister | | 19th June 12 |
| A_3 | Handshake procedure when taking over supervision | | 19th June 12 |
| B_1 | Install FI switch at our house | | 30th June 12 |
| C1_1 | Risk Management Procedure for rising kids (Electrical installation, stairs, sharp edges, stray items/choking, supervision procedures) | | 31st August 2012 |
| C1_2 | Request law in Germany that all households and extension cords have to be equipped with child proof outlets | | Q3 2012 |
| C1_3 | Install Supervision Procedure with Handshake | | Q3 2012 |
| C2_1 | Request law in Germany that all households have to be equipped with FI Switch | | Q3 2012 |

Lesson Learned: Legislation has to be reviewed regarding safety of kids in private households
 Risk Management needs to be applied at private households (training program)



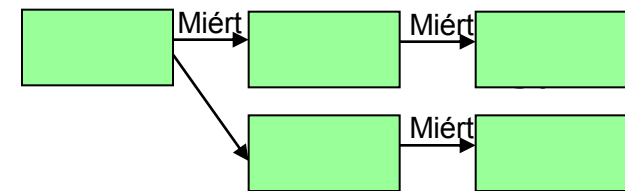
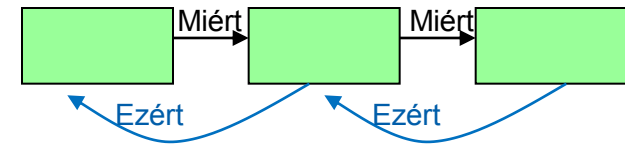
5 Miért - Szabály

- Szabályok felállítása
- Tény adatok
- Pontos számszerűsített információ
- Keress okokat a területeden
- Ellenőrizd, hogy az ok-okozati lánc megmarad
- Ellenőrizd, hogy több mint egy oka van-e pontnak (használd a Halaszálka diagramot!)
- Rendszer gyökérokok menedzsment támogatás igényelnek

nincs találgatás – “...lehetséges ok”

határozatlan kifejezés kerülése-“...alacsony minőség”

nincs kifogás, az okokat ne told át külső általad kontrollálhatatlan területekre

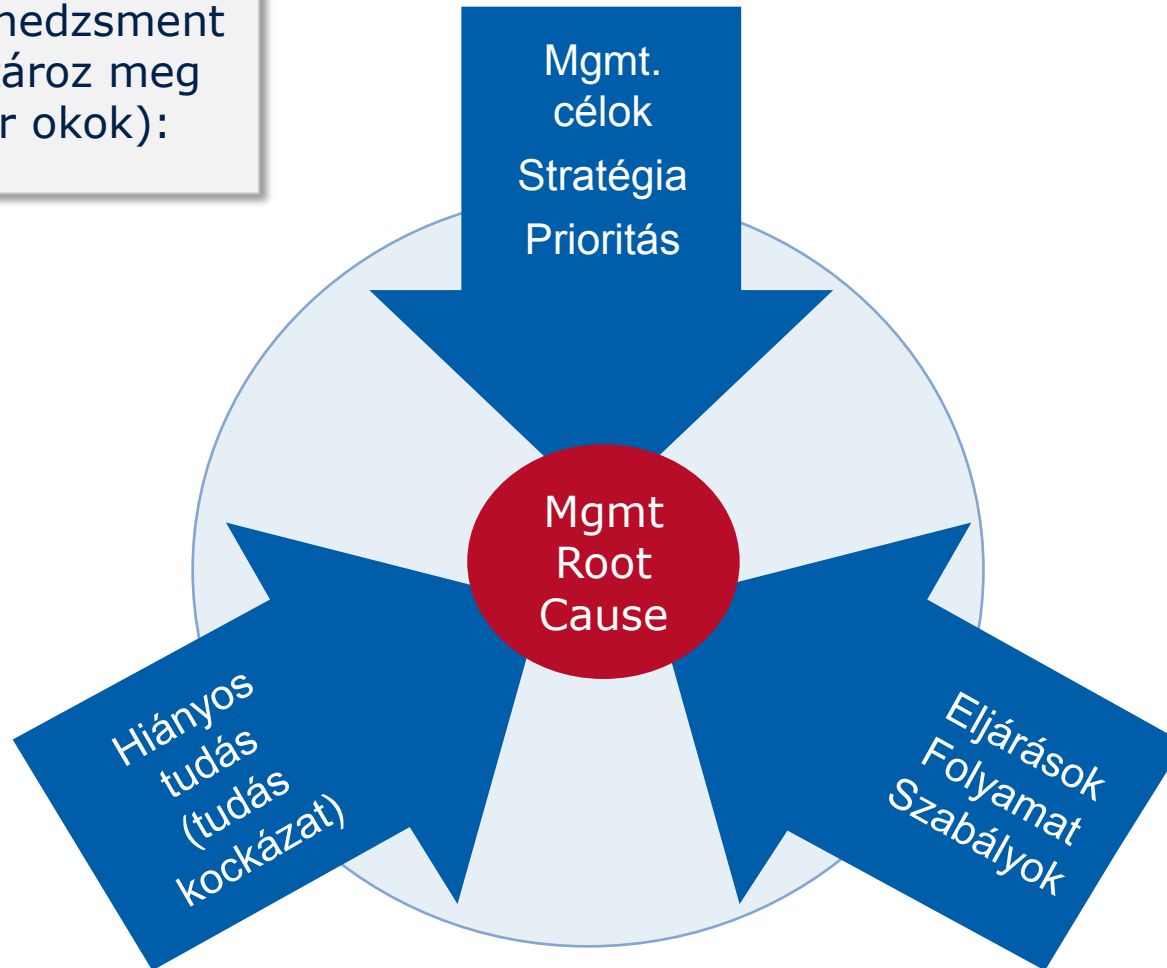


Rendszer gyökérokok

- (1) Management Decisions
- (2) Processes/Procedures
- (3) (Lacking) Knowledge, Knowledge of risks

Rendszer gyökérokok

Az gyökérokok 3 területe Menedzsment okokat határoz meg (Rendszer okok):



5Why folyamat

- Start Techn. Occurrence 1. és Techn. Escapee 2. → Korrektív akció A; B
- Menedzsmenttel rendszer gyökérok 4/5 felderítése → Preventív akciók C

| | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|---|-------|-----|------|------------|----------------------|-----|-----|--------------|
| SAP number [Nn & PS] | | | | | | | | | | |
| Location | | | | | | | | | | |
| Date | | | | | | | | | | |
| | | Comment: Use as many root cause lines as necessary Use as many why-columns as necessary (more or less than 5) | | | | | | | | |
| Define the Problem: [Problem Statement] | | | | | | | | | | |
| | Technical Root Cause for occurrence | | | | | | Systemic Root Causes | | | |
| Specific non-conformance | Why | Why | Why | Why | Why | Action | Why | Why | Why | Action |
| | | | 1 | | | A_1 A_2 | | 4 | | C1_1 C1_2 |
| | Escapee Root Cause | | | | | | Systemic Root Cause | | | |
| Why was the problem not detected before shipment to customer? | Why | Why | Why | Why | Why | Action | Why | Why | Why | Action |
| | | | 2 | | | B_1 B_2 | | 5 | | C2_1 C2_2 |
| | Action | | Owner | | Date | | | | | |
| A_1 | | | | | | | | | | |
| A_2 | | | 3 | | | | | | | |
| B_1 | | | | | | | | | | |
| B_2 | | | | | | | | | | |
| C1_1 | | | | | | | | | | |
| C1_2 | | | 6 | | | | | | | |
| C2_1 | | | | | | | | | | |
| C2_2 | | | | | | | | | | |
| Lesson Learned | | | | | | | | | | |

D4 - Gyökérok keresés

Téma: Occurrence & Escapee okok azonosítva & mindkettő rendszer gyökérok megtalálva



Kulcs feladatok & eszközök

D4 feladata hogy az occurrence, escapee és rendszer gyökérokait megtalálja a nem megfelelőségnek

- Hipotézisek létrehozása
- Hipotézisek igazolása adatokkal és tényekkel
- Occurrence and Escapee okok és azok rendszer gyökérokai

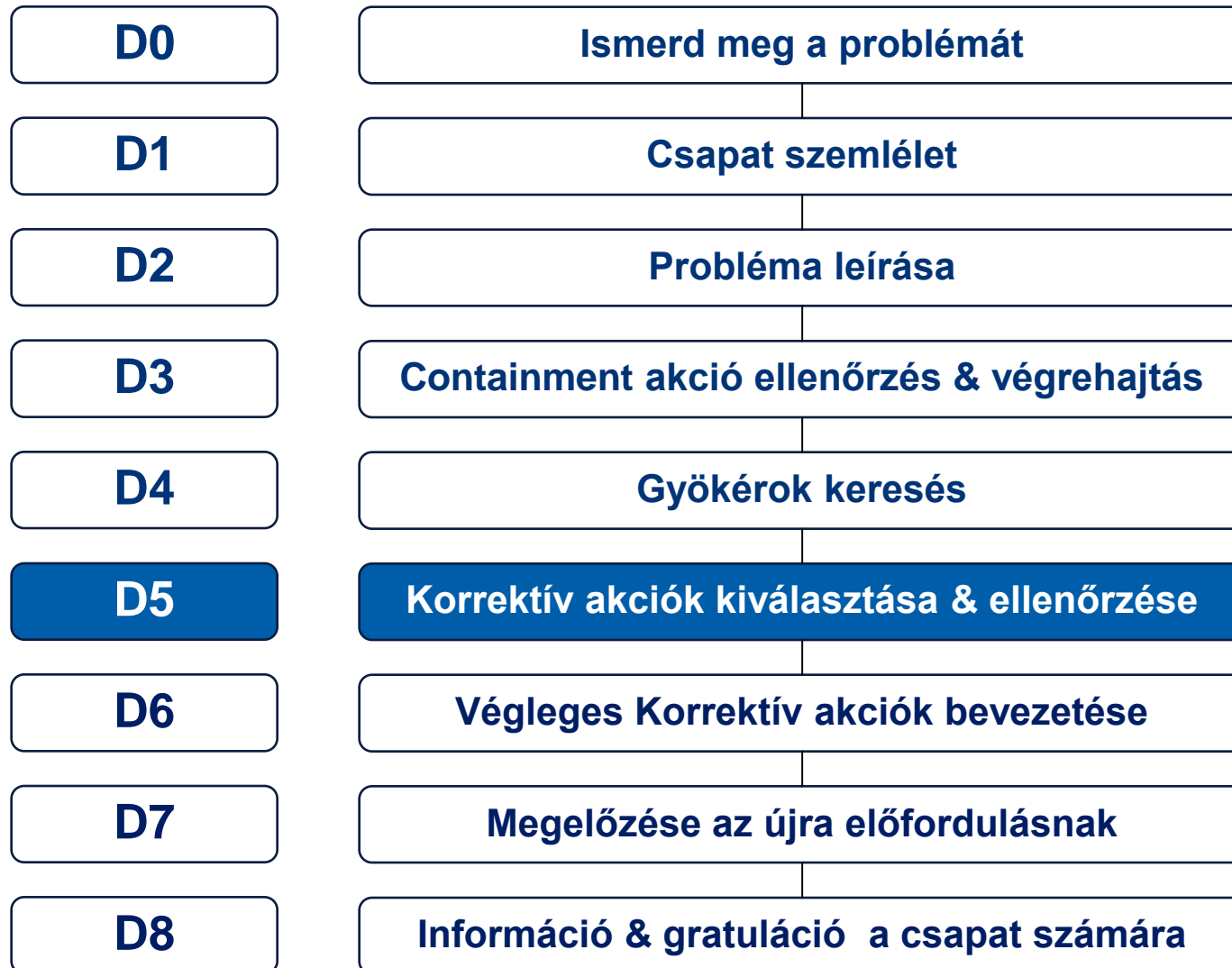
Eszközök:

Ishikawa diagram, Hibafa elemzés (FTA), Is/Is Not elemzési technika a 8 Elementen keresztül, 5 Why

Általános tévutak

- A problémáról a jelenleg legjobbnak tűnő megoldásra ugunk.
- A problémával szimptóma szintjén foglalkozunk csak
- Nincs mind a 4 típusú Gyökérok megtalálva és azonosítva (Occurrence/Escapee technikai és rendszer)
- Hibáztatás – Fókusz a viselkedésen

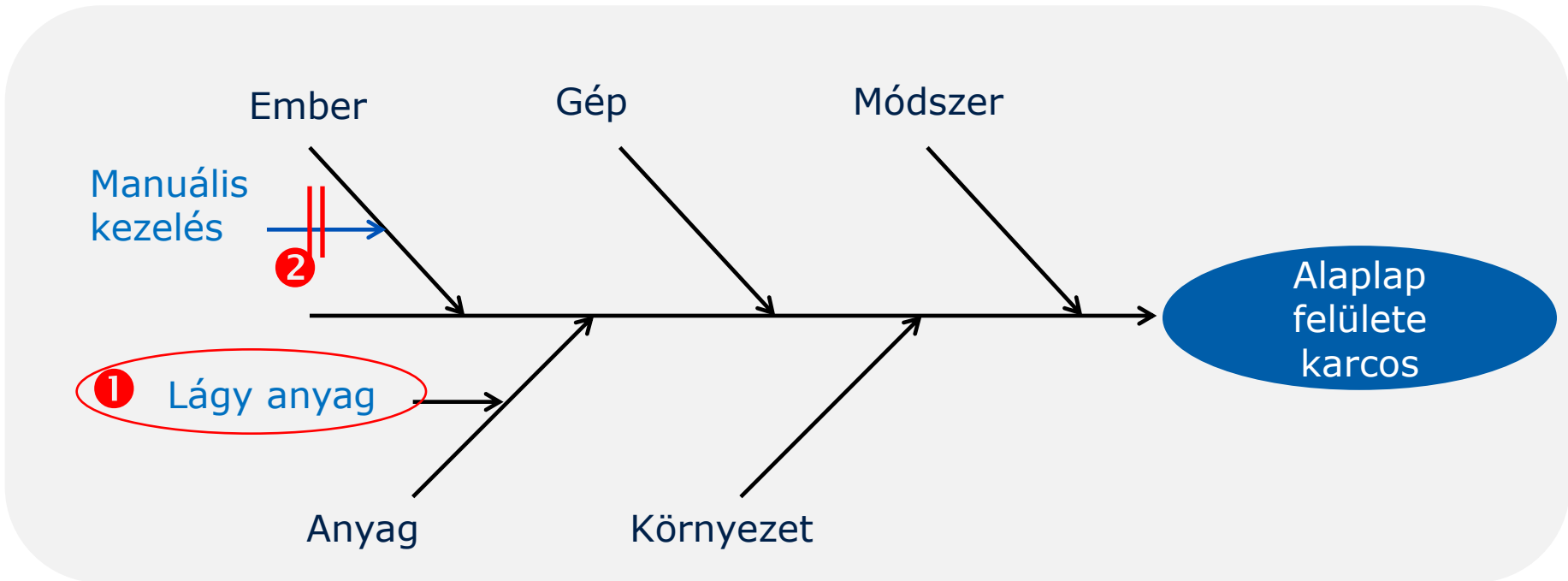
D5- Korrektív akciók kiválasztása & ellenőrzése



D5: Korrektív akciók kiválasztása & ellenőrzése

Végső cél:

Gyökérok eltávolítás és/vagy Ok-okozat(Cause&effect) lánc elvágása



1 Keményebb anyag használatával karcokat elkerülése (Gyökérok eltávolítás)

2 A felület betakarásával a manuális kezelés többi nem okozhat problémát (C-E lánc elvágás)

Miért csinálunk hibákat?

