

ผลของอุณหภูมิของบ่อความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก: กรณีของชั้นเกรเดียนต์

The Temperature Effect of Mini Solar Pond : Case of gradient zone.

ณรงค์ สีหาจ่อง* ตติกร ภูวาทิน และ เขมวัตร์ อินทรวิเศษ

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

วิทยาเขตขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000

โทร 043-235893-4 ต่อ 2601 โทรสาร 043-237483 E-mail: Srihajong@yahoo.com

Narong Srihajong*, Tinnakorn Poowadin, and Kemawat Intaraviket

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangkala University

of Technology Isan, Khon Kaen Campus 40000, Thailand.

Tel. 0-66043-235893-4 Ext 2601 Fax. 0-66043-237483 E-mail: Srihajong@yahoo.com,

บทคัดย่อ

ในบทความนี้จะกล่าวถึงการหาค่าความเหมาะสมของบ่อพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ ซึ่งวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าเพื่อที่จะหาขนาดความสูงของชั้นไม่มีการถ่ายเทความร้อนที่เหมาะสมสำหรับบ่อพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ โดยที่เงื่อนไขของการทดสอบครั้งนี้คือ ขนาดกว้างและยาวของฐานบ่อ 50x50 เซนติเมตร ปากบ่อกว้างและยาว 160 เซนติเมตร สูง 50 เซนติเมตรจำนวน 3 บ่อ ภายในบ่อพลังงานความร้อนจะแบ่งเป็นออกเป็น 3 ชั้น โดยที่แต่ละชั้นจะมีค่าความเข้มข้นของสารละลายเกลือที่แตกต่างกัน ซึ่งที่ชั้นบนสุดของบ่อจะเรียกว่าชั้นผิวหน้าจะมีความสูงเท่ากับ 5 10 และ 15 เซนติเมตร และชั้นนี้จะไม่มีความเข้มข้นของสารละลายเกลือ ชั้นกลางเรียกว่า เกรเดียนต์ จะทดสอบที่ความสูงของสารละลายเกลือเท่ากับ 25 20 และ 15 เซนติเมตร ซึ่งความเข้มข้นสารละลายเกลือจะเพิ่มเรื่อยๆจากชั้นผิวหน้าถึงชั้นล่าง ตามความสูงของชั้นนี้ และชั้นล่างสุดคือชั้นกักเก็บความร้อนจะสูงของชั้นสารละลายเท่ากับ 20 เซนติเมตร ที่ความเข้มข้นของสารละลายเท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากผลการศึกษาพบว่า เมื่อระดับความสูงของชั้นไม่มีการพาความร้อนเพิ่มขึ้น ทำให้อุณหภูมิที่ชั้นการพาความร้อนด้านล่างสูงขึ้นตาม และความสูงของชั้นไม่มีการพาความร้อนที่เหมาะสมที่ทำให้ได้อุณหภูมิในชั้นการพาความร้อนด้านล่างสูงสุดเท่ากับ 25 เซนติเมตร ที่ความสูงของชั้นการพาความร้อนด้านล่างเท่ากับ 20 เซนติเมตร และความสูงของชั้นการพาความร้อนด้านบนเท่ากับ 5 เซนติเมตร ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ชั้นการพาความร้อนด้านล่างสูงสุด 46.1 องศาเซลเซียส

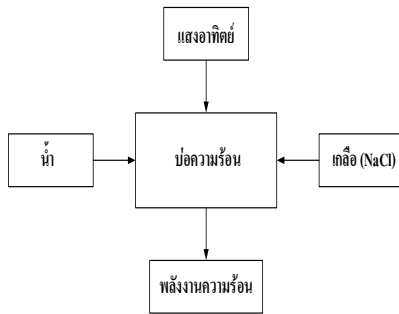
Abstract

This project presents an optimum investigation of mini solar pond. The main objective of this paper was to find optimal of non convective zone length for solar pond. The conditions of the experiment were as follow; the dimensions of solar pond were 50x50 cm of the pond base, 160x160 cm for top side and the solar pond length of 50 cm. The set up were 3 pond. The solar pond consists of 3 parts. The solutions of each part were differently. The first part of 5 10 and 15 cm were used as the length of upper convective zone. The middle parts of 25 20 and 15 cm were used as the length of gradient zone and salt solution concentrate is followed to the depth of gradient zone. For lower part was heat storage zone, the salt solution length of 20 cm and the concentrate of salt solution was 20 % by mass. It was found that, when the length of gradient zone increase the temperature of heat storage zone was continuously increased. The optimal condition for solar pond was the lengths of upper convective, gradient and heat storage zones of 5, 25 and 20 cm and the concentrate of salt solution of 20 %. The maximum temperature of heat storage zone was 46.1 °C

