# บทที่ 4

# ผลการทดลอง

การทดลองของงานวิจัยนี้จะเริ่มต้นจากการทดลองค่าความคลาดเคลื่อน การทดลองการประเมินค่าความเหมาะสม การทดลองการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม การทดลองกับระบบการคัดสรรชุดอาหารที่เหมาะสม และสรุปผลการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

## 4.1 การทดลองค่าความคลาดเคลื่อน

การทดลองค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ระหว่างค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการ และค่าขีดความสามารถของระบบ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะทดลองกับค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการจาก 2 ตัวอย่างภารกิจ คือสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิในมหาสมุทรอินเดีย พ.ศ. 2547 และสถานการณ์แผ่นดินไหวในเฮติ พ.ศ. 2553

การทดลองกับสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิในมหาสมุทรอินเดีย พ.ศ. 2547 มีขีดความสามารถที่ต้องการจากกองกำลังทางเรือดังตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 4.1** ขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการของสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ

| สถานการณ์ภัยพิบัติ | การสนับสนุนอากาศยาน | การเข้าถึงพื้นที่ด้วยเรือยกพล | การค้นหาและการช่วยเหลือผู้ประสบภัย | การสนับสนุนการระวางบรรทุก | | | | | | การเคลื่อนย้ายประชาชน | การผลิตน้ำดื่ม | การสนับสนุนกำลังพลในการช่วยเหลือ | ความสามารถในการบรรทุกสัมภาระเพิ่มเติม | การสนับสนุนทางการแพทย์ | ค่าใช้จ่ายในการเดินเรือ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | เสบียงแห้ง | เสบียงสดแช่เย็น | น้ำจืด | ยานพาหนะ (RORO) และสิ่งของอื่นๆ | น้ำมันเชื้อเพลิง | การพึ่งพาตนเอง | | | | | | |
| แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ | 10 | 2 | 6 | 8 | 8 | 7 | 0 | 8 | 5 | 11 | 4 | 9 | 6 | 6 | 5 |

**ที่มา:** An Analysis of U.S. Navy Humanitarian Assistance and Disaster Relief Operations By Cullen M. Greenfield, Cameron A. Ingram June 2011

จากตารางที่ 4.1 ขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการจากกองกำลังทางเรือทั้งหมด 14 ด้าน ข้อจำกัดเพิ่มเติมอีก 1 ด้านสำหรับในการปฏิบัติภารกิจแผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ

**ตารางที่ 4.2** ขีดความสามารถและจำนวนของเรือในแต่ละประเภท

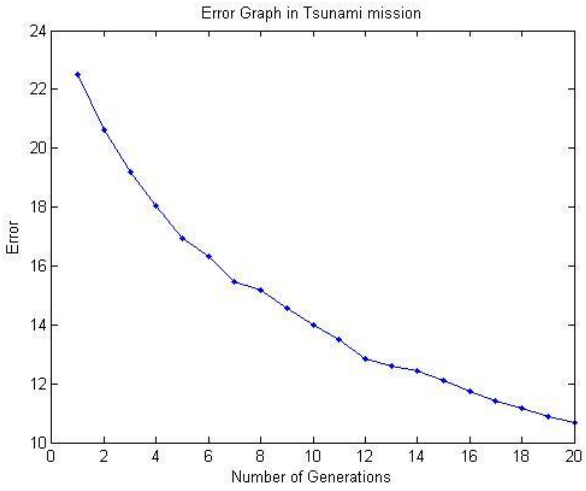
| ประเภทเรือ | การสนับสนุนอากาศยาน | การเข้าถึงพื้นที่ด้วยเรือยกพล | การค้นหาและการช่วยเหลือผู้ประสบภัย | การสนับสนุนการระวางบรรทุก | | | | | | การเคลื่อนย้ายประชาชน | การผลิตน้ำจืด | การสนับสนุนกำลังพลในการช่วยเหลือ | ความสามารถในการบรรทุกสัมภาระเพิ่มเติม | การสนับสนุนทางการแพทย์ | ค่าใช้จ่ายในการเดินเรือ | จำนวนเรือที่มีอยู่ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | เสบียงแห้ง | เสบียงสดเย็นแ | น้ำจืด | ยานพาหนะ (RORO) และสิ่งของอื่นๆ | น้ำมันเชื้อเพลิง | การซ่อมบำรุงพาตนเอง | | | | | | | |
| เรือ บฮ. ชุด ร.ล. จักรีนฤเบศร | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 90 | 1 |
| เรือ ยพญ. ชุด ร.ล. อ่างทอง | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 70 | 1 |
| เรือ ยพญ. ชุด ร.ล. สีชัง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 70 | 2 |
| เรือ สกญ. ชุด ร.ล. สิมิลัน | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 60 | 1 |
| เรือ ฟก. ชุด ร.ล. พุทธยอดฟ้าฯ | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 50 | 2 |
| เรือ ฟก. ชุด ร.ล. นเรศวร | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 50 | 2 |
| เรือ ฟก. ชุด ร.ล. เจ้าพระยา | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 50 | 2 |
| เรือ ฟก. ชุด ร.ล. กระบุรี | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 50 | 2 |
| เรือ ฟก. ชุด ร.ล. ตาปี | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 50 | 2 |
| เรือ ตกก. ชุด ร.ล. ปัตตานี | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 30 | 2 |
| เรือ ตกก. ชุด ร.ล. กระบี่ | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 30 | 1 |
| เรือ ตกป. ชุด ร.ล. สัตหีบ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 30 | 6 |
| เรือ ตกป. ชุด ร.ล. กันตัง | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 30 | 3 |
| เรือ ตกป. ชุด ร.ล. หัวหิน | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 30 | 3 |
| เรือ ตกฝ. ชุด ต. 991 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 3 |
| เรือ ตกฝ. ชุด ต. 81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 3 |
| เรือ ตกฝ. ชุด ต. 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 9 |
| เรือ ตกช. ชุด ต. 227 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 1 |
| เรือ รพญ. ชุด ร.ล. มันนอก | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 3 |