- Hajlamosak vagyunk a hibák elkövetésére, a gondatlanság és tudatlanság miatt
- Senki sem tökéletes, mindenki hibázik és téved, mely a folyamat ingadozását okozza
- A legtöbb hiba nem szándékos
- A hibák jellemzően a folyamatok túlzott összetettsége miatt következnek be.

Lufthansa: 75% a hibáknak a fedélzeten emberi tényezőn múlik



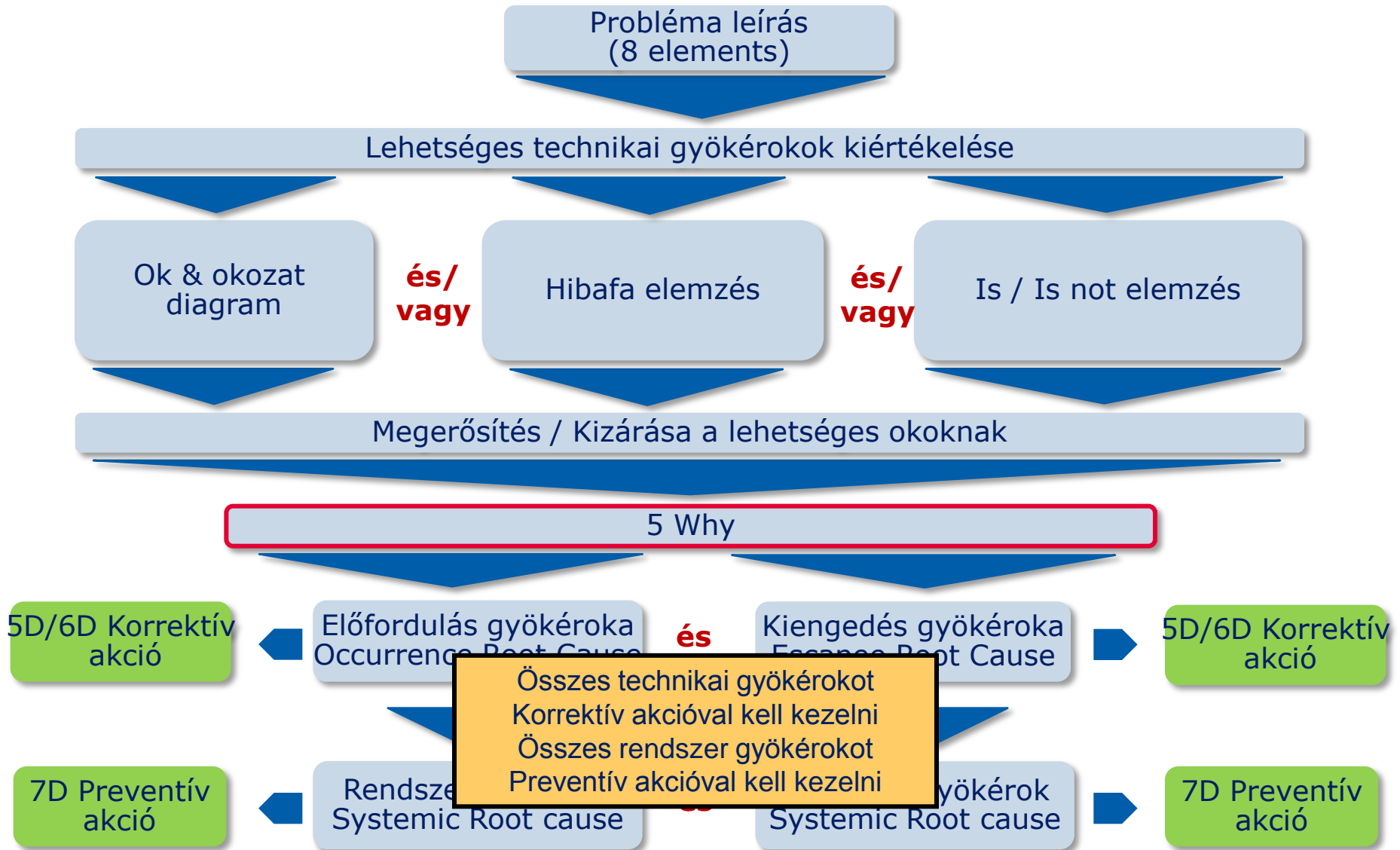
Korrektív akciók kiválasztása & ellenőrzése

- Biztosnak kell lenni, hogy a kiválasztott Korrektív akció megszünteti a valódi gyökérokat

- Korrektív akciók létrehozása melyek, a 4 típusú gyökérokat szüntetik meg (5Why):
 - Előfordulás (Occurrence) → Végrehajtás D5&6 alatt
 - Kiengedés (Escapee) → Végrehajtás D5&6 alatt
 - Rendszer (Systemic E&O) → Végrehajtás D7 alatt

- A hatékonyságot a következőképpen lehet ellenőrizni
 - Pilot run
 - Hiba ki/be kapcsolás a Korrektív akció ki/be kapcsolásával
 - Vevő problémájának megoldása (megoldja / megelőzi az okot)
 - Nem kívánt mellékhatások kiiktatása (mellékhatások nem lehetnek erősebbek mint az eredeti probléma hatása)
 - Mellékhatások potencionális súlyossága és tartalék terv

Gyökérok elemzés folyamata- Korrektív/Preventív akciók



Korrektív akciók kiválasztása & ellenőrzése

Célok:

- **Bevezetés potenciális kockázatainak azonosítása**, hogy megelőző intézkedéseket lehessen hozni
- Részletes **bevezetési terv** és **monitoringozási** koncepció létrehozása
- Legjobb megoldás keresése, mely a belső és külső vevők érdekeit egy mérlegen kezeli
- A tesztek és pilot futásoknak megfelelően a preferált megoldás ellenőrzése
- Az előre jelzett eredmények alapján végleges döntés meghozatala

Javítás

Repairing

Azonnali akció, hogy valamit korábbi használható állapotába helyezzünk vissza

- ▶ Akkumulátor teljes feltöltése

Fejlesztés

Improving

Azonnal javításon túlmutató, hogy az azonnali javításokat kevésbé gyakran kelljen elvégezni

- ▶ Feltöltés / lemerítés ciklusok a teljes kapacitás eléréséig

Újítás

Innovating

Kreatív gondolkodás az oko-okozatról (a régi mód nem elég jó)

- ▶ Li-Ion technológiájú akkumulátor (nincs memóriája)

Elkerülés

Avoiding

Eltávolítani és semlegesíteni az okokat

- ▶ 220V fúró használata

Döntési mátrix - Decision Matrix

- A döntési mátrix segítségével a legjobb megoldást választhatjuk biztosítva a belső és külső vevői igényeknek való megfelelést
- Döntések alátámasztására tökéletes eszköz dokumentált formában, pl: menedzsment döntésekhez.
- Folyamat 3 lépésből áll:

Lépés 1: Megoldás „**vevőinek**” definiálása?

Lépés 2: Megoldással szemben támasztott **követelmények összegyűjtése**

Lépés 3: Hozz létre specifikációt a megoldás követelményeire és válaszd ki a legjobb alternatívát

| Requirements on the Solution | | | Alternatives for decision | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------|--------|-------|-------------------|--------|-------|------------------------|--------|-------|
| Requirements | Mandatory | Importance | Replacement of the existing equipment | Rating | Score | Repairing | Rating | Score | Transfer to other site | Rating | Score |
| running costs ≤ 2 cent per item | Mandatory | 9 | 2 c per item | 9 | 81 | 2,1 c per item | 3 | 27 | 3 c per item | 1 | 9 |
| invest max. 60 k€ | | 3 | 54 k€ | 9 | 27 | 62 k€ | 1 | 3 | 56 k€ | 3 | 9 |
| ready in 3 months | Mandatory | 9 | 4 months | 1 | 9 | 2 months | 9 | 81 | 3 months | 3 | 27 |
| increase market share by 3% | | 3 | 2,90% | 1 | 3 | 3,10% | 3 | 9 | 4,00% | 9 | 27 |
| maintain quality | | 3 | Yes | 3 | 9 | Improvement by 2% | 9 | 27 | Questionable | 3 | 9 |
| improve company image | | 1 | Yes | 9 | 9 | Static | 1 | 1 | No | 1 | 1 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 138 | | | 148 | | | 82 |

Poka Yoke megoldások

Control



Lift ajtó automatikusan kinyílik, ha valaki az útjában van.



LAN & USB port design kiküszöböli a helytelen orientációs használatot

Shutdown



Tankpisztoly automatikusan lekapcsol, ha tele van a tank



Vízmelegítő automatikusan lekapcsol, ha forr a víz

Ne bíz a megfelelő emberi reakcióban

D5 - Korrektív akciók kiválasztása & ellenőrzése



Téma: Adatok és tények megjelenítése, megmutatni, hogy az akció hogy kapcsolja ki/be a hibát

Kulcs feladatok & eszközök

D4 feladata Korrektív akciók létrehozása melyek, a 4 típusú gyökérokat szüntetik meg (5Why):

1. Technikai gyökérok a probléma előfordulására (occurrence)
2. Hiba kiengedésének gyökéroka (escapee)
3. és 4. rendszer gyökérok az occurrence and escapee -re

■ **Hatékonyság igazolás a gyökérok megszüntetésére**

Korrektív akciók típusa

- Javítás (Repairing)
 - Fejlesztés (Improving)
 - Újítás (Innovating)
 - Elkerülés (Avoiding)
- **Bevezetési terv létrehozás, mely a D6 és D7 alatt kerül végrehajtásra.**

Általános tévutak

- Korrektív akció nem megvalósítható, hatékonyság nem bizonyított
- A 4 gyökér ok, korrektív / preventív akcióhoz rendelve

D6 – Végleges Korrektív akciók bevezetése

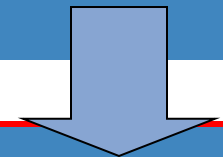


Korrektív akciók előkészítése és bevezetése

Kulcs feladata a 6D nek

- Projekt létrehozás a korrektív akció gördülékeny bevezetésére
- Tartalék terv (“B terv”)
- Korrektív akciók hatékonyságának minősítése és rizikó elemzéssel és -menedzsmenttel (FMEA) a negatív mellékhatások elkerülése
- Belső és külső vevők informálása
- Dokumentációk aktualizálása
 - Folyamat leírás
 - Control Plan / Monitoring Plan
- Érintettek képzése
- Megváltoztatott folyamat formális jóváhagyása

**Változás
Folyamat**



**Változás
(Change)
Management**

Döntés a Containment Actionról

Feladat: Döntés, hogy a Containment Actiont megszüntessük

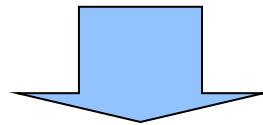
Lehetőségek:

- Containment Action (3D) megszüntetése, ahogy a Korrektív akció(6D) bevezetésre került
- A Containment Action átfedésbe kerül Korrektív akcióval
- Korrektív akció hatékonyságának méréséhez Containment Actiont használom kontrollként
- Containment Actionból Korrektív akció lesz

FMEA definíciója

Failure Modes Effect Analysis (FMEA, Hiba mód és hatás elemzés) strukturált megközelítése a rizikó elemzésnek, külön képen a fejlesztésekkor (új és változtatott termék és folyamat):

- Értékelni és előre jelezni a hibákat, hogy megelőzzük az előfordulásukat (Occurrence) vagy kiengedésüket (Escapee) a gyártás, szolgáltatás, innováció, változás menedzsment során
- Azon módok azonosítása, melyek által a folyamat/termék hibás lesz, hogy már ne feleljen meg a vevői elvárásoknak (Y).
- **A rizikó számszerűsítése a hibák Súlyosság (severity), Előfordulás (Occurrence) és Detektálás (Detection) szerinti osztályozásával (RPN = S x O x D i.e Risk Priority Number = Severity x Occurrence x Detection)**
 - **1-10 szám/osztály; max RPN: 10X10X10=1000; lehetséges limit max: 80**
- A rizikó kezelése (csökkentése) megfelelő módszerek alkalmazásával, folyamat control (control plan), tesztek a hiba létrejöttének (Occurance) és vevőhöz való kiengedésének (Escapee) megelőzése érdekében.
- Priorizáld a rizikó csökkentő intézkedéseket és ellenőrizd hatékonyságukat az RPN en keresztül



Rizikó menedzsment

D6 - Végleges Korrektív akciók bevezetése

Téma: Akciók hatékonysága statisztikailag (nagy mennyiség) releváns adatokkal és tényekkel bizonyítva



Kulcs feladatok és eszközök

D6 feladata a D5-ben definiált és kiválasztott projekt bevezetési projektjének létrehozása

Hatékonyságát a bevezetett akcióknak a folyamatból nyert adatokkal és tényekkel igazoljuk

- Change Management használata
- Containment Action ról döntés hozatala
- Dokumentáció aktualizálása (FMEA / Control Plan / Munka utasítás)

Általános tévutak

- Korrektív akció bevezetési terve nincs követve, csúszásba kerül, nincs monitorozva
- Nincs tartalék terv (B terv)

D7 – Megelőzése az újra előfordulásnak



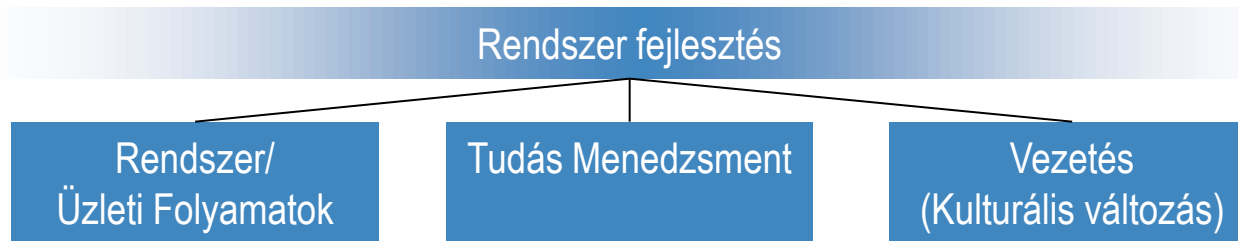
D7: Preventive Actions

Feladat 1: Előremutató gondolkodással ez érintett társzervezetnél előzd meg az újra előfordulást

- Azonosítsd a potenciálisan érintett terméket, gyártó sort, gyártó egységet
- Aktívan indítványozd a Korrektív akciók bevezetését ezeken a helyeken
- Más vonalak, érintett egységek szakértői számára mutasd be a 8D
- Aktualizáld az FMEA-t ezzel a hibaképpel

Feladat 2: Rendszer fejlesztése, az Occurrence és Escapee rendszer gyökérokokkal szembeni harc végett

→ menedzsment bevonása / folyamat gazda !



