

## บทที่ 5

### ผลของการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเพื่อหาค่าความเย็นสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการอัดรีดขึ้นรูปท่อพลาสติกในบริษัทพีบีพี (ไทยแลนด์) จำกัด โดยทำการทดลองเฉพาะในโรงผลิตที่ 1 และทำการเก็บข้อมูลเพื่อทำการศึกษาดูกันเป็นเวลา 3 อาทิตย์ ก่อนที่จะทำการเก็บข้อมูลได้มีการทำการตรวจสอบและวิเคราะห์ผลเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่านค่าอุณหภูมิ เนื่องจากปัจจุบันโรงงานมีการเก็บอุณหภูมิน้ำเย็นโดยการอ่านค่าที่ได้จาก Optex Thermo-Hunter Model PF-3LF ซึ่งเป็น Sensor และค่าอุณหภูมิน้ำเย็นที่อ่านได้พบว่ามีค่าค่อนข้างต่ำ ดังนั้นจึงทำการตรวจสอบค่าที่อ่านจาก Sensor กับ Thermometer calibrator และเทอร์โมมิเตอร์เอกซอลล์ โดยทำการตรวจสอบดังนี้

#### 5.1 ขั้นตอนการทวนสอบการวัดค่าอุณหภูมิ

1. ทำการวัดอุณหภูมิของน้ำในบ่อพักโดยการใช้น้ำ Sensor เทียบกับ Thermometer calibrator ของ Fluke 724 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1

อุณหภูมิที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐานกับ Sensor

	อุณหภูมิน้ำเมื่อเดินเครื่องทำน้ำเย็นตัวที่ 1 (°C)		อุณหภูมิน้ำเมื่อเดินเครื่องทำน้ำเย็นตัวที่ 2 (°C)		อุณหภูมิน้ำเมื่อเดินเครื่องทำน้ำเย็นตัวที่ 3 (°C)		อุณหภูมิน้ำในบ่อพักน้ำเย็น (°C)	
	T <sub>1</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Sensor	13	14	12	14	-	-	6	9
Fluke 724	13	14	12	14	-	-	15.2	16.9

จากผลที่วัดได้พบว่าการอ่านค่าโดยใช้ Sensor นั้นมีค่าแตกต่างไปจากค่าที่อ่านได้จาก

เทอร์โมมิเตอร์มาตรฐานประมาณ 8-9 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงทำการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของน้ำเย็นในบ่อพักโดยการใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท, Sensor และ Thermometer calibrator (Fluke 724) ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2

อุณหภูมิที่อ่านได้จาก Sensor, Fluke 724 และเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท

	$T_2$ ( $^{\circ}\text{C}$ )		$T_3$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	
	ด้านซ้ายของบ่อ	ด้านขวาของบ่อ	ด้านซ้ายของบ่อ	ด้านขวาของบ่อ
Sensor	8	10	12	12
Fluke 724	16.2	16.2	18.1	18
เทอร์โมมิเตอร์ แบบแอลกอฮอล์	14	12	15	15

จากค่าอุณหภูมิที่อ่านได้พบว่าอุณหภูมิที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์แบบแอลกอฮอล์กับ Thermometer calibrator (Fluke 724) นั้นมีค่าแตกต่างกันน้อยกว่าเมื่อเทียบกับ Sensor ดังนั้นเพื่อให้เกิดความถูกต้องและแม่นยำในการวัดมากขึ้น ในการศึกษานี้ได้มีการหาค่า Standard curve ของเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทกับ Thermometer calibrator เพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการวัดอุณหภูมิน้ำเป็นแทนการอ่านค่าด้วย Sensor โดยทำการวัดค่าอุณหภูมิน้ำเย็นที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3

อุณหภูมิที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐานและเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท

เทอร์โมมิเตอร์ มาตรฐาน ( $^{\circ}\text{C}$ )	เทอร์โมมิเตอร์ปรอท อันที่ 1 ( $^{\circ}\text{C}$ )	เทอร์โมมิเตอร์ปรอท อันที่ 2 ( $^{\circ}\text{C}$ )
7.20	7.00	7.00
10.40	10.00	10.50
15.40	15.00	15.00