**ตารางที่ 4.2** (ต่อ)

| ประเภทเรือ | การสนับสนุนอากาศยาน | การเข้าถึงพื้นที่ด้วยเรือยกพล | การค้นหาและการช่วยเหลือผู้ประสบภัย | การสนับสนุนการระวางบรรทุก | | | | | | การเคลื่อนย้ายประชาชน | การผลิตน้ำจืด | การสนับสนุนกำลังพลในการช่วยเหลือ | ความสามารถในการบรรทุกสัมภาระเพิ่มเติม | การสนับสนุนทางการแพทย์ | ค่าใช้จ่ายในการเดินเรือ | จำนวนเรือที่มีอยู่ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | เสบียงแห้ง | เสบียงสดแช่เย็น | น้ำจืด | ยานพาหนะ (RORO) และสิ่งของอื่นๆ | น้ำมันเชื้อเพลิง | การพึ่งพาตนเอง | | | | | | | |
| เรือ รพญ. ชุด ร.ล. ทองแก้ว | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 4 |
| เรือ นม. ชุด ร.ล. สมุย | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 20 | 1 |
| เรือ นม. ชุด ร.ล. จุฬา | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 1 |
| เรือ ลจก. ชุด ร.ล. ริ้น | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 2 |
| เรือ ลจก. ชุด ร.ล. แสมสาร | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 2 |
| เรือ ลทฝ. ชุด ร.ล. ลาดหญ้า | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 2 |
| เรือ ลทฝ. ชุด ร.ล. บางระจัน | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 2 |
| เรือ สตท. ชุด ร.ล. ถลาง | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 10 | 1 |

จากตารางที่ 4.2 เป็นขีดความสามารถและจำนวนเรือในแต่ละประเภท ที่จะนำมาใช้ในการค้นหากองกำลังทางเรือ เพื่อให้ได้ขีดความสามารถที่ต้องการในตารางที่ 4.1

พารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลองค่าความคลาดเคลื่อน (Error) จะกำหนดให้จำนวนรุ่น (Number of Generations) เท่ากับ 20 รุ่น จำนวนประชากร (Population size) เท่ากับ 50 ความน่าจะเป็นในการข้ามสายพันธุ์ (Probabilities of Crossover) เท่ากับ 0.7 และความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์ (Probabilities of Mutation) เท่ากับ 0.02 ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.1




**ภาพที่ 4.1** ผลค่าความคลาดเคลื่อนของสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ

จากภาพที่ 4.1 ในช่วงจำนวนรุ่นแรกเริ่มจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ค่อนข้างสูงโดยในประชากรรุ่นที่ 1 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 22.4875 ซึ่งจากภาพจะเห็นได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนจะมีค่าที่ลดระดับลงเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงรุ่นที่ 20 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 10.685

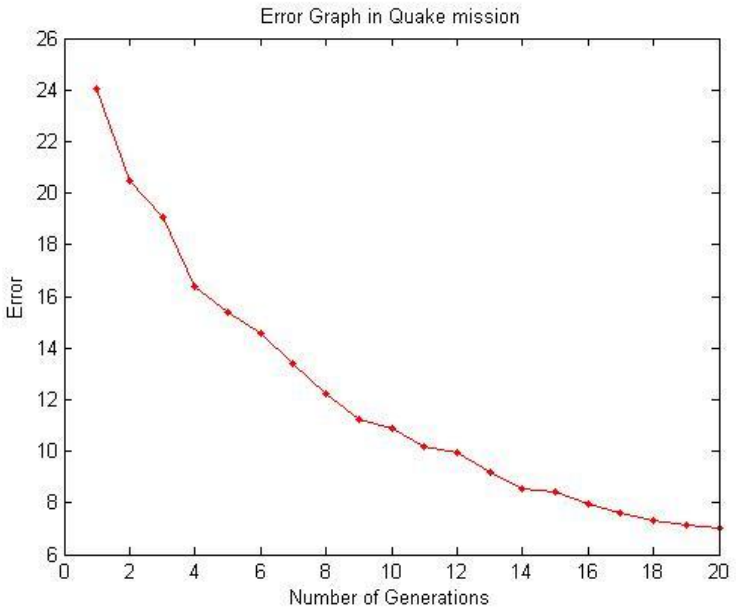
การทดลองกับสถานการณ์แผ่นดินไหวในเฮติ พ.ศ. 2553 มีขีดความสามารถที่ต้องการจากกองกำลังทางเรือดังตารางที่ 4.3

