

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

ผลของงานวิจัยจะแบ่งออกเป็นส่วน ๆ คือ การทดสอบกับโมเดลของปัญหาที่มีจำนวนปัจจัยอิสระ 2-5 ปัจจัย และการนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริง โดยจะนำวิธีการต่าง ๆ ที่ได้มาสรุปเปรียบเทียบข้อดีและข้อด้อย โดยพิจารณาจากผลลัพธ์จาก 3 วิธีการ คือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ค่าอัตราส่วนเอสต่อเอ็น (S/N Ratio) ซึ่งในแต่ละปัญหาจะทำการทดสอบทั้งสิ้นจำนวน 15 ครั้ง โดยค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะคำนวณจาก $n = 15$ ส่วน S/N ratio จะใช้ค่าเฉลี่ยของ S/N ratio จากชุดข้อมูล 3 ส่วน และ $n = 5$

ตารางที่ 4.1 วิธีการและสูตรคำนวณการเปรียบเทียบ S/N ratio

| Methods | S/N ratio formulas | Optimization |
|-------------------|---|--------------|
| Larger is better | $S/N = -10 \cdot \log(\Sigma(1/Y^2)/n)$ | Maximization |
| Smaller is better | $S/N = -10 \cdot \log(\Sigma(Y^2)/n)$ | Minimization |

4.1. การทดสอบกับโมเดลของปัญหา

การทดสอบเริ่มจากการกำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นแต่ละอัลกอริทึม โดยแต่ละอัลกอริทึมจะทำการสุ่มจุดเริ่มต้น จากนั้นจะทำการทดสอบและหาค่าที่เหมาะสมที่สุด 8 สมการ ดังนี้

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดฟังก์ชัน และ สมการทางคณิตศาสตร์ของโมเดลปัญหา

| Function | Variable | Formula |
|-----------------|----------|--|
| Branin | 2 | $f(x) = 5 - \log_{10}[(x_2 - \frac{5.1}{4\pi^2} x_1^2 + \frac{5}{\pi} x_1 - 6)^2 + (10 - \frac{5}{4\pi} \cos(x_1)) + 10]$ |
| Camelback | 2 | $f(x) = 10 - \log_{10}[x_1^2 (4 - 2.1x_1^2 + \frac{1}{3}x_1^4) + x_1x_2 + 4x_2^2(x_2^2 + 1)]$ |
| Goldstein-Price | 2 | $f(x) = 10 + \log_{10}\{1 / \{1 + (1 + x_1 + x_2)^2(19 - 14x_1 + 3x_1^2 - 14x_2 + 6x_1x_2 + 3x_2^2)\} * \{30 + (2x_1 - 3x_2)^2(18 - 32x_1 + 12x_1^2 + 48x_2 - 36x_1x_2 + 27x_2^2)\}\}$ |
| Parabolic | k | $f(x) = 12 - \sum_{j=1}^k [(-x_j)^2 / 100]$ |
| Rastrigin | k | $f(x) = 80 - [20 + \sum_{i=1}^n x_i^2 - 10(\sum_{i=1}^n \cos 2\pi x_i)]$ |

| Function | Variable | Formula |
|------------|----------|---|
| Rosenbrock | k | $f(x) = 70 \left[\left(20 - \left(-x_1 / a_1 \right)^2 + \sum_{j=2}^k \left[\left(x_j / a_j \right) - \left(x_1 / a_1 \right)^2 \right]^2 \right) + 150 \right] / 170 + 10$ |
| Shekel | k | $f(x) = 100 \sum_{i=1}^n \frac{1}{c_i + \sum_{j=1}^k (x_j - a_{ij})^2}$ |
| Styblinski | k | $f(x) = 275 - \left[\left(\frac{x_1^4 - 16x_1^2 + 5x_1}{2} \right) + \left(\frac{x_2^4 - 16x_2^2 + 5x_2}{2} \right) + \sum_{i=3}^k (x_i - 1)^2 \right]$ |

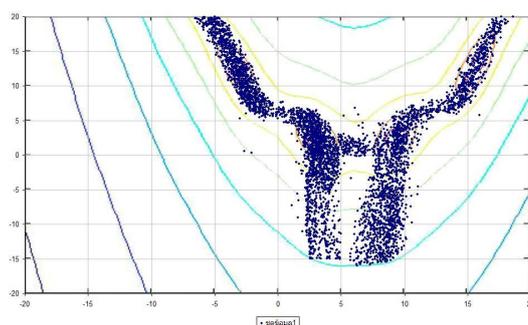
พร้อมทั้งใส่สิ่งรบกวนที่เข้าในระบบโดยมีการกระจายแบบปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.12 และ 3 ตามลำดับ และจำนวนการทดลอง 15 ครั้ง ต่อ 1 สมการ ต่อ 1 ค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสิ่งรบกวน

4.1.1. การทดสอบผ่านสมการที่มีปัจจัยอิสระ 2 ปัจจัย

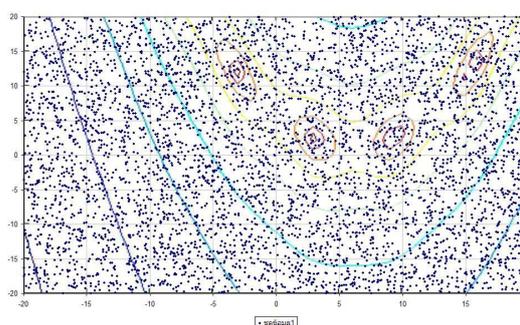
การทดลองและผลตอบสนองของวิธีสตีเฟสแอสเซนท์สำหรับกรณี 2 ปัจจัย ผ่านทางสมการ ได้ผลดังตารางด้านล่าง

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบ Branin 2 ปัจจัย ด้วยวิธีสตีเฟสแอสเซนท์

| Factor = 2 | Branin | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 46478.7 | 0:00:04 | 5.912 | 8607.2 | 0:00:24 | 7.789 | 8549.2 | 0:00:24 | 10.282 | 8557.27 | 0:00:24 | 13.158 |
| Std. Dev. | 323.967 | 0:00:00 | 0.010 | 59.4369 | 0:00:01 | 0.511 | 71.7647 | 0:00:01 | 0.714 | 50.5236 | 0:00:01 | 0.916 |
| Max | 46986 | 0:00:04 | 5.921 | 8707 | 0:00:25 | 8.958 | 8663 | 0:00:25 | 11.516 | 8640 | 0:00:25 | 15.226 |
| Min | 45894 | 0:00:03 | 5.890 | 8465 | 0:00:24 | 7.056 | 8418 | 0:00:24 | 9.164 | 8452 | 0:00:24 | 12.099 |
| S/N ratio | - | - | 15.435 | - | - | 17.791 | - | - | 20.190 | - | - | 22.329 |



Standard Deviation = 0

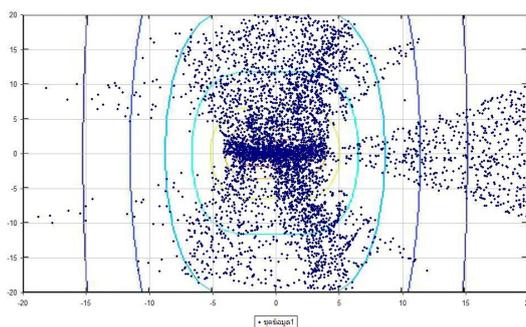


Standard Deviation = 3

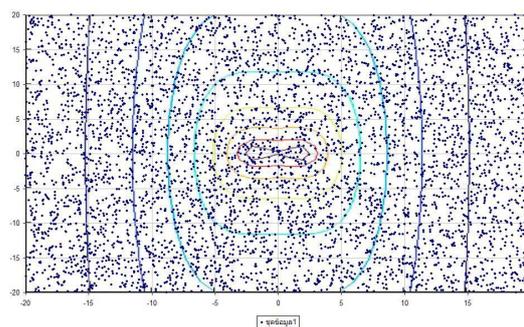
ภาพที่ 4.1 ผลการทดสอบ Branin 2 ปัจจัย ด้วยวิธีสตีเฟสแอสเซนท์

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบ Camelback 2 ปัจจัย ด้วยวิธีสตีฟเพสแอสเซนท์

| Factor = 2 | Camelback | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 40033.9 | 0:00:04 | 15.018 | 8807.07 | 0:00:24 | 13.824 | 8619.8 | 0:00:24 | 15.170 | 8629.8 | 0:00:24 | 16.414 |
| Std. Dev. | 287.15 | 0:00:01 | 1.329 | 60.8962 | 0:00:00 | 1.511 | 68.6754 | 0:00:00 | 1.038 | 50.3249 | 0:00:00 | 1.233 |
| Max | 40688 | 0:00:04 | 19.099 | 8910 | 0:00:25 | 17.448 | 8726 | 0:00:24 | 17.279 | 8719 | 0:00:24 | 18.397 |
| Min | 39678 | 0:00:03 | 13.324 | 8681 | 0:00:24 | 11.474 | 8501 | 0:00:23 | 14.075 | 8562 | 0:00:23 | 14.194 |
| S/N ratio | - | - | 23.454 | - | - | 22.682 | - | - | 23.575 | - | - | 24.237 |



Standard Deviation = 0

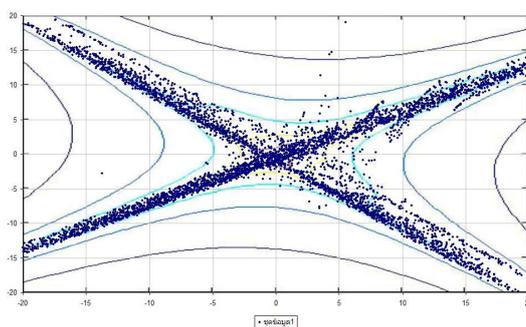


Standard Deviation = 3

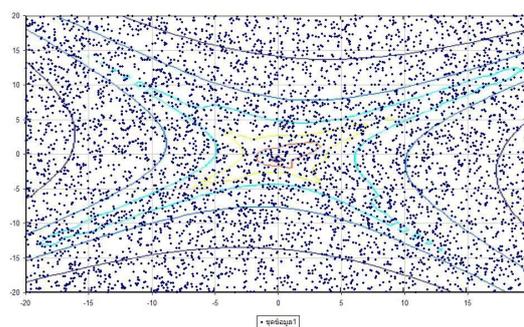
ภาพที่ 4.2 ผลการทดสอบ Camelback 2 ปัจจัย ด้วยวิธีสตีฟเพสแอสเซนท์

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบ Goldstein-Price 2 ปัจจัย ด้วยวิธีสตีฟเพสแอสเซนท์

| Factor = 2 | Goldstein-Price | | | | | | | | | | | |
|------------|-----------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield | ครั้ง | เวลา | Yield | ครั้ง | เวลา | Yield | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 30577.7 | 0:00:03 | 8.603 | 9558.27 | 0:00:25 | 8.817 | 8842.13 | 0:00:24 | 9.335 | 8709 | 0:00:24 | 11.751 |
| Std. Dev. | 181.883 | 0:00:01 | 0.214 | 88.8936 | 0:00:01 | 0.913 | 66.1717 | 0:00:00 | 1.016 | 74.3351 | 0:00:00 | 1.359 |
| Max | 30825 | 0:00:04 | 8.891 | 9704 | 0:00:25 | 11.032 | 8971 | 0:00:25 | 12.094 | 8858 | 0:00:24 | 13.786 |
| Min | 30208 | 0:00:03 | 8.172 | 9344 | 0:00:24 | 7.635 | 8758 | 0:00:24 | 7.516 | 8595 | 0:00:24 | 9.352 |
| S/N ratio | - | - | 18.687 | - | - | 18.787 | - | - | 19.271 | - | - | 21.240 |



