

Többváltozós adatelemzési módszerek alkalmazása gyártási folyamatok monitoringjára és optimalizálásra

Heinold László
AIB-Vincotte Hungary Kft.

1

A többváltozós megközelítés

A többváltozós megközelítés akkor alkalmazható, amikor adott jelenségkörrel (termék, folyamat) kapcsolatban **párhuzamosan** több adat keletkezik.

erőmű-elemz		KAZAN HOT	FO GAZ BEL	FUSTGAZ O	FUSTGAZ C	FUSTGAZ N	FUSTGAZ H	OSSZES VIZ	Levego hom
		1	2	3	4	5	6	7	8
01/01/2011 0	1	0,0007	38,0692	21,0917	-0,0007	-0,0007	27,0679	7194989,000	-3,8263
01/01/2011 0	2	0,0007	37,9815	21,0915	-0,0007	-0,0007	27,1343	7194989,000	-3,8338
01/01/2011 0	3	0,0007	38,1691	21,0915	-0,0007	-0,0007	27,2063	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0	4	0,0007	38,1691	21,0928	-0,0007	-0,0007	27,2099	7194989,000	-3,8268
01/01/2011 0	5	0,0007	38,2357	21,0920	-0,0007	-0,0007	27,2161	7194989,000	-3,8024
01/01/2011 0	6	0,0007	38,1555	21,0915	-0,0007	-0,0007	27,2271	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0	7	0,0007	38,4414	21,0925	-0,0007	-0,0007	27,2139	7194989,000	-3,8000

2

A többváltozós megközelítés

A változók száma lehet mindössze néhány (minimum kettő esetén beszélhetünk többváltozós megközelítésről), illetve akár **több tíz, több száz**, vagy akár **több ezer** is.

Tehát egy olyan táblázatról van szó, amelynek ennyi oszlopa van.

Minél több változó: annál inkább alkalmazható.

3

erőmű-elemz	KAZAN HOT	FO GAZ BEL	FUSTGAZ O	FUSTGAZ C	FUSTGAZ N	FUSTGAZ H	OSSZES VIZ	vevego hom	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
01/01/2011 0	1	0,0007	38,0692	21,0917	-0,0007	0,0007	27,0673	7194989,000	-3,8263
01/01/2011 0	2	0,0007	37,9815	21,0915	-0,0007	0,0007	27,1343	7194989,000	-3,8338
01/01/2011 0	3	0,0007	38,1691	21,0915	-0,0007	0,0007	27,2068	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0	4	0,0007	38,1691	21,0928	-0,0007	0,0007	27,2099	7194989,000	-3,8268
01/01/2011 0		0,0007	38,2357	21,0920	-0,0007	0,0007	27,2161	7194989,000	-3,8024
01/01/2011 0		0,0007	38,1555	21,0915	-0,0007	0,0007	27,2271	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0		0,0007	38,4414	21,0925	-0,0007	0,0007	27,2133	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0		0,0007	38,1918	21,0945	-0,0007	0,0007	27,2107	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0		0,0007	38,1691	21,0948	-0,0007	0,0007	27,2127	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0		0,0007	38,2599	21,0941	-0,0007	0,0007	27,2101	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0		0,0007	38,2599	21,0918	-0,0007	0,0007	27,1947	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0		0,0007	38,1918	21,0915	-0,0007	0,0007	27,1892	7194989,000	-3,8025
01/01/2011 0		0,0007	38,1691	21,0910	-0,0007	0,0007	27,1873	7194989,000	-3,8525
01/01/2011 0		0,0007	38,0934	21,0903	-0,0007	0,0007	27,1411	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0		0,0007	38,1918	21,0936	-0,0007	0,0007	27,1521	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0		0,0007	38,1918	21,0937	-0,0007	0,0007	27,2126	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0		0,0007	38,1945	21,0942	-0,0007	0,0007	27,2603	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0		0,0007	38,1922	21,0941	-0,0007	0,0007	27,2520	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0		0,0007	38,1461	21,0941	-0,0007	0,0007	27,2487	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0		0,0007	38,1918	21,0941	-0,0007	0,0007	27,2708	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0		0,0007	38,1918	21,0941	-0,0007	0,0007	27,2619	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0		0,0007	38,1918	21,0941	-0,0007	0,0007	27,2092	7194989,000	-3,7667
01/01/2011 0		0,0007	38,1918	21,0941	-0,0007	0,0007	27,2107	7194989,000	-3,7442
01/01/2011 0		0,0007	38,1918	21,0941	-0,0007	0,0007	27,2137	7194989,000	-3,7686
01/01/2011 0		0,0007	38,1918	21,0941	-0,0007	0,0007	27,2435	7194989,000	-3,7356
01/01/2011 0		0,0007	38,1918	21,0941	-0,0007	0,0007	27,2294	7194989,000	-3,7000
01/01/2011 0		0,0007	38,1918	21,0941	-0,0007	0,0007	27,2499	7194989,000	-3,7000
01/01/2011 0		0,0007	38,1918	21,0941	-0,0007	0,0007	27,2736	7194989,000	-3,7000