**ตารางที่ 4.3** ขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการของสถานการณ์แผ่นดินไหวในเฮติ พ.ศ. 2553

| สถานการณ์ภัยพิบัติ | การสนับสนุนอากาศยาน | การเข้าถึงพื้นที่ด้วยเรือยกพล | การค้นหาและการช่วยเหลือผู้ประสบภัย | การสนับสนุนการระวางบรรทุก | | | | | | การเคลื่อนย้ายประชาชน | การผลิตน้ำจืด | การสนับสนุนกำลังพลในการช่วยเหลือ | ความสามารถในการบรรทุกสัมภาระเพิ่มเติม | การสนับสนุนทางการแพทย์ | ค่าใช้จ่ายในการเดินเรือ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | เสบียงแห้ง | เสบียงสดแช่เย็น | น้ำจืด | ยานพาหนะ (RORO) และสิ่งของอื่นๆ | น้ำมันเชื้อเพลิง | การซ่อมบำรุงตนเอง | | | | | | |
| แผ่นดินไหวเฮติ พ.ศ.2553 | 3 | 2 | 2 | 5 | 5 | 4 | 2 | 5 | 6 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 |

**ที่มา:** An Analysis of U.S. Navy Humanitarian Assistance and Disaster Relief Operations By Cullen M. Greenfield, Cameron A. Ingram June 2011

จากตารางที่ 4.3 ขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการจากกองกำลังทางเรือทั้งหมด 14 ด้าน ข้อจำกัดเพิ่มเติมอีก 1 ด้านสำหรับในการปฏิบัติภารกิจแผ่นดินไหวที่ประเทศเฮติ พ.ศ. 2553 ซึ่งประเภทเรือและจำนวนเรือที่จะนำมาใช้ในการค้นหากองกำลังทางเรือจะใช้ข้อมูลของตารางที่ 4.2 และการกำหนดค่าพารามิเตอร์จะกำหนดให้จำนวนรุ่น (Number of Generations) เท่ากับ 20 รุ่น จำนวนประชากร (Population size) เท่ากับ 50 ความน่าจะเป็นในการข้ามสายพันธุ์ (Probabilities of Crossover) เท่ากับ 0.7 และความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์ (Probabilities of Mutation) เท่ากับ 0.02 ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.2




**ภาพที่ 4.2** ผลค่าความคลาดเคลื่อนของสถานการณ์แผ่นดินไหวในเฮติ พ.ศ. 2553

จากภาพที่ 4.2 ในช่วงจำนวนรุ่นแรกเริ่มจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ค่อนข้างสูงโดยในประชากรรุ่นที่ 1 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 15.3825 ซึ่งจากภาพจะเห็นได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนจะมีค่าที่ลดระดับลงเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงรุ่นที่ 20 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 7.0275

**4.2 การทดลองการประเมินค่าความเหมาะสม**

สมการที่ใช้ในการประเมินค่าความเหมาะสม จะมีด้วยกัน 3 สมการมีรายละเอียดดังนี้

$$error = \sum_{i=1}^{n} W_i (T_i - A_i) \tag{4.1}$$

$$error = \sum_{i=1}^{n} W_i \mid T_i - A_i \mid \tag{4.2}$$

$$error = \sum_{i=1}^{n} W_i (T_i - A_i)^2 \tag{4.3}$$

โดยที่

$n$ คือจำนวนด้านขีดความสามารถของเรือ

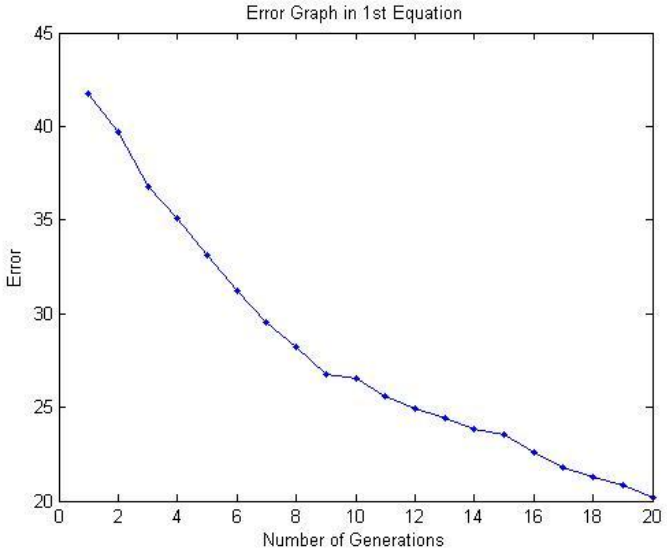
$i$ คือหมายเลขขีดความสามารถของเรือในแต่ละด้าน