Standard Deviation = 0

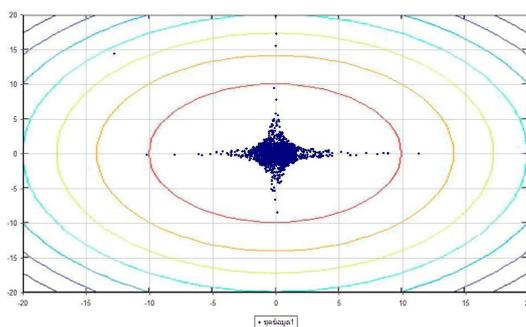


Standard Deviation = 3

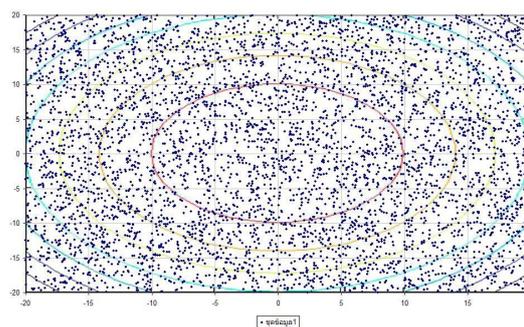
ภาพที่ 4.3 ผลการทดสอบ Goldstein-Price 2 ปัจจัย ด้วยวิธีสตีฟเพสแอสเซนท์

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบ Parabolic 2 ปัจจัย ด้วยวิธีสเติฟเฟสแอสเซนท์

| Factor = 2 | Parabolic | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 52217.1 | 0:00:04 | 12.000 | 8626 | 0:00:24 | 15.035 | 8581.4 | 0:00:24 | 18.814 | 8573.67 | 0:00:24 | 22.216 |
| Std. Dev. | 263.408 | 0:00:00 | 0.000 | 72.9618 | 0:00:00 | 0.254 | 54.3412 | 0:00:00 | 0.947 | 60.0151 | 0:00:00 | 0.788 |
| Max | 52693 | 0:00:04 | 12.000 | 8746 | 0:00:24 | 15.514 | 8650 | 0:00:24 | 21.691 | 8680 | 0:00:24 | 23.903 |
| Min | 51772 | 0:00:03 | 12.000 | 8496 | 0:00:23 | 14.726 | 8447 | 0:00:23 | 18.017 | 8438 | 0:00:23 | 20.829 |
| S/N ratio | - | - | 21.584 | - | - | 23.539 | - | - | 25.465 | - | - | 26.923 |



Standard Deviation = 0

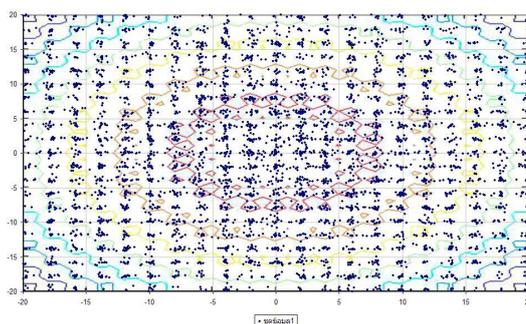


Standard Deviation = 3

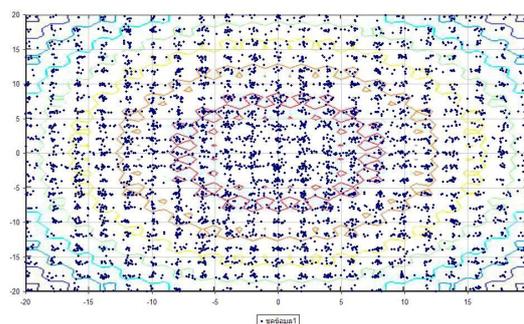
ภาพที่ 4.4 ผลการทดสอบ Parabolic 2 ปัจจัย ด้วยวิธีสเติฟเฟสแอสเซนท์

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบ Rastrigin 2 ปัจจัย ด้วยวิธีสเติฟเฟสแอสเซนท์

| Factor = 2 | Rastrigin | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|---------|---------|---------------|---------|---------|---------------|---------|---------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield | ครั้ง | เวลา | Yield | ครั้ง | เวลา | Yield | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 17660.4 | 0:00:03 | 99.038 | 17621.3 | 0:00:30 | 100.170 | 17470 | 0:00:30 | 100.796 | 16910.1 | 0:00:29 | 101.734 |
| Std. Dev. | 155.103 | 0:00:00 | 0.952 | 113.965 | 0:00:01 | 1.223 | 72.1685 | 0:00:01 | 1.021 | 159.077 | 0:00:00 | 2.175 |
| Max | 17938 | 0:00:03 | 99.991 | 17796 | 0:00:30 | 103.253 | 17583 | 0:00:30 | 103.142 | 17175 | 0:00:30 | 107.135 |
| Min | 17427 | 0:00:02 | 96.989 | 17391 | 0:00:29 | 98.456 | 17321 | 0:00:29 | 99.784 | 16572 | 0:00:29 | 98.823 |
| S/N ratio | - | - | 39.915 | - | - | 40.013 | - | - | 40.068 | - | - | 40.144 |



Standard Deviation = 0

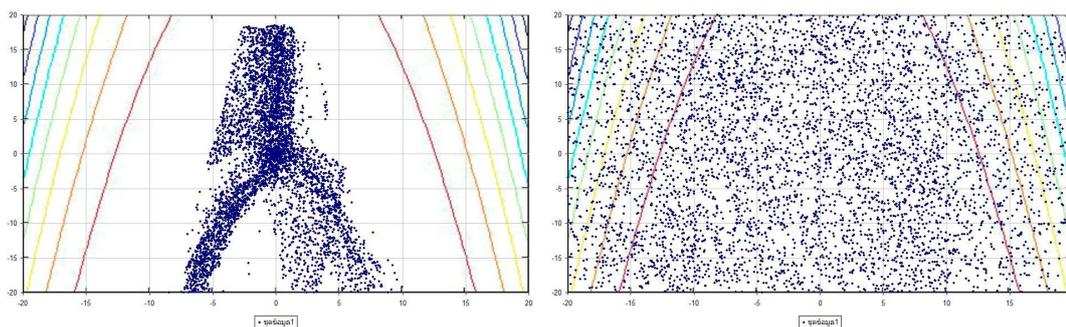


Standard Deviation = 3

ภาพที่ 4.5 ผลการทดสอบ Rastrigin 2 ปัจจัย ด้วยวิธีสเติฟเฟสแอสเซนท์

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบ Rosenbrock 2 ปัจจัย ด้วยวิธีสตีเฟสแอสเซนท์

| Factor = 2 | Rosenbrock | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 37944.3 | 0:00:04 | 80.000 | 21068.3 | 0:00:33 | 83.417 | 15803.7 | 0:00:29 | 86.794 | 12769.8 | 0:00:27 | 90.386 |
| Std. Dev. | 247.277 | 0:00:00 | 0.000 | 262.2 | 0:00:01 | 0.252 | 254.045 | 0:00:00 | 0.638 | 150.338 | 0:00:00 | 1.170 |
| Max | 38225 | 0:00:04 | 80.000 | 21421 | 0:00:33 | 83.865 | 16339 | 0:00:29 | 88.028 | 12995 | 0:00:27 | 93.822 |
| Min | 37541 | 0:00:03 | 80.000 | 20622 | 0:00:32 | 83.045 | 15405 | 0:00:28 | 85.800 | 12529 | 0:00:26 | 89.056 |
| S/N ratio | - | - | 38.062 | - | - | 38.425 | - | - | 38.769 | - | - | 39.120 |



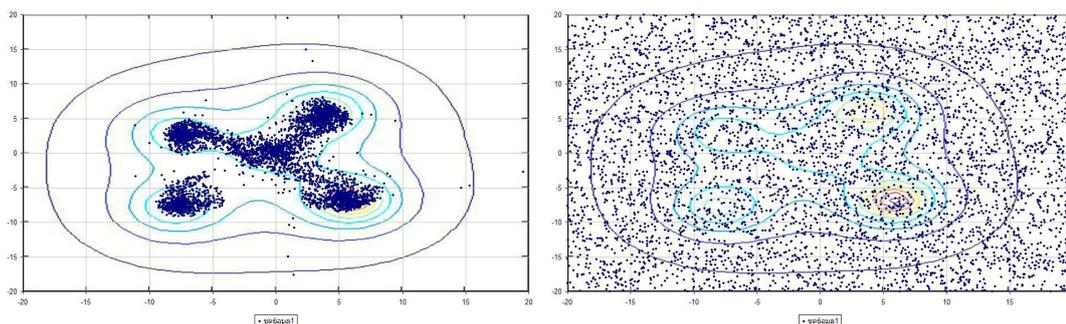
Standard Deviation = 0

Standard Deviation = 3

ภาพที่ 4.6 ผลการทดสอบ Rosenbrock 2 ปัจจัย ด้วยวิธีสตีเฟสแอสเซนท์

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบ Shekel 2 ปัจจัย ด้วยวิธีสตีเฟสแอสเซนท์

| Factor = 2 | Shekel | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 39653.3 | 0:00:05 | 18.980 | 8921.47 | 0:00:25 | 20.428 | 8667.33 | 0:00:25 | 22.297 | 8609.47 | 0:00:25 | 24.461 |
| Std. Dev. | 286.487 | 0:00:00 | 0.001 | 85.6403 | 0:00:00 | 0.569 | 57.4663 | 0:00:00 | 1.161 | 67.0617 | 0:00:01 | 1.394 |
| Max | 40123 | 0:00:05 | 18.980 | 9105 | 0:00:25 | 21.351 | 8804 | 0:00:25 | 24.656 | 8725 | 0:00:25 | 27.222 |
| Min | 39222 | 0:00:05 | 18.978 | 8814 | 0:00:24 | 19.439 | 8581 | 0:00:24 | 20.547 | 8486 | 0:00:24 | 21.568 |
| S/N ratio | - | - | 25.566 | - | - | 26.197 | - | - | 26.933 | - | - | 27.737 |



