

การวิเคราะห์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพครีบบของไฟถนน
โดยการจำลองเชิงตัวเลข ควบคู่กับขั้นตอนวิธีพันธุกรรม

The analysis of the increasing on effectiveness of LED street light
heat sink and numerical simulation couple with genetic algorithm

ศิวพงษ์ กิ่งแก้ว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
ติดต่อ: siwapongk@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของครีบบระบายความร้อนโดยกระบวนการไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Method ,FEM) และกระบวนการขั้นตอนวิธีพันธุกรรมหลายจุดประสงค์ (Multi-Objective Genetic Algorithm ,MOGA) ในงานวิจัยนี้ได้ใช้อลูมิเนียมเบอร์ 6061 ซึ่งมีคุณสมบัติในการระบายความร้อนที่ค่อนข้างดีเป็นที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรม และหลอดแอลอีดีกำลังสูง (LED High power) ขนาด 3 – 100 วัตต์ ในการวิเคราะห์โดยกำหนดอุณหภูมิแวดล้อมภายในห้องเท่ากับ 25 องศา สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลอดไฟฟ้าแอลอีดีและครีบบฮีตซิงค์ระบายความร้อนเท่ากับ 5 - 25 (W/m²K) และในส่วนของการกำลังของอินพุตที่จ่ายให้กับหลอดไฟฟ้าแอลอีดีนั้นจะอยู่ที่ 125 วัตต์ ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ที่ใช้ในการวิเคราะห์นี้เป็นวิธีการแบบทรานเซียนเทอร์มอล (Transient Thermal) ซึ่งทำการวิเคราะห์ผลอุณหภูมิ ณ เวลาต่างๆตั้งแต่เริ่มเกิดความร้อนไปจนกระทั่งความร้อนเสถียรและใช้กระบวนการขั้นตอนวิธีพันธุกรรมเพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ของระยะและขนาดของครีบบระบายความร้อนเพื่อช่วยในการระบายความร้อนของหลอดไฟฟ้าแอลอีดี จากการศึกษาพบว่าเมื่อทำการปรับขนาด และเพิ่มจำนวนครีบบเพื่อให้พื้นที่ได้สัมผัสกับอากาศได้มากที่สุด ครีบบระบายความร้อนจะสามารถระบายความร้อนได้ดีกว่าเดิม

คำหลัก: วิธีพันธุกรรมหลายจุดประสงค์, ค่าที่เหมาะสมที่สุด, ไฟไฟไนต์เอลิเมนต์, แอลอีดี

Abstract

This research aims to study the optimization of the heat sinks by the Finite Element Method (FEM) and Multi-Objective Genetic Algorithm (MOGA). In this project the use of aluminum No.6061, which has relatively good cooling that commonly used in the industry and LED High power of 3 – 100W in the analysis by the ambient temperature is 25 degrees, the heat transfer's coefficient of LED and heat sinks are 5 - 25 (W/m²K) and the values of input power supply to the LED light bulb that is 125 watts. Finite element methods are used in this analysis is the Transient Thermal method, which analyzed the temperature at different times until the heat stability and the process of genetic algorithms to find the optimization gap between fins and the size of fins to aid in the cooling of the LED light bulb. The study

CST-2052

found that when resizing and increasing the number of fins to make the area that exposed to the air as much as possible. Heat sinks cooling will be better.

Keywords: Multi-Objective Genetic Algorithm, Optimization, Finite Element Analysis, LED.

1. บทนำ

ในปัจจุบันหลอดแอลอีดี (Light emitting diode) กำลังมีบทบาทและความสำคัญเป็นอย่างมากในส่วนของการผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่นแสงสว่างพื้นหลังของโทรศัพท์มือถือ หน้าจอแอลอีดี ทีวีแอลอีดี จอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโฆษณาขนาดใหญ่ที่ใช้แอลอีดีในการแสดงผลของภาพ และรวมไปถึงอุตสาหกรรมรถยนต์ที่เลือกใช้แอลอีดีในการแสดงการทำงานของไฟท้ายของรถยนต์ [1-2] ถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากหลอดแอลอีดีมีความนิยมเป็นจำนวนมากในปัจจุบัน แต่ปัญหาของหลอดแอลอีดีคือความร้อนที่สะสมภายในตัวถึงแอลอีดีจึงจำเป็นต้องออกแบบครีบริดจิ้งที่ระบายความร้อนให้มีความเหมาะสมกับขนาดของกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับระบบและการออกแบบขนาดของครีบริดจิ้ง [3] อายุการใช้งานของหลอดแอลอีดีนั้นขึ้นอยู่กับความร้อนและเป็นสิ่งที่สำคัญมาก [4-6] โดยทั่วไปแล้วขนาดของแอลอีดีกำลังมีขนาด $1 \times 1 \text{ mm}^2$ สามารถขับกระแส (Forward currents) 350 มิลลิแอมป์หรือมากกว่า 1 แอมป์สำหรับแอลอีดีกำลังและส่วนของอุณหภูมิสูงสุดของชิป (Junction temperature) ไม่ควรเกิน 100 องศาเซลเซียสอาจทำให้หลอดแอลอีดีกำลังเกิดการเสียหายได้เนื่องจากความร้อน ในส่วนของการออกแบบครีบริดจิ้งและการเลือก [7] สิ่งที่ต้องคำนึงถึงก็คือการถ่ายเทความร้อนจากแหล่งความร้อน (Heat source) สู่อครีบริดจิ้ง การนำความร้อนจากครีบริดจิ้งสู่พื้นที่ผิวของครีบริดจิ้ง การถ่ายเทความร้อนจากพื้นที่ผิวสู่บรรยากาศรอบๆของครีบริดจิ้งโดยวิธีการพาความร้อนและการแผ่รังสี (Radiation) จะขึ้นอยู่กับธรรมชาติของพื้นที่ผิวของครีบริดจิ้งระบายความร้อน