$A_i$ คือค่าผลรวมขีดความสามารถของกองเรือด้าน $i$

$T_i$ คือค่าขีดความสามารถเป้าหมายด้าน $i$

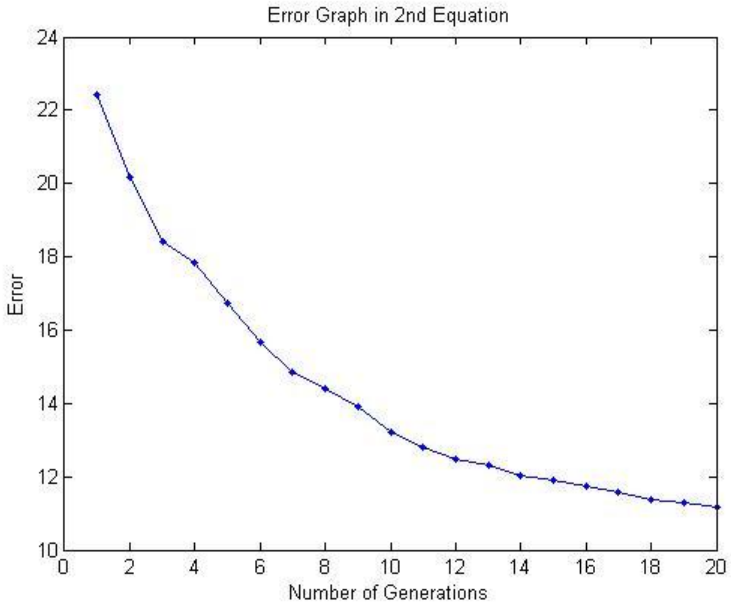
และ $W_i$ คือค่าน้ำหนักความสำคัญของขีดความสามารถของเรือด้าน $i$

จากทั้ง 3 สมการนี้จะนำมาใช้ในการประเมินค่าความเหมาะสมของสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ พ.ศ.2547 โดยแสดงผลการทดลองสมการที่ 4.1 ดังภาพที่ 4.4



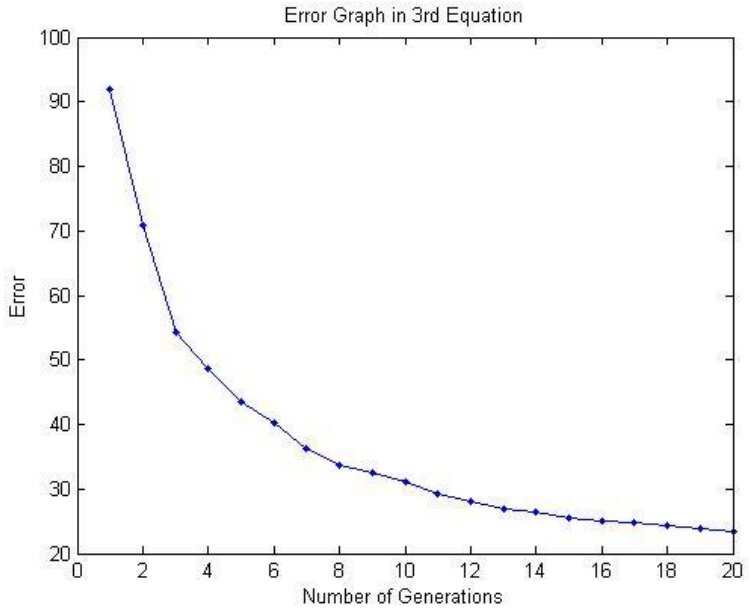

**ภาพที่ 4.3** ผลค่าความคลาดเคลื่อนของสมการที่ 4.1

จากภาพที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนในช่วงจำนวนรุ่นเริ่มต้นจะมีค่าความคลาดเคลื่อนสูง และเมื่อในจำนวนรุ่นถัดไปจะมีความคลาดเคลื่อนจะลดระดับลงเรื่อยๆ จะกระทั่งถึงจำนวนรุ่นที่กำหนด ซึ่งจากการทดลองค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 41.74 ในรุ่นที่ 1 และต่ำสุดอยู่ที่ 20.18 ในรุ่นที่ 20 ซึ่งในสมการที่ 4.1 นี้จะประเมินค่าความเหมาะสมว่าดี ก็ต่อเมื่อค่าขีดความสามารถที่ระบบค้นหามาได้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าขีดความสามารถเป้าหมาย แต่ถ้าน้อยกว่าก็จะถูกประเมินค่าความเหมาะสมว่าไม่ดี จึงทำให้มีค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำลงมา




**ภาพที่ 4.4** ผลค่าความคลาดเคลื่อนของสมการที่ 4.2

จากภาพที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าในจำนวนรุ่นเริ่มต้นจะมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงเช่นเดียวกันกับสมการที่ 4.1 แต่สมการที่ 4.2 จะต่างกันที่เมื่อขีดความสามารถในแต่ละด้านที่ระบบค้นหามาได้มีค่ามากกว่า หรือเท่ากับค่าขีดความสามารถเป้าหมาย ก็จะถูกประเมินค่าความเหมาะสมว่าดี ซึ่งจะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าน้อย และจากการการทดลองนี้จะมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 22.4225 และต่ำสุดอยู่ที่ 11.185