## ตารางที่ 5.3

อุณหภูมิที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐานและเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท(ต่อ)

เทอร์โมมิเตอร์ มาตรฐาน (°C)	เทอร์โมมิเตอร์ปรอท อันที่ 1 (°C)	เทอร์โมมิเตอร์ปรอท อันที่ 2 (°C)
19.40	19.00	20.00
24.80	25.00	24.00
30.00	29.00	30.00
38.80	38.00	39.00

จากตารางที่ 5.3 นำค่าที่ได้มา Plot กราฟระหว่างค่าอุณหภูมิที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท (แกน x) กับค่าอุณหภูมิที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐาน (แกน y) หลังจากนั้นนำค่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมาใช้เป็นค่าแก้ไขในการปรับค่าอุณหภูมิน้ำเย็นที่อ่านได้จากบ่อพักน้ำเย็นทั้ง 2 บ่อ ก่อนนำมาคำนวณหาความเย็นสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการอัดรีดขึ้นรูปท่อ ดังแสดงในภาคผนวก จ

ในขณะทำการศึกษารองานมีการผลิตท่อที่โรงผลิตที่ 1 ทั้งหมด 6 ชนิด โดยแต่ละชนิดจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 5.4

## ตารางที่ 5.4

ชนิดและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อที่ทำการผลิตในช่วงที่ทำการศึกษา

ชนิดของท่อ	เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ (mm)
PB SDR 11	15, 20
PB SDR 13.5	20, 25, 40, 50
PE80 PN10	10, 60
PE80 PN6.3	63, 75, 110, 160
PP Class B	80, 100, 150, 200

## 5.2 ความเย็นสูญเสียที่เกิดขึ้นในระบบส่งจ่ายน้ำเย็น

ในการผลิตท่อแต่ละชนิดจะมีการนำน้ำเย็นที่ได้จากเครื่องทำน้ำเย็นมาทำการหล่อเย็นท่อ ในกระบวนการผลิต น้ำเย็นจะถูกส่งไปตามระบบส่งจ่ายน้ำเย็นผ่านท่อชนิดโพลีบิวทิลีน (Polybutylene pipe) และโพลีโพรพิลีน (Polypropylene pipe) เพื่อทำการหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในรูปที่ 2.18 จากการวิเคราะห์ระบบส่งจ่ายน้ำเย็นพบว่า น้ำเย็นที่ผ่านกระบวนการทำให้เย็น โดยเครื่องทำความเย็นแล้วส่งไปตามท่อนั้น เกิดมีหยดน้ำขึ้นโดยรอบ ๆ ท่อทั้งในส่วนของท่อน้ำเย็นที่ส่งน้ำเย็นไปยังกระบวนการผลิตและท่อน้ำเย็นที่ส่งน้ำเย็นกลับมายังเครื่องทำน้ำเย็น ซึ่งเป็นสัญญาณบอกถึงความเย็นสูญเสียเกิดขึ้น โดยหยดน้ำที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากการที่อุณหภูมิของน้ำเย็นมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศจึงทำให้เกิดหยดน้ำขึ้น และปรากฏการณ์นี้ส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำเย็นมีแนวโน้มที่สูงขึ้นดังแสดงในตารางที่ 5.5 ช่วงเวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการเก็บค่าอุณหภูมิดังแสดงในภาคผนวก จ