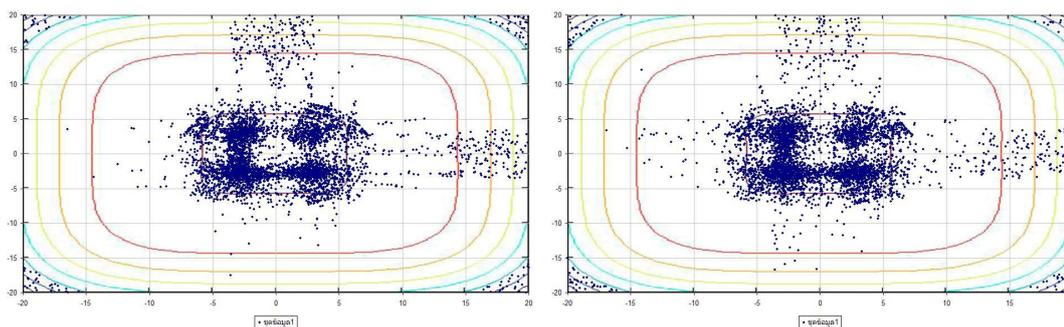
Standard Deviation = 0

Standard Deviation = 3

ภาพที่ 4.7 ผลการทดสอบ Shekel 2 ปัจจัย ด้วยวิธีสตีเฟสแอสเซนท์

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบ Styblinski 2 ปัจจัย ด้วยวิธีสเตียเฟสแอสเซนท์

| Factor = 2 | Styblinski | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|---------|---------------|---------|---------|---------------|---------|---------|---------------|---------|---------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 41349.1 | 0:00:04 | 353.311 | 41531.4 | 0:00:46 | 354.941 | 41374.1 | 0:00:46 | 357.289 | 41407.2 | 0:00:46 | 359.769 |
| Std. Dev. | 175.801 | 0:00:01 | 0.026 | 305.104 | 0:00:00 | 0.510 | 254.832 | 0:00:00 | 0.847 | 415.199 | 0:00:00 | 1.561 |
| Max | 41570 | 0:00:04 | 353.331 | 42246 | 0:00:47 | 356.467 | 41784 | 0:00:46 | 359.224 | 42445 | 0:00:47 | 363.848 |
| Min | 40960 | 0:00:03 | 353.228 | 41108 | 0:00:45 | 354.335 | 40954 | 0:00:46 | 356.123 | 40817 | 0:00:45 | 357.284 |
| S/N ratio | - | - | 50.963 | - | - | 51.003 | - | - | 51.060 | - | - | 51.120 |



Standard Deviation = 0

Standard Deviation = 3

ภาพที่ 4.8 ผลการทดสอบ Styblinski 2 ปัจจัย ด้วยวิธีสเตียเฟสแอสเซนท์

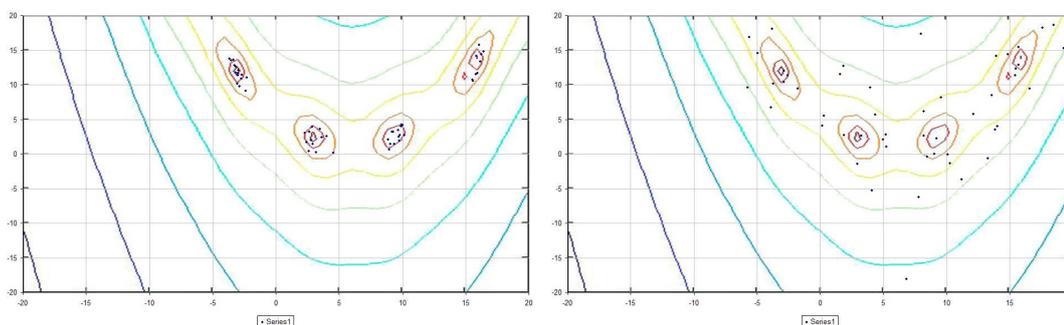
จากผลการทดลอง กรณี 2 ปัจจัย พบว่าค่าเฉลี่ยของผลตอบสนองที่เหมาะสมที่สุด ที่หาได้ภายใต้สิ่งรบกวน 0 - 3 ไม่แตกต่างกันในแต่ละสมการทั้งหมด สังเกตเห็นว่า ผลตอบสนองเฉลี่ยภายใต้สิ่งรบกวนต่ำ อาจจะมีค่าน้อยกว่าภายใต้สิ่งรบกวนสูงตามลำดับ เนื่องจากในแต่ละครั้งของการทดลองภายใต้สิ่งรบกวนต่ำ ผลตอบสนองที่ได้จะมีค่าแตกต่างกันไม่มาก ทำให้การทดลองเป็นไปตามเงื่อนไขในการหยุดเร็วกว่าภายใต้สิ่งรบกวนสูง จำนวนครั้งของการเก็บตัวอย่างภายใต้สิ่งรบกวนต่ำจะมากขึ้นกว่าวิธีอื่น ๆ เนื่องจากอัลกอริทึมจะทำงานไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้จุดบริเวณ **Global point** ส่วนในสภาพสิ่งรบกวนสูงจะทำให้อัลกอริทึมทำงานนานขึ้น และหยุดทำงานที่จำนวนครั้งน้อยกว่า กล่าวคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลลัพธ์ทำให้เกิดการนำผลลัพธ์ที่เป็น **Local point** นั้นมาใช้สรุปผล ซึ่งสามารถดูได้จากการกระจายของจุดในแต่ละซ้ำ ในแต่ละ **Model**

สิ่งที่น่าสังเกตจาก **Model** ทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันทั้ง 8 แบบ พบว่ารูปแบบสมการที่มีความซับซ้อนมาก ๆ สามารถส่งผลให้อัลกอริทึมของวิธีสเตียเฟสแอสเซนท์หยุดทำงานเร็วขึ้นตามลำดับความซับซ้อน เหมือนกับผลที่ได้ในกรณีที่มีสิ่งรบกวนในระบบสูง

การทดลองและผลตอบสนองของวิธีซิมูเลทเตดแอนนิลลิงสำหรับกรณี 2 ปัจจัย
ผ่านทางสมการ

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบ Branin 2 ปัจจัย ด้วยวิธีซิมูเลทเตดแอนนิลลิง

| Factor = 2 | Branin | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 6000 | 0:00:03 | 5.822 | 6000 | 0:00:07 | 7.295 | 6000 | 0:00:07 | 9.529 | 6000 | 0:00:07 | 12.286 |
| Std. Dev. | 0 | 0:00:00 | 0.102 | 0 | 0:00:00 | 0.548 | 0 | 0:00:00 | 0.897 | 0 | 0:00:00 | 0.848 |
| Max | 6000 | 0:00:04 | 5.916 | 6000 | 0:00:07 | 8.367 | 6000 | 0:00:07 | 11.214 | 6000 | 0:00:07 | 14.417 |
| Min | 6000 | 0:00:03 | 5.516 | 6000 | 0:00:06 | 6.604 | 6000 | 0:00:07 | 8.591 | 6000 | 0:00:06 | 11.153 |
| S/N ratio | - | - | 15.298 | - | - | 17.210 | - | - | 19.483 | - | - | 21.736 |



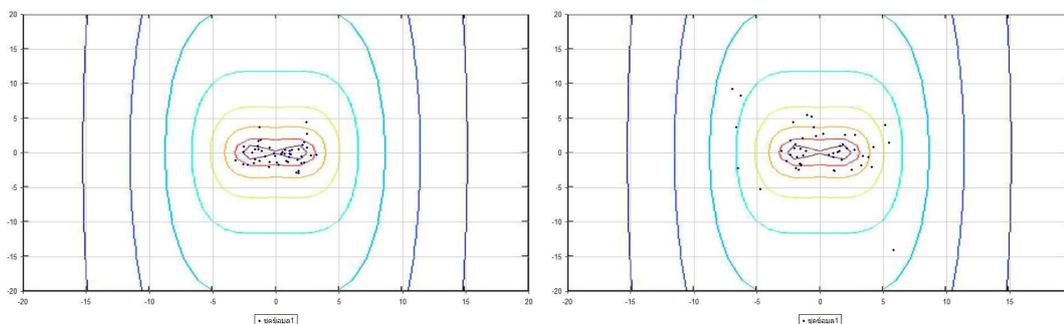
Standard Deviation = 0

Standard Deviation = 3

ภาพที่ 4.9 ผลการทดสอบ Branin 2 ปัจจัย ด้วยวิธีซิมูเลทเตดแอนนิลลิง

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบ Camelback 2 ปัจจัย ด้วยวิธีซิมูเลทเตดแอนนิลลิง

| Factor = 2 | Camelback | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 6000 | 0:00:03 | 11.341 | 6000 | 0:00:07 | 12.121 | 6000 | 0:00:07 | 14.031 | 6000 | 0:00:07 | 14.948 |
| Std. Dev. | 0 | 0:00:00 | 1.245 | 0 | 0:00:00 | 1.313 | 0 | 0:00:00 | 1.370 | 0 | 0:00:00 | 1.222 |
| Max | 6000 | 0:00:04 | 13.923 | 6000 | 0:00:07 | 14.967 | 6000 | 0:00:07 | 16.891 | 6000 | 0:00:07 | 17.454 |
| Min | 6000 | 0:00:03 | 9.583 | 6000 | 0:00:06 | 10.395 | 6000 | 0:00:06 | 12.125 | 6000 | 0:00:06 | 12.870 |
| S/N ratio | - | - | 20.956 | - | - | 21.577 | - | - | 22.839 | - | - | 23.432 |



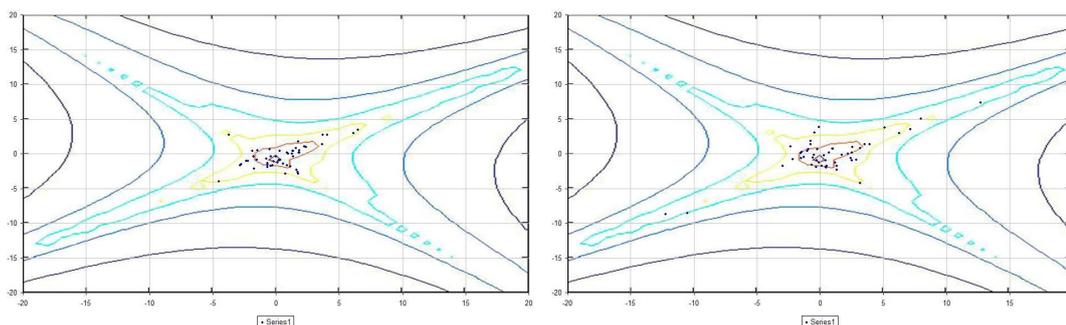
Standard Deviation = 0

Standard Deviation = 3

ภาพที่ 4.10 ผลการทดสอบ Camelback 2 ปัจจัย ด้วยวิธีซิมูเลทเตดแอนนิลลิง

ตารางที่ 4.13 ผลการทดสอบ Goldstein-Price 2 ปัจจัย ด้วยวิธีซิมูเลชันเลขเตดแอนนัลลิง

| Factor = 2 | Goldstein-Price | | | | | | | | | | | |
|------------|-----------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield | ครั้ง | เวลา | Yield | ครั้ง | เวลา | Yield | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 6000 | 0:00:03 | 6.905 | 6000 | 0:00:07 | 7.368 | 6000 | 0:00:07 | 8.567 | 6000 | 0:00:07 | 9.678 |
| Std. Dev. | 0 | 0:00:00 | 0.986 | 0 | 0:00:00 | 1.287 | 0 | 0:00:00 | 1.274 | 0 | 0:00:00 | 1.434 |
| Max | 6000 | 0:00:04 | 8.580 | 6000 | 0:00:07 | 9.588 | 6000 | 0:00:07 | 11.048 | 6000 | 0:00:07 | 11.826 |
| Min | 6000 | 0:00:03 | 4.969 | 6000 | 0:00:07 | 4.991 | 6000 | 0:00:07 | 6.502 | 6000 | 0:00:06 | 7.392 |
| S/N ratio | - | - | 16.529 | - | - | 16.971 | - | - | 18.405 | - | - | 19.449 |