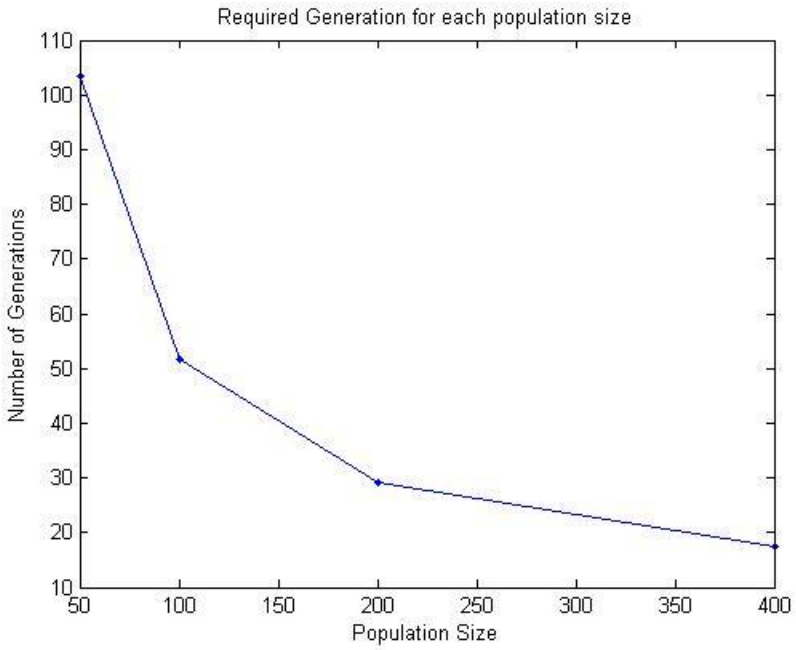

**ภาพที่ 4.5** ผลค่าความคลาดเคลื่อนของสมการที่ 4.3

จากภาพที่ 4.5 ในสมการที่ 4.3 นี้จะมีความคล้ายคลึงกันกับสมการที่ 4.2 ซึ่งลักษณะกราฟที่ได้ในจำนวนรุ่นเริ่มต้นจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่สูง และในจำนวนรุ่นถัดไปจนถึงจำนวนรุ่นที่กำหนด ค่าความคลาดเคลื่อนจะลดระดับลงมา แต่สมการที่ 4.3 จะได้ค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการที่ไล่เลี่ยกันทุกด้าน ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 91.8415 และต่ำสุดอยู่ที่ 23.4325

**4.3 การ**ทดลองการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

ในการทดลองนี้จะทำการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์จำนวนประชากร (Population size) ซึ่งจะทดลองกับสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ พ.ศ.2547 และเลือกใช้สมการที่ 4.2 ในการประเมินค่าความเหมาะสม โดยจะกำหนดค่าพารามิเตอร์การข้ามสายพันธุ์เท่ากับ 0.7 การกลายพันธุ์เท่ากับ 0.02 จะทำการทดลองกับจำนวนประชากรที่ 50, 100, 200 และ 400 ซึ่งในการทดลองจะทดลองด้วยกันทั้งหมด 4 กรณีดังต่อไปนี้

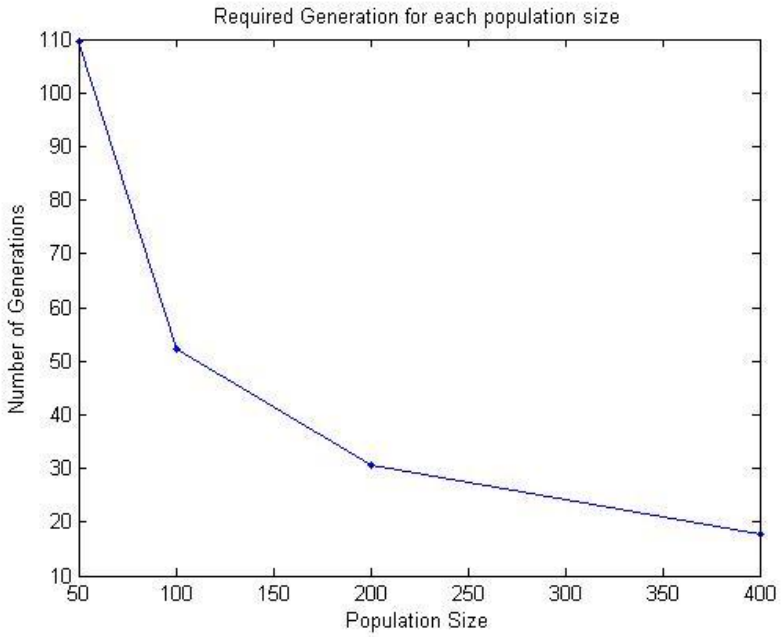
4.3.1 กรณีค่าขีดความสามารถไปถึงค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่กำหนด โดยที่ขีดความสามารถในแต่ละด้านสามารถมีค่าเกินกว่าที่กำหนดได้ ซึ่งได้ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.6




**ภาพที่ 4.6** ผลค่าจำนวนรุ่นในแต่ละจำนวนประชากร

จากภาพที่ 4.6 ในจำนวนประชากรที่ 50 จะใช้จำนวนรุ่นในการค้นหาคำตอบที่สูง และจำนวนรุ่นที่ใช้ในการค้นหาคำตอบจะลดลงเมื่อกำหนดจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น โดยจำนวนประชากรที่ 50 ใช้จำนวนรุ่นในการค้นหาคำตอบเฉลี่ยอยู่ที่ 103.45 จำนวนประชากรที่ 100 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 51.8 จำนวนประชากรที่ 200 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 29.05 และจำนวนประชากรที่ 400 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 17.55

