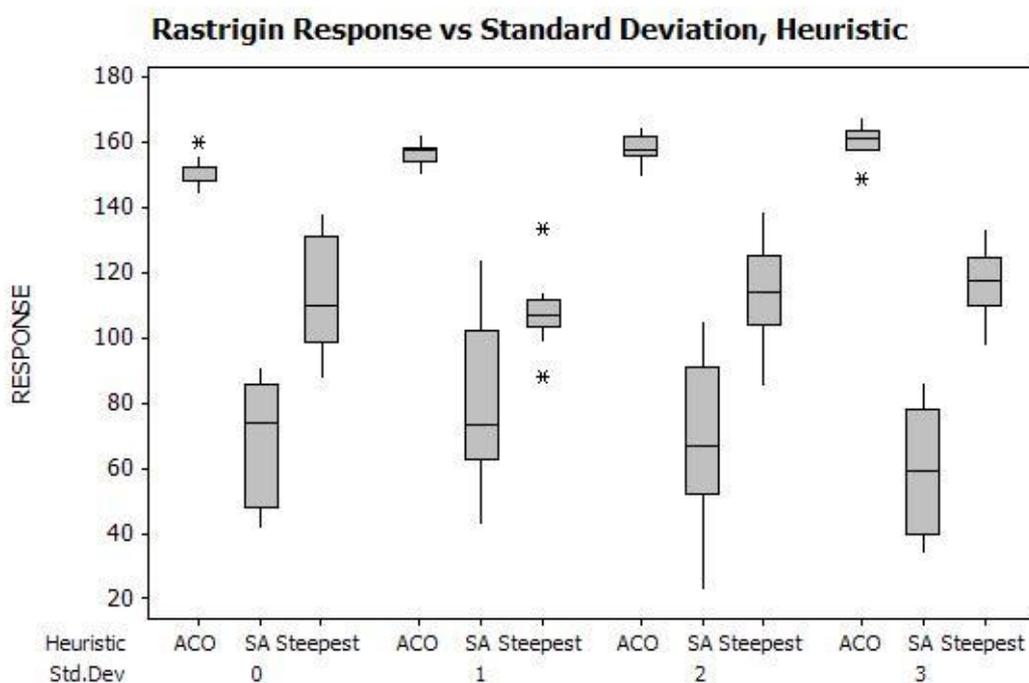
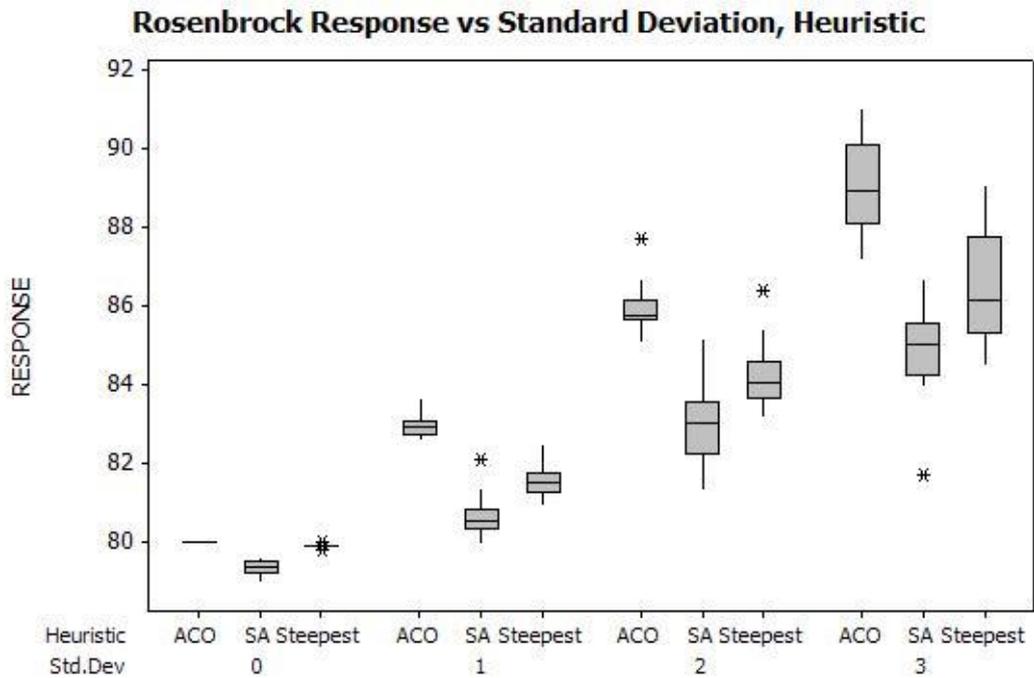