Keywords: upper convective zone (UCZ), non convective zone (NCZ), Low convective zone (LCZ)

1. บทนำ

พลังงานต่าง ๆ ที่เรานำมาใช้ในปัจจุบัน เป็นพลังงานที่เกิดจากการทับถมของซากพืชและซากสัตว์เป็นเวลานานหลายล้านปี จนกลายเป็น ถ่านหิน น้ำมันและแก๊สที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าพลังงานสิ้นเปลือง เพราะเป็นพลังงานที่ยิ่งใช้ก็ยิ่งหมดไป และจะไม่ขึ้นใหม่อีก จึงมีผู้ที่คิดหาวิธีนำพลังงานธรรมชาติที่ไม่มีวันหมด มาใช้ทดแทนพลังงานที่สิ้นเปลือง นั่นก็คือพลังงานแสงอาทิตย์ ดังนั้นหาวิธีอย่างไรที่จะหาวิธีนำเอาพลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ได้ บ่อความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ก็เป็นอุปกรณ์เก็บพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีองค์ประกอบดังแสดงในรูปที่ 1 โดยที่บ่อความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นบ่อที่สร้างขึ้นเพื่อทำการเก็บสะสมความร้อนโดยมีน้ำและเกลือ เป็นสารทำงานในบ่อ โดยมีแสงจากดวงอาทิตย์เป็นตัวส่งถ่ายความร้อน ซึ่งบ่อที่ทำการการสร้างขึ้นจะต้องตั้งอยู่ในบริเวณหรือตำแหน่งที่มีแสงแดดจากดวงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน

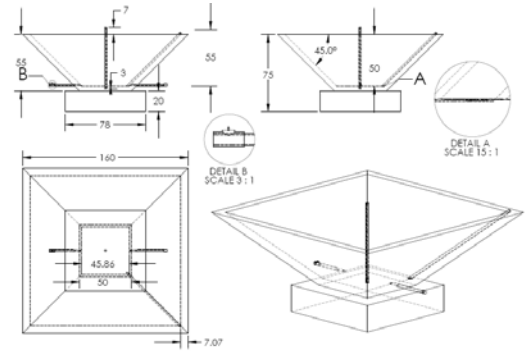


รูปที่ 1 องค์ประกอบของบ่อความร้อน

บ่อความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งภายในบ่อจะบรรจุสารละลายเกลือและน้ำเปล่าตามเงื่อนไขกำหนด บ่อความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์จะทำการรับความร้อนจากความเข้มข้นของแสงจากดวงอาทิตย์เข้ามาเก็บไว้ภายในบ่อตามชั้นที่กำหนดไว้และถูกสะสมไว้ที่ชั้นการพาความร้อนด้านล่างซึ่งเป็นส่วนที่มีอุณหภูมิสูงที่สุด และในส่วนนี้เองเป็นส่วนที่นำความร้อนออกไปใช้ประโยชน์ในการเป็นพลังงานความร้อนทดแทน

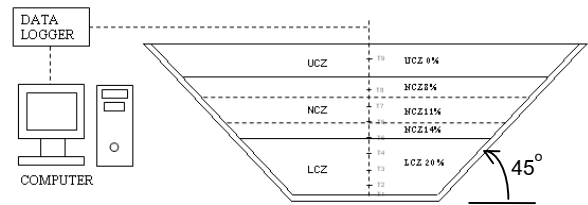
2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

บ่อความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นบ่อคอนกรีตจำนวน 3 บ่อ แต่ละบ่อมีลักษณะเป็น รูปทรง พีระมิดตัดคว่ำฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดฐานกว้างและยาว 80 เซนติเมตร ความสูงของบ่อ 50 เซนติเมตร ปากบ่อกว้างและยาว 160 เซนติเมตร เอียงทำมุม 45 องศา กับแนวระดับ ที่ระดับของมุมเอียงนี้ M.A. Tahat, Z.H. Kodah et al. 1997 พบว่าที่ระดับมุมเอียงอุณหภูมิชั้นล่างจะให้ค่าสูงสุด และบ่อมีความหนา 5 เซนติเมตร บุด้วยฉนวนใยแก้วหนา 2.5 เซนติเมตร ภายในบ่อฉาบด้วยสีกันซึมสีดำ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงแบบบ่อความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก

บ่อความร้อนแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือชั้นล่างเป็น ส่วนของชั้นการพาความร้อนด้านล่างซึ่งมีความสูงจากกันบ่อ 20 เซนติเมตร มีความเข้มข้นของสารละลายเกลือ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เท่ากันทั้ง 3 บ่อ ส่วนชั้นที่สองถัดจากชั้นล่างขึ้นมาเป็นชั้นไม่มีการพาความร้อนจะมีการทดสอบที่ 3 ระดับคือ ระดับความสูงจากชั้นการพาความร้อนด้านล่างเท่ากับ 25 20 และ 15 เซนติเมตร ตามลำดับบ่อ ชั้นไม่มีการพาความร้อนนี้จะแบ่งเป็น 3 ชั้นย่อยเท่า ๆ กัน ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงการแบ่งชั้นและการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลภายในบ่อ

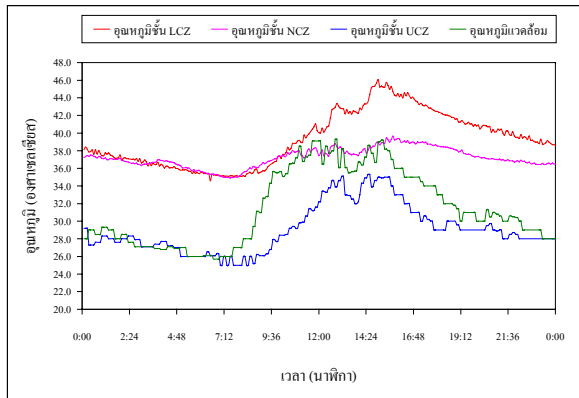
ตารางที่ 1 แสดงเงื่อนไขในการเติมสารละลายของแต่ละบ่อ

บ่อที่	ชั้น	ความเข้มข้น (%)	ความหนา (ซม.)	ปริมาตร (ลูกบาศก์เมตร)
1	UCZ	0	5	0.091
	NCZ 1	8	8	0.120
	NCZ 2	11	8	0.092
	NCZ 3	14	9	0.075
	LCZ	20	20	0.084
2	UCZ	0	10	0.170
	NCZ 1	8	6	0.079
	NCZ 2	11	7	0.074
	NCZ 3	14	7	0.056
	LCZ	20	20	0.084
3	UCZ	0	15	0.237
	NCZ 1	8	5	0.056
	NCZ 2	11	5	0.047
	NCZ 3	14	5	0.038
	LCZ	20	20	0.084

โดยทดลองตามสัดส่วนของความเข้มข้นของสารละลายเกลือตามลำดับความลึกของชั้นไม่มีการพาความร้อน และส่วนชั้นที่สามเป็นชั้นการพาความร้อนด้านบนจะแปรผันตามความสูงของชั้นไม่มีการพาความร้อน และชั้นนี้จะใช้น้ำเปล่าที่ไม่มีความเข้มข้นของเกลือ และแต่ละชั้นติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิลเพื่อวัดอุณหภูมิและจะบันทึกอุณหภูมิที่ได้ด้วยเครื่องบันทึกอุณหภูมิทุก ๆ 5 นาที โดยที่เงื่อนไขการทดลองจะแสดงดังตารางที่ 1

3. สรุปผลการทดลอง

3.1 ผลของอุณหภูมิเฉลี่ยสะสมในแต่ละชั้นของบ่อความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน



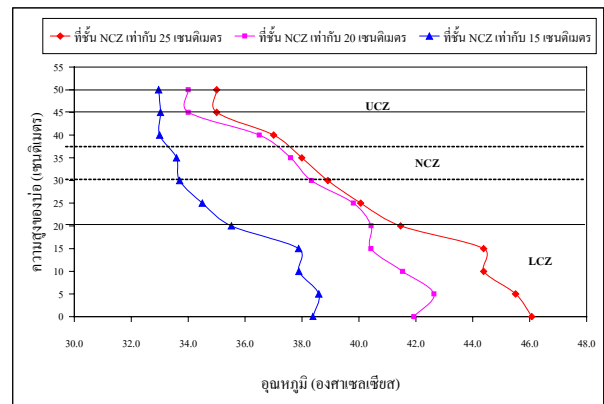
รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอุณหภูมิที่ชั้น LCZ NCZ UCZ และอุณหภูมิแวดล้อมตลอดทั้งวัน