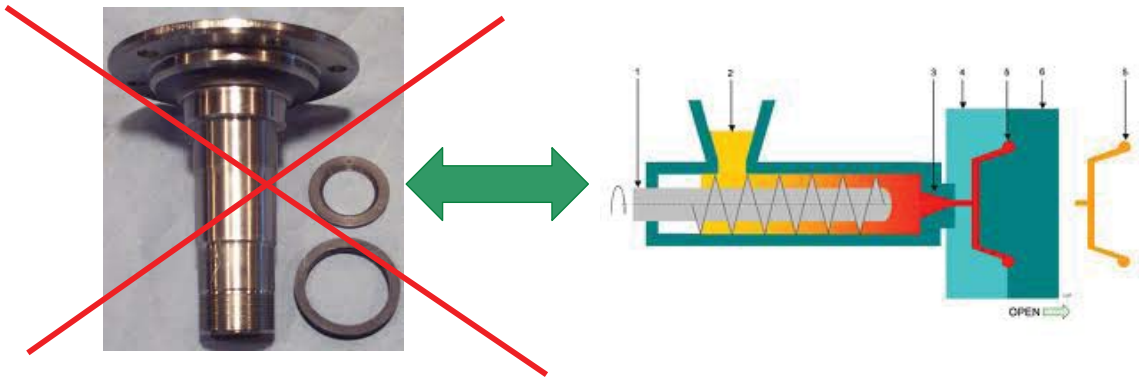
amiatt változnak,
mert
szándékosan
változtatjuk
(nevezzük a
továbbiakban
paramétereknek)

mért jellemzők
(nevezzük a
továbbiakban
jellemzőknek a
paraméterektől való
megkülönböztetés
végett), amelyeknek a
változására kíváncsiak
vagyunk

4

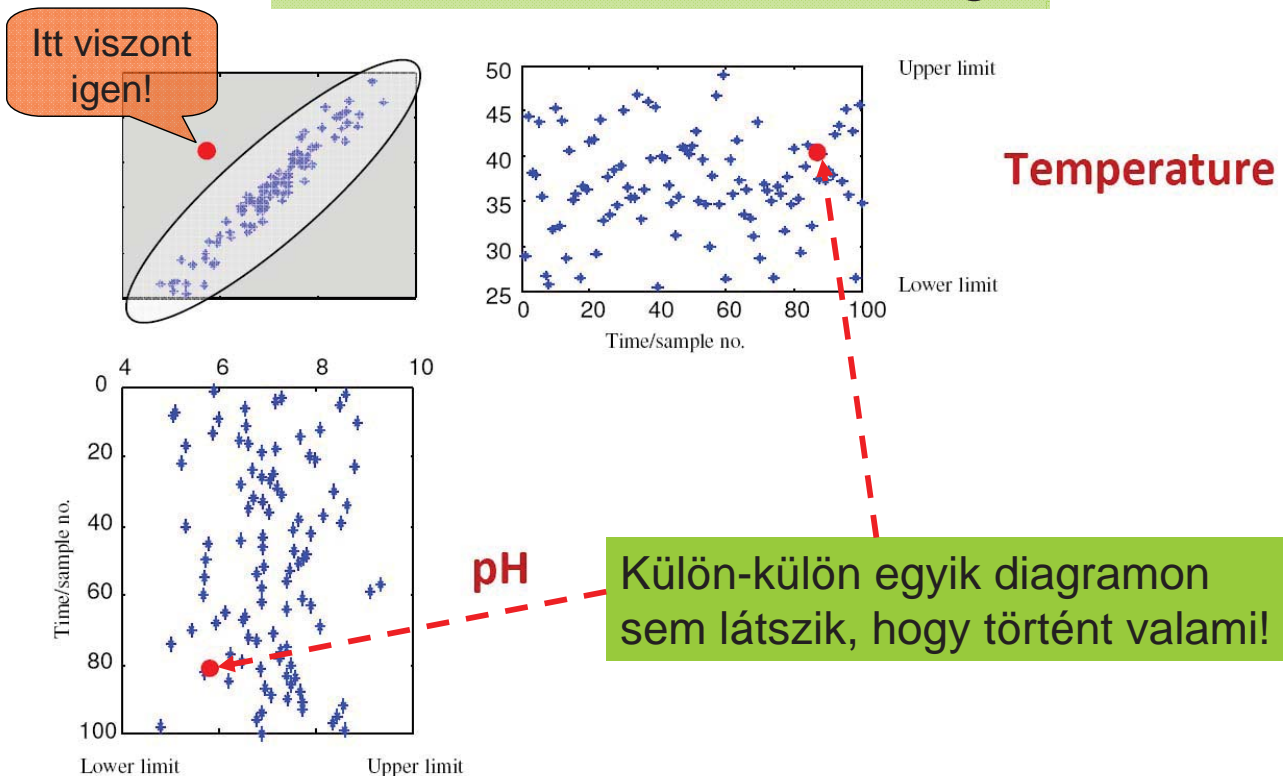
A többváltozós szituáció

A többváltozós megközelítésből adódó többlet-információ csak akkor „rejlik” benne az adatokban, amennyiben ezek között valamilyen belső kapcsolat is létezik.