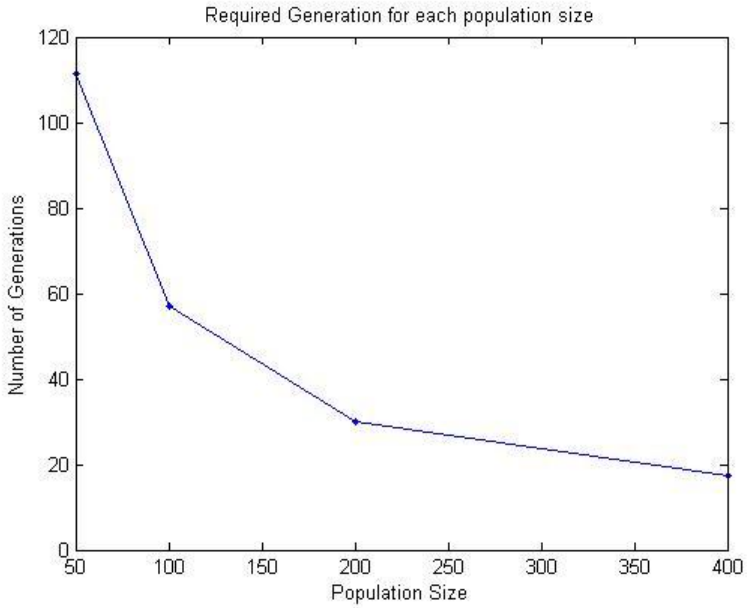
4.3.2 กรณีค่าขีดความสามารถไปถึงค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่กำหนด โดยที่ขีดความสามารถในแต่ละด้านสามารถมีค่าไม่เกินกว่าที่กำหนดได้ ซึ่งได้ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.7




**ภาพที่ 4.7** ผลค่าจำนวนรุ่นในแต่ละจำนวนประชากร

จากภาพที่ 4.7 ในจำนวนประชากรที่ 50 จะใช้จำนวนรุ่นในการค้นหาคำตอบที่สูง และจำนวนรุ่นที่ใช้ในการค้นหาคำตอบจะลดลงเมื่อกำหนดจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น โดยจำนวนประชากรที่ 50 ใช้จำนวนรุ่นในการค้นหาคำตอบเฉลี่ยอยู่ที่ 109.45 จำนวนประชากรที่ 100 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 52.35 จำนวนประชากรที่ 200 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 30.75 และจำนวนประชากรที่ 400 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 17.684211

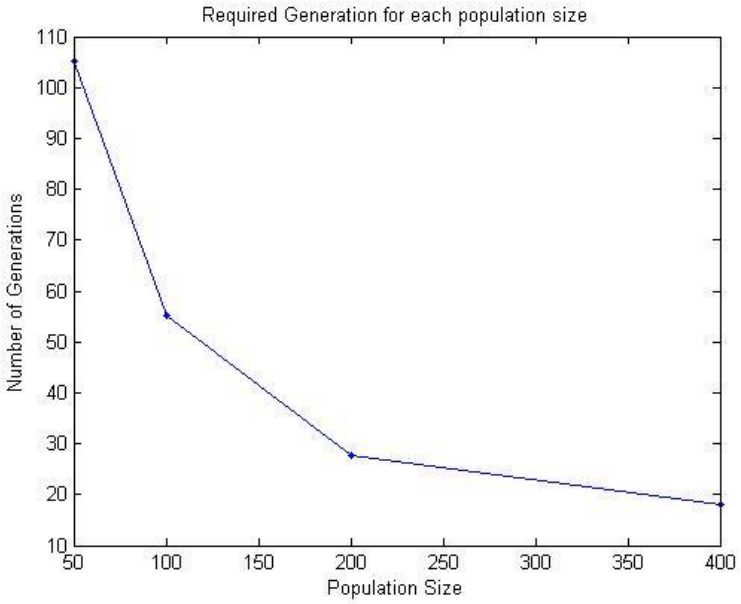
4.3.1 กรณีค่าขีดความสามารถไปไม่ถึงค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่กำหนด โดยที่ขีดความสามารถในแต่ละด้านสามารถมีค่าเกินกว่าที่กำหนดได้ ซึ่งได้ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.8 โดยจะทำการเพิ่มค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการเป็นจำนวน 2 เท่าจากจำนวนที่ต้องการเดิม เพื่อให้ความสามารถของเรือในแต่ละประเภทของระบบไม่สามารถที่จะค้นหากองกำลังทางเรือที่มีขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการได้ครบถ้วน




**ภาพที่ 4.8** ผลค่าจำนวนรุ่นในแต่ละจำนวนประชากร

จากภาพที่ 4.8 ในจำนวนประชากรที่ 50 จะใช้จำนวนรุ่นในการค้นหาคำตอบที่สูง และจำนวนรุ่นที่ใช้ในการค้นหาคำตอบจะลดลงเมื่อกำหนดจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น โดยจำนวนประชากรที่ 50 ใช้จำนวนรุ่นในการค้นหาคำตอบเฉลี่ยอยู่ที่ 111.55 จำนวนประชากรที่ 100 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 57.1 จำนวนประชากรที่ 200 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 29.95 และจำนวนประชากรที่ 400 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 17.5

4.3.2 กรณีค่าขีดความสามารถไปไม่ถึงค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่กำหนด โดยที่ขีดความสามารถในแต่ละด้านสามารถมีค่าไม่เกินกว่าที่กำหนดได้ ซึ่งได้ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.10 โดยจะทำการเพิ่มค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการเป็นจำนวน 2 เท่าจากจำนวนที่ต้องการเดิม เพื่อให้ความสามารถของเรือในแต่ละประเภทของระบบไม่สามารถที่จะค้นหากองกำลังทางเรือที่มีขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการได้ครบถ้วน