Példa preventív akciókra

- Változtatás adaptálása más termékekre, folyamatokra, részlegekre
- Üzleti módszerek áttekintése pl: mintaválasztási módszerek, beszállítók kiválasztása, kvalifikálás, stb.
- Folyamat automatizálása
- Jobb mérő és detektáló berendezések felkutatása
- A tanultak dokumentálása, kommunikálása és megosztása
- Poke Yoke megoldások alkalmazása a design területére

D7 - Megelőzése az újra előfordulásnak

Téma: Megelőző intézkedések a rendszer gyökérokokra a Szponzor /Folyamat gazda kommunikációjával



Kulcs feladatok és eszközök

D7 feladata a kiválasztott rendszer gyökérokokat célzó megelőző akciók bevezetése. Az aktuális problémán túlmutató gondolkozással a hasonló termékek, technológiák és gyártóegységeknél az újra előfordulás elkerülése.

- Menedzsment bevonása / folyamat gazda bevonása rendszer fejlesztések gyakorlatba ütetésekor
- Előremutatóan az újra előfordulást előzd meg, az akció hasonló területekre történő kiterjesztésével
- Alkalmazd a Lessons Learntként és frissítsd az FMEA/ Control Plan a hasonló technológiákra

Általános tévutak

- Probléma megoldás befejezése a gyors javítás után
- „Saját” hibák megosztása nem történik meg (még ha egy hiba egy lehetőség is egyben)
- Más érintett területeket nem vonunk be

D8 – Információ & gratuláció a csapat számára



Information to Team

- A 8D lezárása a belső / külső vevőkkel együtt. A végleges 8d report megosztás a teljes csapattal.
- 8D report értékelés
- Csapat értékelése
(csapat jutalmazása és szervezet felé történő jelzése)
- Projekt formális lezárása és az erőforrások felszabadítása
- Publikáld az elért eredményeket

8D - Probléma megoldás értékelése



Példa



8D Probléma megoldás értékelés eredménye= 82%

| Infineon 8D PS Assessment Form | | | | | | | | | |
|--|--|---|------|---|-------|---|----|-----------|---|
| Applicable for all CARs where IFX is confirmed Root Cause Owner // Refer to "Effective 8D Problem Solving Guide" for the 8D form and content and to understand the requirement Open 8D Guide | | | | | | | | | |
| 8D SAP Number (N2 / PS) | | Location | | Org | | Interim (X) Choose | X | | |
| Assessed by | | Date | | Reviewed by (8D Rev Board) | | Date | | Final (X) | X |
| # | Description | Below Expectation | Good | Excellent | Score | | | | |
| 1D | 8D PS Team | (0) no team and/or team leader, missing competence | X | (+4) adequate team with team leader, involve experts from next/ previous process in case of interface issues | | (+2) listed interdisciplinary team with function & Sponsor/Mgmt involvement , 8D moderator or at least one team member 8D trained. | 4 | / 6 | |
| 2D | Problem description | (0) incomplete problem description, no data | X | (+6) Clear Problem Statement and detailed Problem Description with complete operational info, verification of problem (e.g. by failure analysis) | | (+3) 12 Dimensions (7 Dim. min) failure description with visualized information/data/graphs. Database check for similar cases. | 6 | / 9 | |
| 3D | Risk Assessment and Containment Action | (0) no containment decision, WIP /deliveries not considered. Only activity list without conclusion regarding containment. | X | (+6) Risk assessment of effected material. Containment decision of affected Process/Tool/Machine & Materials in Supply Chain done. Implementation date/lot/DC and action owner listed of all implemented actions. | | (+4) Containment of affected Process/Tool/Machine & Materials in Supply Chain demonstrated with evidence. Containment effectiveness quantified [%] and proven with data & facts. Dr: Statistical prove that no containment measure was necessary. | 6 | / 10 | |
| 4D | Occurrence Cause Analysis and Verification | (0) unverified hypothesis, no supporting data, shallow cause. | X | (+5) Technical. cause verified for Occurrence , methodic approach [e.g. Fishbone/ FTA/ Is-But Not Cause Analysis with 12 dimensions, Time Series Plot, Event Chart & SIPQC]. | | (3) All hypothesis for Occurrence and Escape verified/falsified, 5Why used and hereby shallow causes avoided, Update of 3D / Containment Action & Risk Assessment | 13 | / 13 | |
| 4D | Escape Cause Analysis and Verification | (0) unverified hypothesis, no supporting data, shallow cause. | X | (+5) Technical. cause verified for Escape , methodic approach [e.g. Fishbone/ FTA/ Is-But Not Cause Analysis with 12 dimensions, Time Series Plot, Event Chart & SIPQC]. | | | | | |
| 4D | Systemic Root Cause Analysis and Verification | (0) no system root cause identified | | (+10) All found Occurrence + Escape causes followed to the Systemic (Root) Causes | X | (+3) 5Why used to find syst. root causes with responsible management function or owner of effected process! | 13 | / 13 | |
| 5D | Select and Verify Corrective Action | (0) unclear description, not verified to address occurrence cause | X | (+5) Occurrence causes addressed by verified effective corrective actions and Implementation plan available. (what , who, when) | | (3) Expected effectiveness quantified [%] of corrective actions for Occurrence and Escape visualized with data and facts, explanation and display how actions switch off / remove /control the causes | 10 | / 13 | |
| 5D | | (0) unclear description, not verified to address escape cause no evidence | X | (+5) Escape causes addressed by verified effective corrective actions and Implementation plan available. (what , who, when) | | | | | |

8D - Probléma megoldás értékelése

□ 8D Probléma megoldás értékelés eredménye = 82%

| | | | | | | | | | |
|-----------------|---|--|--|---|---|---|---|----|------|
| 6D | Implementation of permanent Corrective Actions | | (0) 6D empty, no plan and tracking of corrective actions implementation demonstrated | X | (+10) CA Implementation plan executed. Implementation date/lot/DC and action owner listed. Change process followed incl. FMEA update. Review of containment actions done. SAP QM tasks for 6D implementation assigned to the action owners. Evidence of implementation updated in SAP QM. | | (+3) Effectiveness of actions in volume production proven by statistical relevant data & facts through monitoring . SAP QM tasks for 6D monitoring assigned to the action owners. Evidence of monitoring updated in SAP QM. | 10 | / 13 |
| 7D | Preventive Actions | | (0) 7D empty, no plan and tracking of preventive actions implementation demonstrated | X | (+10) Systemic (Root) Causes addressed by verified effective preventive action. Lessons learnt communicated and cascading roadmap available for all CA & PA to other similar equipments or packages (owner, deadline) within site . SAP QM tasks for 7D implementation assigned to action owners. | | (+3) Lessons learnt communicated and cascading roadmap available for all CA & PA to other similar equipments or packages (owner, deadline) also to other sites . SAP QM task 7D sharing assigned to all site responsible action owners. Statement of relevance given by Receiver. | 10 | / 13 |
| 8D | Closing / Info to team | | (0) no closing in 8D Review board or management, no proper documentation in SAP QM | | (+4) Closing with Mgmt involvement (signature), all relevant documents uploaded to SAP QM case. Problem Solving Assessment performed. | X | (+6) Presentation of approach and results in local 8D Review Board, Problem Solving Assessment performed and score uploaded in SAP QM. Team informed. | 10 | / 10 |
| <i>Remarks:</i> | | | | | PSTAT | | | | |
| | | | | | <div style="text-align: right;"> Sum 82 / 100 Result 82% </div> | | | | |

Kulcs feladatok és eszközök

D8 feladata a 8D formális lezárása és az erőforrások felszabadítása

- 8D lezárása a belső/külső vevőkkel
- Probléma megoldás értékelése
- Csapat elismerése
- Elért eredmények publikálása

Általános tévutak

- 8-dik D csak papíron valósul meg
- Nincs 8D Értékelés
→ Nincs Gap-Analysis = Nincs 8D metodika fejlődés



ENERGY EFFICIENCY MOBILITY SECURITY

Innovative semiconductor solutions for energy efficiency, mobility and security.



Munkakörnyezet kialakítása, 5S módszertan gyakorlati alkalmazása

Infineon Technologies Cegléd Kft

Cegléd, Ipartelepi út 3

www.infineon.com/hungary

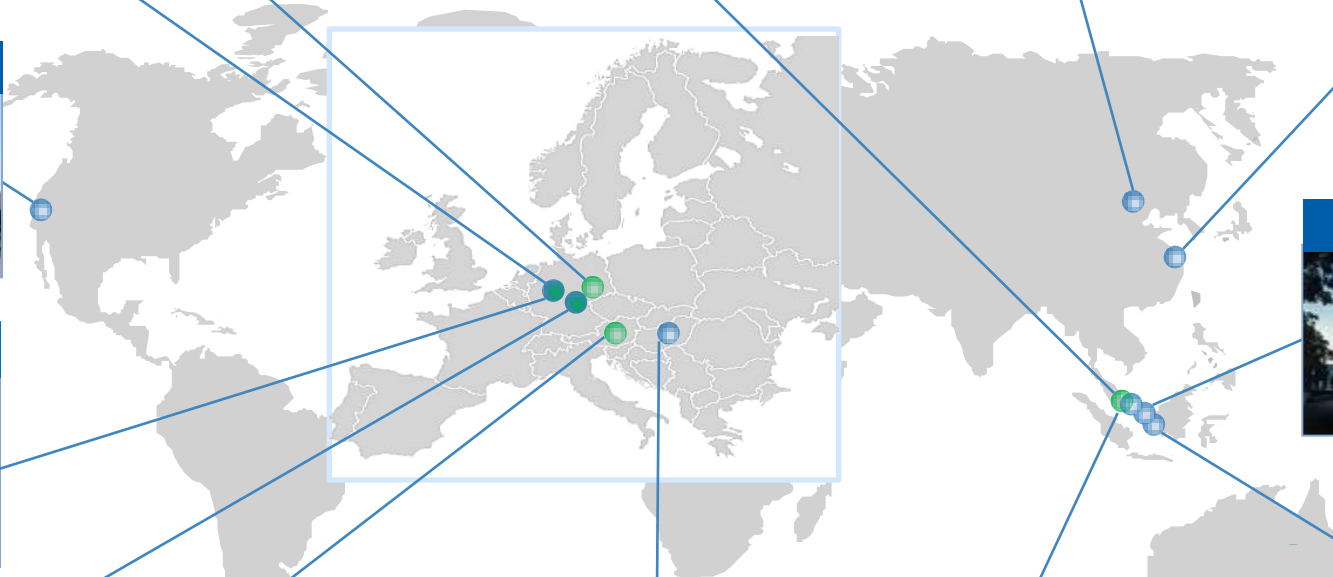
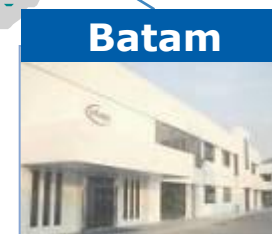
2013-10-14

Forrás: Dicsó József Infineon Warstein

Kérdés



Infineon – Gyártó bázisai Frontend és Backend



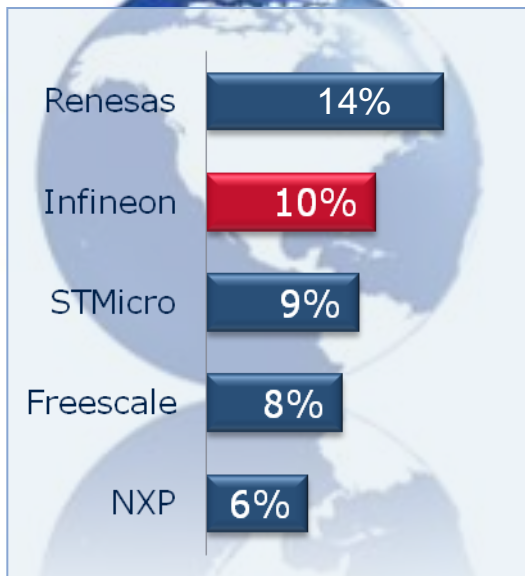
■ Frontend ■ Backend

We hold top positions in all target markets



Automotive

#2

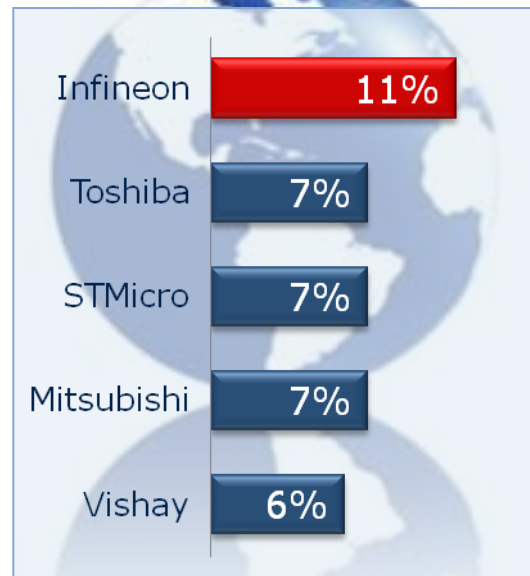


Calendar Year 2011

Source: Strategy Analytics, April 2012

Power

#1

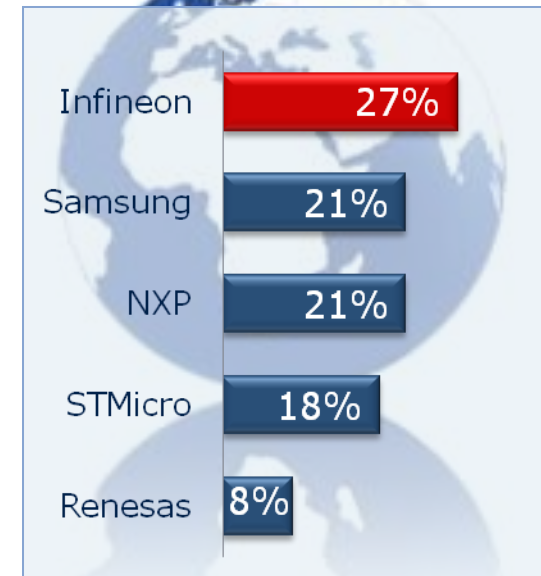


Calendar Year 2010

Source: IMS Research, August 2011

Chip Card

#1



Calendar Year 2010

Source: IMS Research, August 2011



Drives



Power supply



Power distribution



Medical technology



Transportation



High-voltage DC transmission



Mid-frequency welding systems



Előkészület a vasárnapi ebédhez?