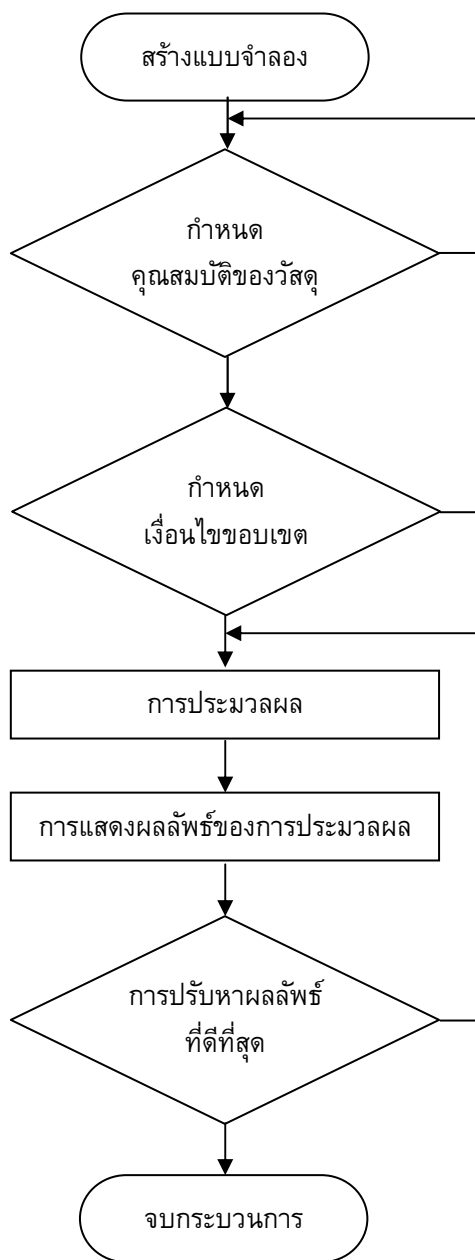
จากเหตุผลดังกล่าวและปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นสามารถใช้กระบวนการทางไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Method ,FEM) ในการวิเคราะห์ค่าของการถ่ายเท

ความร้อนของครีบริดจิ้งระบายความร้อนและวิธีในการหาคำตอบที่ดีที่สุดนั้นเราจะใช้กระบวนการขั้นตอนวิธีพันธุกรรมหลายจุดประสงค์ (Multi-Objective Genetic Algorithm ,MOGA) เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดของค่าตัวแปรต่างๆโดยใช้หลักการคัดเลือกตัวแปรแบบธรรมชาติและหลักการทางสายพันธุ์ กระบวนการขั้นตอนวิธีพันธุกรรมเป็นการคำนวณอย่างหนึ่งที่สามารถกล่าวได้ว่ามี “วิวัฒนาการ” ในการหาคำตอบเป็นขั้นตอนของการค้นหาคำตอบ ซึ่งปัจจุบันเป็นที่ยอมรับในประสิทธิภาพ และมีการนำไปประยุกต์ใช้กันอย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด โดยเฉพาะปัญหาของความร้อนของระบบที่สามารถประยุกต์เอากระบวนการขั้นตอนวิธีพันธุกรรมมาใช้ในการแก้ปัญหาของระบบวิศวกรรมด้วยเหตุผลที่สำคัญของกระบวนการขั้นตอนวิธีพันธุกรรมนั้น ยังสามารถทำให้เลือกตัวแปรในการออกแบบขนาดรูปร่างของครีบริดจิ้งระบายความร้อนได้ถูกต้องและเหมาะสม

2. วิธีดำเนินการวิจัย

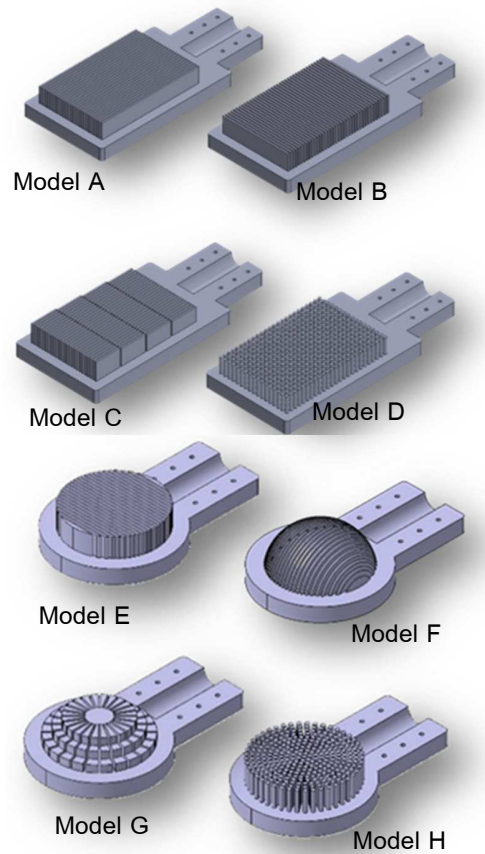
2.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนในการออกแบบการดำเนินงานผู้วิจัยได้ออกแบบดังรูปที่ 1 เป็นการนำเสนอลำดับขั้นตอนต่างๆ การออกแบบและสร้างแบบจำลอง โดยทั่วไปแล้วในการออกแบบครีบริดจิ้งของหลอดไฟแอลอีดีนั้นจะออกแบบในลักษณะที่เป็นครีบริดจิ้งแนวดิ่งและวางระยะห่างของของครีบริดจิ้งให้มีความเหมาะสมเพื่อช่วยในการระบายความร้อนที่ดีดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2 แสดงถึงรูปแบบของโมเดลในการจำลองระบบประกอบด้วยทั้งหมด 8 โมเดล เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ค่าความร้อนตัวแปรต่าง ๆ



รูปที่ 1 แผนภูมิตำแหน่งขั้นตอนการดำเนินงาน

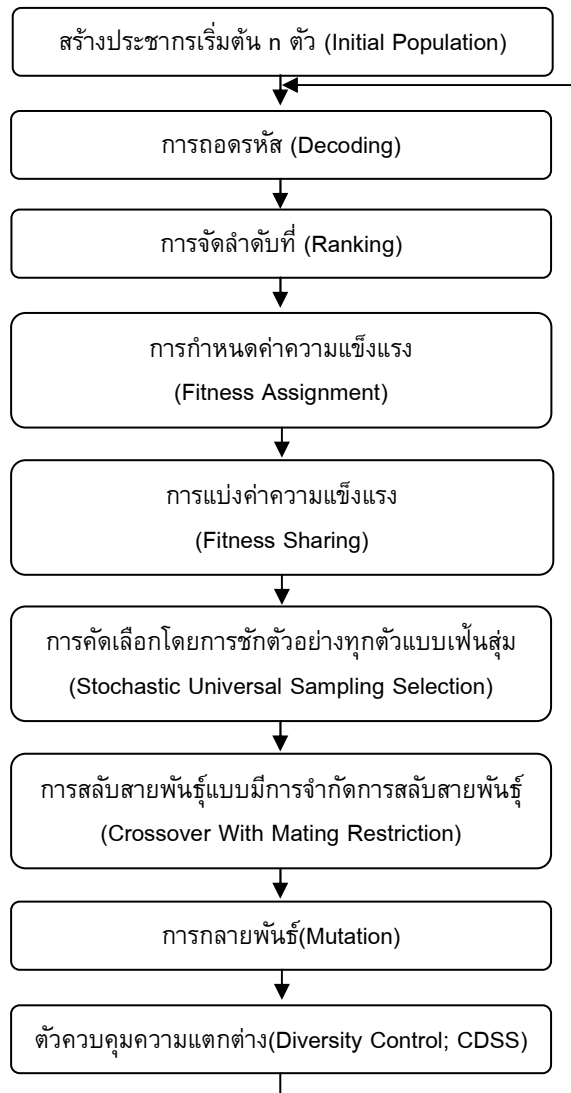
ของโมเดลที่ออกแบบไว้ และค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ และกำหนดค่าคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการจำลองกำหนดเงื่อนไขขอบเขตเงื่อนไขของโมเดล พร้อมทั้งประมวลผลค่าของโมเดลและแสดงผลลัพธ์การประมวลผล การปรับหาผลลัพธ์ค่าที่ดีที่สุดโดยใช้วิธีการของกระบวนการขั้นตอนวิธีพันธุกรรมหลายจุดประสงค์



