

# ***A MEGBÍZHATÓ TÖBBVÁLTOZÓS HATÁS-ELLENŐRZŐ „ANTIRANDOM” MÉRÉSEK HELYETT, A TÉNYLEGES HATÁS-ELLENŐRZŐ TÖBBVÁLTOZÓS MÉRÉSEKET ELLEHETETLENÍTŐ „RANDOMIZÁLÁSRA” TANÍTJÁK MEG A MAGYAR EGYETEMISTÁKAT ÉS FŐISKOLÁSOKAT***

A TÖBBVÁLTOZÓS GTS-ANTIRANDOM HATÁSELLENŐRZŐ- ÉS HATÁSOPTIMALIZÁLÓ MÉRÉSEKRE VONATKOZÓ NEMZETKÖZI SZABADALMAKAT, MÉRÉS AUTOMATIZÁLÓ SOFTWARE ÉS AUTOMATIZÁLT MÉRŐ LÉTESÍTMÉNY TERVEK MEGTEKINTHETŐK: A FÜGGELÉKBEN, VALAMINT A [www.tejfalussy.com](http://www.tejfalussy.com), **GTS-Antirandom rovatban**

**Bizonyíték a többváltozós hatás ellenőrző méréseket lehetetlenítő randomizálás betanítására:**

[http://johanyak.hu/files/u1/segedlet/problemamegoldo\\_modszerek/kiserlet2002\\_2003\\_01.pdf](http://johanyak.hu/files/u1/segedlet/problemamegoldo_modszerek/kiserlet2002_2003_01.pdf)

## **Bevezetés a kísérletmódszertanba**

Johanyák Zsolt Csaba



**Tartalomjegyzék**

<b>1. Bevezetés .....</b>	<b>4</b>
<b>2. A kísérletmódszertan lépései .....</b>	<b>6</b>
2.1. Hibátényezők csökkentése .....	6
<b>3. Kísérlettervezés előkészítése .....</b>	<b>8</b>
3.1. Faktor.....	8
3.1.1. Faktorok osztályozása.....	8
3.1.2. Példák a faktorok kiválasztására.....	9
3.2. Szint.....	10
3.2.1. Jelölésmód.....	10
3.3. Optimalizációs paraméter (minőségi jellemző).....	11
<b>4. Hagyományos faktoriális kísérlettervezési módszerek.....</b>	<b>13</b>
4.1. Faktorszint váltás egyesével (one-by-one módszer).....	13
4.2. Egyfaktoros módszer.....	13
4.2.1. Regresszió elemzés.....	13
4.3. Csoportfaktoros kísérletterv.....	16
4.3.1. Kiértékelés.....	17
4.4. Teljes faktoriális kísérletterv.....	20
4.4.1 Kísérletek kiértékelése .....	21
4.4.2 Egyszerű hatásvizsgálat.....	21
4.5. Részleges faktoriális kísérletterv.....	23
4.5.1. A rátelepítés kockázata.....	24
4.5.2. Tervkészítés az identitás oszlop segítségével.....	25
<b>5. Shainin kísérletmódszertana .....</b>	<b>28</b>
5.1. Elsődleges kiválasztás.....	28
5.1.2. Többváltozós kártyák.....	28
5.1.3. Alkatrész keresés.....	29
5.1.4. Páros összehasonlítás.....	29
5.2. Változók keresése.....	29
5.3. B/C elemzés.....	31
<b>6. Taguchi kísérletmódszertana.....</b>	<b>32</b>
6.1. Veszteségfüggvény.....	32
6.1.1. Számítások Taguchi veszteség függvényével.....	34
6.2. Kölcsönhatás nélküli homogén terv.....	36
6.3. Kölcsönhatásokat tartalmazó homogén terv.....	37
6.4. Szabadon maradó oszlopok.....	38
6.4. Vegyes kísérletek tervezése.....	38
6.4.1. Szintnövelés .....	39
6.4.2. Szintcsökkentés.....	39

## 1. Bevezetés

6.4.3. Szintnövelés és szintcsökkentés kombinált alkalmazása.....	40
6.5. Robusztus tervezés.....	41
6.6. Standard elemzés.....	42
6.6.1. Hatásvizsgálat.....	42
6.6.2. Variancia elemzés (ANOVA).....	43
6.7. Ismétléses kísérletek kiértékelése.....	48
6.7.1. Standard elemzés.....	48
6.7.2. Jel/zaj viszony elemzés.....	48
<b>7. Minőségi változóval jellemezhető gyártási folyamatok elemzése.....</b>	<b>50</b>
<b>8. Válaszfelület módszerek.....</b>	<b>53</b>
8.1. Válaszfelület.....	53
8.2. Lépegetések elve.....	53
8.3. Lépegetések elvén alapuló módszerek.....	54
8.4. Matematikai modell.....	54
<b>9. Gradiens módszer.....</b>	<b>56</b>
9.1. A modell felállítása.....	56
9.2. A gradiens módszer alkalmazása.....	57
<b>10. Szimplex módszer.....</b>	<b>60</b>
10.1. Kezdő szimplex.....	60
10.2. Az új szimplex csúcsa.....	61
10.3. A szimplex módszer előnyös tulajdonságai.....	62
10.4. Példa a szimplex módszer alkalmazására.....	62
<b>Irodalomjegyzék.....</b>	<b>66</b>
<b>Mellékletek.....</b>	<b>67</b>
A $t_{1-\alpha}$ értékek táblázata.....	67
F értékek táblázata 95%-os szintre.....	67
Az F értékek táblázata 99%-os szintre.....	68
Taguchi által javasolt kísérlettervek.....	68
Háromszög táblázatok.....	73
Háromszög táblázat kétszintes oszlopokhoz.....	73
Háromszög táblázat háromszintes oszlopokhoz.....	74
Háromszög táblázat négyszintes oszlopokhoz.....	75