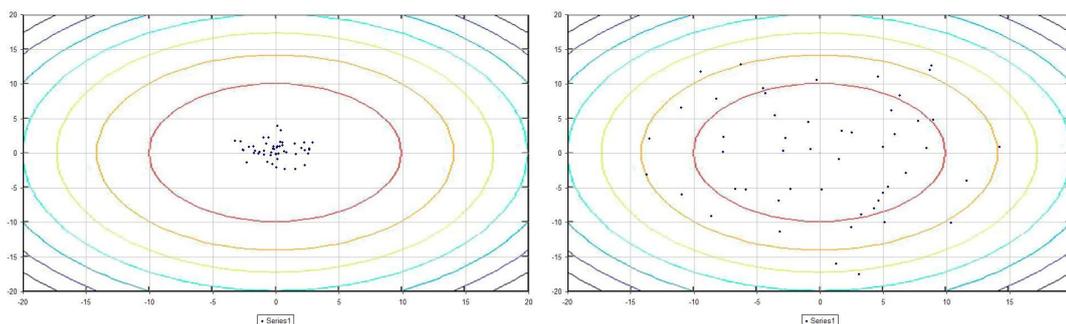
Standard Deviation = 0

Standard Deviation = 3

ภาพที่ 4.11 ผลการทดสอบ Goldstein-Price 2 ปัจจัย ด้วยวิธีซิมูเลชันเลขเตดแอนนัลลิง

ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบ Parabolic 2 ปัจจัย ด้วยวิธีซิมูเลชันเลขเตดแอนนัลลิง

| Factor = 2 | Parabolic | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 6000 | 0:00:03 | 11.999 | 6000 | 0:00:07 | 14.907 | 6000 | 0:00:07 | 18.182 | 6000 | 0:00:07 | 21.579 |
| Std. Dev. | 0 | 0:00:00 | 0.001 | 0 | 0:00:00 | 0.251 | 0 | 0:00:00 | 0.710 | 0 | 0:00:00 | 0.944 |
| Max | 6000 | 0:00:04 | 12.000 | 6000 | 0:00:07 | 15.491 | 6000 | 0:00:07 | 19.308 | 6000 | 0:00:07 | 23.047 |
| Min | 6000 | 0:00:03 | 11.995 | 6000 | 0:00:06 | 14.558 | 6000 | 0:00:07 | 16.643 | 6000 | 0:00:06 | 19.934 |
| S/N ratio | - | - | 21.583 | - | - | 23.465 | - | - | 25.176 | - | - | 26.660 |



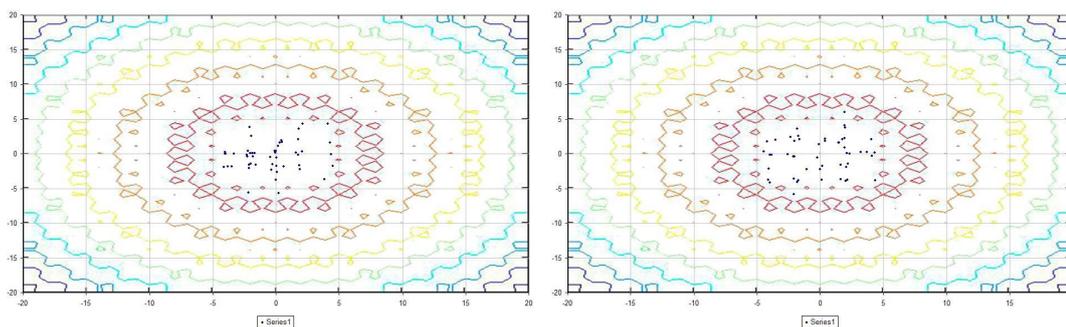
Standard Deviation = 0

Standard Deviation = 3

ภาพที่ 4.12 ผลการทดสอบ Parabolic 2 ปัจจัย ด้วยวิธีซิมูเลชันเลขเตดแอนนัลลิง

ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบ Rastrigin 2 ปัจจัย ด้วยวิธีซิมูเลทเตดแอนนัลลิง

| Factor = 2 | Rastrigin | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|---------|---------------|---------|---------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield | ครั้ง | เวลา | Yield | ครั้ง | เวลา | Yield | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 6000 | 0:00:03 | 95.519 | 6000 | 0:00:07 | 96.358 | 6000 | 0:00:07 | 97.160 | 6000 | 0:00:07 | 98.720 |
| Std. Dev. | 0 | 0:00:00 | 1.602 | 0 | 0:00:00 | 2.038 | 0 | 0:00:00 | 2.399 | 0 | 0:00:00 | 2.568 |
| Max | 6000 | 0:00:04 | 98.448 | 6000 | 0:00:07 | 99.682 | 6000 | 0:00:07 | 101.552 | 6000 | 0:00:07 | 103.907 |
| Min | 6000 | 0:00:03 | 91.832 | 6000 | 0:00:06 | 92.865 | 6000 | 0:00:06 | 93.858 | 6000 | 0:00:06 | 93.003 |
| S/N ratio | - | - | 39.599 | - | - | 39.674 | - | - | 39.742 | - | - | 39.882 |



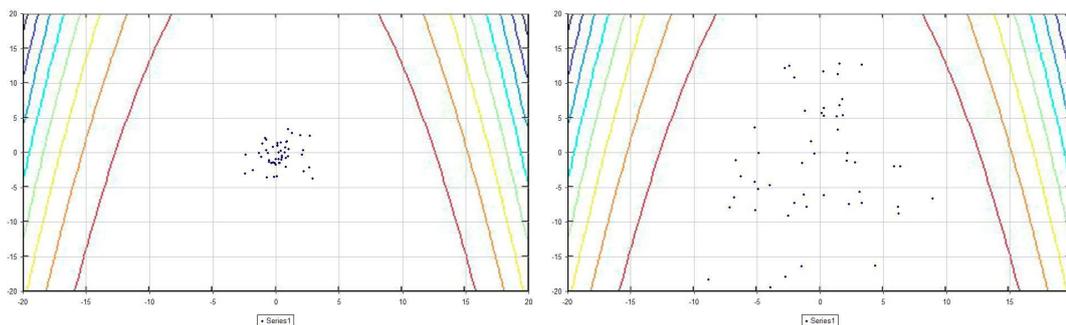
Standard Deviation = 0

Standard Deviation = 3

ภาพที่ 4.13 ผลการทดสอบ Rastrigin 2 ปัจจัย ด้วยวิธีซิมูเลทเตดแอนนัลลิง

ตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบ Rosenbrock 2 ปัจจัย ด้วยวิธีซิมูเลทเตดแอนนัลลิง

| Factor = 2 | Rosenbrock | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 6000 | 0:00:03 | 80.000 | 6000 | 0:00:07 | 82.872 | 6000 | 0:00:07 | 85.989 | 6000 | 0:00:07 | 89.116 |
| Std. Dev. | 0 | 0:00:00 | 0.001 | 0 | 0:00:00 | 0.304 | 0 | 0:00:00 | 0.665 | 0 | 0:00:00 | 0.820 |
| Max | 6000 | 0:00:04 | 80.000 | 6000 | 0:00:07 | 83.536 | 6000 | 0:00:07 | 87.234 | 6000 | 0:00:07 | 90.727 |
| Min | 6000 | 0:00:03 | 79.998 | 6000 | 0:00:07 | 82.368 | 6000 | 0:00:07 | 85.158 | 6000 | 0:00:07 | 88.196 |
| S/N ratio | - | - | 38.062 | - | - | 38.368 | - | - | 38.688 | - | - | 38.998 |



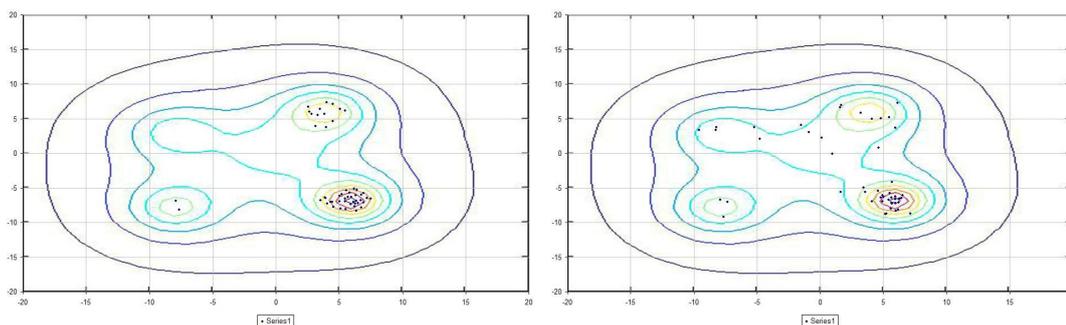
Standard Deviation = 0

Standard Deviation = 3

ภาพที่ 4.14 ผลการทดสอบ Rosenbrock 2 ปัจจัย ด้วยวิธีซิมูเลทเตดแอนนัลลิง

ตารางที่ 4.17 ผลการทดสอบ Shekel 2 ปัจจัย ด้วยวิธีซิมูเลทเตดแอนนัลลิง

| Factor = 2 | Shekel | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 6000 | 0:00:03 | 18.809 | 6000 | 0:00:07 | 19.722 | 6000 | 0:00:07 | 21.773 | 6000 | 0:00:07 | 22.829 |
| Std. Dev. | 0 | 0:00:00 | 0.144 | 0 | 0:00:00 | 0.744 | 0 | 0:00:00 | 1.025 | 0 | 0:00:00 | 1.361 |
| Max | 6000 | 0:00:04 | 18.976 | 6000 | 0:00:08 | 21.566 | 6000 | 0:00:08 | 23.647 | 6000 | 0:00:08 | 25.499 |
| Min | 6000 | 0:00:03 | 18.577 | 6000 | 0:00:07 | 18.350 | 6000 | 0:00:07 | 20.195 | 6000 | 0:00:07 | 21.274 |
| S/N ratio | - | - | 25.487 | - | - | 25.884 | - | - | 26.737 | - | - | 27.129 |