รูปที่ 2 การออกแบบครีบริบและระยะห่างของครีบริบ

2.2 การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้วิธีจินเนติกอัลกอริทึม

โมเดลของหลอดไฟฟ้าแอลอีดีและฮีตซิงก์ใช้โปรแกรมคำนวณเชิงตัวเลขโดยโปรแกรม ANSYS โดยใช้การจำลองโดยแบบสามมิติ ขั้นตอนของวิธีจินเนติกอัลกอริทึมใช้ในกระบวนการออกแบบในการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดในการศึกษางานวิจัยเรื่องนี้ วิธีจินเนติกอัลกอริทึม เป็นวิธีหาค่าคำตอบที่มีความครอบคลุมในการหาค่าคำตอบโดยใช้วิธีทางธรรมชาติและเลียนแบบแนวคิดของการอยู่รอด (Survival of the Fittest) วิธีขั้นตอนของการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้วิธีจินเนติกอัลกอริทึมดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนผังการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบหลายจุดประสงค์

2.3 การออกแบบการทดลอง

จากรูปที่ 2 ได้นำเสนอครีบบระบายความร้อนรูปแบบต่างๆที่ได้ทำการออกแบบมาเพื่อการทดลองเปรียบเทียบลักษณะการระบายความร้อนของครีบบใน แต่ละแบบและเปรียบเทียบการระบายความร้อนของวัสดุ 2 ชนิดที่นิยมนำมาสร้างเป็นครีบบระบายความร้อน โดยมีการกำหนดขอบเขตระยะความกว้าง, ความยาว, ความสูงแสดงดังตารางที่ 1 แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือแบบครีบบที่เป็นวงกลม และครีบบแบบที่เป็นสี่เหลี่ยม ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 4 กรณีศึกษา โดยทำการเปลี่ยนหลอดแอลอีดีที่มีกำลังไฟฟ้าที่ต่างกัน 3W, 30W,

50W และ 100W มีกำลังไฟฟ้ารวมทั้งระบบเท่ากับ 125W เป็นการทดลองในสภาวะธรรมชาติโดยไม่มีการบังคับ (Natural convection) เพื่อศึกษาผลทางความร้อนที่แตกต่างกันของหลอดแอลอีดี ค่าตัวแปรสำหรับวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 2 หลังจากการทดลองเปรียบเทียบเพื่อหาครีบบที่สามารถระบายความร้อนได้ดีที่สุดจาก 8 แบบที่ได้ออกแบบไว้จะได้ครีบบที่ดีที่สุด 1 แบบจาก 8 แบบแล้วนำมาเข้าสู่ขั้นตอนวิธีพันธุกรรมเพื่อทำการปรับปรุงให้มีการระบายความร้อนที่ดียิ่งขึ้น โดยกำหนดขอบเขตของตัวแปรแสดงในตารางที่ 3 การกำหนดขอบเขตของตัวแปรนี้เพื่อหาค่าขนาดของครีบบระบายความร้อนที่เหมาะสมโดยใช้วิธีจินเนติกอัลกอริทึมหลังจากใช้การออกแบบการทดลอง (DOE) กลุ่มตัวอย่างนั้นถูกแบ่งออกเป็น 15 กรณีศึกษาด้วยกันดังที่แสดงในตารางที่ 4 เนื่องจากการวิเคราะห์การจำลองด้วยโปรแกรมนั้นค่าของอุณหภูมิที่ได้ทำการวิเคราะห์ออกมาแล้วจะมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ และหนึ่งในความคลาดเคลื่อนนั้นมาจากการแบ่งเอลิเมนต์ของชิ้นงานที่ไม่เหมาะสมจึงทำให้อุณหภูมิที่ออกมาแล้วมีความไม่สอดคล้องกับการทดลองจริง ผู้วิจัยจึงทำการทดลองเปรียบเทียบโมเดลที่มีขนาดเอลิเมนต์ที่มีขนาดที่แตกต่างกันเพื่อหาขนาดเอลิเมนต์ที่เหมาะสมกับการทดลอง

ตารางที่ 1 แสดงขนาดขอบเขตของครีบบ

	แบบวงกลม	แบบสี่เหลี่ยม
ความกว้าง	120	240 mm.
ความยาว	120	370 mm.
ความสูง	55 mm.	55 mm.

3. ผลการจำลองและการวิเคราะห์ผล

3.1 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิเทียบกับเอลิเมนต์ขนาดต่าง ๆ

จากการทดลองกำหนดอุณหภูมิความร้อนของหลอดแอลอีดีเท่าเดิม แต่ทำการเปลี่ยนขนาดเอลิเมนต์

ไปเรื่อยๆ จนกว่าค่าอุณหภูมิจะคงที่ แสดงให้เห็นว่าขนาดของเอลิเมนต์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในการทดลองจากภาพที่ 4 ตั้งแต่ช่วงที่เอลิเมนต์ขนาด 0.002 เป็นต้นไปอุณหภูมิจะเริ่มคงที่แต่เอลิเมนต์จะมีขนาดเล็กมากซึ่งจะมีข้อดีคืออุณหภูมิที่ได้วิเคราะห์ออกมาจะมีค่าที่ใกล้เคียงกับของจริงแต่ในขณะเดียวกันก็จะมีข้อเสียคือจำนวนเอลิเมนต์ที่ทำการวิเคราะห์ออกมาก็จะมีจำนวนมากขึ้นตามความละเอียดของเอลิเมนต์ที่วิเคราะห์ซึ่งจะทำให้ใช้เวลาในการแบ่งเอลิเมนต์และการวิเคราะห์นานตามไปด้วยแสดงในภาพที่ 4 ดังนั้นในการจะแบ่งเอลิเมนต์นั้นจึงไม่ควรแบ่งเป็นขนาดเดียวกันทั้งชิ้น เพราะบางจุดนั้นต้องการความละเอียดมากน้อยไม่เท่ากันดังนั้นจึงต้องทำการแบ่งเอลิเมนต์ให้พอดีกับจุดที่เราทำการแบ่งโดยไม่มากหรือน้อยเกินไปเพราะจะทำให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์เกิดการคลาดเคลื่อนได้