**ภาพที่ 4.9** ผลค่าจำนวนรุ่นในแต่ละจำนวนประชากร

จากภาพที่ 4.9 ในจำนวนประชากรที่ 50 จะใช้จำนวนรุ่นในการค้นหาคำตอบที่สูง และจำนวนรุ่นที่ใช้ในการค้นหาคำตอบจะลดลงเมื่อกำหนดจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น โดยจำนวนประชากรที่ 50 ใช้จำนวนรุ่นในการค้นหาคำตอบเฉลี่ยอยู่ที่ 105.3 จำนวนประชากรที่ 100 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 55.15 จำนวนประชากรที่ 200 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 27.75 และจำนวนประชากรที่ 400 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 18

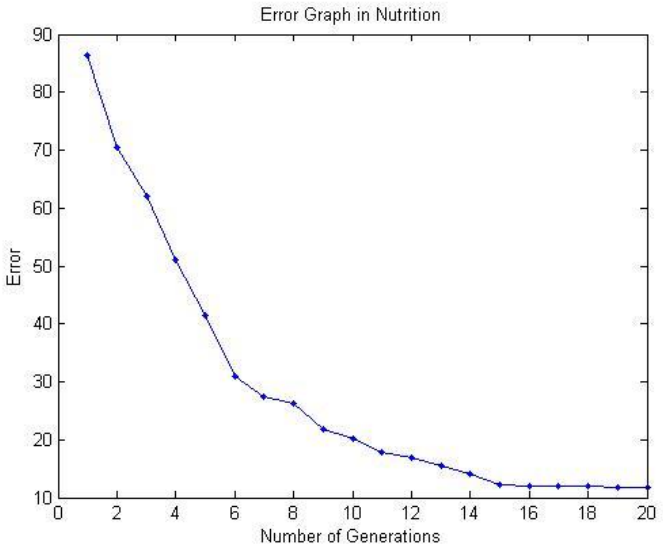
### 4.4 การทดลองกับระบบการคัดสรรชุดอาหารที่เหมาะสม

ขั้นตอนนี้จะนำระบบนี้ไปประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาการคัดสรรชุดอาหารที่เหมาะสม สำหรับพลทหารที่ปฏิบัติหน้าที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้สารอาหารที่ต้องการได้อย่างครบถ้วน โดยในสารอาหารจะมีด้วยกันทั้งหมด 13 อย่าง และมีเมนูทั้งหมด 11 เมนู ดังตารางที่ 4.1 ซึ่งจะทดสอบโดยกำหนดให้พลทหารมีความต้องการสารอาหารทุกๆ อย่างที่ 100 โดยจะให้ระบบทำการค้นหาว่าต้องใช้เมนูอาหารใดบ้างในที่จะให้สารอาหารได้ครบถ้วนหรือเหมาะสมที่สุด ในจำนวนรุ่นที่ 20 และจำนวนประชากรกำหนดไว้เท่ากับ 50

**ตารางที่ 4.4** สารอาหารของเมนูอาหารในแต่ละชนิด

| เมนูอาหาร | พลังงาน (กิโลแคลอรี่) | คาร์โบไฮเดรต (กรัม) | โปรตีน (กรัม) | ไขมัน (กรัม) | แคลเซียม (มิลลิกรัม) | ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม) | เหล็ก (มิลลิกรัม) | วิตามินเอ (ไมโครกรัม) | วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม) | วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม) | วิตามินบี 6 (มิลลิกรัม) | วิตามินบี 12 (มิลลิกรัม) | วิตามินซี (ไมโครกรัม) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ข้าวขาหมู | 5.15 | 3 | 2.96 | 18 | 4.8 | 5 | 7.44 | 3 | 0.24 | 0.64 | 3 | 0 | 8 |
| ข้าวมันไก่ | 9.24 | 4.11 | 9.12 | 2.71 | 3.72 | 2.88 | 1.94 | 0 | 0.06 | 0.81 | 0 | 2 | 0 |
| ข้าวหมูแดง | 2.4 | 4.28 | 9.78 | 5.18 | 9.6 | 5.8 | 0.92 | 0 | 0.16 | 0.44 | 1 | 0 | 0 |
| ราดหน้าหมู | 4.4 | 5 | 9.1 | 8 | 9.6 | 5.8 | 0.92 | 6 | 1 | 0.8 | 1 | 0 | 1 |
| แกงเลียง | 3.1 | 0 | 0 | 1.2 | 0 | 0.2 | 0.2 | 0 | 0.1 | 0.2 | 0 | 0.2 | 3 |
| ต้มข่าไก่ | 6.4 | 2 | 8.1 | 5.18 | 9.6 | 5.8 | 0.92 | 0 | 0.16 | 0.44 | 1 | 0 | 0 |
| ต้มจับฉ่าย | 3.4 | 5 | 4.7 | 5.18 | 9.6 | 5.8 | 0.92 | 0 | 0.16 | 0.44 | 1 | 0 | 0 |
| เงาะ | 2.6 | 4.9 | 3 | 9 | 5 | 0 | 4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 2 |
| แตงโม | 4 | 2.1 | 5 | 5.18 | 9.6 | 5.8 | 0.92 | 0 | 0.16 | 0.44 | 1 | 0 | 0 |
| สับปะรด | 1.4 | 3.2 | 7 | 5.18 | 9.6 | 5.8 | 0.92 | 0 | 0.16 | 0.44 | 1 | 0 | 0 |
| นมสด | 6 | 3.2 | 8 | 5.18 | 9.6 | 5.8 | 0.92 | 0 | 0.16 | 0.44 | 1 | 0 | 0 |