รูปที่ 4 แสดงผลของอุณหภูมิเฉลี่ยของสารละลายเกลือในแต่ละชั้นของบ่อความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ตลอดทั้งวันคือตั้งแต่เวลา 0.00 – 23.59 นาฬิกา ที่ทุก ๆ เงื่อนไขของความสูงและความเข้มข้นของสารละลายจะมีลักษณะคล้ายคลึงกันตั้งนั้น เพื่อให้เห็นความแตกต่างของอุณหภูมิเฉลี่ยของสารละลายเกลืออย่างชัดเจน จึงเลือกนำเสนอที่เงื่อนไขการทดลองที่ความสูงและความเข้มข้นของสารละลายเกลือของบ่อความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ความสูงชั้น UCZ เท่ากับ 5 เซนติเมตร เป็นชั้นน้ำเปล่า ชั้น NCZ เท่ากับ 25 เซนติเมตร มีความเข้มข้นของเกลือสูงขึ้นตามลำดับความลึกคือ 8 11 และ 14 % ตามลำดับ และที่ชั้น LCZ เท่ากับ 20 เซนติเมตร ที่ความเข้มข้นของสารละลายเกลือเท่ากับ 20 % จากผลการทดลองพบว่าที่ตั้งแต่เวลา 0.00 ถึง 6.30 นาฬิกา อุณหภูมิเฉลี่ยของสารละลายเกลือที่ชั้น LCZ NCZ และ UCZ จะค่อยๆ ลดลงเรื่อย ๆ เนื่องจากช่วงนี้ไม่มีความเข้มของแสงจากดวงอาทิตย์จนถึง เวลา 6.30 นาฬิกา จะมีอุณหภูมิที่ต่ำสุดเนื่องจากเป็นเวลาที่มีการถ่ายเทความร้อนออกจากสารละลายเกลือสะสมมากที่สุด คือนับตั้งแต่เวลา ณ จุดสุดท้ายที่ไม่มีความเข้มของแสง โดยที่ชั้น LCZ จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดประมาณ 34.6 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความแตกต่างจากชั้น UCZ ประมาณ 8.5 องศา

เซลเซียส และที่เวลา 6.30 ถึง 15.00 นาฬิกา อุณหภูมิที่ชั้น LCZ จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และอุณหภูมิจะมีค่าสูงสุดที่เวลา 15.00 นาฬิกา คือประมาณ 46.1 องศาเซลเซียส ซึ่งต่างจากชั้น UCZ ที่เวลาเดียวกัน ประมาณ 11.1 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิเฉลี่ยของสารละลายเกลือที่ชั้น LCZ จะค่อยๆ ลดลงเรื่อยๆ จนถึงเวลา 6.30 นาฬิกา ของวันรุ่งขึ้น เนื่องจากความเข้มของแสงจากดวงอาทิตย์เริ่มน้อยลง ส่วนอุณหภูมิที่ชั้น NCZ จะมีค่าอุณหภูมิของสารละลายเกลือสูงขึ้นเล็กน้อย ซึ่งอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดตลอดทั้งวันประมาณ 39.5 องศาเซลเซียส

3.2 ผลของความหนาของชั้น NCZ ที่มีผลต่ออุณหภูมิเฉลี่ยของบ่อความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

ผลของความสูงที่ชั้น NCZ ที่มีผลต่ออุณหภูมิของบ่อความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ทุก ๆ เงื่อนไขของความเข้มข้นของสารละลายเกลือจะมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่คล้าย ๆ กัน โดยมีเงื่อนไขที่ความเข้มข้นของสารละลายเกลือที่ชั้น LCZ เท่ากับ 20 % โดยน้ำหนัก และความสูงของชั้น NCZ เท่ากับ 15 20 และ 25 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 5 จากผลการทดลองพบว่า ค่าความสูงของชั้น NCZ เท่ากับ 25 เซนติเมตร จะส่งผลให้อุณหภูมิภายในบ่อความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่ชั้นต่าง ๆ สูงกว่าอุณหภูมิที่ค่าความสูง NCZ เท่ากับ 15 และ 20 เซนติเมตร และที่ชั้น NCZ เท่ากับ 15 เซนติเมตร จะส่งผลให้อุณหภูมิภายในบ่อความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่ชั้นต่าง ๆ ต่ำที่สุดและพบว่าอุณหภูมิที่ความสูงในชั้น NCZ เท่ากับ 15 20 และ 25 เซนติเมตร อุณหภูมิที่ชั้น UCZ จะคงที่และจะค่อย ๆ สูงขึ้นที่ชั้น NCZ จากนั้นจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วที่ชั้น LCZ และจะเห็นว่าอุณหภูมิที่ชั้น LCZ ที่ความสูงของชั้น NCZ เท่ากับ 25 เซนติเมตร จะให้ค่าอุณหภูมิมากที่สุด ซึ่งเหมาะสำหรับที่จะนำส่วนนี้ไปใช้ประโยชน์