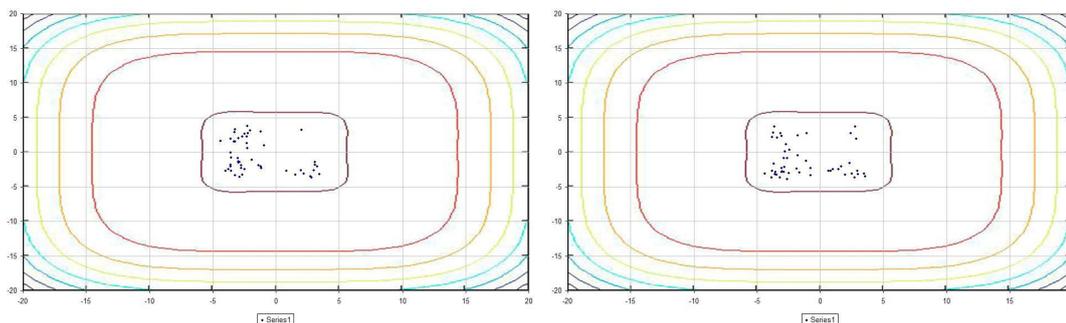
Standard Deviation = 0

Standard Deviation = 3

ภาพที่ 4.15 ผลการทดสอบ Shekel 2 ปัจจัย ด้วยวิธีซิมูเลทเตดแอนนัลลิง

ตารางที่ 4.18 ผลการทดสอบ Styblinski 2 ปัจจัย ด้วยวิธีซิมูเลทเตดแอนนัลลิง

| Factor = 2 | Styblinski | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|---------|---------------|---------|---------|---------------|---------|---------|---------------|---------|---------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 6000 | 0:00:03 | 351.571 | 6000 | 0:00:07 | 351.393 | 6000 | 0:00:07 | 352.916 | 6000 | 0:00:07 | 353.536 |
| Std. Dev. | 0 | 0:00:00 | 1.467 | 0 | 0:00:00 | 2.154 | 0 | 0:00:00 | 2.043 | 0 | 0:00:00 | 3.353 |
| Max | 6000 | 0:00:04 | 353.232 | 6000 | 0:00:07 | 355.139 | 6000 | 0:00:07 | 357.345 | 6000 | 0:00:07 | 357.759 |
| Min | 6000 | 0:00:03 | 347.614 | 6000 | 0:00:06 | 347.695 | 6000 | 0:00:06 | 349.268 | 6000 | 0:00:07 | 343.843 |
| S/N ratio | - | - | 50.920 | - | - | 50.915 | - | - | 50.953 | - | - | 50.968 |



Standard Deviation = 0

Standard Deviation = 3

ภาพที่ 4.16 ผลการทดสอบ Styblinski 2 ปัจจัย ด้วยวิธีซิมูเลทเตดแอนนัลลิง

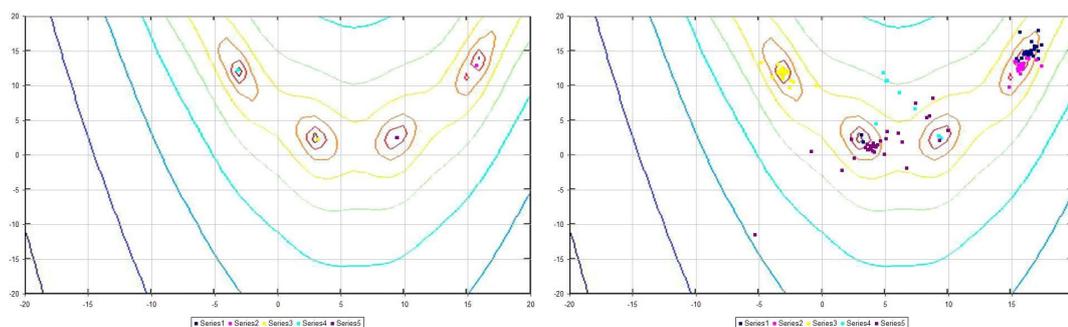
จากผลการทดลอง กรณี 2 ปัจจัย พบว่าค่าเฉลี่ยของผลตอบสนองที่เหมาะสมที่สุด ที่หาได้ภายใต้ลิ่งรบกวน 0 - 3 ไม่แตกต่างกันในแต่ละสมการทั้งหมด สังเกตเห็นว่า ผลตอบสนอง

เฉลี่ยภายใต้สิ่งรบกวนต่ำ จะมีค่าน้อยกว่าภายใต้สิ่งรบกวนสูงตามลำดับ เนื่องจากการทำงานของอัลกอริทึมของทิมมูเลทเตดแอนนิลลิงเป็นเป็นสุ่มสมบูรณ์ ดังนั้นจำนวนการสุ่มในแต่ละ **Model** และในสภาพที่มีสิ่งรบกวนแตกต่างกันจึงมีค่าเท่ากัน พบว่าลักษณะเด่นของการทำงานด้วยวิธีนี้จะให้ผลตอบสนองที่เร็ว (**Response Time**) ใช้จำนวนสุ่มที่ค่อนข้างน้อยกว่าวิธีอื่น ๆ และมีความสามารถในการทนต่อสิ่งรบกวนสูงกว่า เมื่อเทียบกับวิธี **Steepest Ascent** ส่วนข้อเสียของอัลกอริทึมนี้จะให้ค่าผลตอบสนองที่มีการกระจายตัวมากกว่าวิธีการอื่น ๆ ในสภาพสิ่งรบกวนต่ำ

การทดลองและผลตอบสนองของวิธีฝูงมดสำหรับกรณี 2 ปัจจัย ผ่านทางสมการได้ผลลัพธ์ดังนี้

ตารางที่ 4.19 ผลการทดสอบ Branin 2 ปัจจัย ด้วยวิธีฝูงมด

| Factor = 2 | Branin | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 9007 | 0:00:09 | 5.922 | 11514 | 0:01:51 | 9.047 | 12004 | 0:01:54 | 12.003 | 12163 | 0:01:51 | 14.677 |
| Std. Dev. | 80 | 0:00:00 | 0.000 | 77 | 0:00:04 | 0.315 | 108 | 0:00:03 | 0.832 | 83 | 0:00:06 | 0.993 |
| Max | 9141 | 0:00:09 | 5.922 | 11624 | 0:01:59 | 9.612 | 12240 | 0:02:01 | 13.688 | 12347 | 0:01:59 | 16.409 |
| Min | 8872 | 0:00:08 | 5.922 | 11393 | 0:01:44 | 8.525 | 11860 | 0:01:47 | 10.962 | 12037 | 0:01:38 | 13.591 |
| S/N ratio | - | - | 15.449 | - | - | 19.118 | - | - | 21.531 | - | - | 23.281 |



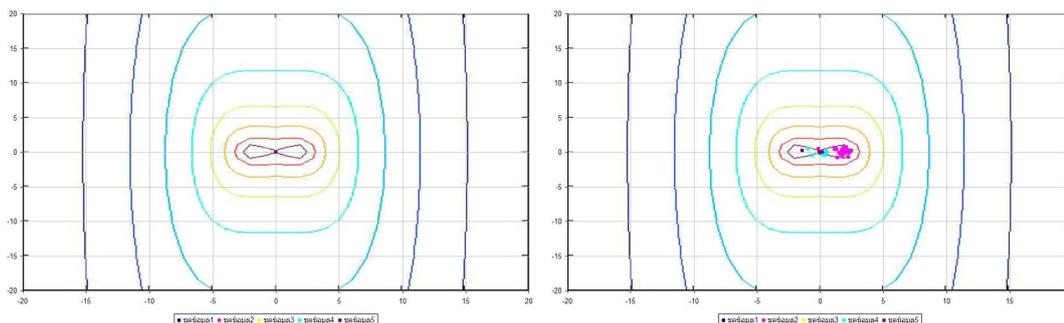
Standard Deviation = 0

Standard Deviation = 3

ภาพที่ 4.17 ผลการทดสอบ Branin 2 ปัจจัย ด้วยวิธีฝูงมด

ตารางที่ 4.20 ผลการทดสอบ Camelback 2 ปัจจัย ด้วยวิธีฝูงมด

| Factor = 2 | Camelback | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 9019 | 0:00:09 | 35.836 | 9426 | 0:01:52 | 44.551 | 10742 | 0:01:50 | 43.883 | 11539 | 0:01:49 | 45.424 |
| Std. Dev. | 58 | 0:00:01 | 7.800 | 129 | 0:00:03 | 2.607 | 235 | 0:00:05 | 2.087 | 175 | 0:00:03 | 10.894 |
| Max | 9115 | 0:00:10 | 42.777 | 9628 | 0:01:56 | 50.114 | 11250 | 0:01:56 | 49.005 | 11820 | 0:01:54 | 79.346 |
| Min | 8932 | 0:00:09 | 21.043 | 9157 | 0:01:48 | 40.948 | 10405 | 0:01:41 | 40.199 | 11244 | 0:01:43 | 25.753 |
| S/N ratio | - | - | 30.316 | - | - | 32.939 | - | - | 32.823 | - | - | 32.646 |



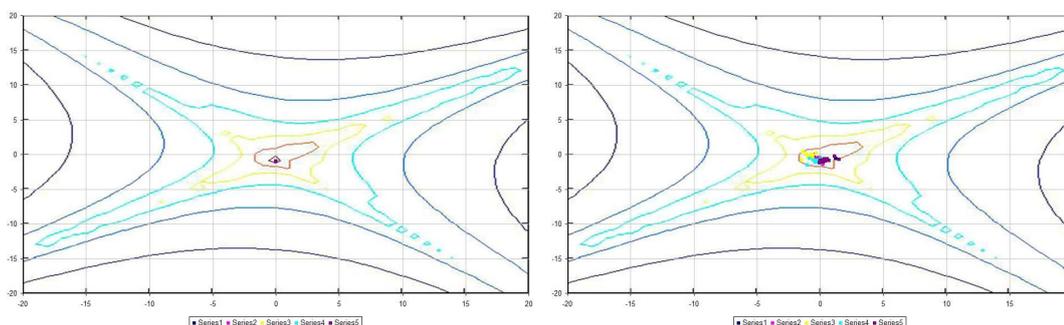
Standard Deviation = 0

Standard Deviation = 3

ภาพที่ 4.18 ผลการทดสอบ Camelback 2 ปัจจัย ด้วยวิธีฝูงมด

ตารางที่ 4.21 ผลการทดสอบ Goldstein-Price 2 ปัจจัย ด้วยวิธีฝูงมด

| Factor = 2 | Goldstein-Price | | | | | | | | | | | |
|------------|-----------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield | ครั้ง | เวลา | Yield | ครั้ง | เวลา | Yield | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 8908 | 0:00:10 | 8.901 | 10267 | 0:01:46 | 12.033 | 11233 | 0:01:47 | 14.747 | 11678 | 0:01:50 | 17.595 |
| Std. Dev. | 54 | 0:00:00 | 0.000 | 125 | 0:00:06 | 0.376 | 110 | 0:00:05 | 0.713 | 102 | 0:00:05 | 1.111 |
| Max | 8995 | 0:00:10 | 8.901 | 10480 | 0:01:57 | 12.647 | 11444 | 0:01:59 | 16.034 | 11915 | 0:01:59 | 20.441 |
| Min | 8802 | 0:00:09 | 8.901 | 10044 | 0:01:33 | 11.503 | 11044 | 0:01:40 | 13.727 | 11509 | 0:01:43 | 15.875 |
| S/N ratio | - | - | 18.989 | - | - | 21.596 | - | - | 23.346 | - | - | 24.862 |