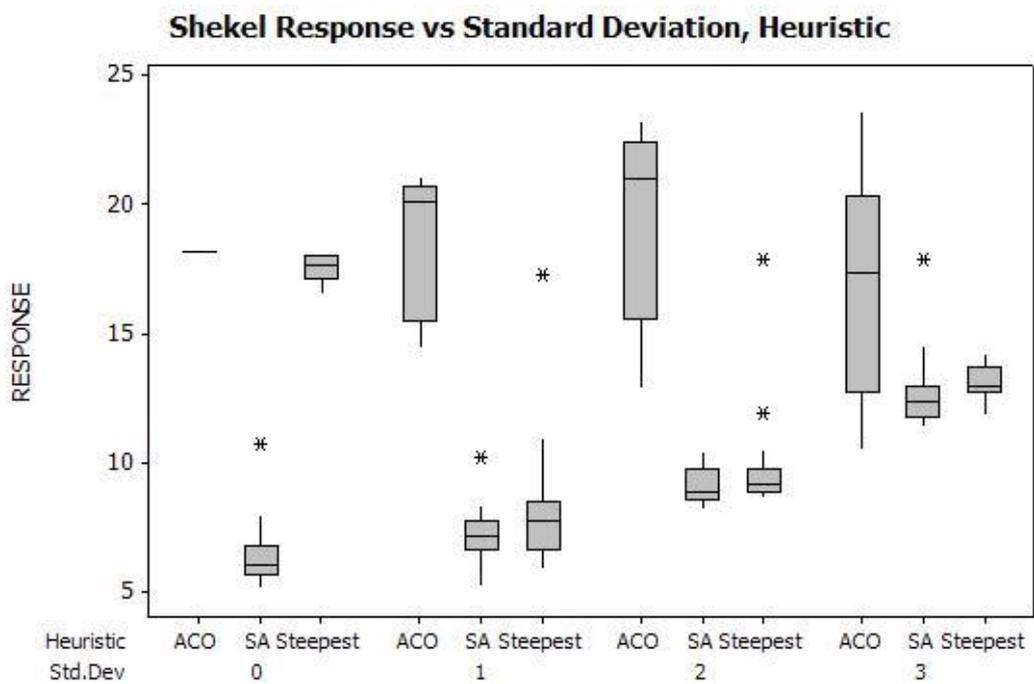
ภาพที่ 4.88 บอกรหัสพลอตพื้นผิวพาราโบลาโบลิต 5 ปัจจัย ที่ระดับสิ่งรบกวนต่าง ๆ



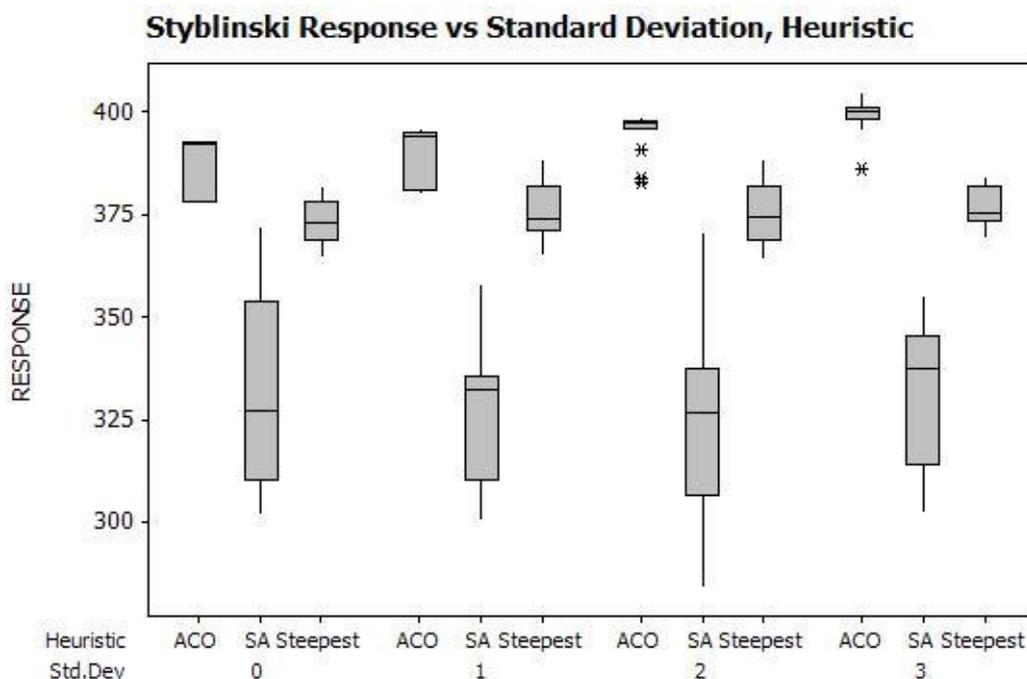
ภาพที่ 4.89 บอกรหัสพลอตพื้นผิวราสตริจิน 5 ปัจจัย ที่ระดับสิ่งรบกวนต่าง ๆ