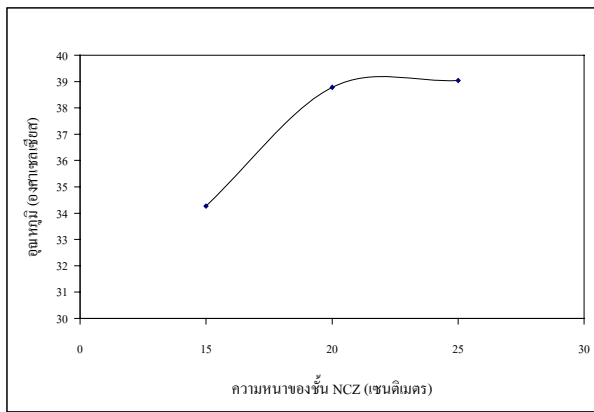


รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของสารละลายเกลือ กับความสูงของบ่อความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่เงื่อนไข ความเข้มข้นที่ชั้น

LCZ กับ 20 % ความสูงของชั้น NCZ เท่ากับ 15 20 และ 25 เซนติเมตร

3.3 ผลของความหนาของชั้น NCZ และ UCZ ที่มีผลต่อ อุณหภูมิของชั้น LCZ

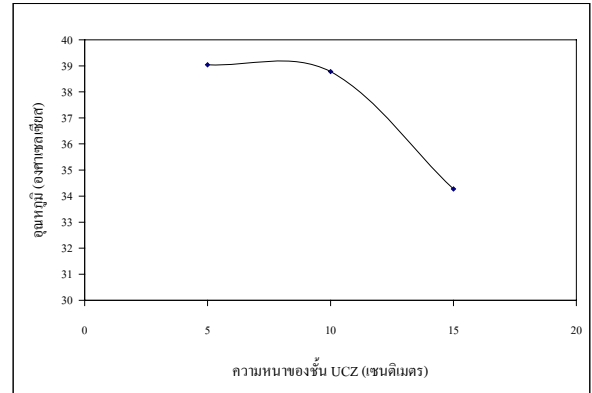
จากรูปที่ 6 ความหนาของชั้น NCZ ซึ่งใช้เงื่อนไขในการทดลองอยู่ 3 เงื่อนไข คือ ที่ชั้น NCZ เท่ากับ 15 20 และ 25 เซนติเมตร ตามลำดับจากการทดลองปรากฏว่า ที่ความหนาของชั้น NCZ เท่ากับ 25 เซนติเมตร จะให้อุณหภูมิที่ชั้น LCZ สูงที่สุด ประมาณ 46.1 องศาเซลเซียส ซึ่งต่างจากอุณหภูมิของชั้น LCZ ที่มีความหนาของชั้น NCZ เท่ากับ 15 เซนติเมตร อยู่ 7.7 องศาเซลเซียส แสดงว่าแนวโน้มของอุณหภูมิของชั้น LCZ จะแปรผันตามระดับความหนาของชั้น NCZ คือ ความหนาของชั้น NCZ มาก จะให้อุณหภูมิที่ชั้น LCZ มากตามไปด้วย เนื่องจากชั้นการพาความร้อนด้านล่างมีความเข้มข้นของสารละลายเกลือมากที่สุดซึ่งจะสามารถเก็บสะสมความร้อนได้มากที่สุดนั่นเอง



รูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิชั้นLCZ กับความหนาของชั้น NCZ