## 1. Bevezetés

A legtöbb technológiánál a sorozatgyártás beállítása bonyolult folyamat. A gépkészítő a feladatot sokéves tapasztalata és beállítási utasítások alapján hajtja végre, amihez támpontot nyújthatnak a katalógusok és az átlagérték táblázatok. A kezdeti beállításokkal próbadarabokat készítenek, méréseket végeznek, módosítgatják a beállításokat mindaddig, míg el nem érik a megkívánt eredményt. Ezt az eljárási módot próbálgatásos módszernek nevezik. Alkalmazása különösen új feladatoknál kritikus, ugyanis ilyenkor nem áll rendelkezésre tapasztalati ismeretanyag.

Egy jól megtervezett módszer lényeges eleme a visszavezethetőség, ami különösen fontos az orvosi és gyógyszerészeti területeken. Ma már az ipari gyakorlatban is jellemző, hogy a megrendelők szállítóiktól nemcsak minőséget követelnek meg, hanem annak bizonyítását is, hogy ezen minőség állandóságát megfelelő intézkedésekkel biztosítják. Így például a Ford a minőségauditok során ellenőrzi, hogy a szállítók alkalmazzák-e a kísérlettervezés módszereit a folyamatok beállítása során.

A gépiparon kívül más iparágakban is megfigyelhetjük, hogy rendszerezett módszereket használnak a folyamatok vizsgálatára. Ennek oka a vizsgálat időtartamában rejlik. Míg egy esztergagép beállításának megváltoztatása egy gyorsan ellenőrizhető eredményt ad, addig a mezőgazdaságban egy kísérlet több évre is kinyúlhat. Éppen ezért ezeken a területeken kénytelenek a tervezésre helyezni a hangsúlyt. A mai kísérlettervezés alapjait Ronald Fischer statisztikai vizsgálatai teremtették meg. A jelenleg elterjedt módszereket alapvetően három csoportba oszthatjuk (1.1. táblázat).

A *faktoriális tervek* lehetővé teszik több faktor egyidejű vizsgálatát. A kísérletek számának elfogadható keretek között tartása érdekében a megvizsgálni kívánt beállítások számát faktoronként legtöbbször kettőre szokták korlátozni. Ez elegendő a faktorok jelentőségének kimutatásához, és sok esetben az optimális beállítási tartomány meghatározásához is. Logikus felépítésük és egyszerű kezelésük következtében ezek a tervek az ipari gyakorlatban jól alkalmazhatóak. Az utóbbi időben egyre népszerűbbek az egyszerűsítő módszerek, mint a Taguchi és Shainin által leírt technikák, amelyek a faktoriális vizsgálatok családjába tartoznak.

A táblázatban szereplő *válaszfelület* módszereket az összefüggések részletekbe menő vizsgálatára és a jelleggörbe mezők modellezésére használják. Az *előre meghatározott* és az *iteratív* kísérleti utasításokon alapuló módszereket különböztetjük meg. Az előre meghatározott kísérleti utasítások lehetővé teszik a jelleggörbe mezők matematikai modelljének felépítését. Itt olyan magasabb szintű kísérleti terveket alkalmaznak, melyek bizonyos ráfordításokat feltételeznek. A lépegetéses módszerek olyan stratégiákat alkalmaznak, melyek lehetővé teszik a folyamat lépésenkénti optimalizálását. Ezen csoport legfontosabb képviselői az evolúciós (fejlődésen alapuló) módszerek, melyek megpróbálják a természet viselkedését leképezni az ipari folyamatokra.