Mi az első benyomás?

- **Az, amit nem lehet megismételni.**



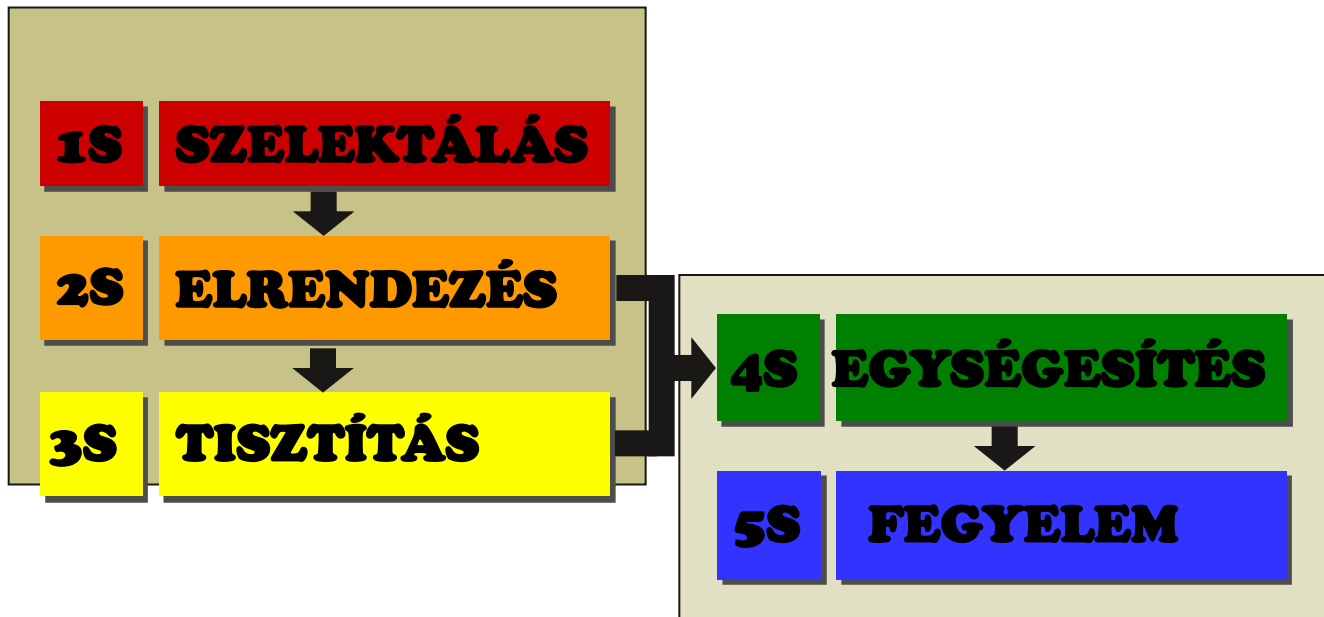
Miért van
szükség 5S
rendszerre?

A jó öreg igazság:

**“Amilyen a mosdó, olyan a
törölköző”**



- **Az 5S egy japán munkaszervezési módszer, amely a vállalati minőségfejlesztési programok alapját képezi, így egyfajta kiindulópont a minőség kiépítésének útján.**
- **Az 5S módszer bevezetésének célja a munkakörnyezet alkalmassá tétele a minőségi munka végzésére, a minőség biztosításra, illetve fejlesztésére**

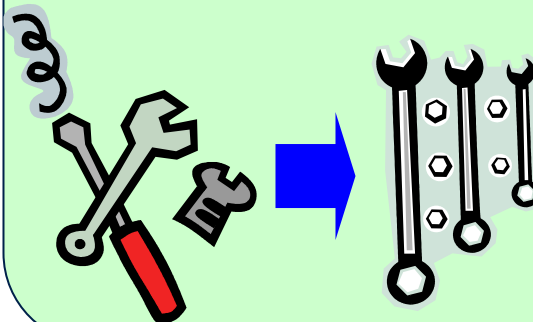


AZ 5S FOLYAMAT

Seiri (Szortírozás)
Szabadulj meg a felesleges dolgoktól



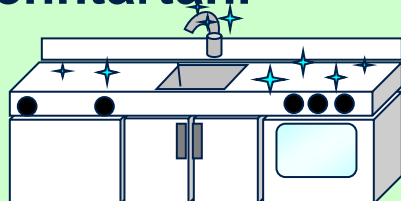
Seiton (Szisztematizálás)
Rendszer kialakítása



Seisou (Tisztaság)
Tisztítás rendrakás



Seiketsu (Stabilizálás)
Karbantartani a kialakított rendszert és azt fenntartani



Sitsuke (szemlélet)
Mindenkinek meg kell értenie és megszokássá kell válnia

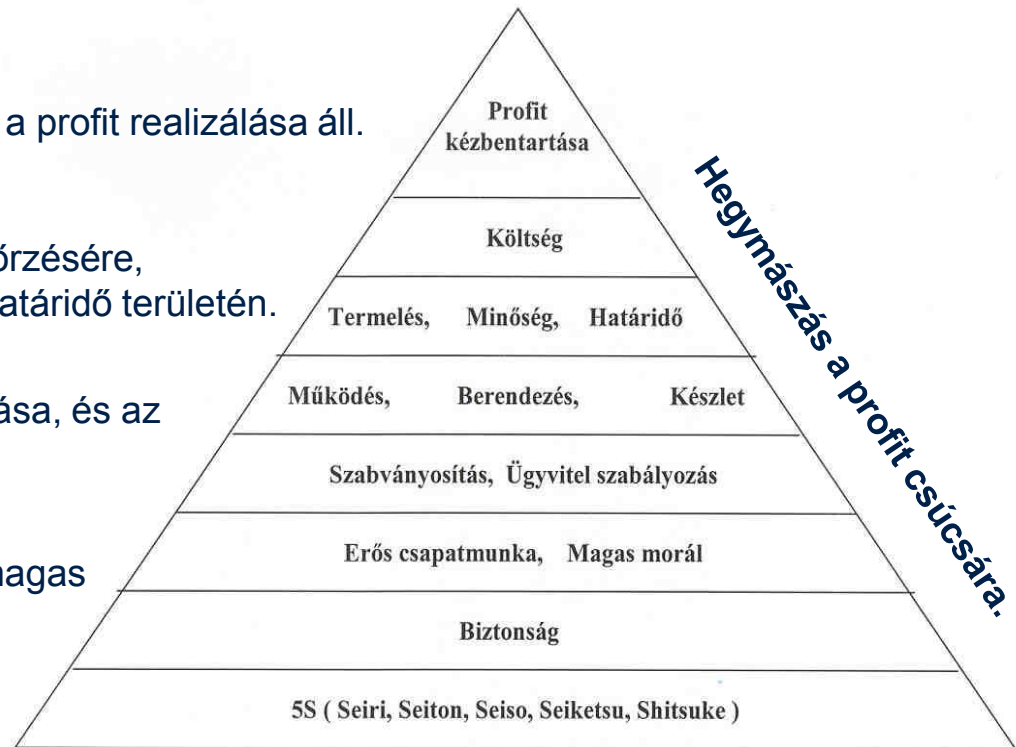


A vállalatok legfontosabb céljai között a profit realizálása áll.

Ehhez szükség van a költségek ellenőrzésére, a termelés a minőség és a szállítási határidő területén.

Ezek alapja a működés szabványosítása, és az ügyvitel szabályozása,

Mindezek az erős csapatmunkán, a magas morálon és a biztonságon alapulnak.



De minden tevékenységnek, amely a vállalatnál megfigyelhető, az 5S az alapja, és kiinduló bázisa.

2S

ELRENDEZÉS



Az **ELRENDEZÉS** a munkakörnyezet „rendbetételére” utal.

Célja:

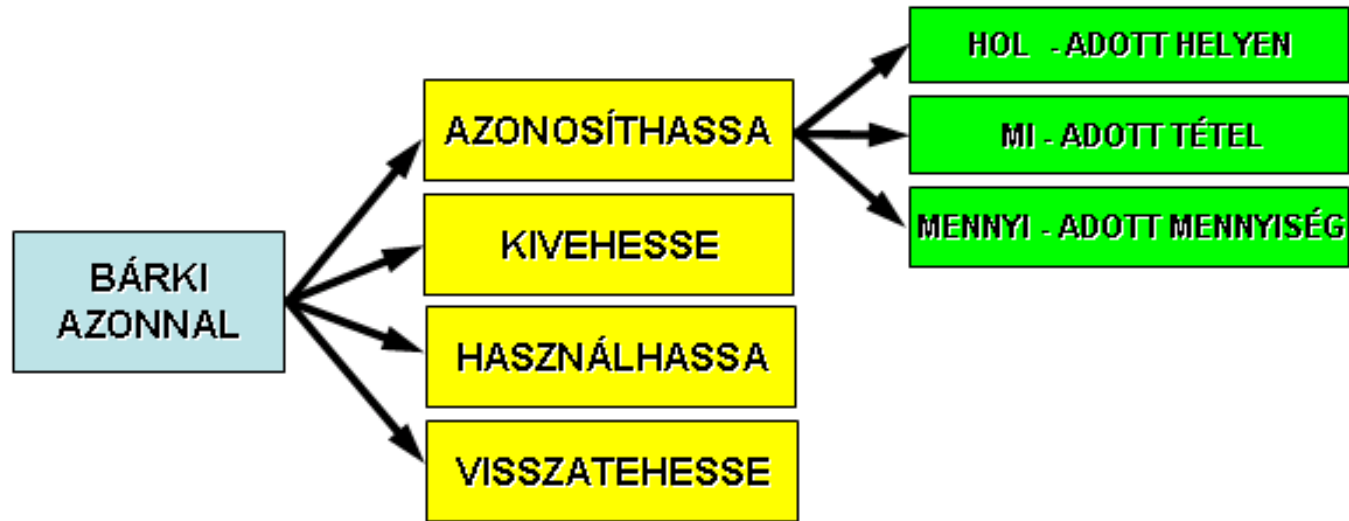
- 1.) a szükséges tárgyak/eszközök funkcionális elhelyezése, a könnyű hozzáférhetőség érdekében
- 2.) az alkatrészek/munkaeszközök könnyű beazonosíthatóságának biztosítása

ELHELYEZÉS, RENDEZÉS, MEGJELÖLÉS

2S ELRENDEZÉS



- A szükséges tételeknek (szerszám, alkatrész, stb.) jelöljünk ki állandó helyet
- Rendezzük el és jelöljük őket úgy, hogy bárki könnyen megtalálja és használhassa őket!



AZ 5S FOLYAMAT

2S

ELRENDEZÉS



HOL - ADOTT HELYEN



MI - ADOTT TÉTEL



MENNYI - ADOTT MENNYISÉG

- NINCS VÉLETLENSZERŰ TÁROLÁS -
‘Mindennek megvan a helye, és minden a helyén található’

Kérdés

2S

ELRENDEZÉS



- Minden szükséges eszköz, tárolóegység és anyag kapjon kijelölt színkódolt padlóterületet
- Így a vezetők által egyszerűen ellenőrizhető, hogy mi tárolható a termelőterületen, és minden a helyén van-e

Előtte



Utána



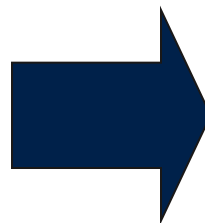
2S

ELRENDEZÉS



- Ha egy alkatrészt, szerszámot el kell/lehet venni a tárolóról, akkor helyét egyértelműen kell jelölni, hogy csak saját helyére lehessen visszatenni

Előtte



Utána





2S

ELRENDEZÉS

- A munkahelyek eszközeit is fel kell jelölni



2S ELRENDEZÉS



ELRENDEZÉS a minőség megőrzéséért

- A jó/felhasználható és a hibás/nem használható anyagok, termékek helye egyértelműen elkülönített, és megjelölt.
- A vizsgálatra váró, illetve az átvizsgált anyagok, termékek helye egyértelműen elkülönített, és megjelölt.
- A megfelelő tárolás elősegíti az állag- illetve minőség megőrzést.
- FIFO rendszer alkalmazása

2S ELRENDEZÉS

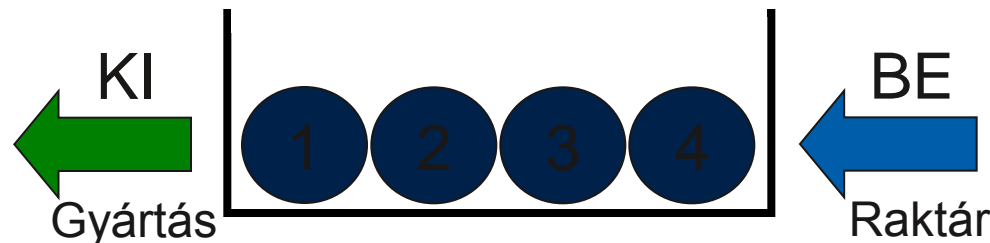


A FIFO rendszer

(FIFO: **F**irst **I**n **F**irst **O**ut)

Jelentése: először BE először KI

Az alkatrészek felhasználása a beérkezés sorrendjének megfelelően történik; az elsőként beérkezett anyagot / alkatrészt használják fel először



AZ 5S FOLYAMAT



2S

ELRENDEZÉS



A FIFO rendszer



2S

ELRENDEZÉS



A vizuális szabályzók

- A termelési területen tárolt készletek mennyiségét a vizuális szabályzók korlátozzák
- Az anyagáramlás így egyszerűen használható, vizuálisan szabályozott rendszerben folyik



2S

ELRENDEZÉS



A vizuális szabályzók



- Az alkatrészek rendelkezésre állását a raktári kiszállítás átfutási idejét lefedő biztonsági készlet szintek (minimum készlet szint) biztosítják

- A maximális készlet szintek meghatározása után biztosítani kell a tárolóhely fizikai kialakításával vagy jelölésével, hogy a mindenkor készlet szint a minimum és a maximum készlet szint között legyen



3S

TISZTÍTÁS



Az TISZTÍTÁS a munkakörnyezet tisztántartására és a gépek karbantartására utal.

Célja:

- 1.) rendezett, tiszta és higiénikus munkaterület kialakítása**
- 2.) nagyobb munkabiztonság**

TISZTÍTS ÉS ELLENŐRIZZ!

3S

TISZTÍTÁS



A kosz és szennyeződések eltávolítása

- A munkahelyünket, a munkakörnyezetünket, a munkagépeinket és berendezéseinket tisztán, rendben és karban kell tartanunk.
- Távolítsuk el a hulladékot, a szennyeződésekét és szüntessük meg azok **OKAIT**
- A gépek és berendezések tisztítása fontos szerepet játszik a gépek napi karbantartásában

Tisztítás és ellenőrzés

- Folyamatosan ellenőrizzük környezetünk rendjét és tisztaságát
- Mindenki tartsa tisztán és rendben a **SAJÁT** munkaterületét



3S

TISZTÍTÁS



TISZTASÁG, REND = Jó közérzet

- A tiszta, higiénikus munkahelyi környezet biztonságot, és már eleve hatékonyságot nyújt számunkra.
- Meg kell szervezni a rendszeres takarítást a közvetlen munkakörnyezetünkben.
- A mindennapos takarításhoz szükséges eszközök a munkaállomáson vagy annak közelében legyen tárolva.