5

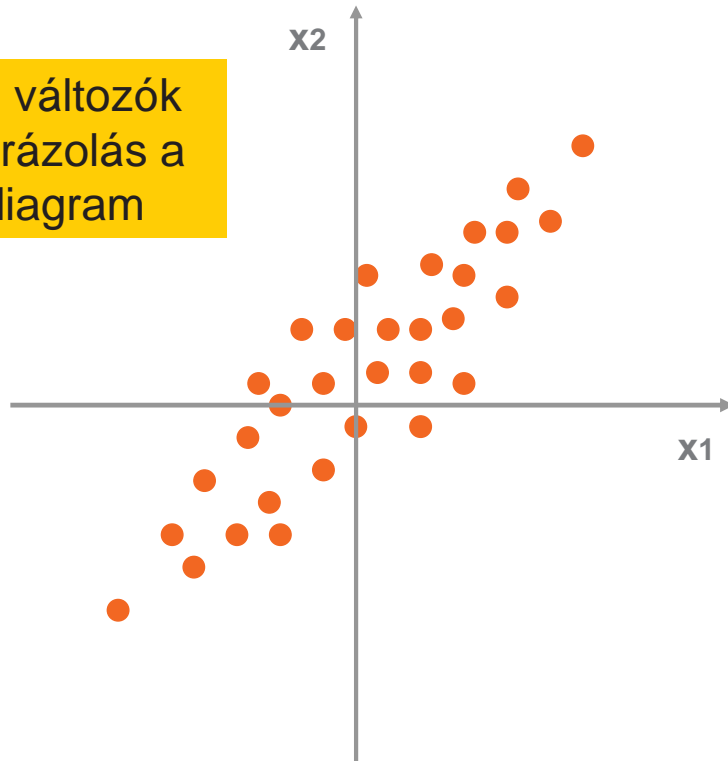
Többváltozós monitoring



6

Többváltozós elemzés

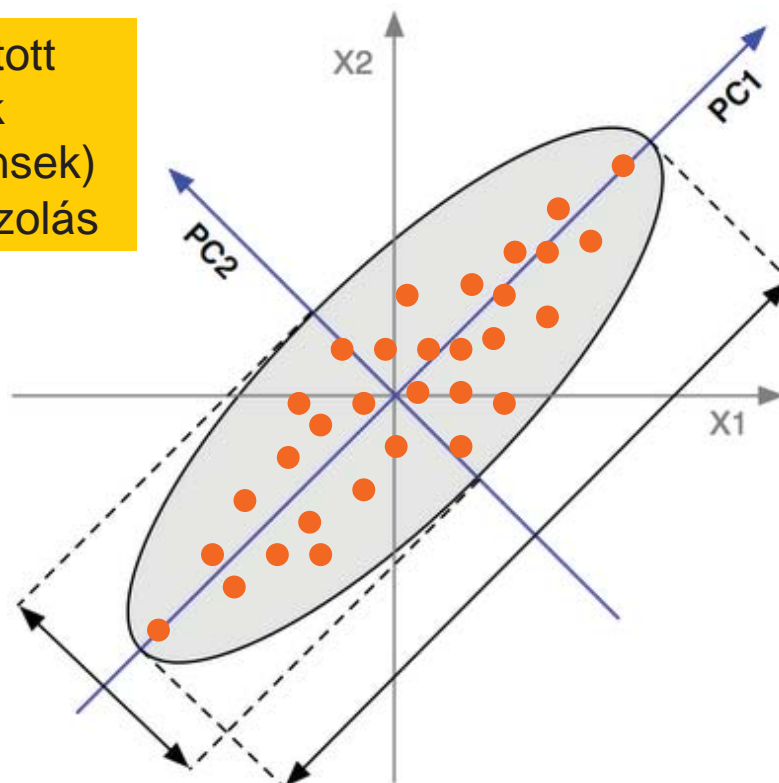
Az eredeti változók szerinti ábrázolás a szórás diagram



7

Többváltozós elemzés

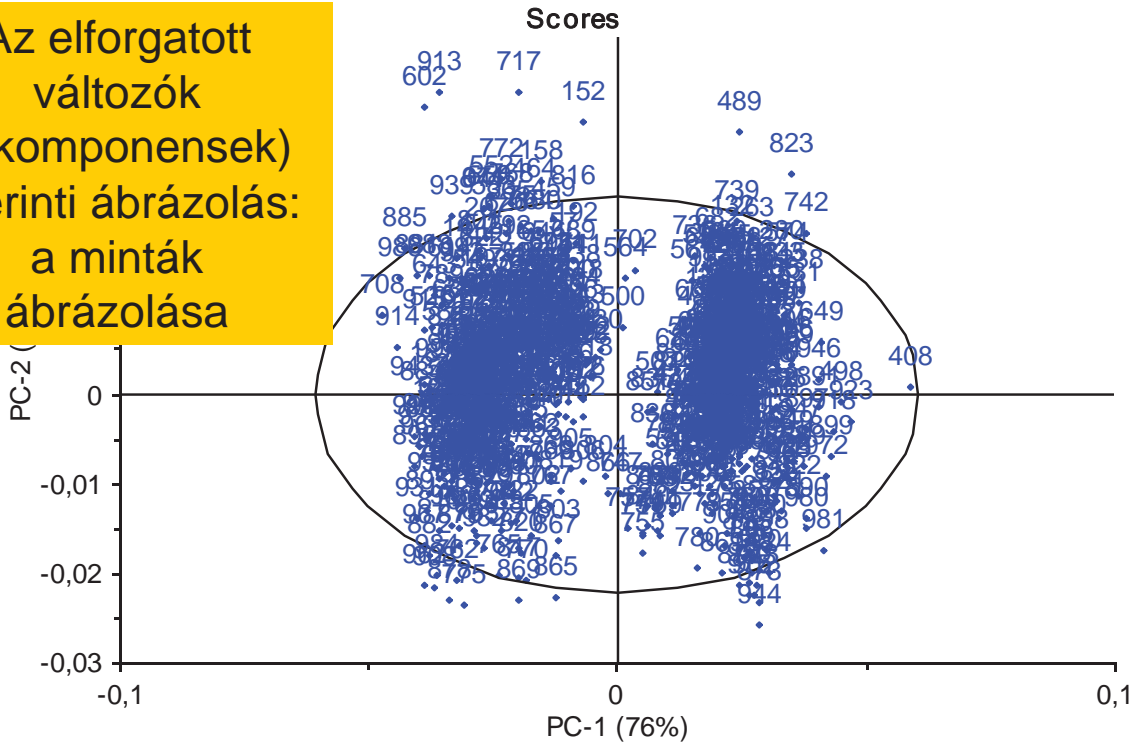
Az elforgatott változók (főkomponensek) szerinti ábrázolás