1.1. táblázat		A statisztikai kísérlettervezés	
Faktoriális tervek		Válaszfelület tervek	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faktorszint váltás egyesével</li> <li>• Egyfaktoros</li> <li>• Csoportfaktoros</li> <li>• Teljes faktoriális <math>X^k</math></li> <li>• Részleges faktoriális <math>X^{k-p}</math></li> <li>• Shainin</li> <li>• Taguchi</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gauss-Seidel</li> <li>• Gradiens (Box-Wilson)</li> <li>• Szimplex</li> <li>• Sztochasztikus közelítések módszere</li> </ul>	
Négyzetes tervek			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Latin négyzet</li> <li>• Görög-Latin négyzet</li> <li>• Hiper Görög-Latin négyzet</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Youden négyzet</li> <li>• Lattice négyzet</li> </ul>	

---

## 1. Bevezetés

A *négyzetes terveket*, kettőnél több beállítási lehetőséggel rendelkező faktor (a folyamat valamely állítható paramétere) egyidejű vizsgálatára használják. A faktorok száma korlátozott kell legyen a kezelhetőség érdekében. A végrehajtott kísérletek variancia elemzése (változékonyság elemzése) tájékoztatást ad a faktorok szignifikanciájáról (jelentőségéről).

## 2. A kísérletmódszertan lépései

A statisztikailag tervezett vizsgálatok alkalmazásának lépései az 2.1. táblázatban szerepelnek. Alapvető jelentőségű, hogy a lehető legtöbb szakmai tudás épüljön be a vizsgálatba a hibás tervezés és értelmezés megelőzése érdekében. Itt nagy segítséget jelenthet a korábbi folyamat-megfigyelésekből nyert ismeretanyag.

A vizsgálatot egy részlegközi csoport hajtja végre, amelyben a kísérlettervezés és a statisztika területének szakértői mellett olyanok is részt vesznek, akik jól ismerik az adott folyamat technológiáját. Különös figyelmet kell fordítani arra, hogy a vizsgálat sikeressége nagymértékben függ a gépkezelők együttműködésétől. A különböző részlegek dolgozói közti együttműködés meglepő hatásokat eredményezhet. Gyakran már azáltal is javulás érhető el, hogy a tervezés szakemberei tapasztalatot cserélnek a gyártás szakembereivel.

Minél ügyesebben terveznek meg egy kísérletet, annál kisebb a végrehajtáshoz szükséges ráfordítás, és annál megbízhatóbb a kísérlet kiértékeléséből

levont következtetés. Ennek következtében a tervezés bír a legnagyobb jelentőséggel. A legtöbb ráfordítás a megvizsgálni kívánt faktorok összeállításához és kiválasztásához, valamint a kölcsönhatások becsléséhez szükséges. Ezek lényeges előfeltételei a végrehajtási költségek csökkentésének.

### 2.1. táblázat A kísérletmódszertan lépései

<p><b>Előkészítés</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• faktorok meghatározása           <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ kiválasztás</li> <li>▪ mértékegység</li> <li>▪ mérési pontosság</li> <li>▪ mérési mód</li> </ul> </li> <li>• faktor szintek</li> <li>• optimalizációs paraméter</li> </ul>
<p><b>Tervezés</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kölcsönhatások becslése</li> <li>• kísérlettervezési technika kiválasztása</li> <li>• kísérletterv elkészítése</li> </ul>
<p><b>Végrehajtás</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paraméterek beállítása</li> <li>• Minőségi jellemző meghatározása</li> </ul>
<p><b>Elemzés</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grafikus módszer</li> <li>• statisztikai módszer</li> <li>• optimális faktorszintek meghatározása</li> </ul> <p>vagy</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• visszatérés az előkészítéshez vagy a tervezéshez</li> </ul>
<p><b>Igazoló kísérletek</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tervezés</li> <li>• végrehajtás</li> <li>• kiértékelés</li> </ul>

### 2.1. Hibatényezők csökkentése randomizálás

- ismétlés
  - egy beállítással
  - beállítások változtatásával

A kísérleteket precízen kell végrehajtani. A változó folyamatparaméterek pontos beállítása mellett figyelmet kell szentelni a mértékegységek megállapítására és az előállított termékek jelölésére is. Őrizkedni kell attól, hogy a kísérleti tervet odaadjuk a gépkezelőnek, és az eredményekben vakon megbízunk. Különösképpen nagyobb kísérleti terveknel könnyen hiba csúszhat a végrehajtásba. Emiatt a kísérleteket több szakértő személy jelenlétében kell végrehajtani. Ha a gépkezelőt magára hagyják, akkor ő önhatalmúlag eltérhet a tervtől, és ezt nem dokumentálja. Egy ilyen vizsgálat eredményei semmitmondóak, sőt félrevezetőek lehetnek.

---

## 2. A kísérletmódszertan lépései

A hibás értelmezés megelőzése érdekében elfogadhatósági szempontból a kísérletek eredményét ellenőriztetik technológiai szakértőkkel. A kiértékelés során jó szolgálatot tehetnek a grafikus eljárások, mint pl. a hatásdiagramok.

A kísérleti eredményeket feldolgozás után továbbítják a vezetés felé. Erre jó megoldást jelenthet az elért javítás olyan ábrázolása, mely kiemeli a régi és az új állapot közötti különbséget. Amennyiben lehetséges, a javítást pénzügyi egységben (pl. költségek) fejezik ki. Hatásosan alkalmazható Taguchi veszteségfüggvénye is.