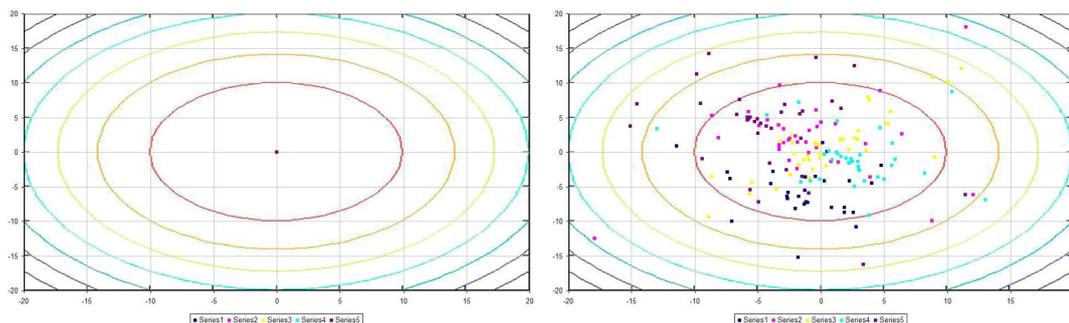
Standard Deviation = 0

Standard Deviation = 3

ภาพที่ 4.19 ผลการทดสอบ Goldstein-Price 2 ปัจจัย ด้วยวิธีฝูงมด

ตารางที่ 4.22 ผลการทดสอบ Parabolic 2 ปัจจัย ด้วยวิธีฝูงมด

| Factor = 2 | Parabolic | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 8949 | 0:00:09 | 12.000 | 12316 | 0:01:56 | 15.321 | 12335 | 0:01:53 | 18.520 | 12346 | 0:01:55 | 22.268 |
| Std. Dev. | 70 | 0:00:00 | 0.000 | 64 | 0:00:05 | 0.342 | 82 | 0:00:06 | 0.942 | 56 | 0:00:06 | 1.231 |
| Max | 9109 | 0:00:09 | 12.000 | 12498 | 0:02:04 | 15.939 | 12529 | 0:02:04 | 20.563 | 12430 | 0:02:04 | 24.426 |
| Min | 8837 | 0:00:08 | 12.000 | 12251 | 0:01:49 | 14.724 | 12184 | 0:01:42 | 17.456 | 12250 | 0:01:41 | 20.338 |
| S/N ratio | - | - | 21.584 | - | - | 23.699 | - | - | 25.326 | - | - | 26.920 |



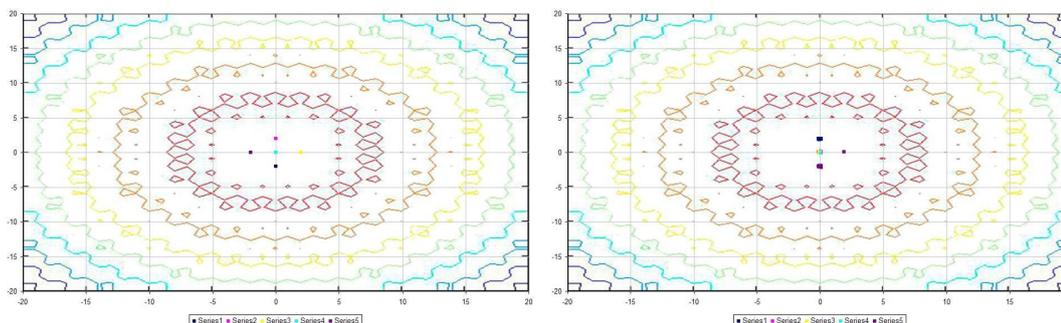
Standard Deviation = 0

Standard Deviation = 3

ภาพที่ 4.20 ผลการทดสอบ Parabolic 2 ปัจจัย ด้วยวิธีฝูงมด

ตารางที่ 4.23 ผลการทดสอบ Rastrigin 2 ปัจจัย ด้วยวิธีฝูงมด

| Factor = 2 | Rastrigin | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|---------|---------------|---------|---------|---------------|---------|---------|---------------|---------|---------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 8536 | 0:00:09 | 99.736 | 9470 | 0:01:40 | 102.723 | 10215 | 0:01:42 | 105.712 | 10528 | 0:01:46 | 108.486 |
| Std. Dev. | 68 | 0:00:00 | 1.022 | 79 | 0:00:04 | 0.421 | 52 | 0:00:06 | 0.652 | 61 | 0:00:05 | 1.110 |
| Max | 8622 | 0:00:09 | 100.000 | 9623 | 0:01:47 | 103.583 | 10294 | 0:01:51 | 106.590 | 10646 | 0:01:53 | 109.980 |
| Min | 8396 | 0:00:08 | 96.040 | 9360 | 0:01:30 | 102.184 | 10133 | 0:01:33 | 104.849 | 10388 | 0:01:38 | 106.896 |
| S/N ratio | - | - | 39.976 | - | - | 40.233 | - | - | 40.482 | - | - | 40.706 |



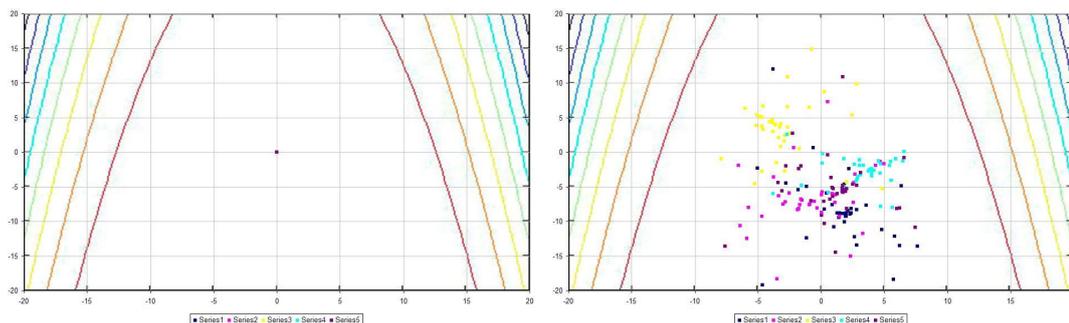
Standard Deviation = 0

Standard Deviation = 3

ภาพที่ 4.21 ผลการทดสอบ Rastrigin 2 ปัจจัย ด้วยวิธีฝูงมด

ตารางที่ 4.24 ผลการทดสอบ Rosenbrock 2 ปัจจัย ด้วยวิธีฝูงมด

| Factor = 2 | Rosenbrock | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 9075 | 0:00:10 | 80.000 | 12544 | 0:01:54 | 83.370 | 12432 | 0:01:56 | 86.175 | 12436 | 0:01:58 | 89.686 |
| Std. Dev. | 92 | 0:00:00 | 0.000 | 66 | 0:00:05 | 0.415 | 69 | 0:00:06 | 0.701 | 65 | 0:00:04 | 1.167 |
| Max | 9241 | 0:00:11 | 80.000 | 12707 | 0:02:02 | 84.151 | 12520 | 0:02:04 | 87.683 | 12536 | 0:02:06 | 91.700 |
| Min | 8883 | 0:00:10 | 80.000 | 12447 | 0:01:46 | 82.687 | 12300 | 0:01:47 | 85.281 | 12316 | 0:01:50 | 88.269 |
| S/N ratio | - | - | 38.062 | - | - | 38.420 | - | - | 38.707 | - | - | 39.053 |



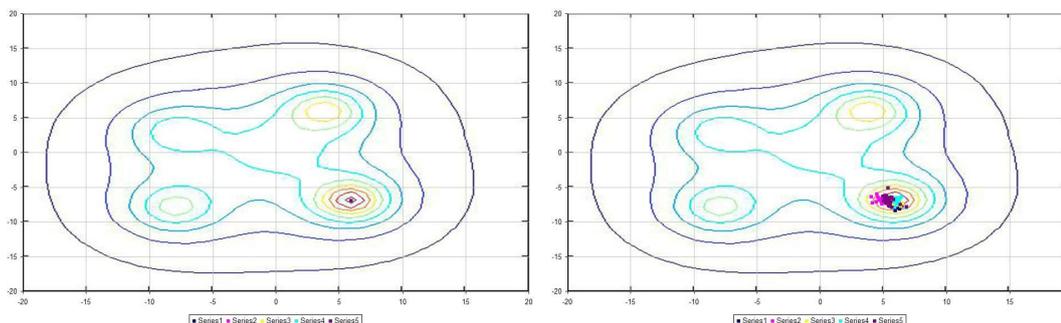
Standard Deviation = 0

Standard Deviation = 3

ภาพที่ 4.22 ผลการทดสอบ Rosenbrock 2 ปัจจัย ด้วยวิธีฝูงมด

ตารางที่ 4.25 ผลการทดสอบ Shekel 2 ปัจจัย ด้วยวิธีฝูงมด

| Factor = 2 | Shekel | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 9185 | 0:00:13 | 18.981 | 11779 | 0:01:53 | 22.003 | 11940 | 0:01:55 | 24.950 | 12039 | 0:01:54 | 28.097 |
| Std. Dev. | 178 | 0:00:01 | 0.000 | 80 | 0:00:04 | 0.260 | 57 | 0:00:05 | 0.648 | 68 | 0:00:05 | 0.875 |
| Max | 9599 | 0:00:14 | 18.981 | 11899 | 0:02:00 | 22.499 | 12055 | 0:02:04 | 25.957 | 12210 | 0:02:03 | 29.721 |
| Min | 8970 | 0:00:13 | 18.981 | 11653 | 0:01:45 | 21.625 | 11836 | 0:01:48 | 23.829 | 11940 | 0:01:45 | 26.675 |
| S/N ratio | - | - | 25.566 | - | - | 26.848 | - | - | 27.934 | - | - | 28.964 |



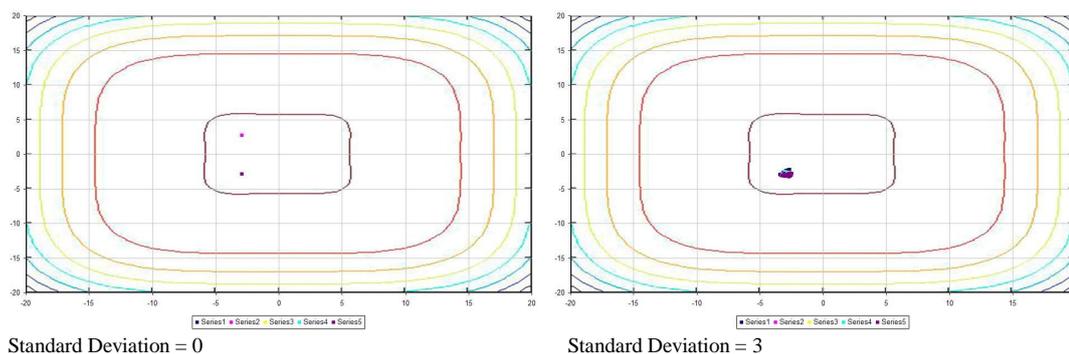
Standard Deviation = 0

Standard Deviation = 3

ภาพที่ 4.23 ผลการทดสอบ Shekel 2 ปัจจัย ด้วยวิธีฝูงมด

ตารางที่ 4.26 ผลการทดสอบ Styblinski 2 ปัจจัย ด้วยวิธีฝูงมด

| Factor = 2 | Styblinski | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|---------|---------------|---------|---------|---------------|---------|---------|---------------|---------|---------|
| | Std. Dev. = 0 | | | Std. Dev. = 1 | | | Std. Dev. = 2 | | | Std. Dev. = 3 | | |
| | ครั้ง | เวลา | Yield |
| Average | 9037 | 0:00:09 | 353.332 | 11572 | 0:01:50 | 356.457 | 12012 | 0:01:48 | 359.456 | 12200 | 0:01:50 | 362.434 |
| Std. Dev. | 165 | 0:00:01 | 0.000 | 76 | 0:00:04 | 0.402 | 57 | 0:00:07 | 0.393 | 93 | 0:00:05 | 0.560 |
| Max | 9476 | 0:00:10 | 353.332 | 11738 | 0:02:00 | 357.341 | 12101 | 0:02:01 | 360.066 | 12398 | 0:01:58 | 363.543 |
| Min | 8842 | 0:00:08 | 353.332 | 11486 | 0:01:43 | 355.777 | 11921 | 0:01:35 | 358.684 | 12079 | 0:01:41 | 361.594 |
| S/N ratio | - | - | 50.964 | - | - | 51.040 | - | - | 51.113 | - | - | 51.185 |