ภาพที่ 4.90 บอกรหัสพลอตพื้นผิวโรเซนบรอก 5 ปัจจัย ที่ระดับสิ่งรบกวนต่าง ๆ



ภาพที่ 4.91 บอกรหัสพลอตพื้นผิวเชคเกิล 5 ปัจจัย ที่ระดับสิ่งรบกวนต่าง ๆ



ภาพที่ 4.92 บอกรหัสพลอตพื้นผิวสไตบลินสกี 5 ปัจจัย ที่ระดับสิ่งรบกวนต่าง ๆ

#### 4.2. สรุปและวิเคราะห์ผลการทดสอบกับโมเดลของปัญหา

จากข้อมูลที่ทดสอบมาข้างต้น (ตั้งแต่ตารางที่ 4.3 - 4.71) พบว่าปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความลักษณะของปัญหา (ฟังก์ชัน) ขนาดของปัญหา (จำนวนปัจจัย) และ ค่าสิ่งรบกวนในระบบ สามารถสรุปและจัดหมวดหมู่ตามผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยผลตอบสนอง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ค่าอัตราส่วนเอสต่อเอ็น (S/N ratio) ดังตารางที่ 4.72 ข้างล่างนี้

โดยลักษณะของปัญหา (ชนิดของฟังก์ชัน) จะส่งผลต่อวิธีการต่าง ๆ ในกรณีที่มีขนาดของปัญหา (จำนวนปัจจัย 2 ปัจจัย) และ ระดับสิ่งรบกวนเท่ากับ 0 นั้นจะไม่สามารถเห็นความแตกต่างกันในการหาคำตอบของแต่ละวิธีการได้ ดังนั้นเมื่อเราทำการเพิ่มระดับของสิ่งรบกวนเพิ่มขึ้น (ตั้งแต่ระดับ 1-3) จะพบว่าเวลาในการหาคำตอบจะเริ่มแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ในขณะที่ค่าผลตอบสนองที่ได้รับเริ่มมีความแตกต่างกันมากขึ้นเช่นกัน และเมื่อเพิ่มระดับขนาดของปัญหา (จำนวนปัจจัยตั้งแต่ 3-5 ปัจจัย) จะพบว่าค่าผลตอบสนองที่เหมาะสมที่สุดส่วนใหญ่จะได้มาจากวิธีการฝูงมด ซึ่งจะเห็นชัดตั้งแต่ 4 ปัจจัยขึ้นไป รวมทั้งเวลาในการหาคำตอบเริ่มเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นในวิธีชิมมูลเหตุแตกแอนนิลลิงที่เวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบค่อนข้างคงที่

ตารางที่ 4.72 สรุปผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ S/N-Ratio

Model	Heuristic	2 Variables			3 Variables			4 Variables			5 Variables		
		Average response	SD	S/N ratio	Average response	SD	S/N ratio	Average response	SD	S/N ratio	Average response	SD	S/N ratio
Branin	Steepest	9.285	2.813	18.936	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SA	8.733	2.547	18.432	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ACO	10.412	3.360	19.845	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Camelback	Steepest	15.107	1.560	23.487	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SA	13.110	1.922	22.201	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ACO	42.423	7.763	32.181	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GoldsteinPrice	Steepest	9.627	1.579	19.496	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SA	8.130	1.638	17.839	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ACO	13.319	3.316	22.198	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Parabolic	Steepest	17.016	3.933	24.378	16.575	3.675	24.171	16.108	3.368	23.948	15.668	3.115	23.725
	SA	16.667	3.660	24.221	16.213	3.515	23.989	15.779	3.125	23.785	15.333	3.026	23.535
	ACO	17.027	3.913	24.382	16.648	3.498	24.227	16.578	3.396	24.198	16.575	3.513	24.182
Rastrigin	Steepest	100.434	1.708	40.035	112.994	3.312	41.052	117.996	7.979	41.385	113.096	13.380	40.904
	SA	96.939	2.438	39.724	98.831	7.677	39.830	86.722	12.226	38.535	69.230	21.196	35.509
	ACO	104.165	3.399	40.349	122.526	3.676	41.759	139.348	4.427	42.875	156.568	5.202	43.884
Rosenbrock	Steepest	85.149	3.950	38.594	84.277	3.341	38.507	83.562	2.921	38.434	83.015	2.644	38.378
	SA	84.494	3.477	38.529	83.563	2.908	38.435	82.870	2.758	38.363	81.971	2.297	38.269
	ACO	84.808	3.662	38.560	84.727	3.624	38.552	84.630	3.590	38.543	84.490	3.471	38.528
Shekel	Steepest	21.541	2.270	26.608	18.347	1.574	25.201	14.700	2.731	23.054	12.238	3.977	21.127
	SA	20.783	1.848	26.309	16.028	1.905	23.954	11.656	2.528	21.002	8.884	2.717	18.466
	ACO	23.508	3.459	27.328	22.605	3.422	26.946	20.628	3.025	26.072	17.820	3.409	24.574
Styblinski	Steepest	356.327	2.619	51.037	392.825	1.613	51.884	386.950	4.303	51.752	375.259	6.234	51.484
	SA	352.354	2.469	50.939	374.117	8.395	51.454	355.716	12.392	51.009	329.166	20.275	50.304
	ACO	357.920	3.439	51.075	395.961	4.775	51.952	395.175	4.734	51.934	392.570	7.528	51.875