THANMASAT UNIVERSITY  
ชำนาญการหอสมุด

ตารางที่ 5.5

อุณหภูมิน้ำเย็นที่เข้าและออกเครื่องทำน้ำเย็นกับอุณหภูมิน้ำเย็นในบ่อพักน้ำเย็น

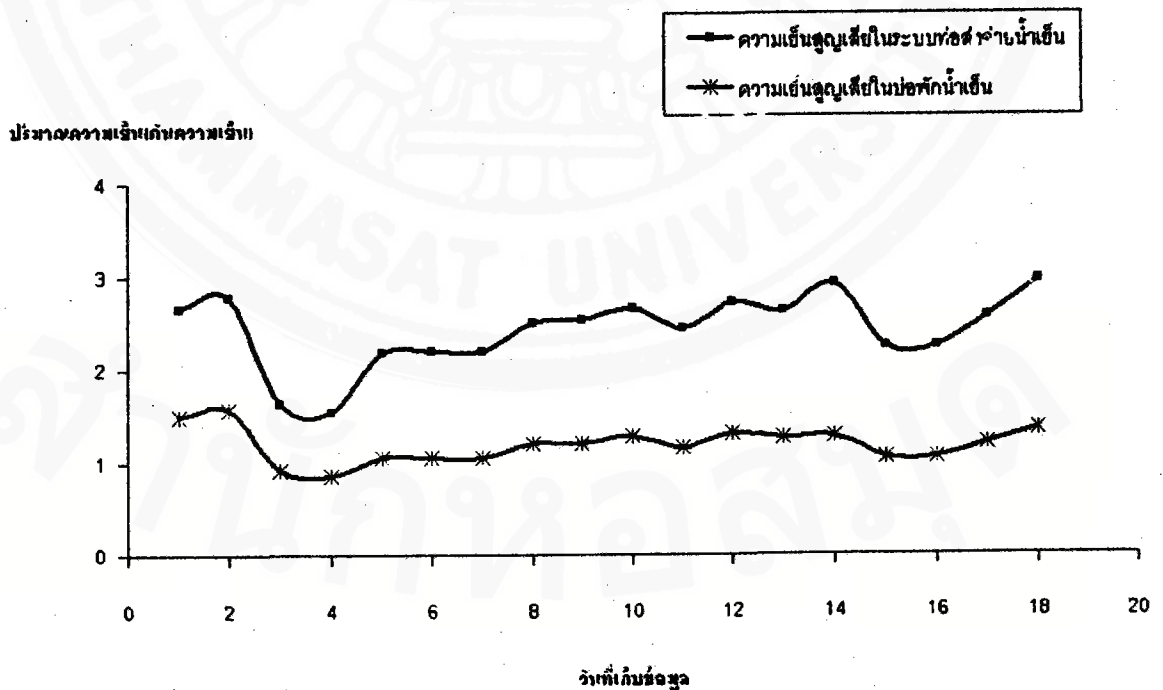
วันที่	อุณหภูมิน้ำเย็นเมื่อเดินเครื่อง ทำน้ำเย็นตัวที่ 1 (°C)		อุณหภูมิน้ำเย็นเมื่อ เดินเครื่องทำน้ำเย็นตัวที่ 2 (°C)		อุณหภูมิน้ำเย็นเมื่อ เดินเครื่องทำน้ำเย็นตัวที่ 3 (°C)		อุณหภูมิน้ำเย็นในบ่อพัก (°C)	
	T <sub>1</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
11 ม.ค. 51	12	13	16	16	-	-	14.3	17.4
12 ม.ค. 51	13	14	14	15	-	-	13.3	16.4
14 ม.ค. 51	24	24	22	24	-	-	22.5	23.5
15 ม.ค. 51	21	22	21	23	-	-	23.5	24.5
16 ม.ค. 51	22	22	20	22	-	-	20.4	22.5
17 ม.ค. 51	19	20	20	21	-	-	20.4	22.5
18 ม.ค. 51	20	20	20	21	-	-	20.4	22.5
19 ม.ค. 51	20	20	18	20	-	-	18.4	20.4
21 ม.ค. 51	17	18	17	19	-	-	18.4	20.4
22 ม.ค. 51	18	20	18	19	-	-	17.4	19.4

ตารางที่ 5.5

อุณหภูมิน้ำเย็นที่เข้าและออกเครื่องทำน้ำเย็นกับอุณหภูมิน้ำเย็นในบ่อพักน้ำเย็น (ต่อ)