4S EGYSÉGESÍTÉS



Az **EGYSÉGESÍTÉS** az előző lépések (3S) eredményeinek fenntartására utal.

Célja:

- 1.) a 3S alapos, mélyreható bevezetése, kiterjesztése a teljes munkaterületre
- 2.) a 3S házi szabványainak kialakítása

TARTSD TISZTÁN ÉS RENDBEN!

4S EGYSÉGESÍTÉS



Szabványosított például:

1. a ... szert
2. a ... rendszer
3. az ok ...
4. az elle ... zest



4S EGYSÉGESÍTÉS

TERÜLETEK, FELHASZNÁLHATÓ ANYAGOK JELÖLÉSE

FÖLDÖN:

- Anyagtároló egységek (polcok, kocsik, raklapok) helyének jelölése
- Kész, de még végső ellenőrzésre váró termékek helyének jelölése
- Félkész termékek helyének jelölése
- Csomagoló anyagok (egyéb termelési segédanyag, eszköz) helyének jelölése

MUNKAASZTALON:

- Munkahelyen használt eszközök helyének jelölése
- Átadási terület jelölése

POLCON:

- alkatrésztároló egységek (dobozok, tálcák) helyének jelölése

4S EGYSÉGESÍTÉS



DÖNTÉSRE VÁRÓ, BLOKKOLT (NEM TISZTÁZOTT, VAGY REKLAMÁCIÓS) ANYAGOK, TERMÉKEK JELÖLÉSE

FÖLDÖN, MUNKAASZTALON, POLCON, FELIRATON:

- Minőségi okból leblokkolt alapanyag, félkész vagy késztermék helyének jelölése
- Gyárthatósági okból leblokkolt alapanyag, félkész vagy késztermék helyének jelölése

SELEJT ANYAGOK, TERMÉKEK JELÖLÉSE

FÖLDÖN, MUNKAASZTALON, POLCON, FELIRATON:

- Selejt alapanyag, félkész, vagy késztermék helyének jelölése

KÉSZTERMÉKEK JELÖLÉSE

FÖLDÖN, POLCON, FELIRATON:

- Vevő számára további beavatkozás nélkül kiszállítható késztermék

4S EGYSÉGESÍTÉS



NEM VESZÉLYES HULLADÉKTÁROLÓK HELYÉNEK JELÖLÉSE

VESZÉLY

FÖLDÖN, FALON, KORLÁTON, EGYÉB

- Járműútvonalak (pl.: targonca)
- Veszélyes területek (pl.: forrasztó gép)
- Gépek kiálló mozgó alkatrészei
- Veszélyes épületelemek (lépcsők, kiálló falszerkezetek)
- Targonca ellen védő elemek (pl.: korlátok)
- Veszélyesnek minősülő hulladék és anyag tárolói

BIZTONSÁG

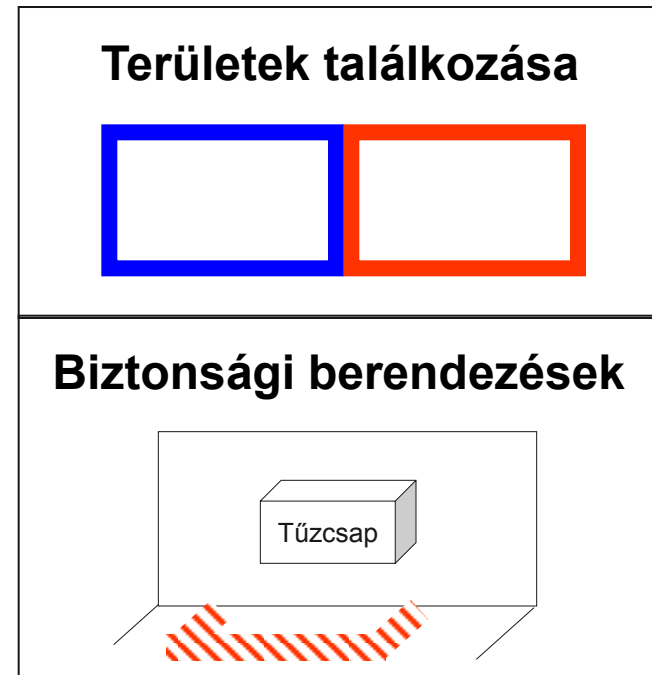
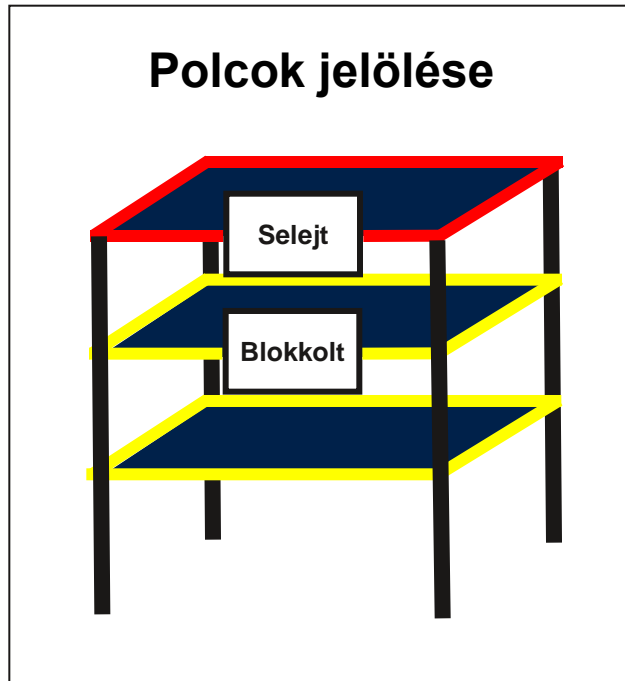
FÖLDÖN

- Biztonsági berendezések előtti terület (Pl.: tűzoltó készülékek, tűzjelzők)
- Vészkijárat előtti terület, amit szabadon kell hagyni
- Biztonsági megfontolásból elkülönítetten tárolt anyagok

4S EGYSÉGESÍTÉS



Szalagos jelölések alkalmazása:



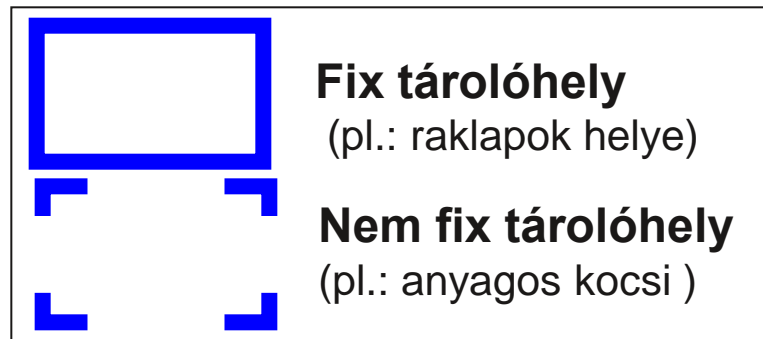
4S EGYSÉGESÍTÉS



Szalagos jelölések alkalmazása:

A stabilan rögzített termelő eszközök (pl.: nagyméretű gépek) és tároló polcok padlójelölése nem szükséges.

A mozgó tároló polcok (anyagok kocsik, asztalkák, szállító kocsik stb.) körbejelölése nélkülözhetetlen. Ezen eszközök jelölésénél nem szükséges a teljes vonal jelölése, hanem csak a négy sarok meghatározása is elegendő.



4S EGYSÉGESÍTÉS



HULLADÉKTÁROLÓK FELIRATOZÁSA:

PAPÍR
HULLADÉK

FEKETE FELIRAT

- Nem veszélyes hulladéktárolók jelölése

NYOMTATÓ
SZALAG

PIROS FELIRAT

- Veszélyes hulladéktárolók jelölése

EGYÉB JELÖLÉSEK:



ESD



ÓLOMMENTES

■ Karc?



■ Ruhafogas v.s. Bejárati ajtó



- Miért rossz ez az elhelyezés?



Mérnöki iroda!?



Praktikus megoldások



5S

FEGYELEM



Az FEGYELEM az előző lépésekben (4S) kialakított egységes követelmények, szabályok következetes betartására utal.

Célja:

- 1.) a személyes 5S felelősségvállalás kialakítása a dolgozóknban**
- 2.) a folyamatok és tevékenységek ÁLLANDÓ felülvizsgálata és javítása.**

TARTSD BE A SZABÁLYOKAT!

- Elemtartó => Mit? Hová? Hogyan?



Szisztematizált hulladékgyűjtés vagy nem?

- Mit dobálunk bele?
- Ha ezt látjuk, a szemlélet még nem alakult ki



5S-Mindennek meg van a helye?!



ENERGY EFFICIENCY MOBILITY SECURITY

Innovative semiconductor solutions for energy efficiency, mobility and security.



A GYÁRTÓSOROK MŰKÖDTETÉSÉNEK KÖRNYEZETVÉDELMI FELADATAI, VESZÉLYES MUNKAFOLYAMATOK, EGÉSZSÉG- ÉS ÉLETVÉDELEM

A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS ELVE A KÖRNYEZETVÉDELEM INTÉZMÉNYRENDSZERE

A fenntartható fejlődés filozófiája

A környezetvédelem intézményrendszere

- ENSZ: világkonferenciák (pl. Kyoto)
- EU: lényegében kormányként működik
- A hazai rendszer:

Szervezetek

Jogszabályok

Gazdasági szabályozók

AZ IPARÁG HULLADÉKAI

Két csoportot különböztetnek meg:

Elektromos hulladékok (ezek a hűtőszelepek, bojlerok, el.tűzhelyek, elektromotorok stb.), elterjedt elnevezésük a „fehér árúk”.

Elektronikai hulladékok (ezek a TV-k, audio eszközök, PC-k, mobil kézibeszélők stb.)

A HULLADÉKOK MENNYISÉGE

Magyarországon évente legalább 40 ezer tonna elektromos és elektronikus hulladék keletkezik. A „fehér árú” feldolgozása gazdaságos.

A világon csak CRT-ből évente 350 000 tonna az éves „termelés”



MIÉRT DOBJUK KI A KÉSZÜLÉKEINKET?

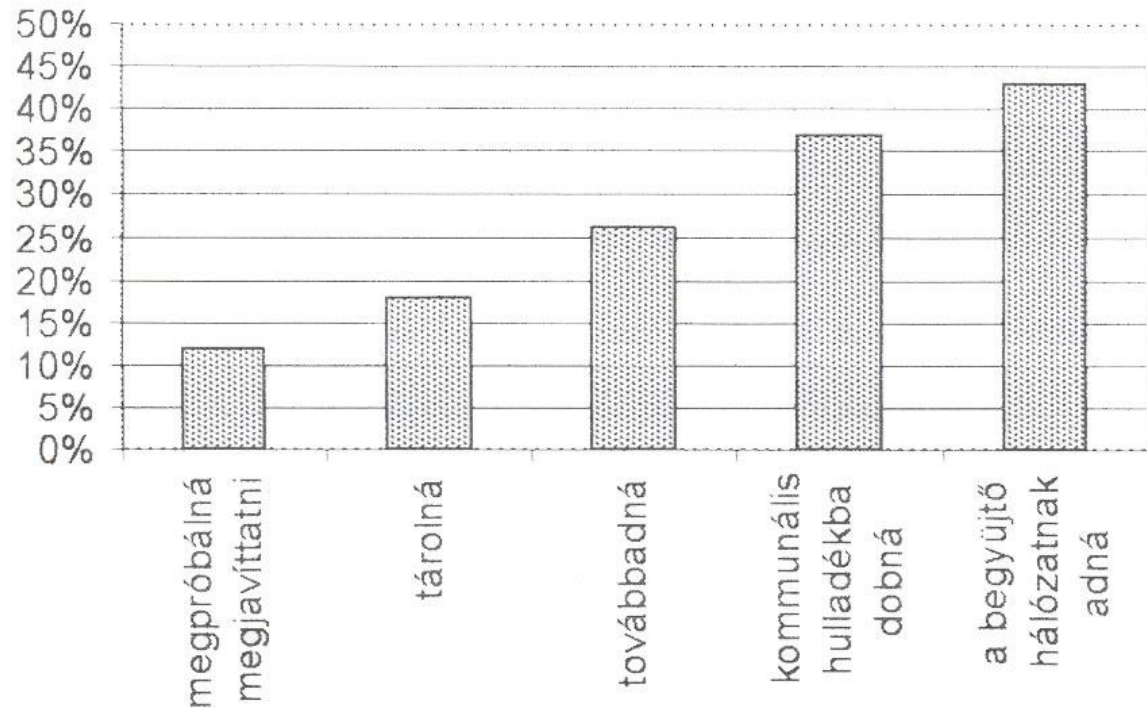
- Műszaki paraméter romlása,
- működőképesség megszűnése,
- elavulás.



FELMÉRÉS A FELHASZNÁLÓK SZOKÁSAIRÓL

A kidobott készülékek sorsa:

- Eladás,
- raktározás,
- hulladék.



HULLADÉKGAZDÁLKODÁS

Legfontosabb teendők:

- Veszélyes anyagok jelenléte miatt elkülönítve kell gyűjteni,
- a hulladékot a nyersanyag körforgásba vissza kell vezetni,
- gyűjtési hálózatot kell szervezni.

ELŐÍRÁSOK (DIREKTÍVÁK) MINDEN EU TAGORSZÁGRA

„EU Direktíva elektromos és elektronikai termékekből keletkező hulladékok keletkezéséről”:

- Új berendezések nem tartalmazhatnak veszélyes nehézfémeket,
- gyártó feladata a begyűjtő hálózat kiépítése és fenntartása,
- 70-90% arányban újra kell hasznosítani a begyűjtött termékekből visszanyert alapanyagokat,
- háztartásokból származó elektronikai hulladékot díjmentesen vissza kell venni,
- ártalmatlanítási költség a gyártókat terheli.

A DIREKTÍVÁKKAL KAPCSOLATOS PROBLÉMÁK

- A rendszerek kiépítése nagyon sok időt, éveket vesz igénybe,
- A termékek jelentős hányada az EU-n kívülről származik, de hulladékát itt kell kezelni.

AZ EU HULLADÉKGAZDÁLKODÁSI CÉLRENDSZERE

- A hulladékképződés megelőzése (konstrukció, technológia).
- Újrahasználat és újrahasznosítás lehetőségeinek keresése.
- Biztonságos ártalmatlanítási eljárások alkalmazása.

A célrendszerből származtatható a 3R konstrukciós elv.