สรุปผลการทดสอบกับปัญหาพื้นผิวตอบสนอง พบข้อสังเกตที่สำคัญ ๆ ดังนี้

	ข้อดี	ข้อด้อย
Steepest Ascent	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เวลาในการหาคำตอบ ในกรณีที่มีสิ่งรบกวนในระบบต่ำ หรือระบบไม่มีสิ่งรบกวน ทำงานได้เร็วมาก</li> <li>2. การกระจายตัวของข้อมูลทำได้ค่อนข้างดี ที่สภาพไม่มีสิ่งรบกวนในระบบ</li> <li>3. ค่าผลตอบสนองที่ได้ในกรณีสิ่งรบกวนต่ำ อยู่ในเกณฑ์ดี</li> <li>4. สามารถใช้หาคำตอบของปัญหาพื้นผิวได้ดีที่ปัญหาขนาด 2-3 ปัจจัย</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เวลาในการหาคำตอบ ขึ้นอยู่กับระดับของสิ่งรบกวนในระบบ และความซับซ้อนของปัญหา</li> <li>2. การกระจายตัวของข้อมูลค่อนข้างสูง และความสามารถทนต่อสิ่งรบกวน และสภาพความซับซ้อนค่อนข้างต่ำ</li> <li>3. ค่าผลตอบสนองที่ได้ในกรณีสิ่งรบกวนสูง และขนาดของปัญหาตั้งแต่ 4 ปัจจัยขึ้นไปจัดอยู่ในระดับปานกลาง</li> </ol>
Simulated Annealing	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เวลาในการหาคำตอบ ค่อนข้างเร็ว และค่อนข้างสม่ำเสมอทั้ง ๆ ที่มีสิ่งรบกวนแตกต่างกัน หรือ มีความซับซ้อนของปัญหาต่างกัน</li> <li>2. การกระจายของคำตอบในแต่ละซ้ำ ค่อนข้างสม่ำเสมอ และทนต่อสิ่งรบกวนในระบบสูง</li> <li>3. ใช้จำนวนสุ่มตัวอย่างในระบบค่อนข้างต่ำ เนื่องจากเป็นวิธีสุ่มสมบูรณ์ และ มีเงื่อนไขการหยุดที่ชัดเจน</li> <li>4. ความซับซ้อนของอัลกอริทึมต่ำ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ค่าผลตอบสนองที่ได้ในกรณีสิ่งรบกวนสูง จัดอยู่ในระดับพอใช้ เมื่อเทียบกับ <b>Global point</b></li> </ol>
Ant Colony Optimization	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เวลาในการหาคำตอบ ในกรณีที่มีสิ่งรบกวนในระบบต่ำทำได้ค่อนข้างเร็ว</li> <li>2. การกระจายของคำตอบในแต่ละซ้ำ ค่อนข้างสม่ำเสมอ และทนต่อสิ่งรบกวนในระบบได้ดี</li> <li>3. ค่าผลตอบสนองที่ได้จัดใกล้กับ <b>Global point</b> มากที่สุด และทนต่อสิ่งรบกวนหรือ <b>Local optima</b> ในการแก้ไขเกือบทุก ๆ ปัญหา โดยเฉพาะปัญหาขนาดใหญ่</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เวลาในการหาคำตอบจะยิ่งนานขึ้น ขึ้นอยู่กับระดับของสิ่งรบกวนในระบบ และความซับซ้อนของปัญหา เนื่องจากต้องพึ่งวิธีสื่อสารข้อมูลระหว่างมดแต่ละตัว เพื่อตรวจสอบ <b>Local optima</b></li> <li>2. ความซับซ้อนของอัลกอริทึมสูง</li> </ol>

### 4.3. การทดสอบวิธีฝูงมดกับแบบของปัญหาในอุตสาหกรรม

นำวิธีฝูงมดมาประยุกต์ใช้แก้ไขปัญหาในระดับอุตสาหกรรม เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด โดยรูปแบบของปัญหาที่นำมาทดสอบ คือ ปัญหาการลดต้นทุนการกลึงชิ้นงาน (Minimization) ซึ่งปัญหานี้ประกอบด้วยปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ความเร็วในการกลึง อัตราการป้อนชิ้นงาน ความลึก และ แรงที่ใช้ในการตัดชิ้นงาน ซึ่งสามารถระบุความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ โดยไม่มีสิ่งรบกวน (Noise) ออกมาในรูปแบบความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ แบบมีข้อจำกัด (Constraints) ต่าง ๆ

นอกจากนี้เมื่อทดสอบด้วยปัญหาแรงกดสปริง วิธีฝูงมดสามารถที่จะหาจุดที่ทำให้เกิดแรงสูงสุดได้ (Maximization) โดยการปรับเปลี่ยนค่าปัจจัยต่าง ๆ แบบอิสระ เช่น จุดต่อของสปริง ค่าความแข็งของสปริง ระยะให้ตัวของสปริง เป็นต้น