วันที่	อุณหภูมิน้ำเย็นเมื่อเดินเครื่อง ทำน้ำเย็นตัวที่ 1 (°C)		อุณหภูมิน้ำเย็นเมื่อ เดินเครื่องทำน้ำเย็นตัวที่ 2 (°C)		อุณหภูมิน้ำเย็นเมื่อ เดินเครื่องทำน้ำเย็นตัวที่ 3 (°C)		อุณหภูมิน้ำเย็นบ่อพัก (°C)	
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
23 ม.ค. 51	17	19	17	19	-	-	19.4	20.4
24 ม.ค. 51	18	20	18	20	-	-	17.4	18.4
25 ม.ค. 51	17	19	17	19	-	-	17.4	20.4
26 ม.ค. 51	19	18	17	19	17	19	17.4	19.4
29 ม.ค. 51	22	22	12	14	-	-	20.4	22.5
30 ม.ค. 51	23	23	10	14	-	-	20.4	22.5
31 ม.ค. 51	20	20	10	13	-	-	18.4	20.4
1 ก.พ. 51	19	19	-	-	15	19	16.4	18.4

จากข้อมูลในตารางที่ 5.5 ทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำเย็นที่ออกจากเครื่องทำน้ำเย็น ( $T_1, T_5, T_7$ ) มีค่าอยู่ในช่วง 17.0-22.0 °C กับอุณหภูมิของน้ำเย็นในบ่อพักน้ำเย็น ( $T_2$ ) มีค่าอยู่ในช่วง 17.4-23.5 °C พบว่าอุณหภูมิน้ำเย็นมีแนวโน้มที่สูงขึ้น เมื่อมีการส่งน้ำเย็นจากเครื่องทำน้ำเย็นไปบ่อพักน้ำเย็นผ่านท่อน้ำเย็น โดยอุณหภูมิน้ำเย็นจะเพิ่มขึ้นประมาณ 0.4-1.5 °C อีกทั้งเมื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำเย็นหลังผ่านกระบวนการผลิต ( $T_3$ ) มีค่าอยู่ในช่วง 17.4-22.5 °C กับอุณหภูมิน้ำเย็นก่อนเข้าเครื่องทำน้ำเย็น ( $T_4, T_6, T_8$ ) มีค่าอุณหภูมิอยู่ในช่วง 18.0-24.0 °C แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิน้ำเย็นอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 1.4-2.5 °C และจากข้อมูลดังกล่าวนี้เพียงพอที่จะสรุปได้ว่าในระบบการส่งจ่ายน้ำเย็นของโรงงานมีความเย็นสูญเสียเนื่องจากกระบวนการส่งจ่ายน้ำเย็นเกิดขึ้น ซึ่งจากข้อมูลข้างต้นสามารถนำไปวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของความเย็นสูญเสียได้ โดยแหล่งที่มาของความเย็นสูญเสียนั้นน่าจะมาจาก 2 แหล่งหลัก ๆ คือ ในระบบท่อน้ำเย็นที่ใช้ในการส่งจ่ายน้ำเย็นและบ่อพักน้ำเย็น เนื่องจากไม่มีการหุ้มฉนวนทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนระหว่างอากาศและน้ำเย็น ปริมาณความเย็นสูญเสียที่เกิดขึ้นสามารถคำนวณโดยใช้สมการ 4.1-4.2 ในการคำนวณกำหนดให้อุณหภูมิผิวและอุณหภูมิน้ำเย็นในระบบส่งจ่ายน้ำเย็นมีค่าคงที่และเท่ากันตลอด โดยมีการใช้อุณหภูมิในบ่อพักน้ำเย็นเป็นตัวแทนอุณหภูมิน้ำเย็นที่เกิดขึ้นในระบบเนื่องจากค่าอุณหภูมิที่อ่านได้นั้นมีการสอบเทียบกับค่ามาตรฐานซึ่งจะทำให้ข้อมูลที่ได้รับความน่าเชื่อถือมากขึ้น