8

Többváltozós elemzés

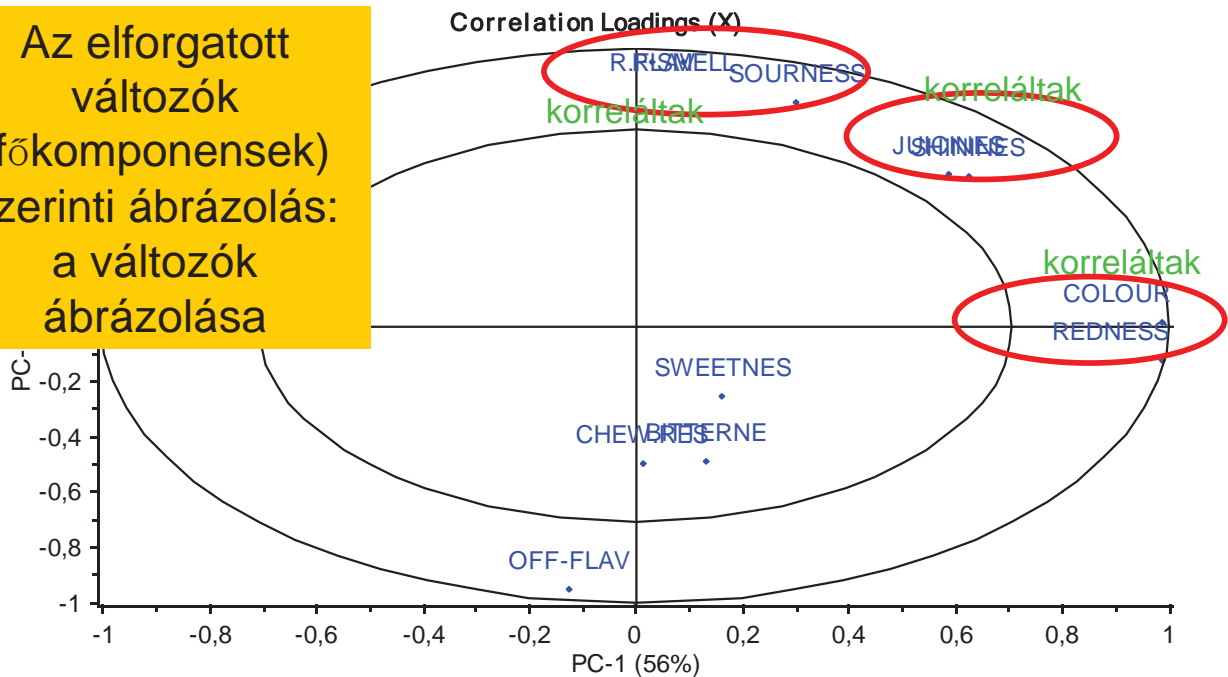
Az elforgatott változók (főkomponensek) szerinti ábrázolás: a minták ábrázolása



3

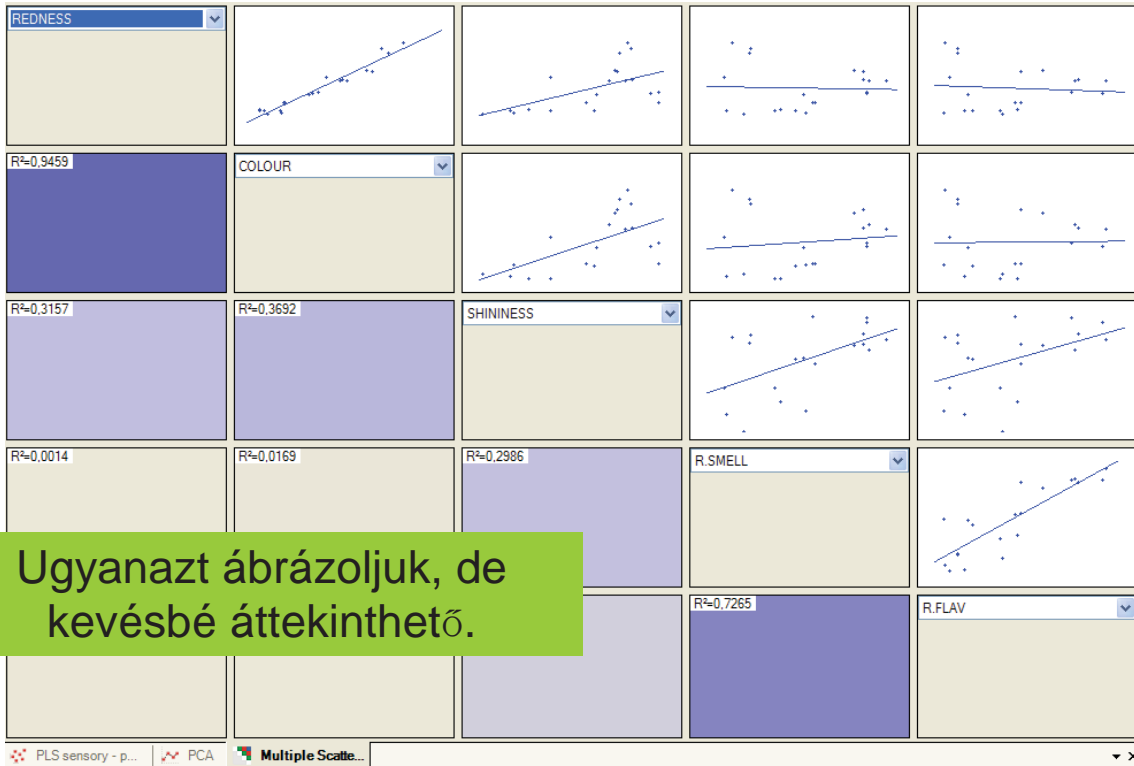
Többváltozós elemzés

Az elforgatott változók (főkomponensek) szerinti ábrázolás: a változók ábrázolása