**ตัวแบบปัญหาในการกลึงของฮาติและราโอ** (สำหรับการหาต้นทุนต่ำสุดในการกลึงชิ้นงานไมลด์สตีล (mild steel) หลายรอบ ด้วยเครื่องมือคาร์ไบด์)

$$\text{Min. Cost} = n(3141.59V^{-1}f^{-1}d^{-4} + 2.879 \times 10^{-8}V^4f^{0.75}d^{-0.025} + 10)$$

โดยมีสมการข้อจำกัดดังนี้:

(i) ความเร็วในการตัดมากที่สุด และ น้อยที่สุด

$$50 \leq V \leq 400 \text{ m/min}$$

(ii) อัตราการป้อนชิ้นงานสูงสุด และ ต่ำสุด

$$0.30 \leq f \leq 0.75 \text{ mm/rev}$$

(iii) ความลึกในการตัด

$$1.20 \leq d \leq 2.75 \text{ mm}$$

(iv) แรงในการตัด

$$F_c \leq 85 \text{ kg}$$

โดยที่

$$F_c = (28.10V^{0.07} - 0.525V^{0.5})d \times f \left( 1.59 + 0.946 \frac{(1+x)}{\sqrt{(1-x)^2 + x}} \right)$$

และ

$$x = \left( \frac{V}{142} \exp(2.21 f) \right)^2$$

(v) กำลังในการตัด

$$P_c \leq 2.25 \text{ kW}$$

โดยที่

$$P_c = \frac{0.746 F_c V}{4500}$$

(vi) อายุงานของเครื่องมือ

$$25 \leq TL \leq 45 \text{ min}$$

โดยที่

$$TL = 60 \left( \frac{10^{10}}{V^5 f^{1.75} d^{0.75}} \right)$$

(vii) อุณหภูมิ

$$T \leq 1000 \text{ }^\circ\text{C}$$

โดยที่

$$T = 132 V^{0.4} f^{0.2} d^{0.105}$$

(viii) ความลึกในการตัด 'n' ครั้ง (จากการทดสอบที่ความลึก (A) 5 มม. ครั้งละ (d) 2.5 มม.)

$$\frac{A}{d} = n$$

ตัวแบบปัญหาในการกลึงของเอ็มเมอรั (สำหรับการหาต้นทุนต่ำสุดในการกลึงชิ้นงานใด ๆ ด้วยการตัดเพียงรอบเดียว)

$$\text{Min. Cost} = 1.25 V^{-1} f^{-1} + 1.8 \times 10^{-8} V^3 f^{0.16} + 0.2$$

โดยมีสมการข้อจำกัดดังนี้:

(i) ความเรียบของพื้นผิว

$$SF \leq 100 \text{ } \mu\text{ in}$$

โดยที่

$$SF = 1.36 \times 10^8 V^{-1.52} f^{1.004}$$

(ii) อัตราการป้อนชิ้นงาน

$$F \leq 0.01 \text{ in/rev}$$

(iii) กำลังในการตัด

$$HP \leq 2.0 \text{ hp}$$

โดยที่

$$HP = 3.58V^{0.91} f^{0.78}$$

**ตัวแบบปัญหาในการกลึงของเอ็มเมอร์และโครโมติฮาไท (สำหรับการหาต้นทุนต่ำสุดในการกลึงชิ้นงานใด ๆ ด้วยการตัดเพียงรอบเดียว)**

$$\text{Min. Cost} = 1.2566V^{-1} f^{-1} + 1.77 \times 10^{-8} V^3 f^{0.16} + 0.2$$

โดยมีสมการข้อจำกัดดังนี้:

(i) อัตราการป้อนชิ้นงาน

$$f \leq 0.1 \text{ in/rev}$$

(ii) กำลังเครื่องของตัด

$$HP \leq 4 \text{ hp}$$

โดยที่

$$HP = 2.39V^{0.91} f^{0.78} d^{0.75}$$

(iii) ความเรียบของพื้นผิว

$$SF \leq 50 \mu \text{ in}$$

โดยที่

$$HP = 204.62 \times 10^6 V^{-1.52} f^{1.004} D^{0.25}$$

**ตัวแบบปัญหาในการกลึงของอิวตะ โอบะ และ มุโรสึ (สำหรับการหาต้นทุนต่ำสุดในการกลึงชิ้นงานเหล็กกึ่งคาร์บอน (medium carbon steel) หลายรอบ ด้วยเครื่องมือคาร์ไบด์)**

$$\text{Min. Cost} = \sum_{i=1}^n 3927V_i^{-1} f_i^{-1} + 1.95 \times 10^{-8} V_i^{2.88} f_i^{-1} \exp(5.884 f_i) d_i^{-1.117} + 60$$

โดยมีสมการข้อจำกัดดังนี้:

- (i) อัตราการป้อนชิ้นงานมากที่สุด และ ต่ำที่สุด

$$0.001 \leq f \leq 5.6 \text{ mm/rev}$$

- (ii) ความเร็วในการตัดมากที่สุด และ ต่ำที่สุด

$$14.13 \leq v \leq 1005.3 \text{ m/min}$$

- (iii) ความลึกในการตัดมากที่สุด และ ต่ำที่สุด (จากการทดสอบตัดออกครั้งละ 2 มม.)