3.2 ผลการจำลองวัสดุทองแดงและอะลูมิเนียมและความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลา 8 โมเดล

การวิเคราะห์ชนิดของวัสดุผู้วิจัยเลือกใช้ทองแดงและอะลูมิเนียมจากรูปที่ 5 ได้นำเสนอการแสดงความสัมพันธ์ของวัสดุ 2 ชนิดเทียบกับเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ จากผลของการจำลองวัสดุที่สามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีนั้นคือ ทองแดง 41.383 องศาเซลเซียส ในส่วนของอะลูมิเนียม 42.409 องศาเซลเซียส ดังนั้นทองแดงสามารถที่จะถ่ายเทความร้อนมีผลที่ดีกว่าแต่โดยทั่วไป ทองแดงไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากต้นทุนของการผลิตสูงกว่าอะลูมิเนียมดังนั้นผู้วิจัยเลือกวัสดุอะลูมิเนียมในการวิเคราะห์งานวิจัย

ในการวิเคราะห์โมเดลของการจำลองผู้วิจัยได้ออกแบบ 4 การทดลองด้วยกันประกอบไปด้วยขนาดของกำลังไฟฟ้า 3 วัตต์ 30 วัตต์ 50 วัตต์ 100 วัตต์ ทั้ง 8 โมเดลด้วยกันจากรูปที่ 6-9 แสดงถึงผลของการจำลองของระบบ จากผลการจำลองโมเดลผู้วิจัยเลือกโมเดล B เพื่อใช้ในการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจาก

โมเดล B เป็นโมเดลที่มีค่าของการถ่ายเทความร้อนที่ดีเนื่องจากพื้นที่ผิวของวัสดุที่ดี

ตารางที่ 2 ค่าสำหรับคำนวณโปรแกรมแอนซิส

Initial Temperature	25 °C
Input power	125 W
Internal Heat Generation	31,024,945.05 w/m ³ (LED 3W)
	6,076,929.0622 w/m ³ (LED 30W)
	3,961,312.24 w/m ³ (LED 50W)
	1,2153,858.12 w/m ³ (LED 100W)
Film Coefficient	5 w/m ² °C
Ambient Temperature	25 °C
Step end Time	30000 s.

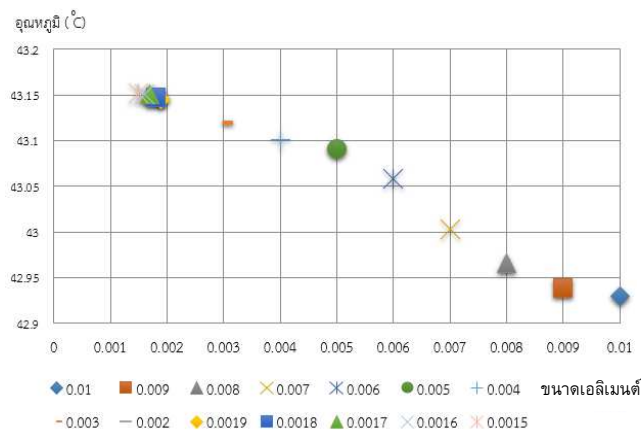
ตารางที่ 3 แสดงการกำหนดขอบเขตของกระบวนการทางพันธุกรรม

โมเดล	(ความห่างของครีป) (mm.)	(ความหนาของครีป) (mm.)	(ความสูงของครีป)(mm.)
upper	10.857	5.5	66.5
Lower	8.883	4.5	54.45

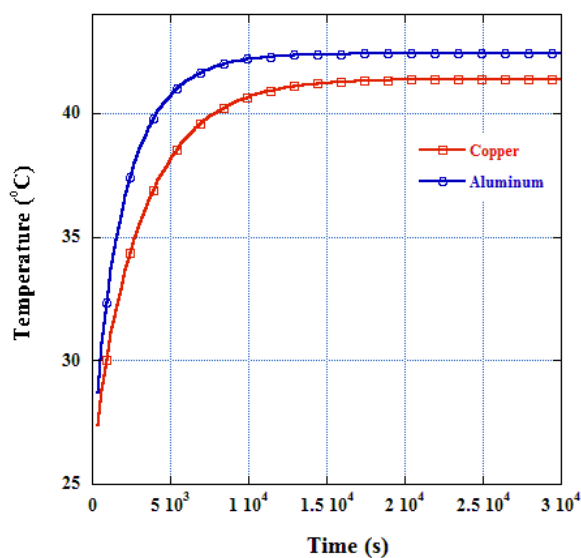
ตารางที่ 4 แสดงการบันทึกผลตัวแปรที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ

หมายเลข	(ความหนาของครีป) (mm.)	(ความสูงของครีป) (mm.)	(ระยะห่างระหว่างครีป) (mm.)
1	5	60.5	9.87
2	4.5	60.5	9.87
3	5.5	60.5	9.87
4	5	54.45	9.87
5	5	66.55	9.87
6	5	60.5	8.883

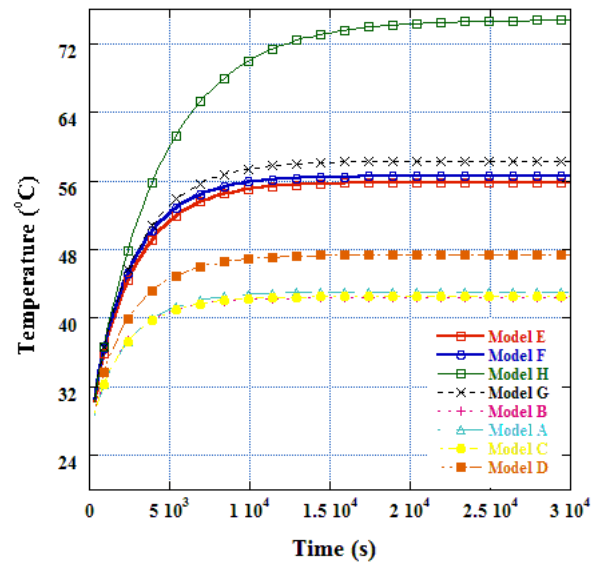
7	5	60.5	10.857
8	4.593	55.581	9.067
9	5.406	55.581	9.067
10	4.593	65.418	9.067
11	5.406	65.418	9.067
12	4.593	55.581	10.672
13	5.406	55.581	10.672
14	4.593	65.418	10.672
15	5.406	65.418	10.672