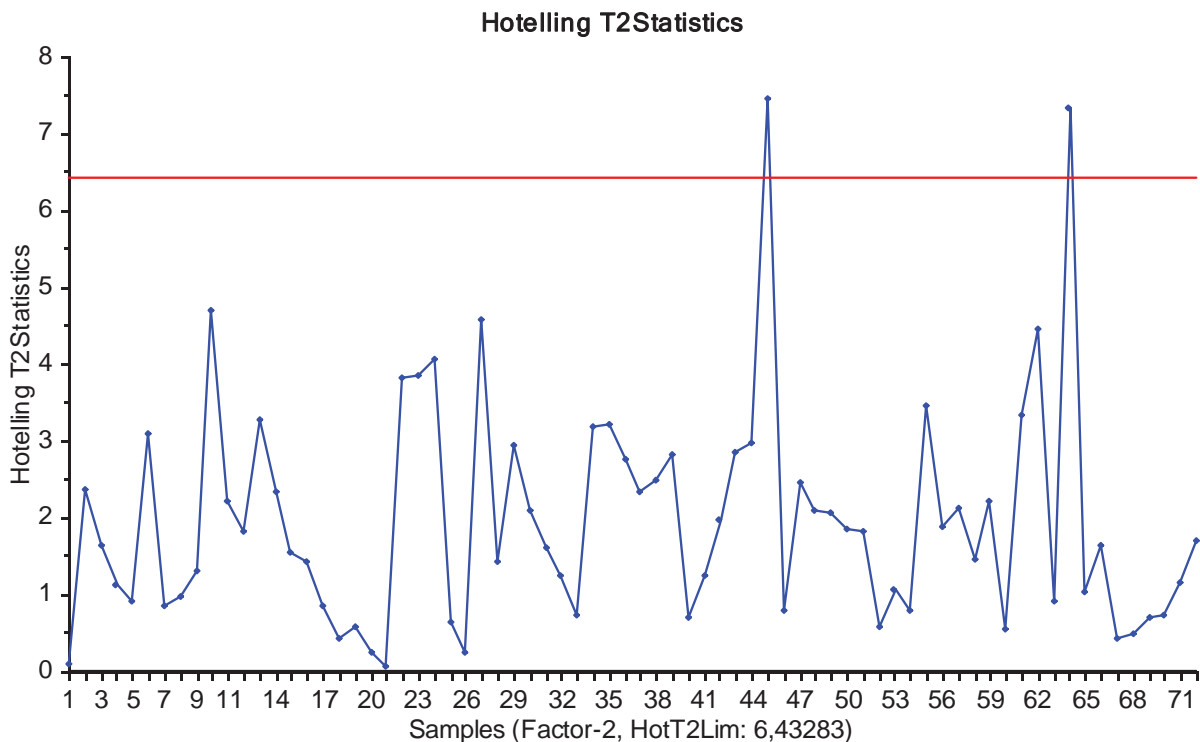


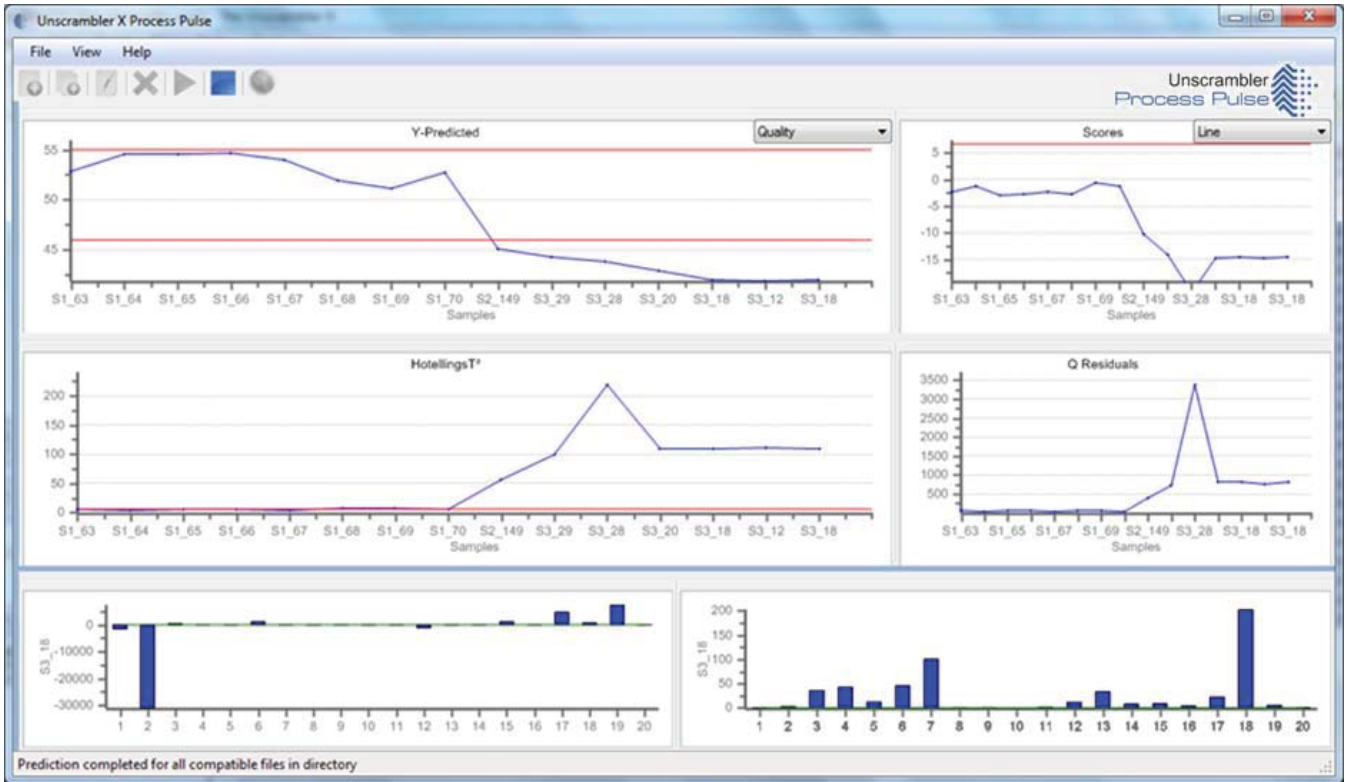
10

Többváltozós elemzés



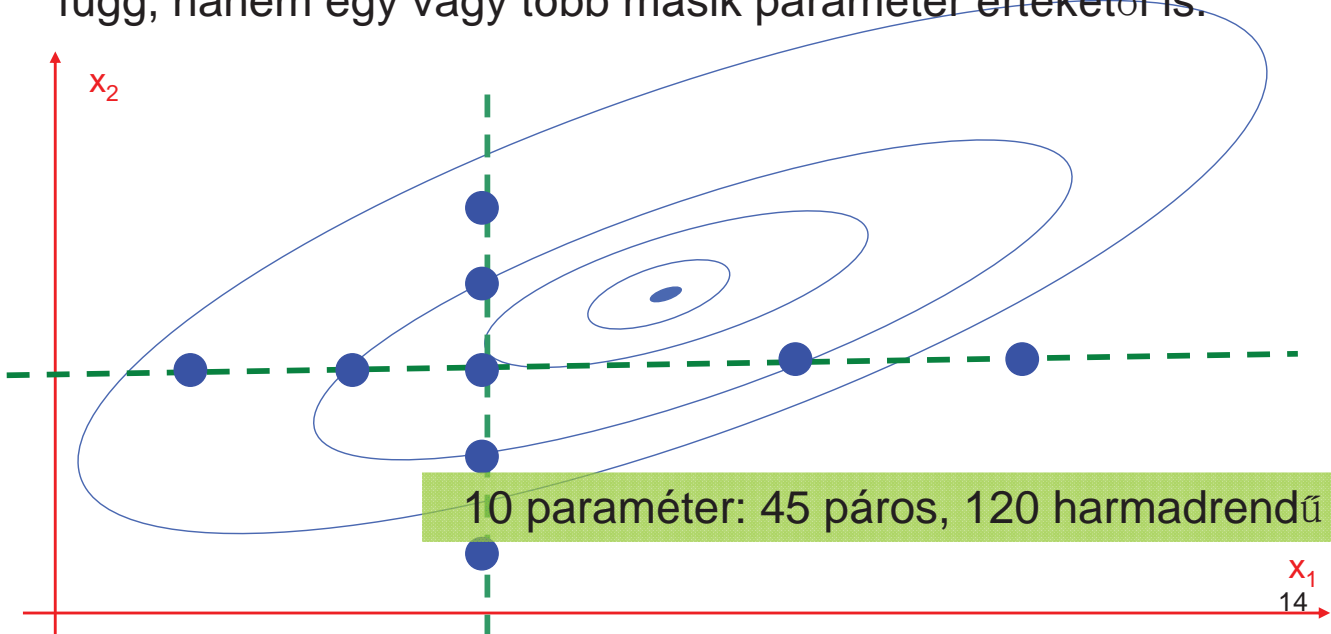
Többváltozós monitoring





Többváltozós optimalizálás

Együttes (szinergikus) hatás (más néven kölcsönhatás): amikor egy paraméter hatása nem csak a paraméter értékétől függ, hanem egy vagy több másik paraméter értékétől is.



Többváltozós optimalizálás

erőmű-elemz	KAZAN HOT	FO GAZ BEL	FUSTGAZ O	FUSTGAZ C	FUSTGAZ N	FUSTGAZ H	OSSZES VIZ	levegő hom	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
01/01/2011 0	1	0,0007	38,0692	21,0917	-0,0007	-0,0007	27,0678	7194989,000	-3,8263
01/01/2011 0	2	0,0007	37,9815	21,0915	-0,0007	-0,0007	27,1348	7194989,000	-3,8338
01/01/2011 0	3	0,0007	38,1691	21,0915	-0,0007	-0,0007	27,2068	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0	4	0,0007	38,1691	21,0928	-0,0007	-0,0007	27,2099	7194989,000	-3,8268
01/01/2011 0	5	0,0007	38,2357	21,0920	-0,0007	-0,0007	27,2167	7194989,000	-3,8024
01/01/2011 0	6	0,0007	38,1555	21,0915	-0,0007	-0,0007	27,2271	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0	7	0,0007	38,4414	21,0925	-0,0007	-0,0007	27,2138	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0	8	0,0007	38,1918	21,0945	-0,0007	-0,0007	27,2107	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0	9	0,0007	38,1691	21,0948	-0,0007	-0,0007	27,2127	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0	10	0,0007	38,2599	21,0941	-0,0007	-0,0007	27,2101	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0	11	0,0007	38,2599	21,0918	-0,0007	-0,0007	27,1947	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0	12	0,0007	38,1918	21,0915	-0,0007	-0,0007	27,1892	7194989,000	-3,8025