$$0 \leq d \leq A \text{ mm}$$

โดยที่ค่า 'A' เป็นความลึกที่ต้องการตัดออก

- (iv) แรงในการตัดมากที่สุด

$$F_C \leq 170 \text{ kg}$$

โดยที่

$$F_C = 290.73 V^{-0.1013} f^{0.725} d$$

- (v) บริเวณที่ตัดชิ้นงานออกที่สัมพันธ์กับพื้นผิวที่ตัด

$$f V^2 \geq 2230.5$$

- (vi) ความหยาบของพื้นผิวมากที่สุดที่ยอมรับได้

$$0.356 f^2 \leq H_{\max}$$

โดยที่

$$H_{\max} \text{ มีช่วงตั้งแต่ } 0.01 \text{ to } 0.06 \text{ มม.}$$

- (vii) กำลังสูงสุดในการใช้งาน

$$P_c = 7.5 \text{ kW}$$

โดยที่

$$P_c = \frac{F_C V}{4896}$$

- (viii) ความลึก (d) ในการตัด 'n' ครั้งเพื่อให้เกิดความลึกรวมมีค่าเท่ากับ 'A'

$$\sum_{i=1}^n d_i = A$$

**ตัวแบบของปัญหาแรงกดสปริง** (สำหรับการหาแรงมากที่สุดที่กระทำกับสปริง (Y))

$$\text{Max. } Y = (300 + 16x_5) \left( \frac{140}{x_1} - 1 \right) + x_3 \left( x_2 + (x_5 - 20) \left( \frac{280}{x_1} - 1 \right) - x_4 \right) \left( \frac{280}{x_1} - 1 \right)$$

โดยที่  $X_1$  = ขอบของหน้ากระดาษที่จะเข้าสู่แกนหมุน (มีค่าตั้งแต่ 100-180)

$X_2$  = จุดต่อของสปริง (มีค่าตั้งแต่ 35-75)

$X_3$  = ค่าความแข็งของสปริง (มีค่าตั้งแต่ 5-15)

$X_4$  = ระยะให้ตัวของสปริง (มีค่าตั้งแต่ 20-50)

$X_5$  = ความหนาของกระดาษ (มีค่าตั้งแต่ 0-50)

#### 4.3.1. การทดสอบกับปัญหา Turning Machine เพื่อลดต้นทุนชิ้นงาน

การทดสอบอัลกอริทึมของวิธีฝูงมดที่มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมที่สุดในวิธีการทั้งหมด เพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของแบบจำลองปัญหา Turning Machine ต่าง ๆ ซึ่งได้ผลการทดสอบดังนี้

ตารางที่ 4.73 ผลการทดสอบปัญหา Turning Machine ด้วยวิธีฝูงมด

	Turning Machine Modeling											
	Hati and Rao			Emer			Emer and Kromodihardjo			Iwata Oba and Murotsu		
	ครั้ง	เวลา	Yield	ครั้ง	เวลา	Yield	ครั้ง	เวลา	Yield	ครั้ง	เวลา	Yield
Average	14532	0:00:15	79.277	7200	0:00:09	6.291	7200	0:00:12	1.553	14954.5	0:00:12	122.553
Std. Dev.	13	0:00:01	0.153	0	0:00:01	0.034	0	0:00:01	0.000	26.7925	0:00:01	0.050
Max	14555	0:00:18	79.595	7200	0:00:10	6.386	7200	0:00:12	1.553	15005	0:00:13	122.623
Min	14508	0:00:13	79.135	7200	0:00:08	6.264	7200	0:00:11	1.553	14923	0:00:11	122.486
S/N ratio	-	-	37.983	-	-	15.973	-	-	3.823	-	-	41.766

#### 4.3.2. การทดสอบกับปัญหาแรงกดสปริง (Spring force problem)

นำอัลกอริทึมของวิธีฝูงมดที่มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมที่สุดในวิธีการทั้งหมด เพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของแบบจำลองปัญหาแรงกดสปริง ซึ่งได้ผลการทดสอบดังนี้

ตารางที่ 4.74 ผลการทดสอบปัญหา Spring Force ด้วยวิธีฝูงมด

	Spring force problem		
	ครั้ง	เวลา	Yield
Average	1968640	0:11:47	3166.56421
Std. Dev.	927	0:00:10	125.03427
Max	1970073	0:12:07	3368.71053
Min	1967196	0:11:30	2869.09338
S/N ratio	-	-	69.992