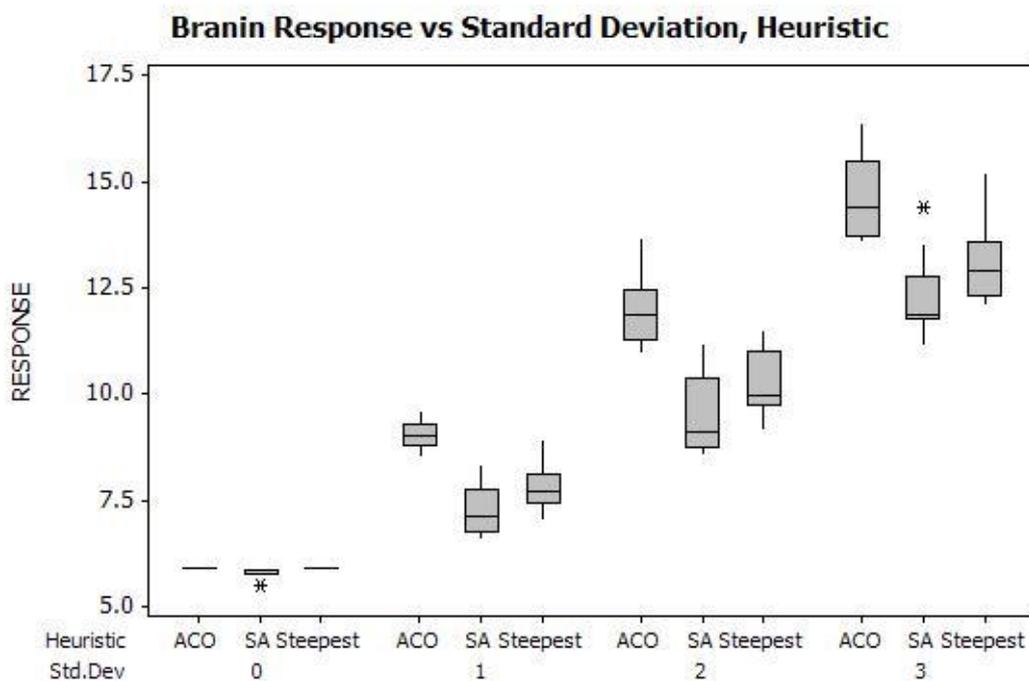
Standard Deviation = 0

Standard Deviation = 3

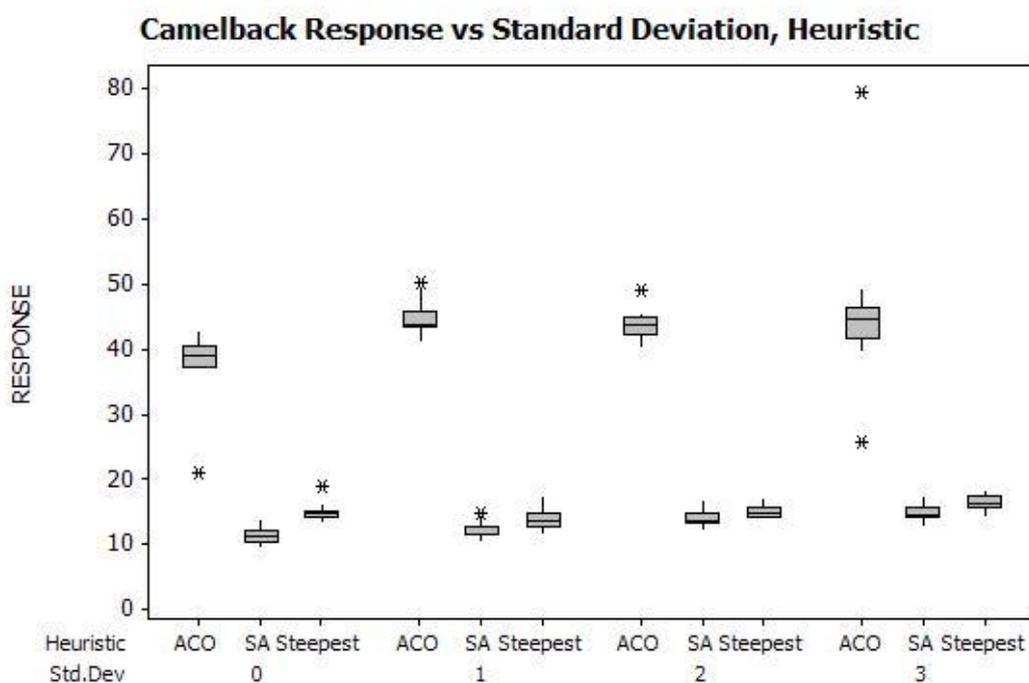
ภาพที่ 4.24 ผลการทดสอบ Styblinski 2 ปัจจัย ด้วยวิธีฝูงมด

จากผลการทดลอง กรณี 2 ปัจจัย พบว่าค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ค่าอัตราส่วนเอสต่อเอ็นของผลตอบสนองที่เหมาะสมที่สุด ที่หาได้ภายใต้สิ่งรบกวน 0-3 มักได้จากวิธีการแก้ไขปัญหาแบบฝูงมด ยกเว้นในกรณีของสมการพื้นผิวพาราโบลิกที่ระดับสิ่งรบกวนเท่ากับ 2 และ สมการพื้นผิวโรเซนบรอดที่ระดับสิ่งรบกวนตั้งแต่ 0-3 ซึ่งวิธีสติฟเฟสแอสเซนท์จะให้ค่าที่เหมาะสมดีกว่าวิธีฝูงมด สาเหตุส่วนใหญ่เนื่องมาจากการทำงานของอัลกอริทึมของวิธีฝูงมดเป็นวิธีการใช้ข้อมูลร่วมกันในที่นี้คือ ค่าผลตอบสนองที่เหมาะสมที่สุดในเวลานั้น พบว่าลักษณะเด่นของอัลกอริทึมนี้จะให้ค่าผลตอบสนองที่มีการกระจายตัวน้อยกว่าวิธีการอื่น ๆ หรือมีความสามารถในการทนต่อสภาพสิ่งรบกวนสูงมาก หรือ สมการที่มีรูปแบบผลตอบสนองพื้นผิวที่ซับซ้อน เมื่อเทียบกับวิธีการอื่น และให้ค่าผลตอบสนองที่อยู่ในบริเวณที่เป็น **Global point** มากกว่าวิธีอื่น ๆ ส่วนข้อเสียของการทำงานด้วยวิธีนี้จะให้ผลตอบสนองที่ช้า (**Response Time**) มากเมื่ออยู่ในสภาพที่มีสิ่งรบกวนสูงขึ้น ดังตารางที่ 4.72 และรูปบอกซ์พลอตด้านล่าง

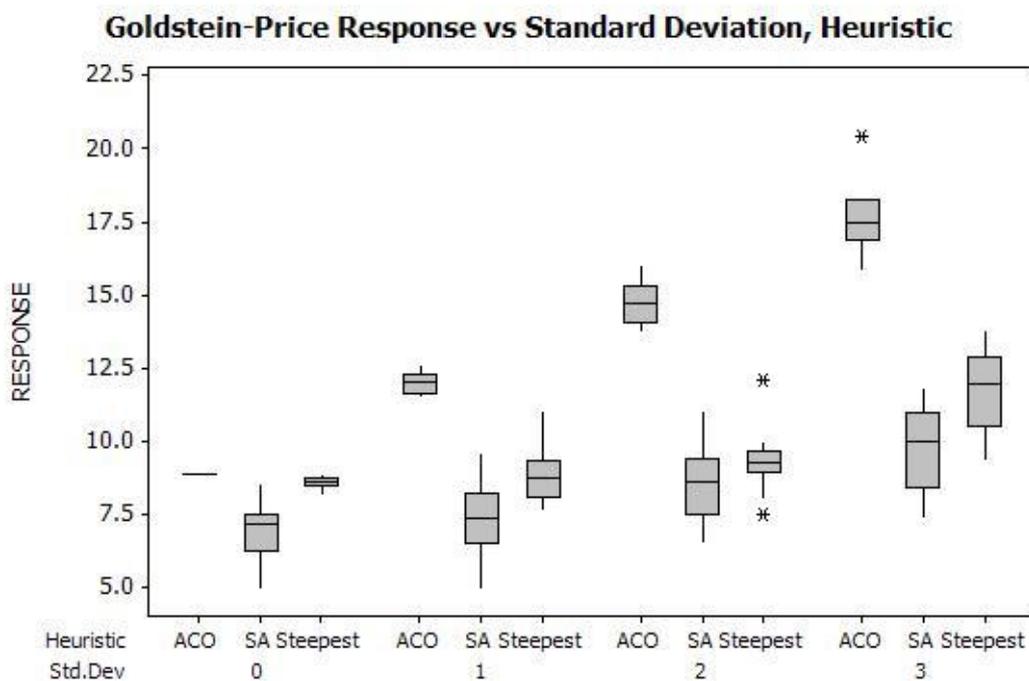
นอกจากนี้ยังพบข้อสังเกตว่า ผลตอบสนองเฉลี่ยภายใต้สิ่งรบกวนต่ำ จะมีค่าน้อยกว่าภายใต้สิ่งรบกวนสูงตามลำดับ



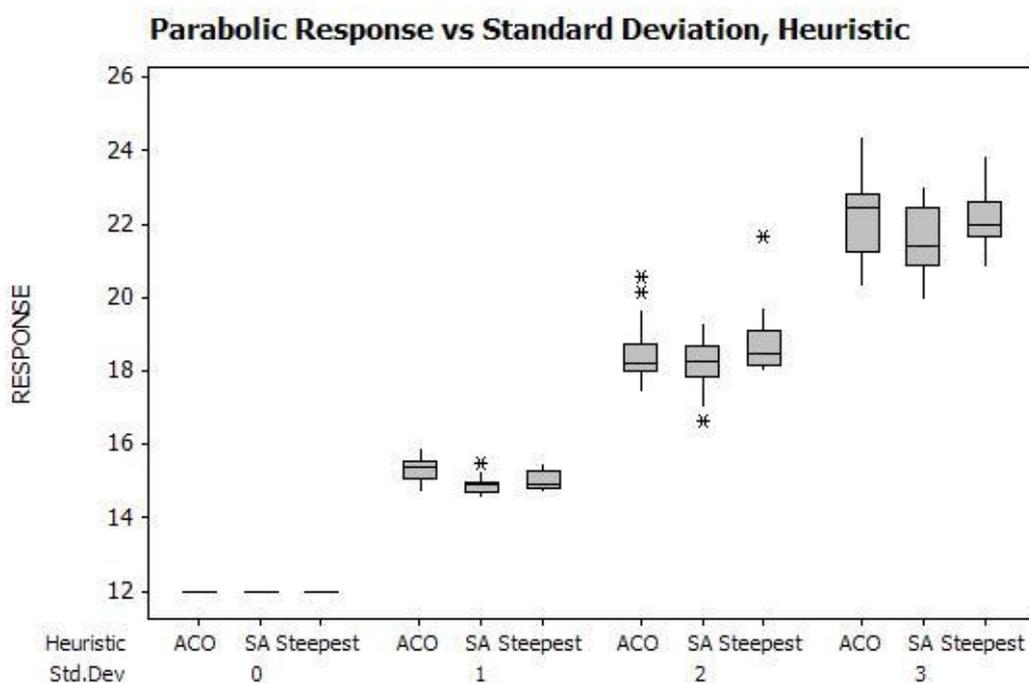
ภาพที่ 4.25 บอกรหัสพลอตพื้นผิวบรานิน 2 ปัจจัย ที่ระดับสิ่งรบกวนต่าง ๆ