01/01/2011 0	13	0,0007	38,1691	21,0918	-0,0007	-0,0007	27,1873	7194989,000	-3,8525
01/01/2011 0	14	0,0007	38,0911	21,0918	-0,0007	-0,0007	27,1411	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0	15	0,0007	38,1161	21,0918	-0,0007	-0,0007	27,1521	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0	16	0,0007	38,1934	21,0918	-0,0007	-0,0007	27,1126	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0	17	0,0007	38,1949	21,0918	-0,0007	-0,0007	27,1608	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0	18	0,0007	38,1922	21,0918	-0,0007	-0,0007	27,1520	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0	19	0,0007	38,1451	21,0918	-0,0007	-0,0007	27,1873	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0	20	0,0007	38,1591	21,0918	-0,0007	-0,0007	27,1708	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0	21	0,0007	38,1591	21,0918	-0,0007	-0,0007	27,1619	7194989,000	-3,8000
01/01/2011 0	22	0,0007	38,1599	21,0918	-0,0007	-0,0007	27,1092	7194989,000	-3,7667
01/01/2011 0	23	0,0007	38,1599	21,0918	-0,0007	-0,0007	27,1107	7194989,000	-3,7442
01/01/2011 0	24	0,0007	38,1931	21,0918	-0,0007	-0,0007	27,1137	7194989,000	-3,7686
01/01/2011 0	25	0,0007	38,1552	21,0918	-0,0007	-0,0007	27,1436	7194989,000	-3,7356
01/01/2011 0	26	0,0007	38,1552	21,0918	-0,0007	-0,0007	27,1294	7194989,000	-3,7000
01/01/2011 0	27	0,0007	38,1552	21,0918	-0,0007	-0,0007	27,1499	7194989,000	-3,7000
01/01/2011 0	28	0,0007	38,1729	21,0918	-0,0007	-0,0007	27,1715	7194989,000	-3,7000

