

Taguchi- esimerkki vuokaprosessin optimoinnissa

Aivan ensimmäiseksi on valittava selkeästi mitattava asia, jota tuotteesta mitataan. Mittaustulos tulee olla sellainen, joka kertoo tutkittavan asian muutoksesta, jos sitä tapahtuu. Prosessin on myös oltava vakaa, jotta optimointi voidaan suorittaa.

Kyseisessä tapauksessa on valittu tutkittavaksi arvoksi virheiden määrä per vuoka. Otokokona on päätetty käyttää 50 vuokaa. Tuotannossa yleensä havaitaan tuotteeseen jollain tapaa vaikuttavia seikkoja tai ajoarvoja. Näitä muuttamalla voidaan tutkia, kuinka ajoarvot yhdessä vaikuttavat mitattavaan arvoon. Tässä tapauksessa valitaan ortogonaalimatriisista L9. Siinä on neljä eri tekijää, joilla kaikilla on kolme eri tasoa. Yhdeksi tasoksi valitaan nyt tämän hetkiset ajoarvot, toiseen pienemmät, ja kolmanteen suuremmat kuin ennen. Valitut arvot valituille parametreille näkyy alla olevassa taulukossa 1. Valittujen arvojen on oltava sellaisia, joilla koeajon voi suorittaa onnistuneesti.

| Tuote | vuoka | | | | |
|---------|-----------------|--------|--------|--------|---------|
| Ongelma | Virheiden määrä | | | | |
| Tekijä | | TASO 1 | TASO 2 | TASO 3 | Yksikkö |
| A | Parametri 1 | 80,0 | 90,0 | 100,0 | Ton |
| B | Parametri 2 | 2,8 | 3,2 | 4,0 | Bar |
| C | Parametri 3 | 120,0 | 162,0 | 180,0 | °C |
| D | Parametri 4 | 2 | 4 | 6 | bar |

Taulukko 1 Tekijät ja tasot

Matriisin valinnassa määräytyy myös koejärjestelyt. Koejärjestely on sellainen, että se teoriassa vastaa mahdollisimman hyvin testausta, jossa olisi kokeiltu kaikkia mahdollisia variaatioita kyseisillä arvoilla. Tässä tapauksessa kokeita tulisi $3^4 = 81$ mutta nyt vain 9. Alla näkyy koejärjestelytaulukko eli Taulukko 2, josta selviää mitkä arvot mihinkin koeajoon pitää valita. Taulukossa 3 on sijoitettu valitut arvot koejärjestelytaulukkoon. Tämän jälkeen voidaan ryhtyä suorittamaan ajoja käytännössä.

| Koe | A | B | C | D |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Nro | Parametri 1 | Parametri 2 | Parametri 3 | Parametri 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 |

Taulukko 2 Koejärjestelyt

| Koe | A | B | C | D |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Nro | Parametri 1 | Parametri 2 | Parametri 3 | Parametri 4 |
| 1 | 80,0 | 2,8 | 120,0 | 2 |
| 2 | 80,0 | 3,2 | 162,0 | 4 |
| 3 | 80,0 | 4,0 | 180,0 | 6 |
| 4 | 90,0 | 2,8 | 162,0 | 6 |
| 5 | 90,0 | 3,2 | 180,0 | 2 |
| 6 | 90,0 | 4,0 | 120,0 | 4 |
| 7 | 100,0 | 2,8 | 180,0 | 4 |
| 8 | 100,0 | 3,2 | 120,0 | 6 |
| 9 | 100,0 | 4,0 | 162,0 | 2 |

Taulukko 3 Koejärjestelyt arvoineen

Koeajoa tehdessä tulee valmistetut kappaleet merkitä huolellisesti jatkotutkintaa varten. Kun taulukon 3 mukaan ajot on suoritettu, niistä pitää mitata sovitulla järjestelmällisellä tavalla virhekohtat. Virhekohtien määrät kirjataan Taulukkoon 4.

Taulukosta 4 lasketaan keskiarvot jokaisesta koeajosta. Keskiarvoista voi jo nähdä suuntaa antavasti mikä ajo on ollut paras näistä ajetuista yhdeksästä ajosta.

| Kappale nro | Ajo 1 | Ajo2 | Ajo 3 | Ajo 4 | Ajo 5 | Ajo 6 | Ajo 7 | Ajo 8 | Ajo 9 |
|-------------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 |
| 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 |
| 3 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 8 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 10 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 13 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 14 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 16 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 17 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 18 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 19 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 20 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 21 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 22 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 23 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 26 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 29 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 |
| 30 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 31 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 32 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 |
| 33 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 34 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 35 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 36 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 37 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 38 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 39 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 40 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 41 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 42 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 46 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 47 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 48 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 49 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 50 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Keskiarvo | 0,42 | 0,653061 | 0,24 | 0,12 | 0,16 | 0,88 | 0,02 | 1,08 | 1,04 |
| Yhteensä | 21 | 32 | 12 | 6 | 8 | 44 | 1 | 54 | 52 |

Taulukko 4 Taulukointi ja tulokset

Taulukon 5 luvut kuvaavat kyseisellä tasolla ajettujen kappaleiden tutkittujen virheiden määrää yksiköllä virheiden määrä/kpl. Taulukossa siis pieni luku kuvaa hyvää kappaletta. Tämän tyyppistä testiä kutsutaan ”Pienempi on parempi” –tyypiksi. Taulukossa 5 on laskettu keskiarvot kaikista niistä koeajokeskiarvoista, joissa kyseistä parametriä on käytetty. Esimerkiksi tason 1 lukema 0,438 tulee koeajojen 1,2 ja 3 (0,42,0,653, 0,24) keskiarvoista. Kyseisissä koeajoissa käytettiin parametriä 1 tasolla 1. Suositus rivillä on paras vaihtoehto kolmesta. Nämä suositukset yhdistettynä saadaan testin suosittelat ajoarvot jotka olisivat tässä tapauksessa A2, B1, C3 ja D3. Näillä arvoilla kannattaa tietenkin kokeilla ajaa koeajo. Pyrkimyksenähän on, että virheitä olisi vähemmän kuin lähtötilanteessa. Painoarvo tässä tarkoittaa kolmen tason välistä eroavaisuutta. Esimerkiksi kohdassa parametri 2 taso 1 on selkeästi pienempi kuin kaksi muuta. Silloin se kannattaa ehdottomasti valita. Sen virheitä estävä vaikutus on suuri. Kohdassa parametri 1, kaikki luvut ovat melko vastaavanlaisia. Tästä voisi päätellä, että näillä parametrien arvoilla ei ollut juurikaan vaikutusta virheiden syntymisen lisääntymisessä tai vähentymisessä. Tosin kaikki arvot voivat olla vieläkin väärin. Tämä voidaan tarkistaa ajamalla uusi ajo näillä saaduilla arvoilla.

| | A | B | C | D |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Tekijä | Parametri 1 | Parametri 2 | Parametri 3 | Parametri 4 |
| TASO 1 | 0,438 | 0,187 | 0,793 | 0,540 |
| TASO 2 | 0,387 | 0,631 | 0,604 | 0,518 |
| TASO 3 | 0,713 | 0,720 | 0,140 | 0,480 |
| Paras | 0,387 | 0,187 | 0,140 | 0,480 |
| Suositus | A2 | B1 | C3 | D3 |
| Painoarvo | | | | |

Taulukko 5 Keskiarvovastetaulu ja vaikutukset