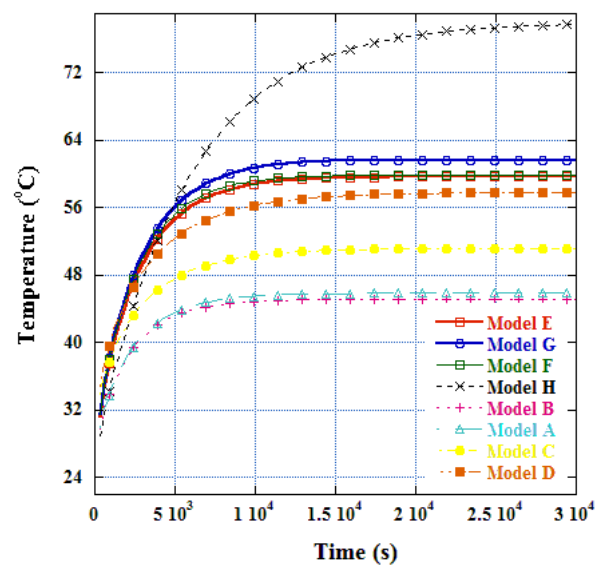
รูปที่ 4 ผลของการเปรียบเทียบวัสดุที่เป็นทองแดงและอะลูมิเนียม



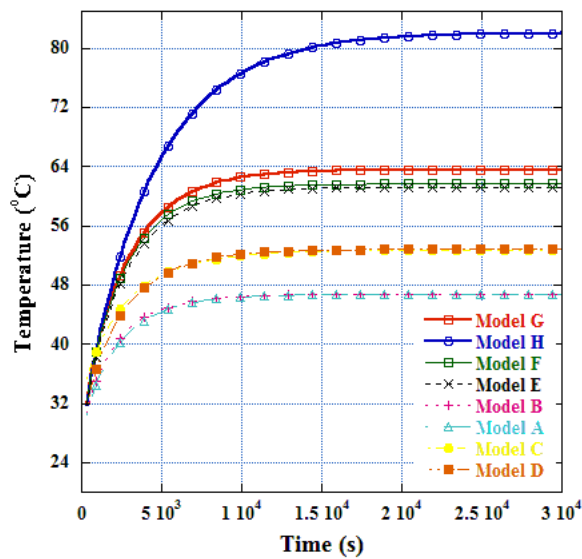
รูปที่ 5 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบระหว่างวัสดุทองแดงและอะลูมิเนียม



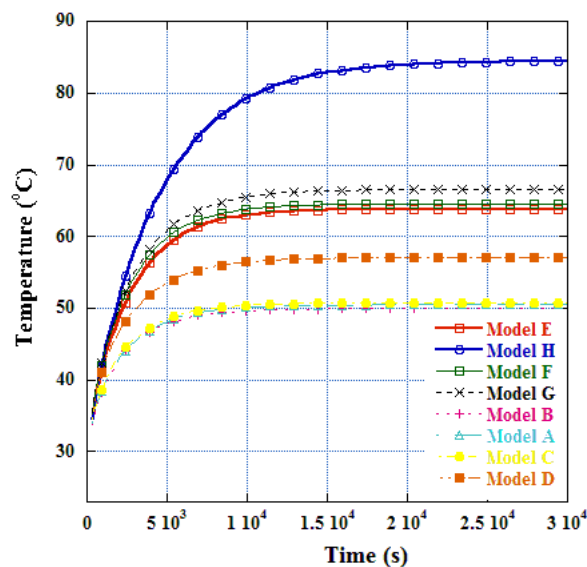
รูปที่ 6 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาของโมเดล 8 แบบ โดยใช้หลอดไฟแอลอีดีขนาด 3 วัตต์



รูปที่ 7 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาของโมเดล 8 แบบ โดยใช้หลอดไฟแอลอีดีขนาด 30 วัตต์



รูปที่ 8 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาของโมเดล 8 แบบโดยใช้หลอดไฟแอลอีดี ขนาด 50 วัตต์



รูปที่ 9 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาของโมเดล 8 แบบโดยใช้หลอดไฟแอลอีดี ขนาด 100 วัตต์

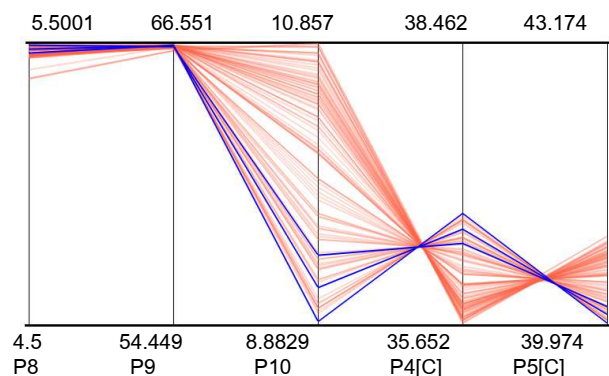
3.3 ผลการออกแบบการทดลอง และผลการออฟติไมเซชันวิธีทางพันธุกรรมหลายจุดประสงค์

จากผลขั้นตอนวิธีพันธุกรรมแสดงในตารางที่ 5 ได้ทำการปรับค่าขอบเขตปัญหาของตัวแปรที่ได้กำหนด

ไว้ในขั้นตอนออกมา 15 คำนามาสร้างเป็นกราฟได้ตั้งภาพที่ 10 จากกราฟจะเห็นว่าหมายเลขที่ 11 มีอุณหภูมิน้อยที่สุดจาก 15 หมายเลข

ตารางที่ 5 แสดงการบันทึกผลตัวแปรที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ

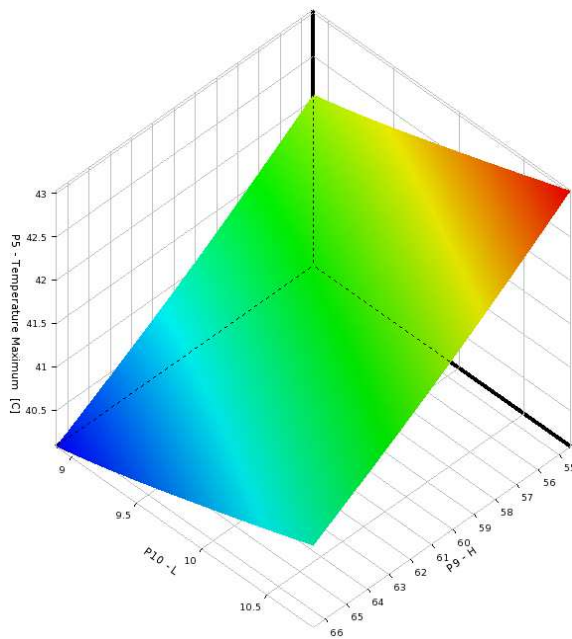
หมายเลข	P4 – อุณหภูมิ ต่ำสุด (°C)	P5 – อุณหภูมิ สูงสุด (°C)
1	36.967	41.446
2	37.064	41.574
3	36.875	41.324
4	37.790	42.511
5	36.250	40.519
6	37.558	41.005
7	36.471	41.963
8	38.170	42.033
9	38.005	41.818
10	36.938	40.419
11	36.790	40.228
12	37.310	42.834
13	37.147	42.615
14	36.031	41.197
15	35.886	41.002



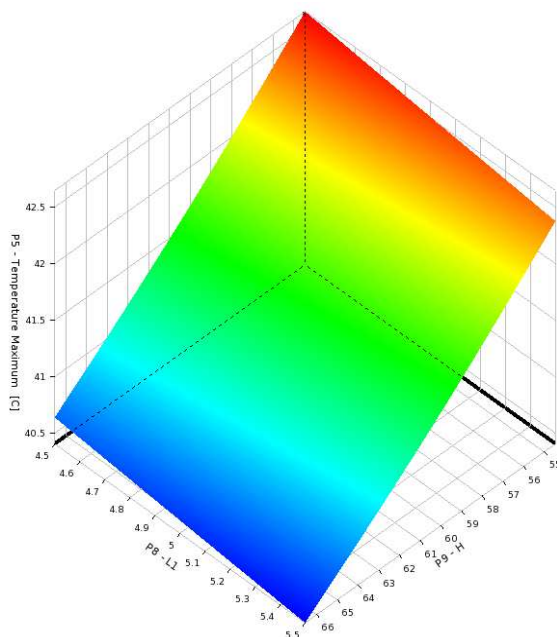
รูปที่ 10 แผนภูมิกลุ่มตัวอย่าง (Samples)

แผนภูมิกลุ่มตัวอย่าง (Samples) หรือแผนภูมิกลุ่มตัวอย่าง เป็นแผนภูมิที่ได้หลังจากออฟติไมเซชันวัตถุประสงค์ของแผนภูมินี้คือการให้การแสดงกราฟิก

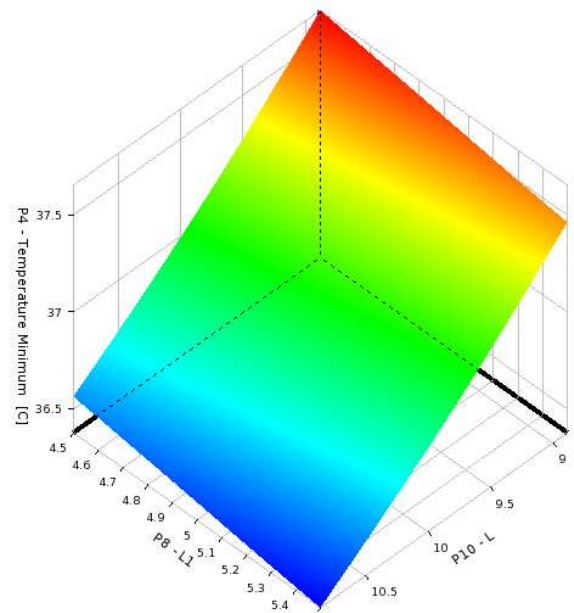
หลายมิติของพารามิเตอร์ที่ได้ทำการกำลังศึกษาอยู่ จากภาพที่ 10 ประกอบไปด้วย P8 คือ ระยะห่างระหว่างครีป P9 คือ ความหนาของครีป P10 คือ ความสูงของครีป P4 คือ อุณหภูมิต่ำที่สุด และ P5 คือ อุณหภูมิสูงที่สุด โดยค่าของพารามิเตอร์ทั้งหมดจะปรากฏอยู่บนแกน Y และเส้นกราฟนั้นสีน้ำเงินจะหมายถึงกลุ่มตัวอย่างที่ดีที่สุด ส่วนสีแดงก็คือกลุ่มตัวอย่างอื่นๆที่โปรแกรมได้ทำการคำนวณ



(ก)



(ข)

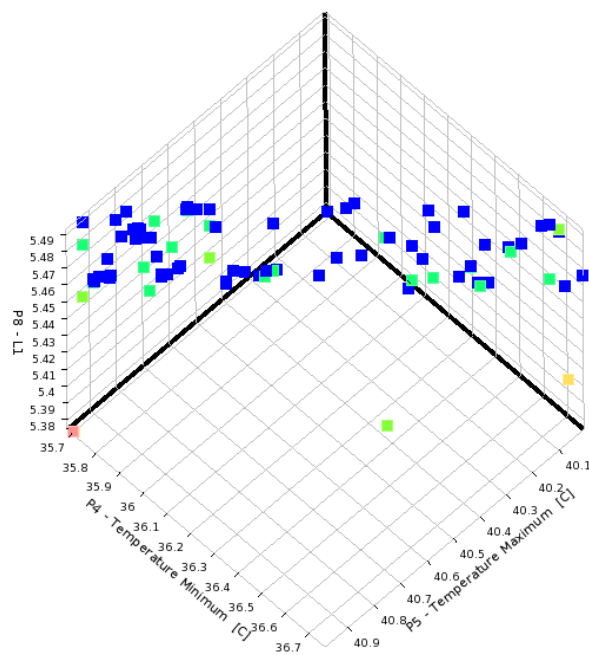


(ค)