amiatt változnak, mert szándékosan változtatjuk (nevezzük a továbbiakban paramétereknek)

mért jellemzők ((nevezzük a továbbiakban jellemzőknek a paraméterektől való megkülönböztetés végett), amelyeknek a változására kíváncsiak vagyunk

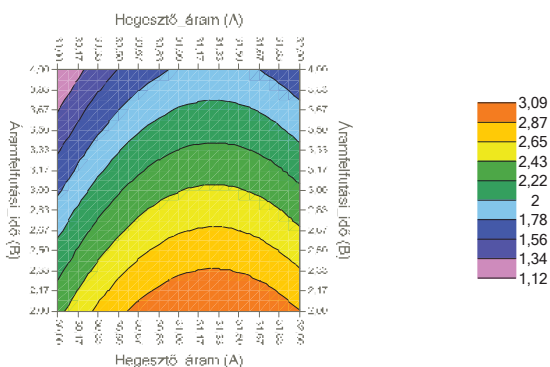
Többváltozós optimalizálás

Cél: Y_1 és Y_2 is legyen célértéken!

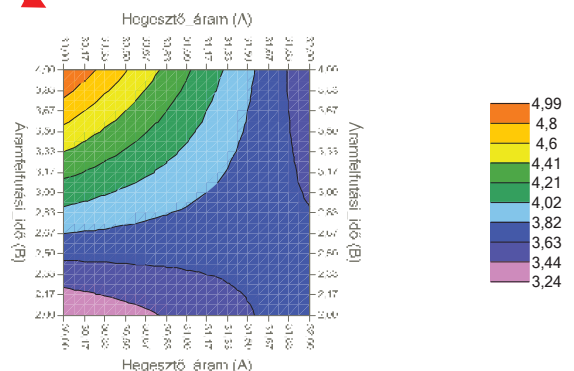
$$Y_1 = A_{11} * x_1 + B_{11} * x_2 + C_{11} * x_1 * x_2$$

$$Y_2 = A_{12} * x_1 + B_{12} * x_2 + C_{12} * x_1 * x_2$$

Response surface for Kiszakadt_lábak_száma (1)



Response surface for Fröccsenés_mértéke (2)



Egy példa fejlesztésre: hegesztés optimalizálása kísérlettervezéssel



Hegesztő
berendezés
(40kW)



17

Két szemnyomás, amiben két lyuk,
ebbe kell hegeszteni a csavart.



Cél: optimális beállítások megtalálása

M6x16
csavarok:
19MnB4



18

Roncsolásos vizsgálat: Minden lábnak ki kell szakadnia.



19

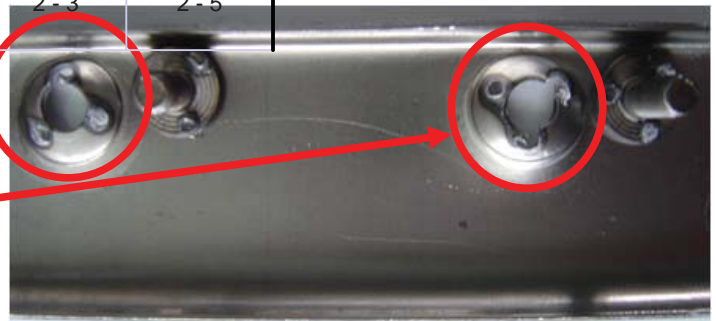
beállítások

Eredmények az eredeti beállításokkal

Nyomás	Hegesztési áram	Áramfelfutási idő	Hegesztési idő	Kiszakadt lábak száma	Fröccsenés mértéke
2 – 3 bar	47 – 49 [%]	3 – 8 (periódus)	7 – 15 (periódus)	2 - 3	2 - 5

értékelés

A lábak kiszakadnak, de a lemez teljes egészében nem midig szakad át. Az előírt nyomatókot teljesíti.