รูปที่ 5.1 แสดงปริมาณความเย็นสูญเสียในระบบส่งจ่ายน้ำเย็นและบ่อพักน้ำเย็น

จากรูปที่ 5.1 พบว่าปริมาณความเย็นสูญเสียที่เกิดขึ้นในระบบส่งจ่ายน้ำเย็นมีค่าอยู่ในช่วง 1.54-2.95 ตันความเย็น ส่วนความเย็นสูญเสียที่เกิดขึ้นในบ่อกักน้ำเย็นมีค่าอยู่ในช่วง 0.85-1.57 ตันความเย็น ในวันที่ 3-4 ของการทดลองพบว่าปริมาณความเย็นสูญเสียในระบบส่งจ่ายน้ำเย็นมีค่า 1.63-2.19 ตันความเย็นและความเย็นสูญเสียในบ่อกักน้ำเย็นมีค่า 0.92-1.06 ตันความเย็นซึ่งมีค่าน้อยกว่าวันอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องมาจากอุณหภูมิน้ำเย็นที่วัดได้ใน 2 วันดังกล่าวมีค่าสูงกว่าวันอื่น ๆ ส่งผลให้ผลต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศกับอุณหภูมิน้ำเย็นมีค่าน้อย ดังนั้นเมื่อพิจารณาสมการ 4.1-4.2 จะทำให้ทราบได้ว่ามีผลต่างอุณหภูมิน้อยส่งผลให้ค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นน้อยตามไปด้วย จึงส่งผลให้ในวันดังกล่าวมีค่าความเย็นสูญเสียค่อนข้างน้อยกว่าวันอื่น ๆ

### 5.3 ความเย็นที่ต้องการในการหล่อเย็นผลิตภัณฑ์

ในกระบวนการอัดรีดขึ้นรูปท่อจะมีการนำน้ำเย็นซึ่งผลิตได้จากเครื่องทำน้ำเย็นมาใช้ในกระบวนการหล่อเย็นเพื่อระบายความร้อนให้กับท่อ ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าปริมาณความร้อนที่ต้องการระบายออกจากท่อจะมีค่าเท่ากับปริมาณความเย็นที่ต้องการในการหล่อเย็นนั่นเอง ซึ่งปริมาณความเย็นที่ต้องการนี้สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4.3 แต่เนื่องจากโรงงานที่ทำการศึกษายังไม่ได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อทำการวัดอัตราการไหลของน้ำทำให้ไม่สามารถหาปริมาณความเย็นที่ต้องการในการหล่อเย็นให้กับท่อได้โดยตรง ดังนั้นในการทดลองนี้จะทำการคำนวณหาปริมาณความร้อนที่ต้องการระบายออกจากท่อแทน โดยนำข้อมูลในตารางที่ 5.4 ไปคำนวณหาปริมาณความเย็นที่ต้องการในการระบายความร้อนให้กับท่อ

ตารางที่ 5.6

อุณหภูมิผิวของท่อและความเร็ว Puller ที่ใช้ในการผลิตท่อแต่ละชนิด

วันที่	ชนิดพลาสติก	ความเร็วรอบ Puller (m/min)	อุณหภูมิผิวท่อ ( $T_{in}$ , (°C))	อุณหภูมิผิวท่อ ( $T_{out}$ , (°C))
11 ม.ค. 51	PB SDR13.5/25	12.00	197	13
	PB SDR13.5/50	4.50	202	17
12 ม.ค. 51	PB SDR13.5/25	12.00	197	12
	PB SDR13.5/50	4.50	200	16