ความหนาของชั้น UCZ จะแปรผันตามความหนาของชั้น NCZ ซึ่งจะได้ 3 เงื่อนไขเช่นเดียวกัน คือ ที่ความหนาของชั้น NCZ เท่ากับ 15 เซนติเมตร จะได้ความหนาของชั้น UCZ เท่ากับ 15 เซนติเมตร ความหนาของชั้น NCZ เท่ากับ 20 เซนติเมตร จะได้ความหนาของชั้น UCZ เท่ากับ 10 เซนติเมตร และที่ความหนาของชั้น NCZ เท่ากับ 25 เซนติเมตร จะได้ความหนาของชั้น UCZ เท่ากับ 5 เซนติเมตร ตามลำดับ จากการทดลองดังแสดงในรูปที่ 7 พบว่า ที่ความหนาของชั้น UCZ เท่ากับ 5 เซนติเมตร จะให้อุณหภูมิที่ชั้น LCZ สูงที่สุด ประมาณ 46.1 องศาเซลเซียส ซึ่งต่างจากอุณหภูมิของชั้น LCZ ที่มีความหนาของชั้น UCZ เท่ากับ 15 เซนติเมตร อยู่ 7.7 องศาเซลเซียส แสดงว่าแนวโน้มของอุณหภูมิของชั้น LCZ จะแปรผันตามระดับความหนาของชั้น UCZ คือ ความหนาของชั้น UCZ

มาก จะให้อุณหภูมิที่ชั้น LCZ น้อย แต่ความหนาของชั้น UCZ น้อย จะให้อุณหภูมิที่ชั้น LCZ มาก



รูปที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิชั้นLCZ กับความหนาของชั้น UCZ

4. สรุปผลการทดลอง

จากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง สามารถสรุป ผลของอุณหภูมิของบ่อความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก: กรณีของชั้นเกรเดียน ดังนี้ คือ

4.1 ความหนาของชั้นการพาความร้อนด้านบน (UCZ) มีค่าเท่ากับ 5 เซนติเมตร ซึ่งชั้นนี้จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งชั้นสูงกว่า ชั้นการพาความร้อนด้านบน เท่ากับ 10 และ 15 เซนติเมตร เนื่องจากมีความสูงในการรับความร้อนน้อยจึงทำให้ความเข้มข้นของแสงส่องลงไปภายในได้มากทำให้มีอุณหภูมิสูง

4.2 ความหนาของชั้นไม่มีการพาความร้อน (NCZ) ที่ 25 เซนติเมตร จะมีค่าอุณหภูมิสูงกว่าชั้นที่มีความหนา เท่ากับ 20 และ 15 เซนติเมตร เนื่องจากมีพื้นที่ที่ดูดซับความร้อนจากชั้นการพาความร้อนด้านบนมาก จึงทำให้สะสมอุณหภูมิไว้ในชั้นตัวมันเองได้มากพร้อมที่จะส่งไปในชั้นการพาความร้อนด้านล่างต่อไป

4.3 ค่าความเข้มข้นของสารละลายเกลือที่ชั้นการพาความร้อนด้านล่าง (LCZ) ซึ่งมีขนาดความหนา 20 เซนติเมตร โดยกำหนดความเข้มข้นเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสม [Jaefarzadeh] จะให้ค่าความร้อนสูงกว่า ซึ่งมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 46.1 องศาเซลเซียส และมีค่าความแตกต่างจากอุณหภูมิที่ชั้นบนเท่ากับ 11.1 องศาเซลเซียส ที่เวลาเดียวกันคือ 15.00 นาฬิกา

5 คำขอขอบคุณ

งานวิจัยได้รับการสนับสนุนประมาณในการทดลองจาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี งบ วิทยาเขตขอนแก่น

6 เอกสารอ้างอิง

- [1] Ramakrishna Murthy, G.R., and Pandey, K.P., 2003. Comparative performance evaluation of fertilizer solar pond under simulated conditions. *Renewable Energy*. V.28: 455–466.
- [2] Tahat, M.A, Kodah, Z.H., and Probert, S.D., 2001. Performance of a Portable mini solar pond. *Apply thermal Engineering*.
- [3] Agha , 2002. Design methodology for a salt gradient solar pond coupled with an evaporation pond. *Solar Energy*. V. 72: 447-454.
- [4] Jaefarzadeh, M.R., and Akbarzadeh, A., 2002. Toward the design of low maintenance salinity gradient solar ponds. *Apply thermal Engineering*.
- [5] Tabor, H, and Weinberger, 1981. Non-convecting solar pond. *Solar Energy Handbook*, Marcel Decker, New York.
- [6] Zangrando, F., 1980. A simple method to establish SGSPS. *Solar Energy*. V.25: 467–472.