A HULLADÉKBEGYŰJTÉS FINANSZÍROZÁSA

- A „történelmi” hulladék esetében a piacon lévő gyártók viselik a költségeket.
- A 2005 után gyártott készülékek esetében a gyártónak kell viselni a költségeket.
- A lakosság számára a hulladék leadását legalább ingyenessé kell tenni.

KÖRNYEZETVÉDELMI ÖSZTÖNZŐK

Fontosabb pénzbeli ösztönzők:

1. Hitel, támogatás, adókedvezmény,
2. büntetés, birság,
3. környezetterhelési díj,
4. igénybevételi járulék,
5. termékdíj,
6. betétdíj.

A gyakorlatban ezek valamilyen szintű kombinációja a leghatásosabb.

A díjak, járulékok alkalmazási területe

1. Környezetterhelési díj: előállítás során kibocsátott szennyezőanyagok után fizetendő bírság
2. Igénybevételi járulék: környezeti elem igénybevétele után fizetendő (pl. üzemanyagba építve a levegő szennyezéséért)
3. Betétdíj: visszagyűjtés ösztönzésére (pl. visszaváltható palackok)
4. Termékdíj: a hulladékok majdani begyűjtési, kezelési, ártalmatlanítási költségeit fedezi majd (pl. mobilok után 1000 Ft/kg)

EU TILTÁSOK VESZÉLYES ANYAGOK ALKALMAZÁSÁRA

- 2005 után nem hozható forgalomba ólom, higany, kadmium, 6 vegyértékű króm, rákkeltő égesgátlóval adalékolt műanyag.
- 2005 után az egységek anyagának megjelölése (elkülöníthetőség). Szorosan összefügg a gyártmánykövetés feladatrendszerével.
- „Zöld port” koncepciók.

A GYÁRTÓI FELELŐSSÉG

A gyártó felelőssége lényegében mindenre kiterjed az EU felfogás szerint:

- az alapanyag, félkész termék és a csomagolóanyag megválasztására,
- a gyártástechnológia megválasztására,
- a keletkező hulladékok hasznosítására, ártalmatlanítására.

Így megkerülhetetlenné válik a teljes életciklus ár szerinti gondolkodás (LCC és LCA).

AZ ELEKTRONIKA VESZÉLYES ANYAGAI 1.

- PCB poliklórozott bifenilek
elektrolit kondenzátorok, transzformátorok, hűtőfolyadékok
Dioxinokra és furánokra bomlik, ezek a zsírszövetbe épülnek és krónikus toxicitást okoznak.
- Ólom
szárakelemek, forrasztások, katódsugárcsővek
Biológiailag akkumulálódik, melegvérű élőlényekre igen ártalmas.

AZ ELEKTRONIKA VESZÉLYES ANYAGAI 2.

- CFC fluórozot, klórozott szénhidrogének hűtőközeg, tisztítószer, oldószer
Üvegházhatást okoz, rákkeltő, genetikai károsodást okoz.
- Chloroparaffin
kizárólag PVC kábelekben
Égetésekor mérgező gázok keletkeznek, melyek gyorsan szétterjednek.

AZ ELEKTRONIKA VESZÉLYES ANYAGAI 3.

- Berillium
kerámiákban, rugalmas kontaktusokban
A pora rákkeltő.
- Króm
öntvények, kapcsolóelemek bevonatai
Vegyületei belégzéskor rákkeltők.
- Kadmium
újrátölthető elemekben, műanyag stabilizátorokban
Nyálkahártyán keresztül felszívódik, vesére, májra ártalmas.
- VOC-k
illékony szerves oldószerek gyűjtőneve

KÖRNYEZETIRÁNYÍTÁSI RENDSZEREK

- Az ISO 14 xxx („14 ezres”) szabványcsalád foglalja össze a környezetbarát vállalat kialakításának követelményeit.
- A szervezet egészében hatékonyan és dokumentáltan érvényesíteni kell a környezetvédelem szempontjait.
- A kialakított rendszert auditáltatni kell.
- Az EU-ban: terjed a „szigorúbb” EMAS rendszer (környezeti teljesítmény számszerű értékelése, éves környezeti jelenés nyilvánossága).

KÖRNYEZETI HATÁSVIZSGÁLATOK

- Transzkontinentális gázvezetékek, nagy vízierőművek építésének rossz tapasztalatai alapján merült fel szükségessége.
- Hazánkban kormányrendelet szabályozza:
kétszintű (előzetes és részletes),
előzetest minden ipari beruházás
létesítésekor, felszámolásakor készíteni kell.
- Fő részei: technológiai leírás, anyag és energia mérleg, hatások és hatásviselők kapcsolatának bemutatása, egyéb információk.

A KÖRNYEZETI KOCKÁZAT

- Fogalma:
károsodás mértéke x előfordulás
valószínűsége
- Az üzemi alkalmazás kötelezettsége
- Területei: személyekre, berendezésekre,
területekre (helyiségekre), anyagokra

ELEKTROSZTATIKUS KISÜLÉS (ESD: ELECTROSTATIC DISCHARGE)

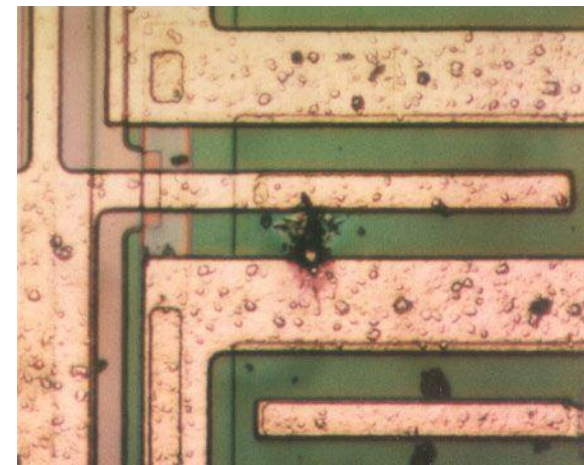
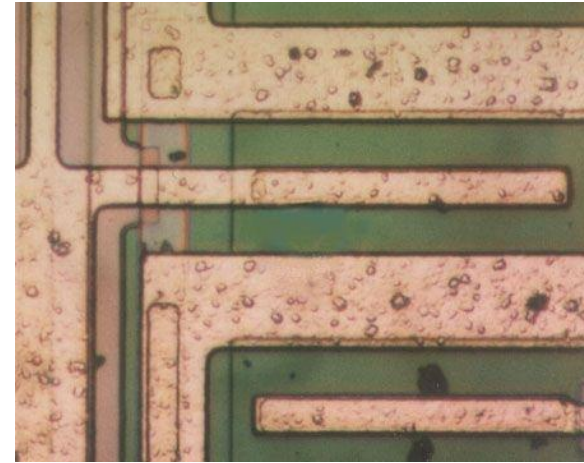
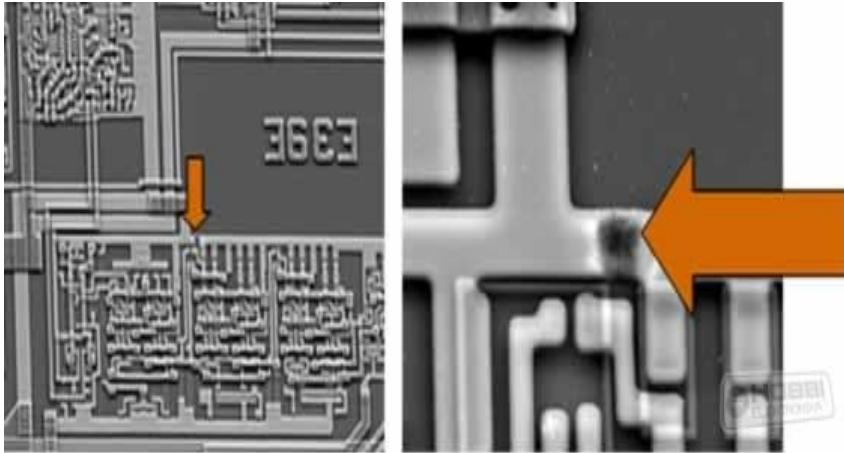
- Az elektrosztatikus forrásból származó energia gyors felszabadulása.
- A feltöltődés mértéke nagyban függ a dörzsölődő anyagoktól és a páratartalomtól:

10-20 % RH: kb. 30-40 000 V

70-90 % RH: kb. 1500 V

A csomagolást, árukezelést,
munkavégzést is védeni kell.

ESD SÉRÜLÉS ÉS JELÖLŐ SZALAG



ESD VÉDELEM NÉHÁNY ESZKÖZE



Kesztyűk



Gumiujjak



Csuklópántok



ESD lábbelik



Cipővédő ESD huzat



Sarokpántok



**ESD ruházat
(overall, köpeny,
polo, nadrág, ing,
fejfedő)**



**ESD szerszámok
(csipeszek,
csavarhúzó, fogók,
stb.)**

ESD BELÉPTETŐ KAPU



Nézet ->
Élőfej és
ÁLLÁ

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

- Megközelítően mennyi elektromos és elektronikus hulladék keletkezik évente Magyarországon?
- Ismertessen gyakran alkalmazott környezetvédelmi ösztönzőket!
- Milyen veszélyes anyagok alkalmazását tiltotta meg az EU az elektronikai gyártásban?
- Mit jelent a „3R” konstrukciós alapelv?
- Mely nemzetközi szabványcsalád és európai előírás-rendszer vonatkozik az üzemi környezetirányítási rendszerek kialakítására?
- Miben különbözik az EMAS és az ISO 14 001 rendszer?
- Mi a környezeti hatásvizsgálatok lényege?
- Ismertesse az ESD létrejöttét, nagyságrendjét és a védekezés legfontosabb módjait!

ELEKTRONIKAI GYÁRTÁS ÉS MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

STATISZTIKAI FOLYAMATSZABÁLYZÁS (SPC), GÉP ÉS FOLYAMATKÉPESSÉG

Illés Balázs



Tartalom

- **SPC alapjai**
- **Adatgyűjtés és osztályozás**
- **Folyamatparaméterek**
- **Szabályozókártyák**
- **Elfogadási és beavatkozási határok**
- **SPC döntési szabályok**
- **Gép-, folyamatképesség**
- **Stabilitás és képesség**

Az SPC alapjai

- **SPC (Statistical Process Control)** = Statisztikus Minőség Szabályozás
- Sokszor a termékek rendkívüli nagy száma, más esetben a technológia jellege (folytonos technológiák, pl. tejüzem vagy kénsavgyártás) vagy gazdasági megfontolások nem teszik lehetővé a folytonos ellenőrzést, vizsgálatot (roncsolásos vizsgálatok).
- Egy gyártás összességét jelentő tételből teszünk kijelentéseket a minta ismeretében.
- Mintavétel: a kiválasztás **pszeudo jellegű** „majdnem véletlen”. Gépi úton nehéz teljesen véletlent előállítani.

Az SPC alapjai

- SPC alapmennyiségei:

- Minta átlag: $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$

- Minta szórás: $s_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$

- Terjedelem: $x_{ter} = |x_{max} - x_{min}|$

- Mozgóátlag: $\bar{x}_{n_1}^{n_2} = \frac{1}{n_2 - n_1} \sum_{n_1}^{n_2} x_i$

Korrigált:

$$s_x^* = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Adatgyűjtés és osztályozás

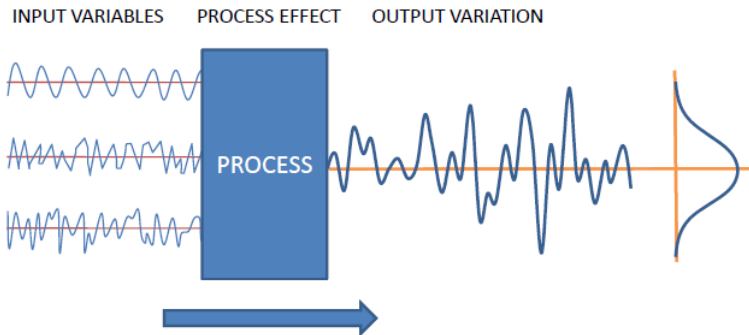
- Mely adatokat gyűjtjük: **a termék szempontjából szignifikáns adatokat**
- Szignifikáns adat lehet, minden olyan jellemző, ami a **termék minőségét (vagy megbízhatóságát)** befolyásolhatja. (Nagymértékben alkalmazásfüggő)
- A gyűjtött adatok nem csak **kvantitatívak** (számszerűek) lehetnek, hanem **kvalitatívak** (minősítéses) típusúak.
- Gyűjtendő adatok meghatározásának lépései:
 - 1. Elméleti meghatározás, specifikáció alapján
 - 2. **Gyakorlati meghatározás próbagyártással**
 - 3. Éles gyártás közbeni próba (tapasztalatszerzés)
 - 4. Eredményesség visszacsatolása

Adatgyűjtés és osztályozás

- *Hibakép vagy hibaok?*
- A gyakorlatban fontos: hibakép vagy hibaok statisztikát csinálunk-e.
- Hibakép: megmutatja, hogy egy szerelvényénél pl. hiányzik egy forrasztás, alkatrész, stb...
- Hibaok: pl. kifogyott a forrasztóanyag, vagy odaadagolta, de elromlott a hőközlő, stb...
- *Egy hibaképhez több hibaok is tartozhat!*
- Általában hibaképeket vizsgálunk
- Egy ellenőrző pont egy hibaképet vizsgál, ehhez akár 30 hibaok is tartozhat

Folyamatparaméterek

- Mik azok a folyamatparaméterek amik befolyásolják a gyártásunkat?*



Folyamatparaméterek példa

- **Chip beültetés folyamat paraméterei:**
- **Bemenő paraméterek:**
 - A lemezen lévő Cu rajzolat pontossága
 - A chip geometria pontossága
- **Process paraméterek:**
 - Mozgató motor pontossága
 - Pipetta „pontossága”
 - Beültető gép „off set”-je

Folyamatparaméterek

- A bemenő paraméterek ingadozása + gyártás ingadozása okozza a végtermék minőségének ingadozását.
- A szűk keresztmetszet itt is érvényes: a bemenő paraméterek (beépülő alkatrészek) ingadozásánál nem lehetséges kisebb ingadozású végterméket létrehozni.
- A bemenő paraméterek nem feltétlenül vannak hatással egymásra, de szélsőséges esetben erősíthetik is egymás negatív hatását! (Az ilyen esetekkel feltétlenül foglalkozni kell, korreláció analízis)
- ***Célunk a gyártás ingadozásának alacsonyan tartása.***

Szabályozókártyák

- Az SPC legfőbb eszközei az ún. **szabályozókártyák**.
- A mért értékeket vagy valamely statisztikai jellemzőjüket az idő függvényében ábrázoljuk.
- Az időfüggés bevezetése miatt a rendszer dinamikája vizsgálható, a „jövő becsülhetővé válik”.