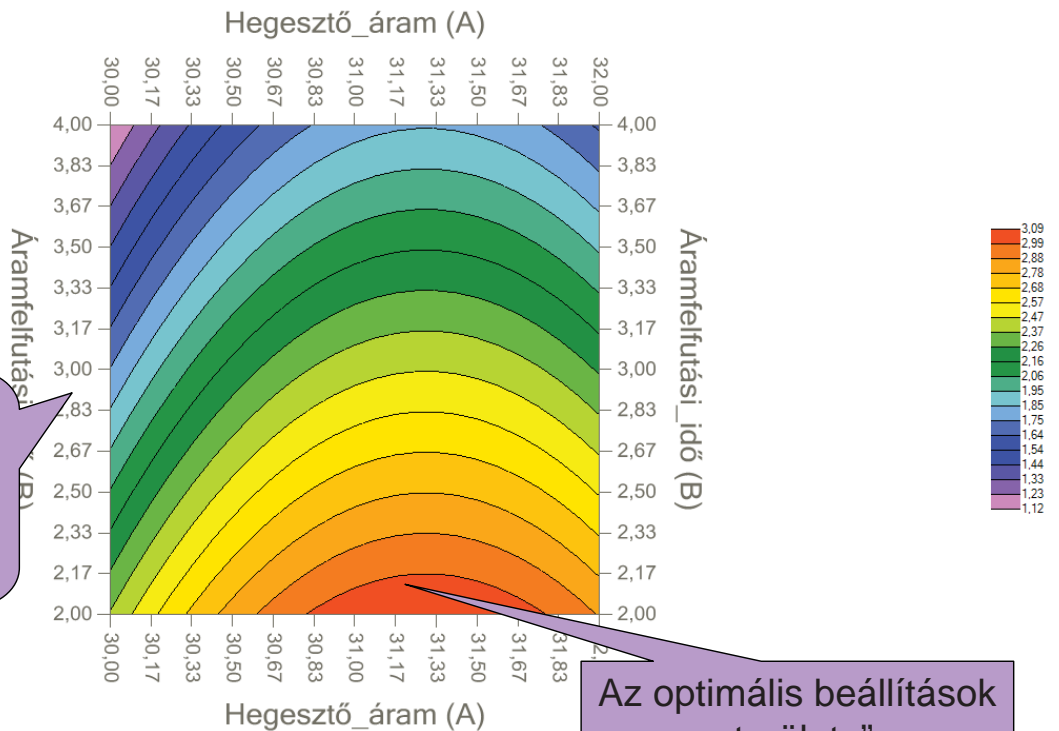


20

Az optimalizálással megtalált új beállítások

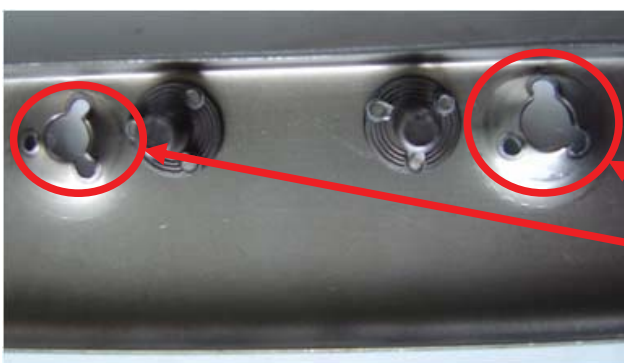
Kiszakadt
lábak
száma

A hegesztési
áramra és az
áramfelfutási
időre a
legérzékenyebb



Eredmények az új beállításokkal

Nyomás	Hegesztési áram	Áramfelfutási idő	Hegesztési idő	Kiszakadt lábak száma	Fröccsenés mértéke
4,5 bar	31 [%]	3 (periods)	8 (periods)	3	4 - 5



Mindhárom láb megfelelően kiszakad, az előírt nyomatékot teljesíti. A lemezből való kiszakadás egyenletesebb, a kiszakadás körvonalán látható.

Összegzés

Nyomás	Hegesztési áram	Áramfelfutási idő	Hegesztési idő	Kiszakadt lábak száma	Fröccsenés mértéke
2 – 3 bar	47 - 49 [%]	3 – 8 (periódus)	7 – 15 (periódus)	2 - 3	2 - 5
Átlag:	48%	5,5	11		

Nyomás	Hegesztési áram	Áramfelfutási idő	Hegesztési idő	Kiszakadt lábak száma	Fröccsenés mértéke
4,5 bar	31 [%]	3 (periódus)	8 (periódus)	3	4 - 5

Jobb minőség

Költség: 35%-kal kevesebb áram

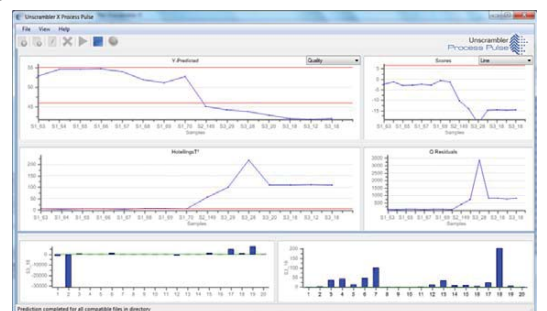
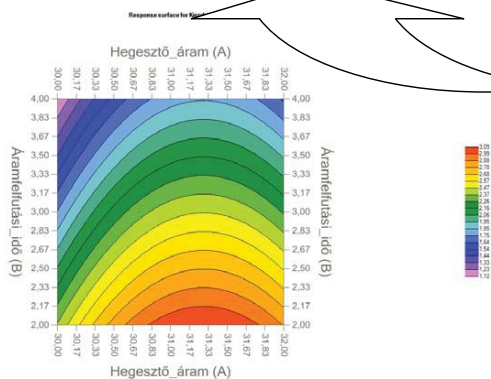


Termelékenység: 33%-kal kisebb idő



Többváltozós optimalizálás

Többváltozós monitoring



Alkalmazási területek

- Gyógyszeripar
- Vegyipar
- Kőolajipar
- Fröccsöntés
- Hegesztés
- Kutatás-fejlesztés
- Marketing

25

**Köszönöm a
figyelmet!**

Elérhetőség: Heinold László
AIB-Vincotte Hungary Kft.
+36-30-212-2748
heinold.laszlo@vincotte.hu

26