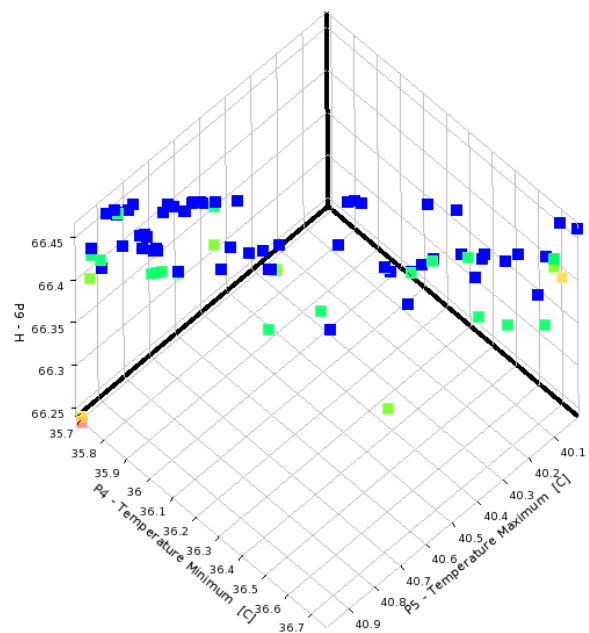
รูปที่ 11 แผนภูมิพื้นที่ผิวตอบสนอง
(Respond Surface)

- (ก) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง, ระยะห่างของครีป และอุณหภูมิสูงสุด
- (ข) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง, ความหนาของครีป และอุณหภูมิสูงสุด
- (ค) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างของครีป, ความหนาของครีป และอุณหภูมิต่ำสุด

จากรูปที่ 11 เป็นการนำเสนอการแสดงผลกราฟความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของตัวแปรที่สนใจประกอบด้วยรูปที่ 11 a กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง, ระยะห่างของครีป และอุณหภูมิสูงสุดเป็นการแสดงถึงผลในการปรับเปลี่ยนตัวแปรที่ผลโดยตรงต่ออุณหภูมิจากตัวแปร P10-H, P9-L และ P5 รูปที่ 11 b กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง, ความหนาของครีป และอุณหภูมิสูงสุดการแสดงผลในการปรับเปลี่ยนตัวแปรที่ผลโดยตรงต่ออุณหภูมิจากตัวแปร P8-L, P9-H และ P5 รูปที่ 11 c กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างของครีป, ความหนาของครีป และอุณหภูมิต่ำสุด P8-L, P10-L และ P4

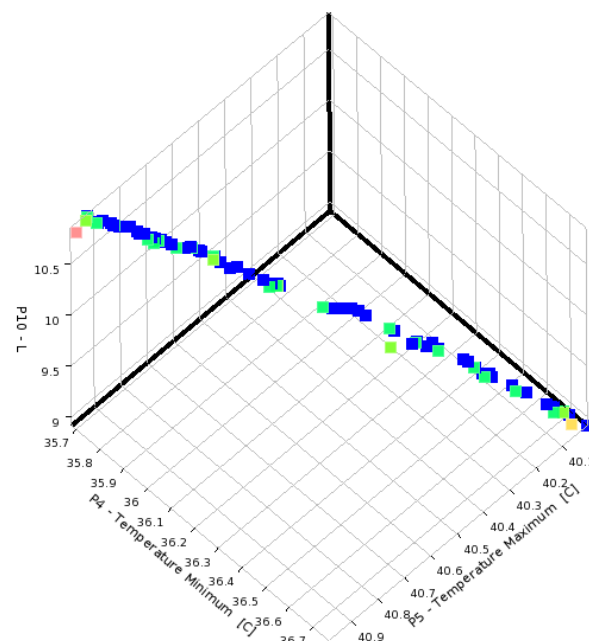


(ก)



(ค)

รูปที่ 12 แผนภูมิพื้นผิวของกลุ่มคำตอบที่ดีที่สุด
(Trade-off) แบบ 3 มิติ



(ข)

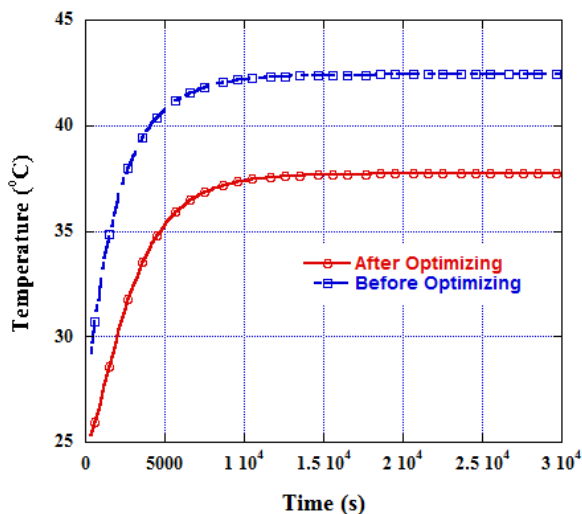
- (ก) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของครีป, อุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุด
- (ข) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของครีป, อุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุด
- (ค) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของครีป, อุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุด

แผนภูมิพื้นผิวของกลุ่มคำตอบที่ดีที่สุด (Trade-off) เป็นแผนภูมิกระจาย ที่แสดงถึงตัวอย่างที่ถูกสร้างขึ้นโดยวิธีที่นำไปใช้กับจุดแสดงให้เห็นถึงพารेटอฟรอน (Pareto front) จุดสีแดงคือ ตัวอย่างที่แย่ที่สุด และจุดสีน้ำเงินคือ ตัวอย่างที่ดีที่สุด

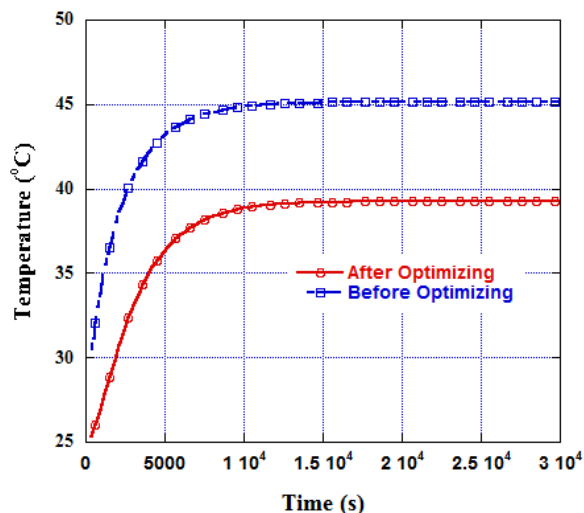
3.3 ผลเปรียบเทียบก่อน Optimization และหลัง Optimization

จากการวิเคราะห์ผลการ Optimization ผู้วิจัยได้ออกแบบการจำลองออกเป็น 4 แบบด้วยกันจากรูปที่ 13 นำเสนอการจำลอง 3 วัตถุ หลังการได้ทำการ Optimization สามารถลดอุณหภูมิ 4.698 องศาเซลเซียสและรูปที่ 14-16 เป็นการนำเสนอผลของการ