#### 4.4. การทดสอบวิธีผสมผสานกับแบบของปัญหาในอุตสาหกรรม

จากข้อมูลการสรุปผลการทดสอบวิธีการทำงานของอัลกอริทึมต่าง ๆ จากหัวข้อ 4.1-4.2 พบว่ามีวิธีการที่น่าสนใจอยู่ 2 วิธี คือ วิธีซิมูเลทเตดแอนนิลลิง และ วิธีฝูงมด โดยมีหลักการทำงานที่ผสมผสานวิธีซิมูเลทเตดแอนนิลลิง กับ วิธีฝูงมด เพื่อปรับปรุงการทำงานและนำมาทดสอบปัญหาในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งได้ผลการทดสอบดังนี้

##### 4.4.1. การทดสอบกับปัญหา Turning Machine เพื่อลดต้นทุนชิ้นงาน

การทดสอบจะใช้อัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้นมาจากข้อดี ของวิธีการของซิมูเลทเตดแอนนิลลิง และ วิธีฝูงมด โดยจะนำผลลัพธ์จากอัลกอริทึมของวิธีซิมูเลทเตดแอนนิลลิง มาใช้เป็นค่าตั้งต้น เพื่อลดเวลาในการทำงานของวิธีฝูงมดตามลำดับ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.75 ผลการทดสอบปัญหา Turning Machine ด้วยวิธีผสมผสาน

	Turning Machine Modeling											
	Hati and Rao			Ermer			Ermer and Kromodihardjo			Iwata Oba and Murotsu		
	ครั้ง	เวลา	Yield	ครั้ง	เวลา	Yield	ครั้ง	เวลา	Yield	ครั้ง	เวลา	Yield
Average	6000	0:03:42	79.441	6000	0:00:45	6.306	6000	0:00:17	1.555	6000	0:01:43	124.010
Std. Dev.	0	0:00:03	0.119	0	0:00:01	0.017	0	0:00:00	0.002	0	0:00:02	0.748
Max	6000	0:03:48	79.613	6000	0:00:46	6.329	6000	0:00:18	1.558	6000	0:01:46	125.636
Min	6000	0:03:38	79.215	6000	0:00:44	6.268	6000	0:00:17	1.553	6000	0:01:41	122.730
S/N ratio	-	-	38.001	-	-	15.995	-	-	3.836	-	-	41.869

##### 4.4.2. การทดสอบกับปัญหาแรงกดสปริง (Spring force problem)

นำอัลกอริทึมของวิธีผสมผสานมาทดสอบกับปัญหา Spring force เพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของแบบจำลองปัญหาแรงกดสปริง ซึ่งได้ผลการทดสอบดังนี้

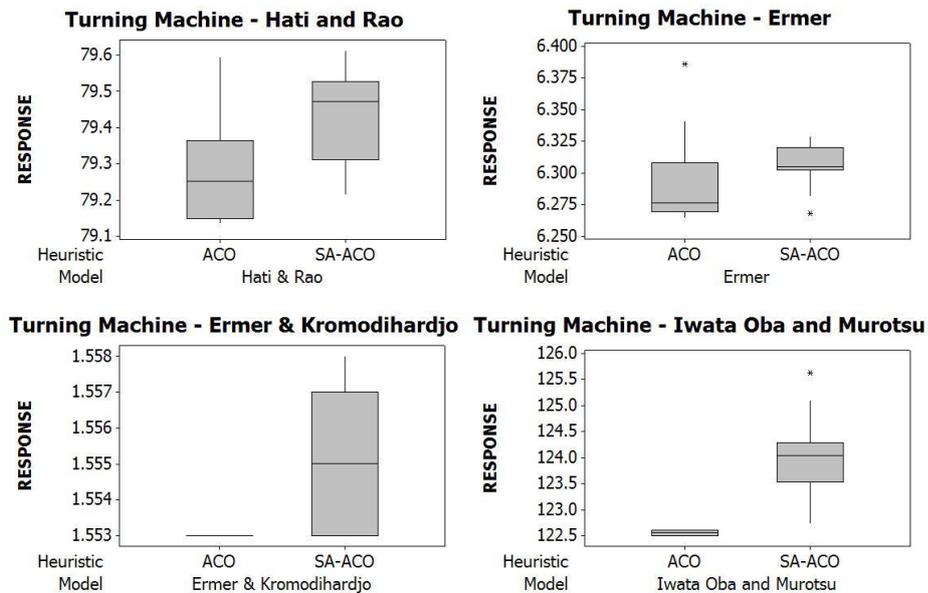
ตารางที่ 4.76 ผลการทดสอบปัญหา Spring Force ด้วยวิธีผสมผสาน

	Spring force problem		
	ครั้ง	เวลา	Yield
Average	7393	0:00:23	2604.846
Std. Dev.	470	0:00:00	162.504
Max	8165	0:00:23	2926.799
Min	6750	0:00:22	2372.605
S/N ratio	-	-	68.281

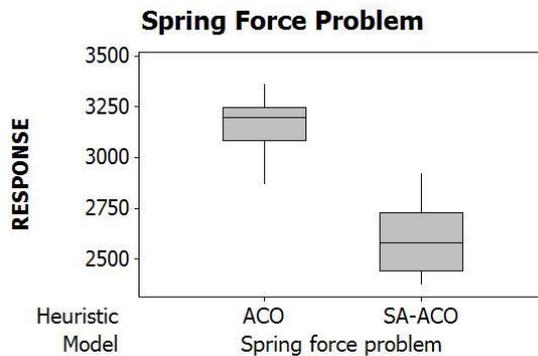
4.5. สรุปและวิเคราะห์ผลการทดสอบกับปัญหาในอุตสาหกรรม