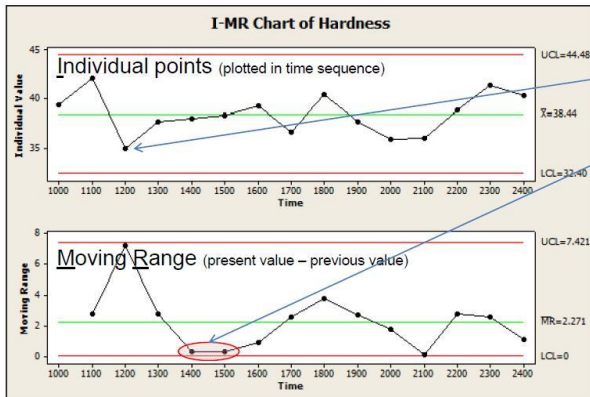
- ***Leggyakrabban használt szabályozókártyák:***
- **I-MR:** Maga a mért értékek és mozgóterjedelem
- **X-bar-R:** A mért érték átlaga és terjedelme
- **X-bar-S:** A mért érték átlaga és szórása

Szabályozókártyák

- I-MR (Maga a mért értékek és mozgóterjedelem)
- **Alkalmazása:** ha a gyártás jellegéből adódóan a mintavétel nem lehetséges (pl. folyamatos üzemű gyártás, tejüzem) vagy csak nagyon kevés minta áll rendelkezésre (pl. kisszériás manufakturális gyártás)
- Kevés mintából nincs értelme más statisztikai paramétert számolni, mivel nagyon nagy lenne a bizonytalanság
- A legalacsonyabb reprezentációs értékkel rendelkező szabályozókártya, ritkán alkalmazott (kivéve fenti esetek)

Szabályozókártyák

- I-MR (Maga a mért érték és mozgó terjedelem)



| Time | Hardness | MR |
|----------------|--------------|-------------|
| 1000 | 39.3 | |
| 1100 | 42.1 | 2.8 |
| 1200 | 34.9 | 7.2 |
| 1300 | 37.7 | 2.8 |
| 1400 | 38 | 0.3 |
| 1500 | 38.3 | 0.3 |
| 1600 | 39.2 | 0.9 |
| 1700 | 36.6 | 2.6 |
| 1800 | 40.4 | 3.8 |
| 1900 | 37.7 | 2.7 |
| 2000 | 35.9 | 1.8 |
| 2100 | 36 | 0.1 |
| 2200 | 38.8 | 2.8 |
| 2300 | 41.4 | 2.6 |
| 2400 | 40.3 | 1.1 |
| Average | 38.44 | 2.27 |
| StDev | 2.08 | 1.84 |
| UCL | 44.68 | 7.78 |
| LCL | 32.20 | 0.00 |

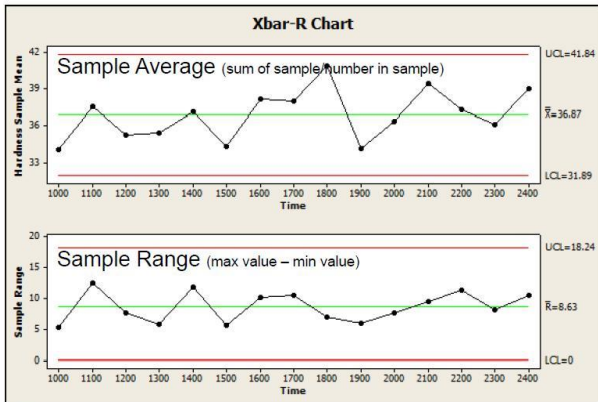
N.B. UCL & LCL are calculated using Shewart's variables and

Szabályozókártyák

- **X-bar-R** (A mért érték átlaga és terjedelme)
- **Alkalmazása:** ha a gyártás jellegéből adódóan csak kis számú mintavétel lehetséges, tipikusan $n < 10$ (pl. kisszériás manufakturális gyártás).
- Ilyen esetekben az átlag már bír egy bizonyos reprezentativitással, de a szórás még nem.
- Az esetleges kiugró értékek miatt a terjedelem még jobban jellemez, mint a szórás.
- Az I-MR-nél nagyobb a reprezentációs értéke de kisebb mint az X-bar-S-nek

Szabályozókártyák

- X-bar-R (A mért érték átlaga és terjedelme)



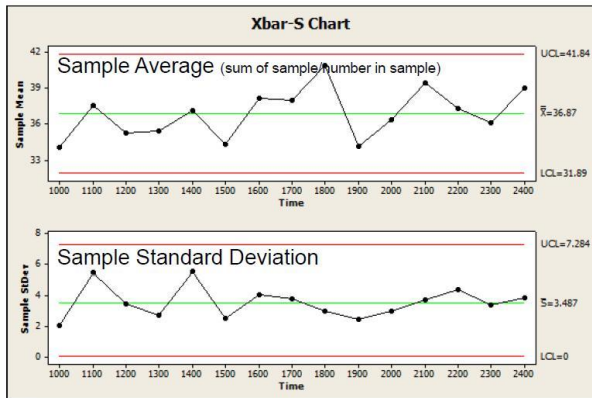
| Time | Hardness | R |
|----------------|--------------|--------------|
| 1000 | 34.05 | 5.32 |
| 1100 | 37.55 | 12.48 |
| 1200 | 35.26 | 7.55 |
| 1300 | 35.41 | 5.71 |
| 1400 | 37.15 | 11.80 |
| 1500 | 34.31 | 5.62 |
| 1600 | 38.14 | 10.18 |
| 1700 | 37.96 | 10.42 |
| 1800 | 40.87 | 7.01 |
| 1900 | 34.08 | 6.02 |
| 2000 | 36.34 | 7.65 |
| 2100 | 39.45 | 9.53 |
| 2200 | 37.31 | 11.39 |
| 2300 | 36.09 | 8.19 |
| 2400 | 39.05 | 10.46 |
| Average | 36.87 | 8.62 |
| StDev | 2.05 | 2.43 |
| UCL | 43.02 | 15.91 |
| LCL | 30.72 | 0.00 |

Szabályozókártyák

- **X-bar-S** (A mért érték átlaga és szórása)
- **Alkalmazása:** ha a gyártás jellegéből adódóan lehetőség van elégséges mintavételére, tipikusan $n > 10$ (tömeggyártási technológiák, **Mikroelektronika**).
- Ilyen esetekben mind az átlag mind a szórás megfelelően reprezentatív.
- A legnagyobb reprezentációs értékkel bíró szabályozókártya.
- Az elektronikai iparban általánosan alkalmazott szabályozókártya.

Szabályozókártyák

- X-bar-S (A mért érték átlaga és szórása)



| Time | Hardness | S |
|----------------|--------------|-------------|
| 1000 | 34.05 | 2.06 |
| 1100 | 37.55 | 5.49 |
| 1200 | 35.26 | 3.46 |
| 1300 | 35.41 | 2.74 |
| 1400 | 37.15 | 5.54 |
| 1500 | 34.31 | 2.50 |
| 1600 | 38.14 | 4.08 |
| 1700 | 37.96 | 3.76 |
| 1800 | 40.87 | 2.99 |
| 1900 | 34.08 | 2.43 |
| 2000 | 36.34 | 2.99 |
| 2100 | 39.45 | 3.73 |
| 2200 | 37.31 | 4.37 |
| 2300 | 36.09 | 3.41 |
| 2400 | 39.05 | 3.85 |
| Average | 36.87 | 3.56 |
| StDev | 2.05 | 1.02 |
| UCL | 43.02 | 6.63 |
| LCL | 30.72 | 0.00 |

Elfogadási és beavatkozási határok

- A szabályozókártyákhoz minden esetben tartoznak **elfogadási és beavatkozási határok**
- **Beavatkozási határok:** ha a mért vagy számított érték az átlép a beavatkozási határokat akkor a folyamat működése nem megfelelő, (még nem feltétlen gyártunk selejtet)
- **Elfogadási határok:** ha a mért vagy számított érték az elfogadási határok között van akkor a termék minősége megfelelő, de a folyamat működése mutathat rossz tendenciát.
- **Elfogadási határ \geq Beavatkozási határ**

Elfogadási és beavatkozási határok

- **Elfogadási és beavatkozási határok között tartomány:**
- Az SPC jelzést ad, hogy a folyamat tendenciája esetlegesen nem megfelelő.
- Ha tartósan itt tartózkodik az adott érték akkor dönthetünk a beavatkozás mellett.

- Elfogadási és beavatkozási határok lehetnek azonosak is! (Gyártás specifikus)
- Elfogadási és beavatkozási határok nem feltétlenül szimmetrikusak \pm irányban

Elfogadási és beavatkozási határok

- **Elfogadási és beavatkozási definiálása:**
- Nincsenek egzakt szabályok, gyártás és termék specifikus.
- Általánosan (ököl szabály):
- Beavatkozási tartomány átlag és egyéni értékeknél:
 $\bar{x} \pm (1.5 \sim 2s)$
- Elfogadási tartomány átlag és egyéni értékeknél
 $USL = \bar{x} + 3s \quad LSL = \bar{x} - 3s$

Elfogadási és beavatkozási határok

- **Elfogadási és beavatkozási definiálása:**
- Általánosan (ököl szabály):
- Beavatkozási tartomány szórás, terjedelem és mozgóterjedelem esetén általában nem definiált
- Elfogadási tartomány szórás, terjedelem és mozgóterjedelem esetén:

$$USL = \bar{s} + 3D(s) \quad USL = \bar{R} + 3D(R) \quad USL = \overline{MR} + 3D(MR)$$

$$LSL = 0 \quad LSL = 0 \quad LSL = 0$$

- (Szórás esetén abszolút értéket számolunk)

SPC döntési szabályok

- „Western Electric szabályok:
- A szabályozókártyákon nem szabályozott és random viselkedések elkülönítésére és kiszűrésre alkotott szabályok.
- Az alkalmazandó irányelveket Western Electric cég dolgozta ki 1956-ban.
- A WE módszer megpróbál különbséget tenni a szabályozó kártyákon bekövetkező természetes és nem természetes sorminták között, különféle kritériumok alapján.

SPC döntési szabályok

- „Western Electric szabályok:
- **WE kritériumok:**
- Középvonal környéki minták hiánya (minta keveredés)
- Kontrol limit körüli minták hiánya (minta rétegződés)
- Kontrol limiten kívüli minták (instabilitás)
- Egyéb természet ellenes viselkedés (szisztematikus ismétlődés és trendek a mintákban)

- A WE a szabályozókártyákat a középvonal és a kontrol limitek között a standard szórás alapján három zónára osztja.

SPC döntési szabályok

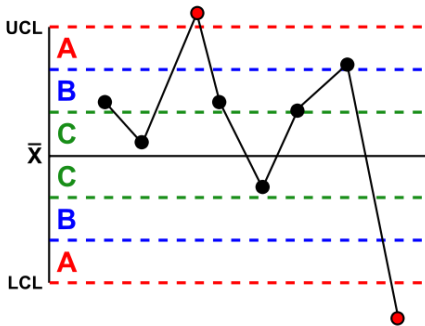
- „Western Electric szabályok:
- A WE zónák:
- **A zóna:** a kontrol limit (általában 3σ) és a 2σ közötti terület.
- **B zóna:** a 2σ és 1σ közötti terület.
- **C zóna:** a 1σ és a középvonal közötti terület.
- A WE legfontosabb szabályai a 4 db. ún. zóna szabály amelyek segítségével a folyamat instabilitása és természetellenes viselkedése kiszűrhető.

SPC döntési szabályok

- „Western Electric zóna szabályok:

- 1. zóna szabály:
- Ha akár 1 pont is kilép az UCL vagy LCL határokon akkor beavatkozunk.*

Rule 1: Any point beyond Zone A

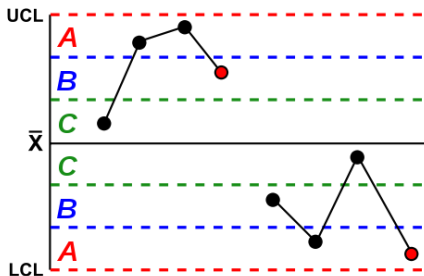


SPC döntési szabályok

- „Western Electric zóna szabályok:

- **2. zóna szabály:**
- *Ha három egymást követő érték közül kettő az „A” zónába (2 és 3 σ közötti rész) vagy azon kívül kerül, azonos oldalon, akkor beavatkozunk*

Rule 2: two out of three consecutive points fall Zone A or beyond

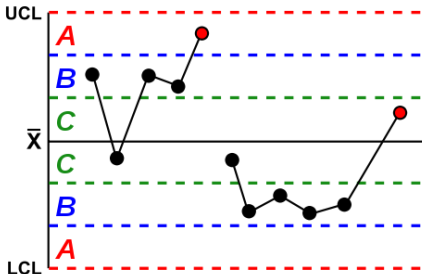


SPC döntési szabályok

- „Western Electric zóna szabályok:

- 3. zóna szabály:
- Ha öt egymást követő érték közül négy a „C” zónán (1 σ középvonal közötti rész) kívül esik, azonos oldalon, akkor beavatkozunk*

Rule 3: Four out of five consecutive points fall Zone B or beyond

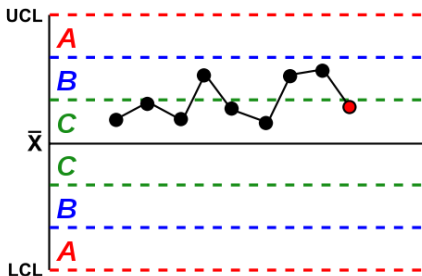


SPC döntési szabályok

- „Western Electric zóna szabályok:

- 4. zóna szabály:
- Ha 9 egymást követő pont a középvonal azonos oldalára esik, akkor beavatkozunk*

Rule 4: Nine consecutive points on the same side of center line (mean)



SPC döntési szabályok

- **„Western Electric szabályok:**
- Az előző 4 zóna szabály szimmetrikus kontrol limitek esetére vonatkozott.
- Ha kontrol limitek nem szimmetrikusak más szabályokat alkalmazunk a beavatkozásra:
 - 1. Ha akár 1 pont is kilép az UCL vagy LCL
 - 2. Két egymás utáni pont a felső „A” tartományba esik
 - 3. Három egymás utána pont a felső „B” tartományba esik
 - 4. Hét egymás utána pont a középvonal fölé esik
 - 5. Tíz egymás utána pont a középvonal alá esik
 - 6. Négy egymás utána pont az alsó „A” tartományba esik

SPC döntési szabályok

- „Western Electric „sorminta” szabályok:
- 1. *Tizenöt egymást követő pont a C zónába esik:* lehetséges, hogy a minta rétegzetté vált (túl kicsi a változás).
- 2. *Nyolc egymást követő pont bármely oldalon a „C” zónán kívül esik:* lehetséges, hogy a minta keveredett (heterogén a minta).
- 3. *Középvonal alatti pontok sorozata középvonal feletti pontok sorozatára vált vagy fordítva:* negatív trend következett be (pl. középérték eltolódás)

SPC döntési szabályok

- **„Western Electric „sorminta” szabályok:**
- Szabályok nélkül szűrendő jelenségek:
- „Ismétlődés”: egy kártya jellege az előzőleg mért kártya jellegét követi
- „Szisztematikusság”: alternáló minták sorozata

SPC döntési szabályok

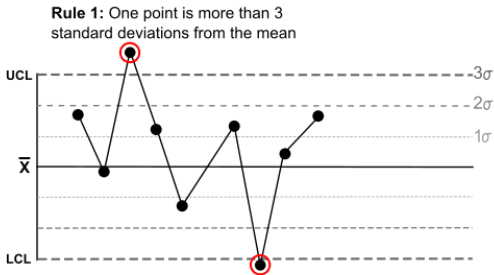
- **Nelson szabályok:**
- A szabályozókártyákon nem szabályozott és random viselkedések elkülönítésére és kiszűrésre alkotott szabályok.
- Az alkalmazandó irányelveket **Lloyd S Nelson** dolgozta ki 1984-ben.
- A WE módszer 4 zóna szabályán túl még 4 szabályt fogalmazott meg.
- A WE nem szabályozott vagy „sorminta” szabályait írja le zónaszabályokkal.