## Mellékletek

### A $t_{1-\alpha}$ értékek táblázata

$\nu$	kétoldali eset		egyoldali eset	
	$t_{0,975}$	$t_{0,995}$	$t_{0,95}$	$t_{0,99}$
1	12,706	63,657	6,314	31,821
2	4,303	9,925	2,920	6,965
3	3,182	5,841	2,353	4,541
4	2,776	4,604	2,132	3,365
5	2,571	4,032	2,015	3,365
6	2,447	3,707	1,943	3,143
7	2,365	3,499	1,895	2,998
8	2,306	3,355	1,860	2,896
9	2,262	3,250	1,833	2,821
10	2,288	3,169	1,812	2,764
11	2,201	3,106	1,796	2,718
12	2,179	3,055	1,782	2,681
13	2,160	3,012	1,771	2,650
14	2,145	2,977	1,761	2,624
15	2,131	2,947	1,753	2,602
16	2,120	2,921	1,746	2,583
17	2,110	2,898	1,740	2,567

$\nu$	kétoldali eset		egyoldali eset	
	$t_{0,975}$	$t_{0,995}$	$t_{0,95}$	$t_{0,99}$
18	2,101	2,878	1,734	2,551
19	2,093	2,861	1,729	2,539
20	2,086	2,845	1,725	2,528
21	2,080	2,831	1,721	2,518
22	2,074	2,819	1,717	2,508
23	2,069	2,807	1,714	2,500
24	2,064	2,797	1,711	2,492
25	2,060	2,787	1,708	2,485
26	2,056	2,779	1,706	2,479
27	2,052	2,771	1,703	2,473
28	2,048	2,763	1,701	2,467
29	2,045	2,756	1,699	2,462
30	2,042	2,750	1,697	2,457
40	2,021	2,704	1,684	2,423
60	2,000	2,660	1,671	2,390
120	1,980	2,617	1,658	2,358
$\infty$	1,960	2,576	1,645	2,326

### F értékek táblázata 95%-os szintre

		A számláló szabadságfoka $\nu_1$											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
A nevező szabadságfoka $\nu_2$	1	161,00	200,00	216,00	225,00	230,00	234,00	236,77	239	240,54	242	246	248
	2	18,5	19	19,2	19,2	19,30	19,3	19,35	19,4	19,38	19,4	19,4	19,4
	3	10,10	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,70	8,66
	4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,86	5,8
	5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,62	4,56
	6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	3,94	3,87
	7	4,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,51	3,44
	8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,22	3,15
	9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,01	2,94
	10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,85	2,77
	15	4,54	3,68	3,29	3,29	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,40	2,33
	20	4,35	3,49	3,10	3,10	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,20	2,12



Johanyák Zsolt Csaba: Bevezetés a kísérletmódszertanba

### Az F értékek táblázata 99% -os szintre

		A számláló szabadságfoka $\nu_1$													
		5	6	7	8	9	10	15	20	30	50	100	200	500	$\infty$
A nevező szabadságfoka $\nu_2$	5	11,0	10,7	10,5	10,3	10,2	10,1	9,72	9,55	9,38	9,24	9,13	9,08	9,04	9,02
	6	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,56	7,40	7,23	7,09	6,99	6,93	6,90	6,88
	7	7,46	7,19	6,99	6,84	6,72	6,62	6,31	6,16	5,99	5,86	5,75	5,70	5,67	5,65
	8	6,63	6,37	6,18	6,03	5,91	5,81	5,52	5,36	5,20	5,07	4,96	4,91	4,88	4,86
	9	6,06	5,80	5,61	5,47	5,35	5,26	4,96	4,81	4,65	4,52	4,42	4,36	4,33	4,31
	10	5,64	5,39	5,20	5,06	4,94	4,85	4,56	4,41	4,25	4,12	4,01	3,96	3,93	3,91
	15	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,52	3,37	3,21	3,08	2,98	2,92	2,89	2,87
	20	4,10	3,87	3,70	3,56	3,46	3,37	3,09	2,94	2,78	2,64	2,54	2,48	2,44	2,42
	30	3,70	3,47	3,30	3,17	3,07	2,98	2,70	2,55	2,39	2,25	2,13	2,07	2,03	2,01
	50	3,41	3,19	3,02	2,89	2,79	2,70	2,42	2,27	2,10	1,95	1,82	1,76	1,71	1,68
	100	3,21	2,99	2,82	2,69	2,59	2,50	2,22	2,07	1,89	1,73	1,60	1,52	1,47	1,43
	200	3,11	2,89	2,73	2,60	2,50	2,41	2,13	1,97	1,79	1,63	1,48	1,39	1,33	1,28
	300	3,08	2,86	2,70	2,57	2,47	2,38	2,10	1,94	1,76	1,59	1,44	1,35	1,28	1,22
	500	3,05	2,84	2,68	2,55	2,44	2,36	2,07	1,92	1,74	1,56	1,41	1,31	1,23	1,16