จากผลทดสอบจากตารางที่ได้จากการทดสอบในหัวข้อ 4.3-4.4 เมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีบอกรีฟลอคตดังรูปที่ 4.94-4.95 พบว่าวิธีฝูงมดยังสามารถให้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ไขปัญห 5 แบบ โดยสามารถหาต้นทุนต่ำที่สุดในการกลิ้งชิ้นงานทั้ง 4 แบบ รวมทั้งยังสามารถหาแรงกระทำที่มากที่สุดที่กระทำต่อสปริงเช่นกัน

พบข้อสังเกตที่น่าสนใจระหว่างการทดสอบดังนี้ ในกรณีที่มีสมการมีข้อจำกัดวิธีฝูงมดจะให้คำตอบได้เร็วกว่าวิธีผสมผสาน แต่ในตัวแบบของปัญหาที่ไม่มีสมการข้อจำกัดจะพบว่าวิธีการผสมผสานจะสามารถหาคำตอบได้ไวกว่า ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.77



ภาพที่ 4.93 บอกรีฟลอคตตัวแบบปัญหาการหาต้นทุนต่ำสุดในการกลิ้งต่าง ๆ



ภาพที่ 4.94 บอกรีฟลอคตตัวแบบปัญหาในการหาแรงสูงที่สุดที่กระทำต่อสปริง

ตารางที่ 4.77 สรุปข้อดีและข้อด้อยระหว่างวิธีฝูงมด และ วิธีผสมผสาน

	ข้อดี	ข้อด้อย
วิธีฝูงมด (ACO)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เวลาในการหาคำตอบของปัญหาที่มีสมการข้อจำกัด สามารถทำได้เร็ว</li> <li>2. การกระจายตัวของผลตอบสนองค่อนข้างน้อย</li> <li>3. ค่าผลตอบสนองที่ได้จากปัญหาต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์ดี เมื่อเทียบกับค่า <b>Heuristic</b> ที่เหมาะสมที่สุด และจะได้ค่าที่ดีกว่าวิธีการอื่น ในกรณีปัญหาที่มีความซับซ้อนสูง และ ขนาดที่ใหญ่ขึ้น</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เวลาที่ใช้ในการหาคำตอบของสมการที่ไม่มีสมการข้อจำกัด จะใช้เวลาค่อนข้างนานกว่าวิธีผสมผสาน ขึ้นอยู่กับระดับของความซับซ้อน และขนาดของปัญหา เช่น ในกรณีของปัญหาแรงสูงสุดที่กระทำกับสปริง</li> </ol>
วิธีผสมผสาน (SA-ACO)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เวลาในการหาคำตอบของปัญหาที่ไม่มีสมการข้อจำกัด สามารถทำได้เร็ว และค่อนข้างสม่ำเสมอ เนื่องจากใช้จำนวนสุ่มตัวอย่างในระบบค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับวิธี <b>ACO</b> เนื่องจากเป็นวิธีที่พัฒนามากจาก <b>SA</b> ที่มีความทนทาน และมีเงื่อนไขในการหยุดที่ชัดเจน</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ค่าผลตอบสนองที่ได้จะต่ำกว่าวิธีฝูงมด ในกรณีปัญหาที่มีความซับซ้อน และขนาดของปัญหาสูง โดยผลตอบสนองที่ได้ในกรณีที่มีสิ่งรบกวนต่ำอยู่ในระดับดี เมื่อเทียบกับ <b>Global point</b></li> <li>2. การกระจายของผลตอบสนอง ในแต่ละซ้ำค่อนข้างสม่ำเสมอ และมีความคงตัวที่ดีในปัญหาต่าง ๆ แต่จัดอยู่ในระดับพอใช้เมื่อเทียบกับวิธีฝูงมดเดิม</li> </ol>

กล่าวโดยสรุป สามารถระบุได้ว่าวิธีการผสมผสานที่พัฒนาขึ้นมาจากอัลกอริทึมของวิธีชิมูเลตเตดแอนนิลลิง และวิธีฝูงมดนั้น สามารถค้นหาคำตอบได้รวดเร็วกว่าวิธีฝูงมดเดิมซึ่งถือเป็นจุดเด่นของวิธีชิมูเลตเตดแอนนิลลิงในกรณีที่น่าไปใช้กับปัญหาที่ไม่มีสมการข้อจำกัด แต่จะมีความสามารถในการค้นหาคำตอบ หรือ ผลตอบสนองที่ลดลง ดังนั้นการเลือกใช้วิธีฝูงมดจึงเหมาะสมกับปัญหาต่าง ๆ จึงน่าจะเป็นการจัดการในการหาคำตอบของปัญหาได้ดีที่สุด