## ตารางที่ 5.6

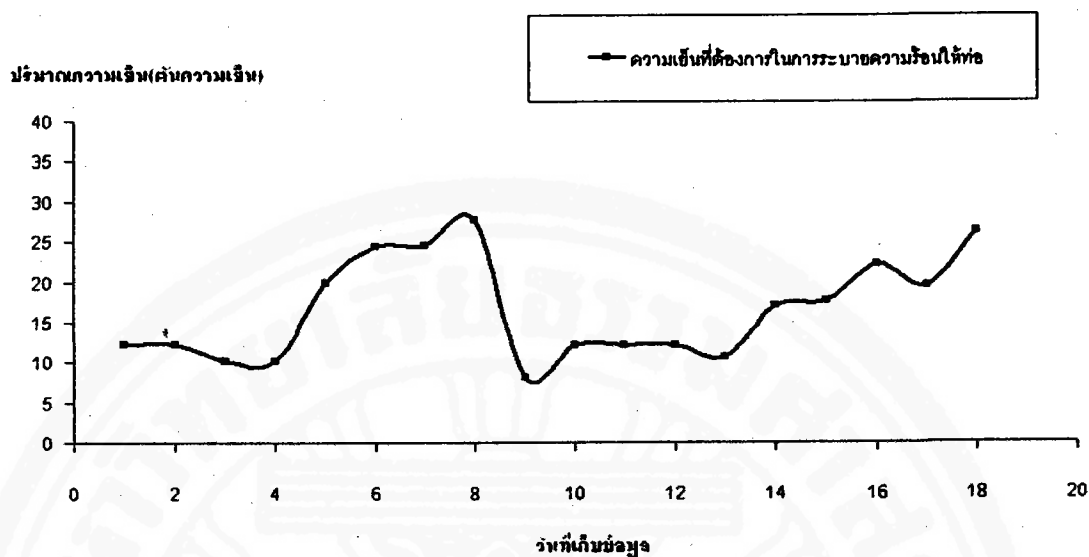
อุณหภูมิผิวของท่อและความเร็ว Puller ที่ใช้ในการผลิตท่อแต่ละชนิด (ต่อ)

วันที่	ชนิดพลาสติก	ความเร็วรอบ Puller (m/min)	อุณหภูมิผิวท่อ ( $T_{in}$ , (°C))	อุณหภูมิผิวท่อ ( $T_{out}$ , (°C))
14 ม.ค. 51	PB SDR13.5/50	4.50	206	23
	PE80 PN6.3/63	3.00	203	26
15 ม.ค. 51	PB SDR13.5/50	4.50	205	22
	PE80 PN6.3/63	3.00	202	25
16 ม.ค. 51	PB SDR13.5/20	12.00	196	19
	PB SDR13.5/50	4.50	203	25
	PE80 PN6.3/110	2.50	230	21
17 ม.ค. 51	PB SDR13.5/20	12.00	196	18
	PB SDR13.5/50	4.50	205	22
	PE80 PN10/110	2.60	235	22
18 ม.ค. 51	PB SDR13.5/20	12.00	197	17
	PB SDR13.5/50	4.50	205	21
	PE80 PN10/110	2.60	236	22
19 ม.ค. 51	PB SDR11/15	12.00	189	20
	PB SDR13.5/50	4.50	205	21
	PE80 PN6.3/160	1.80	240	19
21 ม.ค. 51	PB SDR11/15	11.59	202	19
	PB SDR13.5/50	4.60	201	20
22 ม.ค. 51	PB SDR13.5/40	6.16	200	18
	PB SDR13.5/50	4.60	202	19

## ตารางที่ 5.6

อุณหภูมิผิวของท่อและความเร็ว Puller ที่ใช้ในการผลิตท่อแต่ละชนิด (ต่อ)

วันที่	ชนิดพลาสติก	ความเร็วรอบ Puller (m/min)	อุณหภูมิผิวท่อ ( $T_{in}$ , (°C))	อุณหภูมิผิวท่อ ( $T_{out}$ , (°C))
23 ม.ค. 51	PB SDR13.5/40	6.17	202	19
	PB SDR13.5/50	4.60	200	18
24 ม.ค. 51	PB SDR13.5/40	6.14	200	20
	PB SDR13.5/50	4.60	199	16
25 ม.ค. 51	PB SDR13.5/25	10.49	201	20
	PB SDR13.5/50	4.60	200	20
26 ม.ค. 51	PB SDR13.5/25	10.48	202	16
	PB SDR13.5/50	4.60	200	22
	PE80 PN6.3/63	4.80	216	16
29 ม.ค. 51	PB SDR11/20	11.99	197	19
	PE80 PN6.3/110	3.60	196	18
30 ม.ค. 51	PP Class B/100	2.85	248	27
	PB SDR13.5/50	4.60	197	26
31 ม.ค. 51	PP Class B/150	1.46	245	27
	PB SDR13.5/50	4.60	203	27
1 ก.พ. 51	PB SDR13.5/50	4.60	200	20
	PP Class B/150	1.53	244	25