### Taguchi által javasolt kísérlettervek

Tervtípusok	Oszlopok száma	Szintek száma
$L_4(2^3)$	3	2
$L_8(2^7)$	7	2
$L_{12}(2^{11})$	11	2
$L_{16}(2^{15})$	15	2
$L_{32}(2^{31})$	31	2
$L_9(3^4)$	4	3
$L_{18}(2^1, 3^7)$	1	2
	7	3
$L_{27}(3^{13})$	13	3
$L_{16}(4^5)$	5	4
$L_{32}(2^1, 4^9)$	1	2
	9	4
$L_{64}(2^{63})$	63	2

$L_{12}(2^{11})$											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
3	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2
4	1	2	1	2	2	1	2	2	1	1	2
5	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1
6	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1	1
7	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	1
8	2	1	2	1	2	2	2	1	1	1	2
9	2	1	1	2	2	2	1	2	2	1	1
10	2	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2
11	2	2	1	2	1	2	1	1	1	2	2
12	2	2	1	1	2	1	2	1	2	2	1

$$L_4(2^3)$$

	1	2	3
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	1	2
4	2	2	1

$$L_8(2^7)$$

	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

$$L_{16}(2^{15})$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
3	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
4	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
5	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2
6	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1
7	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1
8	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2
9	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
10	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1
11	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1
12	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2
13	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1
14	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2
15	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2
16	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1

$$L_9(3^4)$$

	1	2	3	4
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

Johanyák Zsolt Csaba: Bevezetés a kísérletmódszertanba

---

$L_{32}(2^{31})$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
4	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
6	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
7	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
8	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
9	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2
10	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1
11	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1
12	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2
13	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1
14	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2
15	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2
16	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1
17	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
18	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
19	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2
20	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2
21	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1
22	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2
23	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2
24	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1
25	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1
26	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1
27	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2
28	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1	1	2	2	1
29	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2
30	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	2	2
31	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1
32	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	1

## Mellékletek

$L_{27}(3^{13})$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	3	3	3
5	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1
6	1	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	2	2
7	1	3	3	3	1	1	1	3	3	3	2	2	2
8	1	3	3	3	2	2	2	1	1	1	3	3	3
9	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1
10	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
11	2	1	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1
12	2	1	2	3	3	1	2	3	1	2	3	1	2
13	2	2	3	1	1	2	3	2	3	1	3	1	2
14	2	2	3	1	2	3	1	3	1	2	1	2	3
15	2	2	3	1	3	1	2	1	2	3	2	3	1
16	2	3	1	2	1	2	3	3	1	2	2	3	1
17	2	3	1	2	2	3	1	1	2	3	3	1	2
18	2	3	1	2	3	1	2	2	3	1	1	2	3
19	3	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2
20	3	1	3	2	2	1	3	2	1	3	2	1	3
21	3	1	3	2	3	2	1	3	2	1	3	2	1
22	3	2	1	3	1	3	2	2	1	3	3	2	1
23	3	2	1	3	2	1	3	3	2	1	1	3	2
24	3	2	1	3	3	2	1	1	3	2	2	1	3
25	3	3	2	1	1	3	2	3	2	1	2	1	3
26	3	3	2	1	2	1	3	1	3	2	3	2	1
27	3	3	2	1	3	2	1	2	1	3	1	3	2

$L_{18}(2^1, 3^7)$

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	2	2	2	2	2	2
3	1	1	3	3	3	3	3	3
4	1	2	1	1	2	2	3	3
5	1	2	1	1	2	2	3	3
6	1	2	3	3	1	1	2	2
7	1	3	1	2	1	3	2	3
8	1	3	2	3	2	1	3	1
9	1	3	3	1	3	2	1	2
10	2	1	1	3	3	2	2	1
11	2	1	2	1	1	3	3	2
12	2	1	3	2	2	1	1	3
13	2	2	1	2	3	1	3	2
14	2	2	2	3	1	2	1	3
15	2	2	3	1	2	3	2	1
16	2	3	1	3	2	3	1	2
17	2	3	2	1	3	1	2	3
18	2	3	3	2	1	2	3	1