จากตารางที่ 4.4 เป็นค่าสารอาหารของในแต่ละเมนูอาหาร ซึ่งจะนำข้อมูลนี้ไปใช้ในการค้นหาสารอาหารให้มีความเพียงพอต่อความต้องการที่กำหนดไว้ ซึ่งผลที่ได้แสดงดังภาพที่ 4.10

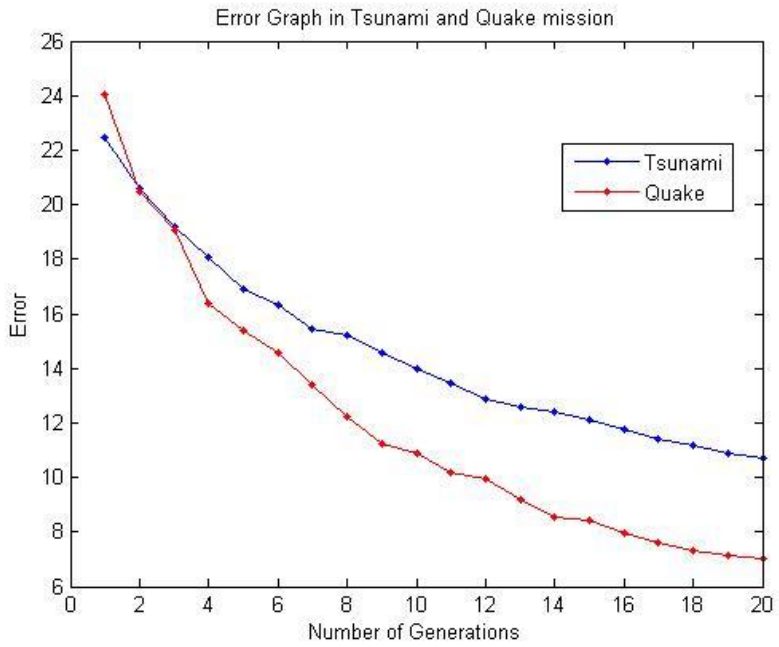



**ภาพที่ 4.10** ผลค่าความคลาดเคลื่อนในการค้นหาสารอาหารที่กำหนด

จากภาพที่ 4.10 จะเห็นได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนจะมีค่าสูงในจำนวนรุ่นเริ่มต้น ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 86.262 และจะลดระดับลงมาเรื่อยๆจนกระทั่งถึงจำนวนรุ่นที่ 20 มีค่าความคาดเคลื่อนอยู่ที่ 11.664

## 4.5 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการกำหนดกองกำลังทางเรือ สำหรับภารกิจเหตุการณ์สถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิในมหาสมุทรอินเดีย พ.ศ. 2547 และสถานการณ์แผ่นดินไหวในเฮติ พ.ศ. 2553 ค่าความคลาดเคลื่อนในการค้นหาขีดความสามารถเป้าหมายแสดงดังภาพที่ 4.11




**ภาพที่ 4.11** ผลค่าความคลาดเคลื่อนของสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ พ.ศ. 2547 และแผ่นดินไหวในเฮติ พ.ศ. 2553

จากภาพที่ 4.3 นำค่าความคลาดเคลื่อนของทั้ง 2 สถานการณ์มาเปรียบเทียบผล จะเห็นได้ว่าทั้ง 2 สถานการณ์มีค่าความคลาดเคลื่อนของในจำนวนรุ่นแรกเริ่มค่าที่สูง แต่เมื่อทำการค้นหาคำตอบไปเรื่อยๆ จนกระทั่งรุ่นที่ 20 ค่าความความคลาดเคลื่อนของทั้ง 2 สถานการณ์จะลดลง ไต่ระดับมาเรื่อยๆ และในผลการทดลองของทั้ง 2 สถานการณ์นี้จะเห็นได้ว่าสถานการณ์แผ่นดินไหวในเฮติ จะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยกว่าสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ ทั้งนี้เนื่องจาก

ในสถานการณ์แผ่นดินไหวในเฮติ มีความต้องการขีดความสามารถที่ต้องการจากกองกำลังทางเรือที่น้อยกว่าสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ

จากการทดลองในบทนี้ จะเห็นได้ว่าสามารถที่จะนำขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมาประยุกต์ใช้ในการค้นหากองกำลังทางเรือที่เหมาะสมได้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาอื่นๆได้ โดยการพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของผลการทดลองในการกำหนดกองกำลังเรือที่เหมาะสม โดยใช้ตัวอย่างสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิในมหาสมุทรอินเดีย พ.ศ. 2547 และสถานการณ์แผ่นดินไหวในเฮติ พ.ศ. 2553 และทั้ง 2 สถานการณ์นี้มีค่าความคลาดเคลื่อนที่มีค่าลดน้อยลงเมื่อจำนวนรุ่นที่ใช้ในการค้นหาเพิ่มขึ้น ซึ่งหมายความว่าขีดความสามารถที่ระบบทำการค้นหามาได้ จะเข้าใกล้ค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการมากขึ้น