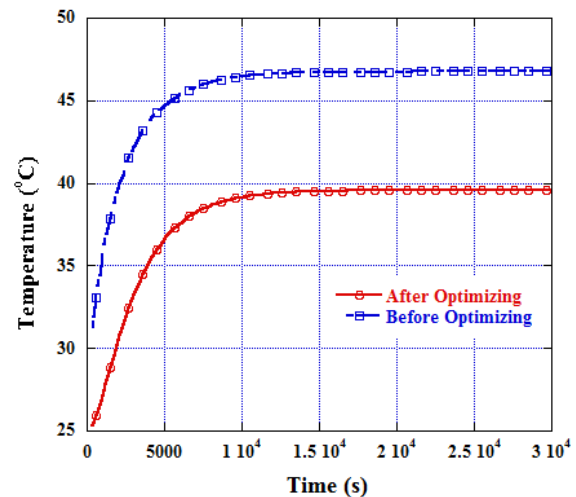
จำลองผลของก่อน Optimization และผลของหลังการ Optimization ขนาดหลอดแอลอีดีขนาด 30 วัตต์จากการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดสามารถลดอุณหภูมิ 5.89 องศาเซลเซียส หลอดแอลอีดีขนาด 50 วัตต์ หลังจากการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดสามารถลดอุณหภูมิ 7.182 องศาเซลเซียส หลอดแอลอีดีขนาด 100 วัตต์ หลังจากการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดสามารถลดอุณหภูมิ 10.46 องศาเซลเซียส



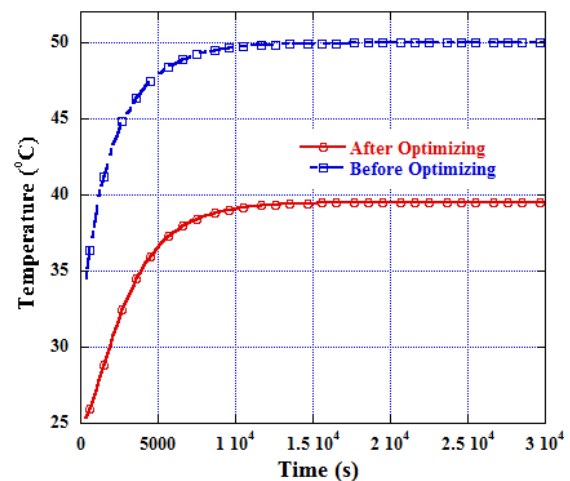
รูปที่ 13 แผนภูมิแสดงอุณหภูมิของชิ้นงานก่อนและหลัง Optimization เทียบกับเวลาของโมเดล B ที่ใช้หลอดแอลอีดีขนาด 3 วัตต์



รูปที่ 14 แผนภูมิแสดงอุณหภูมิของชิ้นงานก่อนและหลัง Optimization เทียบกับเวลาของโมเดล B ที่ใช้หลอดแอลอีดีขนาด 30 วัตต์



รูปที่ 15 แผนภูมิแสดงอุณหภูมิของชิ้นงานก่อนและหลัง Optimization เทียบกับเวลาของโมเดล B ที่ใช้หลอดแอลอีดีขนาด 50 วัตต์



รูปที่ 16 แผนภูมิแสดงอุณหภูมิของชิ้นงานก่อนและหลัง Optimization เทียบกับเวลาของโมเดล B ที่ใช้หลอดแอลอีดีขนาด 100 วัตต์

4. บทสรุป

การใช้โปรแกรมโซลิดเวิร์ค (SolidWorks) ในการออกแบบเครื่องระบายความร้อนสามารถสร้างชิ้นงานได้ตามต้องการและเมื่อต้องการแก้ขนาดหลังจากผ่านขั้นตอนปรับปรุงหาค่าที่เหมาะสมสามารถทำได้โดยง่าย การออกแบบต้องพิจารณาถึงขนาดตามความเป็นจริง โดยกำหนดขนาดตามแบบที่มีวางจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด แต่อาจมีการเปลี่ยนแปลงบางส่วนเพื่อให้

เหมาะสมกับการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์และลดเวลาในการคำนวณของโปรแกรม วัสดุที่นิยมนำมาทำเครื่องระบายความร้อนนั้น คือ ทองแดง และอะลูมิเนียม เหตุผลที่เลือกอะลูมิเนียมเพราะผลจากการวิเคราะห์พบว่าความสามารถในการระบายความร้อนของทองแดงนั้นไม่ต่างกับอะลูมิเนียมมากเกินไป แล้วมีน้ำหนักเบา และราคาถูกกว่าทองแดงมาก จากขั้นตอนวิธีพันธุกรรมหากมีการมีการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตรเพิ่มขึ้นหรือลดลง จะมีผลโดยตรงต่อความร้อนของหลอดไฟฟ้าแอลอีดี เมื่อเราสามารถที่ปรับค่าของตัวแปรที่ออกแบบไว้ให้มีความเหมาะสมสามารถที่ช่วยลดค่าความร้อนของหลอดไฟฟ้าแอลอีดีและช่วยในส่วนของอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าแอลอีดีได้

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ท่านอดุลหนุเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนนักวิจัยชั้นต้น วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่สนับสนุนทุนและอนุเคราะห์ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] M. Alan, "Solid State Lighting-a world of Expanding of Expanding Opportunities at LED," III-Vs Review, Vol 16 (1) (2003), pp.30-33, 2002.
- [2] M. Alan, "Lighting: the Progress & Promise of LEDs," III-Vs Review, Vol 17 (4), pp.39-41, 2004.
- [3] Seri Lee, "Optimum Design and Selection of Heat Sinks", IEEE Components, Packaging, and Manufacturing Technology Society Journals & Magazines, 1998, pp. 812- 817.
- [4] Kim, L., Choi, J., Jang, S. and Shin, M.W., "Thermal Analysis of Multichip LED Packages," Proceedings of SPIE, Vol. 6355, pp. 63550E, 2006.

- [5] Yang, L., Jang, S.H., Hwang, W.J. and Shin, M.W., "Thermal Analysis of High Power GaN-based LEDs with Ceramic Package," Thermochimica Acta, Vol. 455, pp. 95-99, 2007.
- [6] Hong, E. and Narendran, N., "Third International Conference on Solid State Lighting," Proc. SPIE, Vol. 5187 pp. 93-99, 2004.
- [7] Cree., "XLamp LED Thermal Management," CLD-AP05.002 pp. 5-6, 2011.