SPC döntési szabályok

- Nelson zóna szabályok:

- 1. zóna szabály:

- Ha akár 1 pont is kilép az UCL vagy LCL határokon, akkor beavatkozunk.***



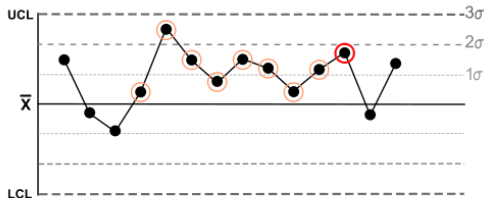
SPC döntési szabályok

- Nelson zóna szabályok:

- 2. zóna szabály:

- Ha 9 egymást követő pont a középvonal azonos oldalára esik, akkor beavatkozunk.*

Rule 2: Nine (or more) points in a row are on the same side of the mean



Gyanús tendencia a mintákban, átlag eltolódás

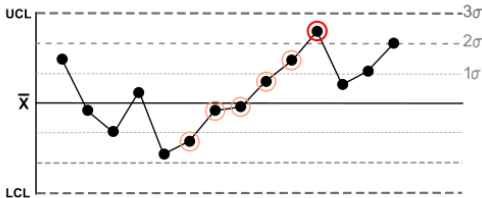
SPC döntési szabályok

- Nelson zóna szabályok:

- 3. zóna szabály:

- Ha 6 egymást követő pont folyamatosan növekszik, akkor beavatkozunk.*

Rule 3: Six (or more) points in a row are continually increasing (or decreasing)



Gyanús tendencia a mintákban

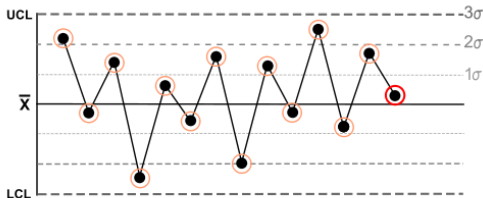
SPC döntési szabályok

- Nelson zóna szabályok:

- 4. zóna szabály:

- Ha 14 egymást követő pont a középvonal körül alternál, akkor beavatkozunk.*

Rule 4: Fourteen (or more) points in a row alternate in direction, increasing then decreasing



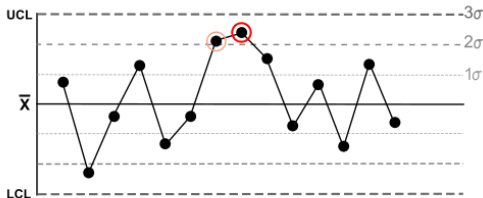
SPC döntési szabályok

- Nelson zóna szabályok:

- 5. zóna szabály:

- Ha három egymást követő érték közül kettő az „A” zónába kívül kerül, azonos oldalon, akkor beavatkozunk*

Rule 5: Two (or three) out of three points in a row are more than 2 standard deviations from the mean in the same direction



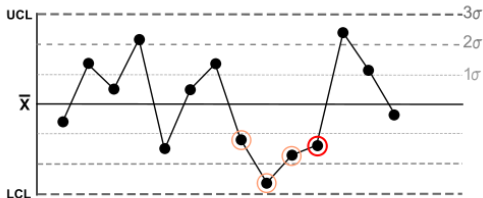
SPC döntési szabályok

- Nelson zóna szabályok:

- 6. zóna szabály:**

- Ha öt egymást követő érték közül négy a „C” zónán kívül esik, azonos oldalon, akkor beavatkozunk*

Rule 6: Four (or five) out of five points in a row are more than 1 standard deviation from the mean in the same direction



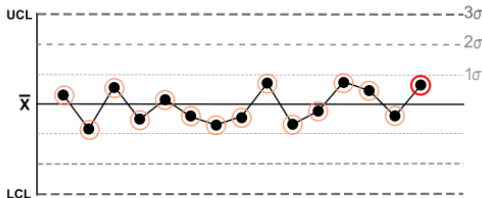
SPC döntési szabályok

- Nelson zóna szabályok:

- 7. zóna szabály:

- Ha tizenöt egymást követő érték a „C” zónába esik, akkor beavatkozunk*

Rule 7: Fifteen points in a row are all within 1 standard deviation of the mean on either side of the mean



Rétegzett (túl homogén) a minta

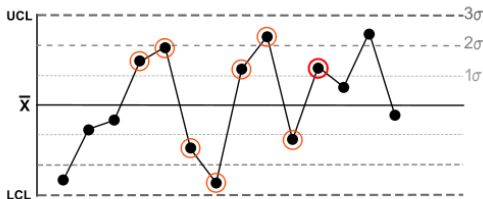
SPC döntési szabályok

- Nelson zóna szabályok:

- 8. zóna szabály:

- Ha nyolc egymást követő érték közül egy sem esik a „C” zónába, akkor beavatkozunk*

Rule 8: Eight points in a row exist with none within 1 standard deviation of the mean and the points are in both directions from the mean

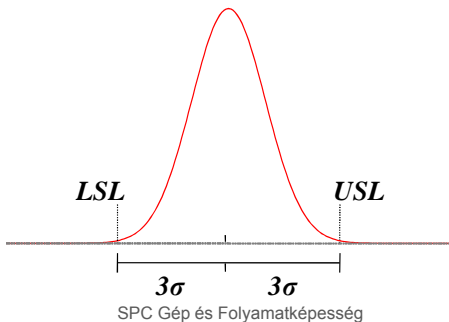


Kevertett (heterogén) a minta

A standard normális eloszlás

Sűrűségfüggvénye:
$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right]$$

| Intervallum-szélesség | $\pm\sigma$ | $\pm 2\sigma$ | $\pm 3\sigma$ | $\pm 4\sigma$ | $\pm 5\sigma$ | $\pm 6\sigma$ |
|-----------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| P valószínűség | 0,68268 | 0,9545 | 0,9973 | 0,999936 | 0,9999994 | 0,999999998 |

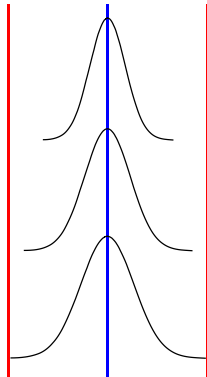
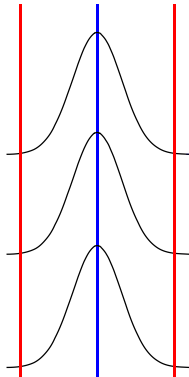
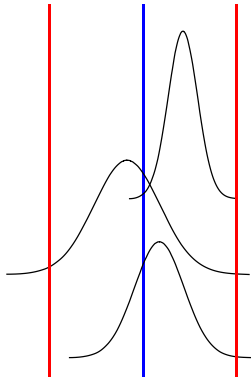


A szabályozott és szabályozatlan folyamat

Szabályozatlan folyamat

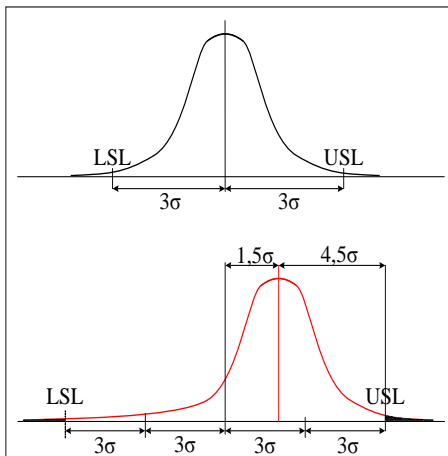
Szabályozott folyamat

Szabályozott folyamat és kielégíti az elvárásokat



A hibaráta: PPM és DPMO

PPM (Part per million) és DPMO (Defects per million opportunity) az 1 millió hibahelyre vetített hibaarány



| | Középpontos eloszlás (ppm) | |
|-----------|----------------------------|----------------------|
| 1σ | 317 311 | hiba/10 ⁶ |
| 2σ | 45 500 | hiba/10 ⁶ |
| 3σ | 2700 | hiba/10 ⁶ |
| 4σ | 63 | hiba/10 ⁶ |
| 5σ | 0,574 | hiba/10 ⁶ |
| 6σ | 0,002 | hiba/10 ⁶ |

| | Eltolt (1.5) eloszlás (ppm) | |
|-----------|------------------------------|----------------------|
| 1σ | 697 672 | hiba/10 ⁶ |
| 2σ | 308 770 | hiba/10 ⁶ |
| 3σ | 66 811 | hiba/10 ⁶ |
| 4σ | 6210 | hiba/10 ⁶ |
| 5σ | 233 | hiba/10 ⁶ |
| 6σ | 3,4 | hiba/10 ⁶ |

Gép-, folyamatképesség

Alapértelmezés (ha a célérték megegyezik a gyártott tétel mért jellemzőjének átlagával $\mu - T = 0$):

$$C = \frac{FTH - ATH}{2k \cdot s}$$

| | | | |
|----------------------------|------------------|------------------------|--------------------|
| C_p , folyamatképesség | 1 ($s=\sigma$) | 1.33 ($s=3\sigma/4$) | 2 ($s=\sigma/2$) |
| Hibaráta, PPM (közepponos) | 2700 | 63 | 0,002 |

C = capability
képesség

FTH = USL
felső tűréshatár

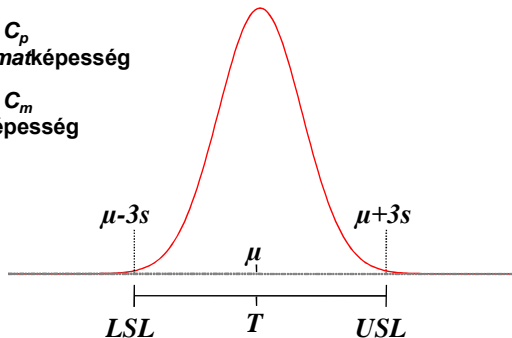
ATH = LSL
alsó tűréshatár

s = minta
szórása
 μ = minta átlaga

T = target
Gyártási célérték

$k=3 = C_p$
folyamatképesség

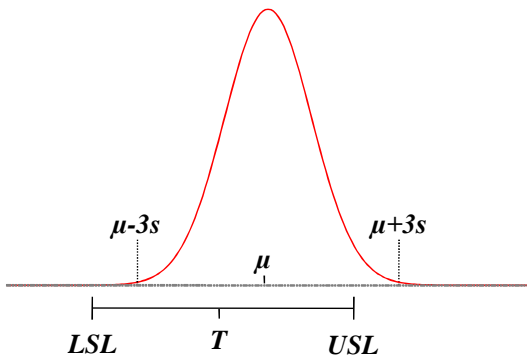
$k=4 = C_m$
gépképesség



Korrigált képességi index

Ha a célérték nem feltételen egyezik meg a gyártott tétel mért jellemzőjének átlagával ($\mu - T \neq 0$) ezenkívül $C_{K \leq C}$ mindig igaz:

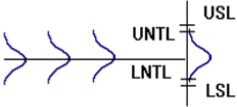
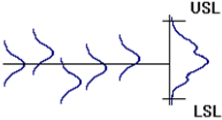
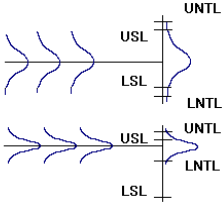
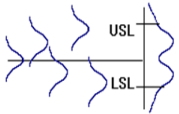
$$C_{PU} = \frac{FTH - \mu}{k \cdot s}; \quad C_{PL} = \frac{\mu - ATH}{k \cdot s}; \quad C_{PK} = \min(C_{PU}, C_{PL})$$



Stabilitás

- **Stabilitás:** azt mutatja meg, hogy a gyártás mennyire egyenletesen produkálja a C_{MK} vagy C_{PK} értékeket.
- Ha több folyamatból tevődik össze a gyártás, akkor a részfolyamat-képességek eredője határozza meg a **minőségkapacitást**. statikus / dinamikus
- Azt elemezzük, hogy vannak-e olyan **ingadozások**, amik nagyban veszélyeztetik egy átlagosan tudott minőségkapacitást.
- C_{MK} vagy C_{PK} értékeket nem elég csak egyszer megmérni, a folyamatokat folyamatosan meg kell figyelni!
- Figyelni kell a kiugró értékeket, a trendeket!

Stabilitás és képesség

| | | STABIL? | |
|--------|------|--|---|
| | | igen | nem |
| KÉPES? | igen |  <p>Diagram showing a process with a stable distribution (small, consistent spread) and a capable process (mean centered between LNTL and UNTL, with USL and LSL limits). The process spread is within the specification limits.</p> |  <p>Diagram showing a process with a stable distribution (small, consistent spread) but not capable (mean shifted towards the USL limit, with part of the distribution exceeding the USL). The process spread is within the specification limits.</p> |
| | nem |  <p>Diagram showing a process with an unstable distribution (large, inconsistent spread) and not capable (mean shifted towards the USL limit, with part of the distribution exceeding the USL). The process spread is outside the specification limits.</p> |  <p>Diagram showing a process with an unstable distribution (large, inconsistent spread) but capable (mean centered between LNTL and UNTL, with USL and LSL limits). The process spread is within the specification limits.</p> |

Ellenőrző kérdések

- Foglalja össze az SPC módszer lényegét!
- Definiálja az SPC-ben használt becslőket!
- Mik az SPC-ben a gyűjtendő adatok meghatározásának fő lépései?
- Milyen jellegű adatokat érdemes, és melyeket nem érdemes egy SPC-ben megfigyelni?
- Ismertesse a folyamatparaméterek egymásra gyakorolt hatását!
- Milyen SPC szabályozókártyákat ismer? Melyiket mikor használjuk?
- Definiálja a beavatkozási és elfogadási határok fogalmát!
- Soroljon fel néhány SPC zónaszabályt!
- Definiálja a képességi indexeket!
- Definiálja a stabilitás fogalmát!
- Mit jelent ha egy folyamat képes és stabil is?