Johanyák Zsolt Csaba: Bevezetés a kísérletmódszertanba

---

$L_{32}(2^1, 4^9)$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4
5	1	2	1	1	2	2	3	3	4	4
6	1	2	2	2	1	1	4	4	3	3
7	1	2	3	3	4	4	1	1	2	2
8	1	2	4	4	3	3	2	2	1	1
9	1	3	1	2	3	4	1	2	3	4
10	1	3	2	1	4	3	2	1	4	3
11	1	3	3	4	1	2	3	4	1	2
12	1	3	4	3	2	1	4	3	2	1
13	1	4	1	2	4	3	3	4	2	1
14	1	4	2	1	3	4	4	3	1	2
15	1	4	3	4	2	1	1	2	4	3
16	1	4	4	3	1	2	2	1	3	4
17	2	1	1	4	1	4	2	3	2	3
18	2	1	2	3	2	3	1	4	1	4
19	2	1	3	2	3	2	4	1	4	1
20	2	1	4	1	4	1	3	2	3	2
21	2	2	1	4	2	3	4	1	3	2
22	2	2	2	3	1	4	3	2	4	1
23	2	2	3	2	4	1	2	3	1	4
24	2	2	4	1	3	2	1	4	2	3
25	2	3	1	3	3	1	2	4	4	2
26	2	3	2	4	4	2	1	3	3	1
27	2	3	3	1	1	3	4	2	2	4
28	2	3	4	2	2	4	3	1	1	3
29	2	4	1	3	4	2	4	2	1	3
30	2	4	2	4	3	1	3	1	2	4
31	2	4	3	1	2	4	2	4	3	1
32	2	4	4	2	1	3	1	3	4	2

$L_{64}(2^{63})$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	.	.	.	.	.	63
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
5	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2						
6	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2						
7	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2						
8	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2						
9	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1						
10	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1						
.																
64																

**Háromszög táblázatok**

**Háromszög táblázat kétszintes oszlopokhoz**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
(1)	3	2	5	4	7	6	9	8	11	10	13	
	(2)	1	6	7	4	5	10	11	8	9	14	
		(3)	7	6	5	4	11	10	9	8	15	
			(4)	1	2	3	12	13	14	15	8	
				(5)	3	2	13	12	15	14	9	Stb.
					(6)	1	14	15	12	13	10	
						(7)	15	14	13	12	11	
							(8)	1	2	3	4	
								(9)	3	2	5	
									(10)	1	6	
										(11)	7	
											(12)	

Johanyák Zsolt Csaba: Bevezetés a kísérletmódszertanba

---

**Háromszög táblázat háromszintes oszlopokhoz**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
(1)	3	2	2	6	5	5	9	8	8	12	11	11
	4	4	3	7	7	6	10	10	9	13	13	12
(2)	1	1	8	9	10	5	6	7	5	6	7	
	4	3	11	12	13	11	12	13	8	9	10	
(3)	1	9	10	8	7	5	6	6	7	5		
	2	13	11	12	12	13	11	10	8	9		
(4)	10	8	9	6	7	5	7	5	6			
	12	13	11	13	11	12	9	10	8			
(5)	1	1	2	3	4	2	4	3				
	7	6	11	13	12	8	10	9				
(6)	1	4	2	3	3	2	4					
	5	13	12	11	10	9	8					
(7)	3	4	2	4	3	2						
	12	11	13	9	8	10						
(8)	1	1	2	3	4							
	10	9	5	7	6							
(9)	1	4	2	3								
	8	7	6	5								
(10)	3	4	2									
	6	5	7									
(11)	1	1										
	13	12										
(12)	11											
	...											

Háromszög táblázat négyszintes oszlopokhoz

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
(1)	3	2	2	2	7	6	6	6	11	10
	4	4	3	3	8	8	7	7	12	12
	5	5	6	4	9	9	9	9	13	13
(2)	1	1	1	10	11	12	13	6	7	
	4	3	3	14	15	19	17	14	15	
	5	5	4	18	19	20	21	18	19	
(3)	1	1	11	10	13	12	7	6		
	2	2	16	17	14	15	17	18		
	5	4	21	20	19	18	20	21		
(4)	1	12	13	10	11	8	9			
	2	17	16	15	14	15	14			
	3	19	18	21	20	21	20			
(5)	13	12	11	10	9	8				
	15	14	17	16	16	17				
	20	21	18	19	19	18				
(6)	1	1	1	2	3					
	8	7	7	14	16					
	9	9	8	18	21					
(7)	1	1	3	2						
	6	6	17	15						
	9	8	20	19						
(8)	1	4	5							
	6	15	17							
(9)	5	4								
	16	14								
	19	20								