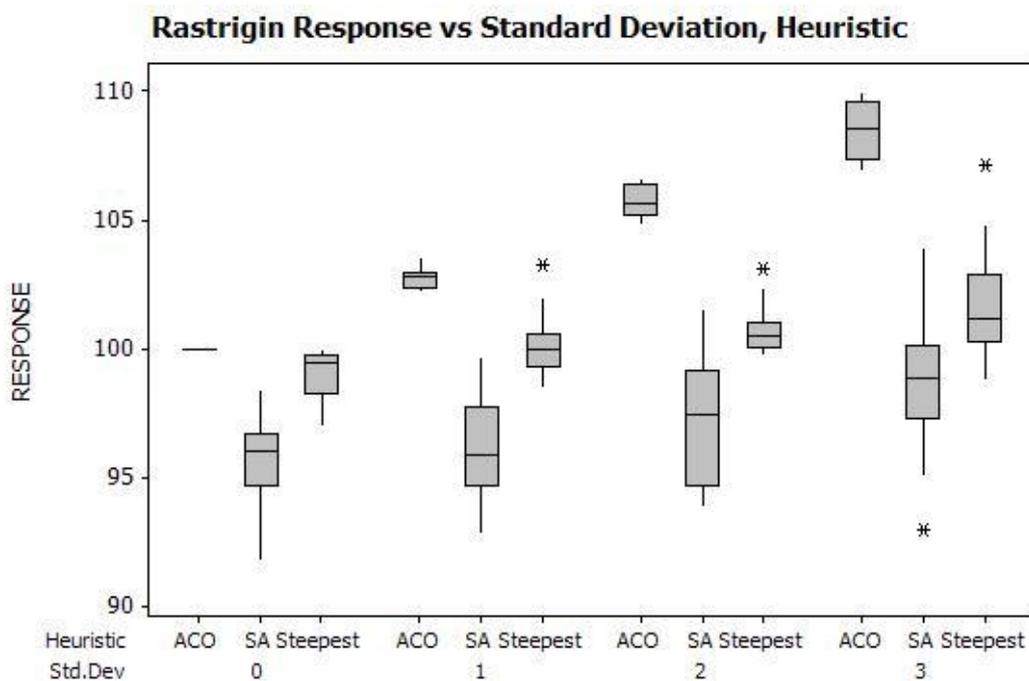
ภาพที่ 4.26 บอกรหัสพลอตพื้นผิวคาเมลแบค 2 ปัจจัย ที่ระดับสิ่งรบกวนต่าง ๆ



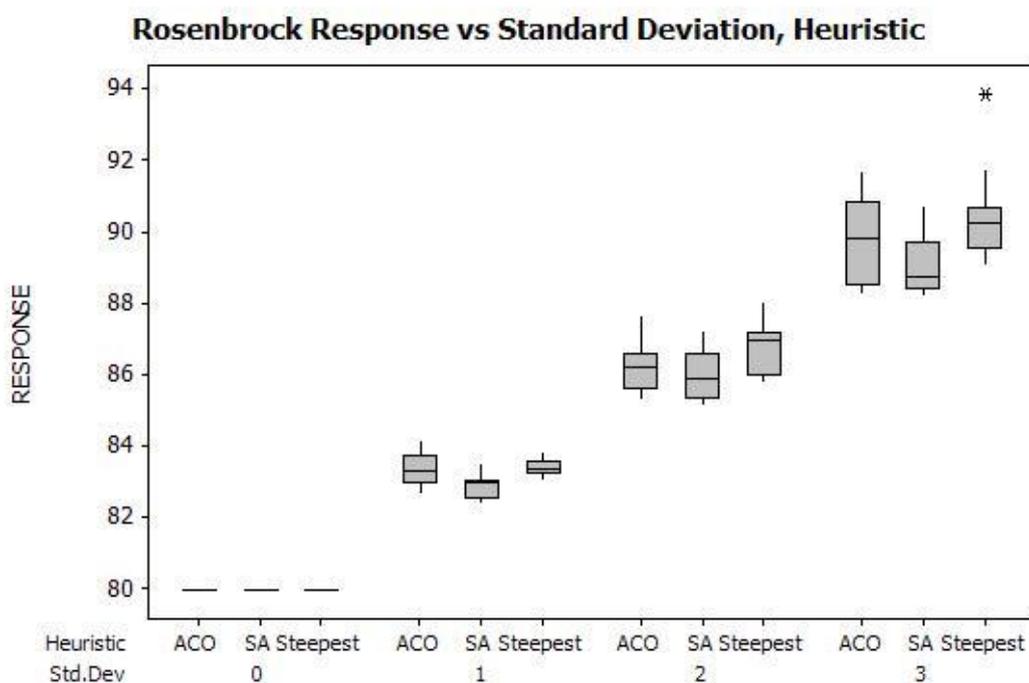
ภาพที่ 4.27 บอกรหัสพลอตพื้นผิวโกลด์สไตน์-ไพร์ช 2 ปัจจัย ที่ระดับสิ่งรบกวนต่าง ๆ



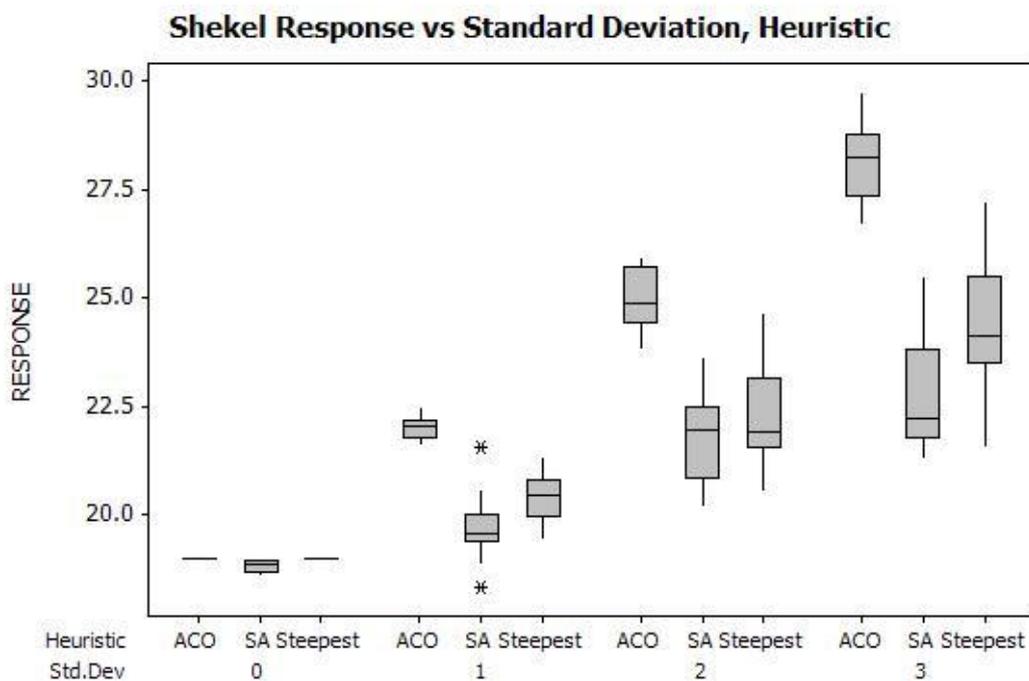
ภาพที่ 4.28 บอกรหัสพลอตพื้นผิวพาราโบลา 2 ปัจจัย ที่ระดับสิ่งรบกวนต่าง ๆ



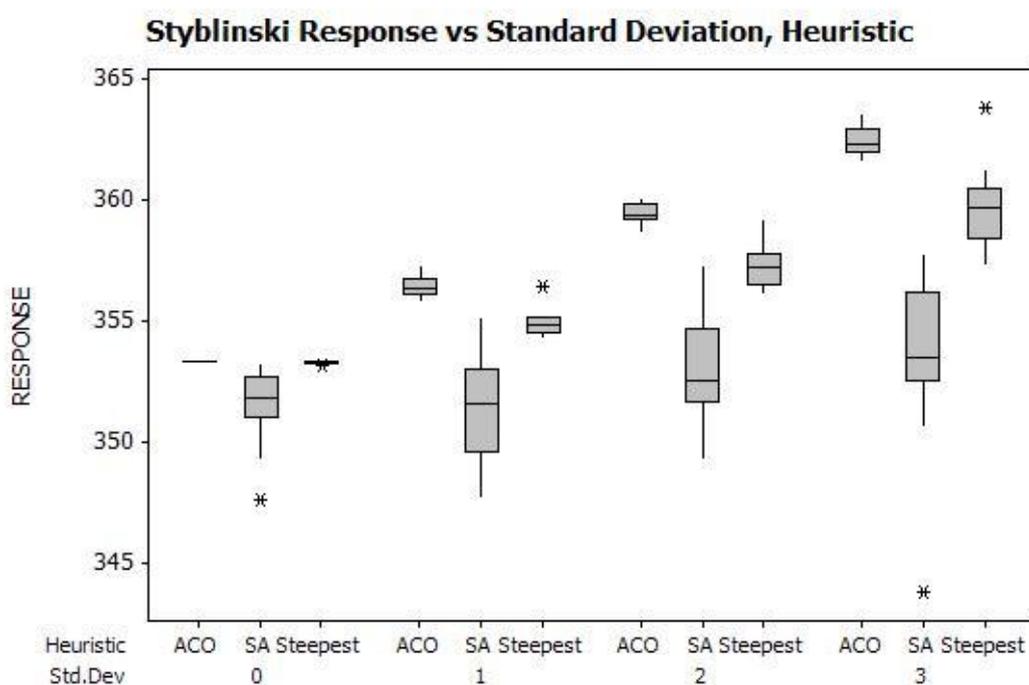
ภาพที่ 4.29 บอกรหัสพลอตพื้นผิวราสตริจิน 2 ปัจจัย ที่ระดับสิ่งรบกวนต่าง ๆ



ภาพที่ 4.30 บอกรหัสพลอตพื้นผิวโรเซนบรอก 2 ปัจจัย ที่ระดับสิ่งรบกวนต่าง ๆ



ภาพที่ 4.31 บอกรหัสพลอตพื้นผิวเชคเกิล 2 ปัจจัย ที่ระดับสิ่งรบกวนต่าง ๆ



ภาพที่ 4.32 บอกรหัสพลอตพื้นผิวสไตบลินสกี 2 ปัจจัย ที่ระดับสิ่งรบกวนต่าง ๆ