*Johanyák Zsolt Csaba: Bevezetés a kísérletmódszertanba*

---

## Irodalomjegyzék

- [Adler 1977] Adler, Ju. P.; Markova, E. V.; Granovszkij, Ju., V.: Kísérletek tervezése optimális feltételek meghatározására, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977. ISBN 963 10 1460 6
- [Cobb 1998] Cobb, G. W.: Introduction to design and analysis of experiments, Springer Verlag, New York, 1998. ISBN 0-387-94607-1
- [Cochran 1968] Cochran, W. G.; Cox, G. M.: Experimental Designs, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1968.
- [ConsAct 1993] Minőségügyi módszerek I, ConsAct, Budapest, 1993.
- [Dukáti 1988] Dukáti Ferenc: Termékek matematikai, Statisztikai ellenőrzése, Budapesti Műszaki Egyetem-Mérnöki Továbbképző Intézet, Budapest, 1988. ISBN 963 431 694 8
- [Fridrik 1988] Fridrik László, Csóka János, Maros Zsolt, Orosz László: Faktoriális kísérlettervezés I., Nehézipari Műszaki Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Miskolc, 1988. Ggy.88.179-NME
- [ISO 3534-1:1993] ISO 3534-1:1993 Statistics-Vocabulary and symbols.-Part 1:Probability and general statistical terms.
- [ISO 3534-3:1985] ISO 3534-3:1985 Statistics-Vocabulary and general symbols.-Part 3:Design of experiments.
- [Jeschke 1990] Jeschke, K.; Kerekes, L.; Crisan, L.; Popescu, S.: Metode si instrumente ale asigurarii calitatii, Editura ICPIAF, Cluj-Napoca, 1990.
- [Kamiske 1993] Kamiske, G F.; Brauer, J. P.:Qualitätsmanagement von A bis Z. Erläuterung moderner Begriffe des Qualitätsmanagements, Carl Hanser Verlag, München, 1993.
- [Kemény 1990] Kemény, S.; Deák, A.: Mérések tervezése és eredményeik értékelése, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1990.
- [Kemény 1999] Kemény Sándor, Papp László, Deák András: Statisztikai minőség- (megfelelőség-) szabályozás, Műszaki Könyvkiadó – Magyar Minőség Társaság, Budapest, 1999.
- [Kemény 2000] Kemény Sándor, Deák András: Kísérletek tervezése és értékelése, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2000. ISBN 963 16 3073 0
- [Leist 1996] Leist R.: Qualitätsmanagement. Methoden und Werkzeuge zur Planung und Sicherung der Qualität (nach DIN EN ISO 9000 ff.). WEKA Fachverlag für technische Führungskräfte GmbH, Augsburg, 1996.
- [Quentin 1994] Quentin, H.: Versuchsmethoden im Qualitäts-Engineering, Friedr. Vieweg & Sohn Verlag, Braunschweig, 1994. ISBN 3-528-06543-5
- [Roy 1993] Roy, R. K.: A primer on the Taguchi method, Van Nostrand Reinhold, New York, 1993.

**Függelék:**

**A TEJFALUSSY ANDRÁS MÉRÉSTUDOMÁNYI NEMZETKÖZI SZABADALMAI SZERINTI GTS-ANTIRANDOM SOKVÁLTOZÓS HATÁSVIZSGÁLATI ÉS OPTIMALIZÁLÁSI IBÁZISSOFTWARE**

**GTS-Antirandom kutatás-gyorstító és optimalizáló bázis software:**

Kód: TGR-102a

TEJFALUSSY ANDRÁS  
elnök

Az ANTIRANDOM TUDOMÁNY elvi alapjai

Licencijogok



Mezőgazdaság  
TGR-102/12

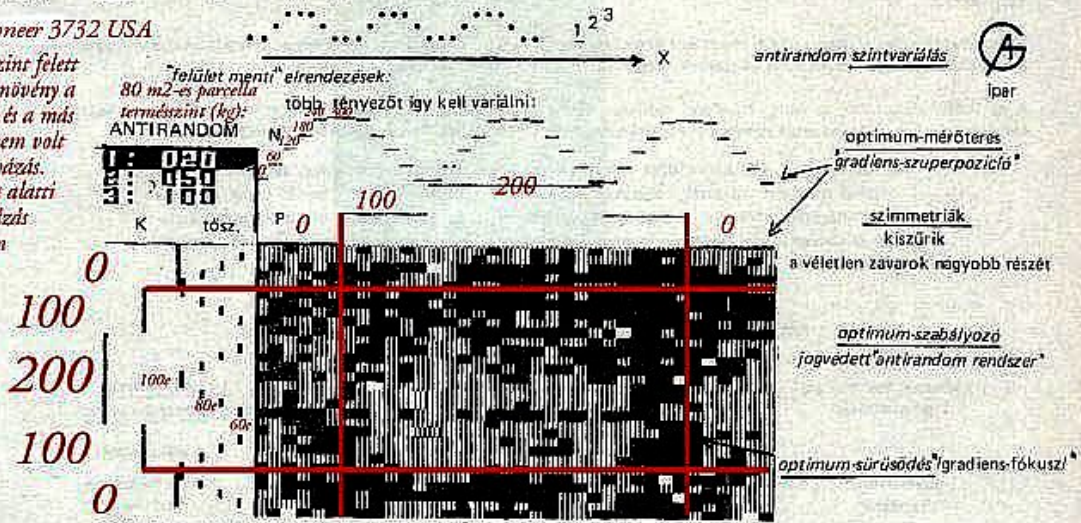
AGROANAL PJT

1036 BUDAPEST  
Lajos u. 115. III. 1B.  
Tel.: 682-532

Az antirandom elrendezésnél a mért objektumok a szomszédjait nem zavarva, azok közé harmónikusan illeszkedve vesznek részt a mérésekben, így a "kezelések" az objektumokat befolyásoló hatások / optimuma zavartalan mérhető és pontosan beállítható, / nagyüzemileg is / jól reprodukálható. Emiatt - más rendszerekhez képest - a hatékonyság többszörös, / Az értelmetlenül zavarosított "szomszédviszony" random-elrendezés". A vonal menti antirandom elrendezésnél az egyes kezeléseknél megfelelő "tényezők" különböző intenzitású hatással folyamatosan / vagy folytonos lépcsőzetességgel / követik egymást, egy vagy több ismétlésben!

Kukoricafajta: Pioneer 3732 USA

125 q/ha természní felett ott lett toleráns a növény a talaj változásaira és a más hatásokra is, ha nem volt káliumos műtrágyázás. Csak a 100 kg/ha alatti foszforos műtrágyázás nem volt sehol sem mérgező!



Kizárólag üzemi gépekkel kezelve:  
N = 0,60,120,180,240,300 kg/ha  
P = 0,100,200 kg/ha  
K = 0,100,200 kg/ha  
Töszám: 60,70,80,90,100 ezertha  
Összesen 1080 antirandom-szimmetriás parcella (+ a pufferek)  
Betakarítás: parcella mérő adapteres üzemi kombinállal

125q/ha természní felett ez a kukoricafajta 80-90 ezertha vetési töszámnál lett legtoleránsabb a többi környezeti hatásra!

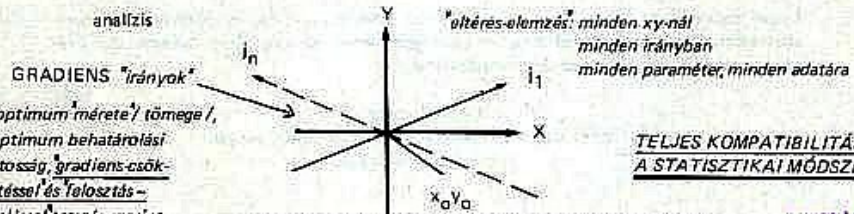
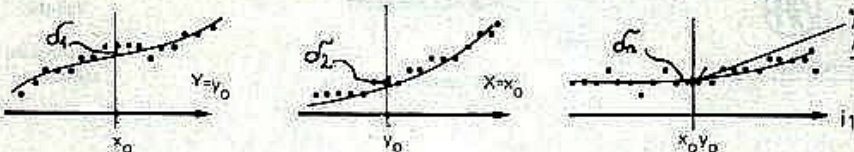
1982-ben végeztük a mérést, EBESÉN, (a KITE részére).

TETSZŐLEGES TÉNYEZŐ-ÉS KOMBINÁCIÓ SZÁM TREND-ÉS VÉLETLEN ELOSZLÁSÚ ZAVAROKKAL TERHELT TEREBEN IS MŰKÖDŐKÉPES!

szántóföldi "mérőter" sokoldalú gradiens-kombinációs mérőter-elem legkülönbözőbb célokra

gradiens-fókusz-os "fótron" rendszerek

A "szomszéd" objektumokon mért adatokat a speciális értékelés oly módon egyeztetni egymással, hogy minden irányban meghatározza a függvény menetek és a függvénytr ülkező egyes érték-kombinációk, és ezek különböző csoportjai illeszkedését egy-egy függvénynél és ezt követően egymáshoz képest..

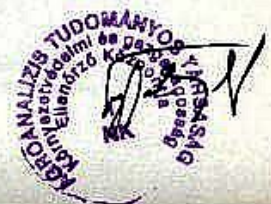


Az optimum "mérete" tömege /, az optimum behatárolási pontosság, gradiens-csökkenéssel és Tolozás-növeléssel tetszés szerint növelhető.

Aszomszédos objektumok adatai statisztikailag összesítve, külön minden tényező-kombinációnál, egyetlen "mérőterből".

Minden kombinációnál az összes többi is "statisztikailag" figyelembevehető. /megtakarítások/.

**TELJES KOMPATIBILITÁS A STATISZTIKAI MÓDSZEREKKEL**



All Rights Reserved!

Verőce, 2009. 09. 21. Tejfalussy Pályázati Software Apport PJT

feladó:**András Tejfalussy** <tudomanyos.rendorseg.pjt@gmail.com>  
címezett:Lovász László MTA elnök <info@titkarsag.mta.hu>  
illesz <illesz@ceu.hu>;  
másolat:hemtczok <hemtczok@gmail.com>;  
kap:"fuleky.gyorgy" <fuleky.gyorgy@mkk.szie.hu>;  
Zsolt Rajkai <zsolt.rajkai@gmail.com>

titkos

másolat: ' ' '

dátum:2018. március 31. 16:04

BÜNTETŐBÍRÓSÁGI ELJÁRÁST INDÍTVÁNYOZOK MINDAZOKKAL SZEMBEN, AKIK A  
tárgy:RANDOMIZÁLÁSRA BETANÍTÁSSAL LEHETETLENÍTIK A SZÜKSÉGES SOKVÁLTOZÓS  
HATÁSELLENŐRZŐ MÉRÉSEKET !  
küldő:gmail.com