รูปที่ 5.2 แสดงปริมาณความเย็นที่ต้องการในการระบายความร้อนให้กับท่อพลาสติก

จากรูปที่ 5.2 พบว่าปริมาณความเย็นที่ต้องการในการระบายความร้อนให้กับท่อพลาสติก มีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 8.04- 27.65 ค่านความเย็น ในวันที่ 5-8 และ 16-18 มีปริมาณความเย็นที่ต้องการในการหล่อเย็นท่อพลาสติกสูงกว่าวันอื่น ๆ เนื่องจากสาเหตุหลัก ๆ ดังนี้

- มีการผลิตท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 100 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นท่อที่มีขนาดใหญ่และด้วยขนาดท่อที่ใหญ่นี้เองส่งผลให้อัตราการไหลเชิงมวลของท่อเพิ่มขึ้นตามขนาดท่อที่เพิ่มขึ้นด้วย
- อุณหภูมิผิวของท่อที่มีขนาดใหญ่จะมีอุณหภูมิผิวก่อนและหลังผ่านส่วนหล่อเย็นสูงกว่าอุณหภูมิผิวท่อที่มีขนาดเล็ก ส่งผลให้เกิดผลต่างอุณหภูมิที่สูงกว่าท่อขนาดเล็ก

ดังนั้นเมื่อผลต่างอุณหภูมิและอัตราการไหลเชิงมวลมีค่ามากขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณความเย็นที่คำนวณได้จากสมการที่ 4.3 มีค่าสูงนั่นเอง

จากข้อมูลที่ได้เบื้องต้นสามารถบอกได้ว่าปริมาณความเย็นที่เครื่องทำน้ำเย็นต้องผลิตเพื่อใช้ในการระบายความร้อนให้ท่อนั้น สามารถคำนวณได้จาก

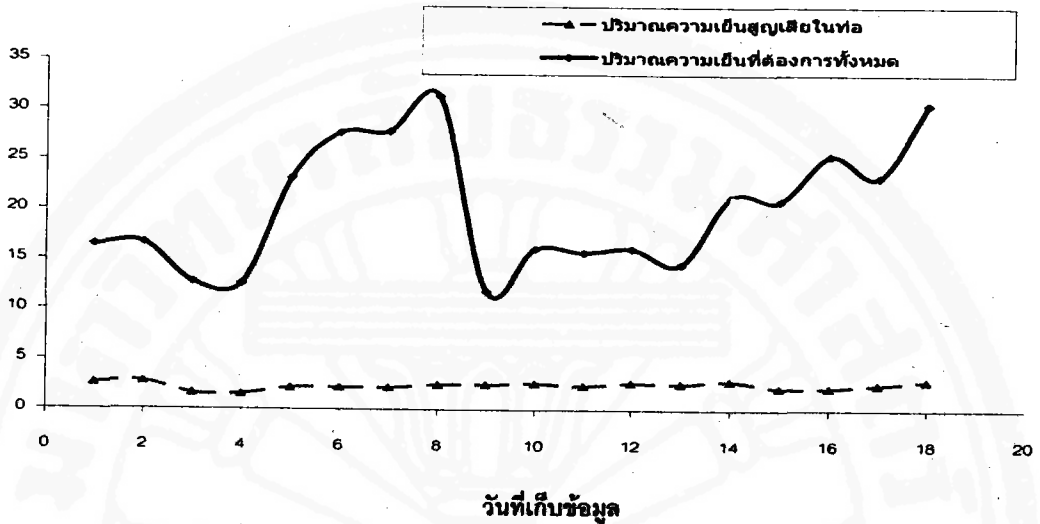
ปริมาณความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น = ความเย็นที่ใช้ในการระบายความร้อนให้กับท่อ+

$$\text{ปริมาณความเย็นสูญเสียทั้งหมด} \quad (5.1)$$

จากความสัมพันธ์ดังกล่าวจะเห็นได้ว่าถ้าสามารถลดความเย็นสูญเสียที่เกิดขึ้นได้จะส่งผลให้ภาระการทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นลดลง ซึ่งนำไปสู่การประหยัดพลังงาน ซึ่ง

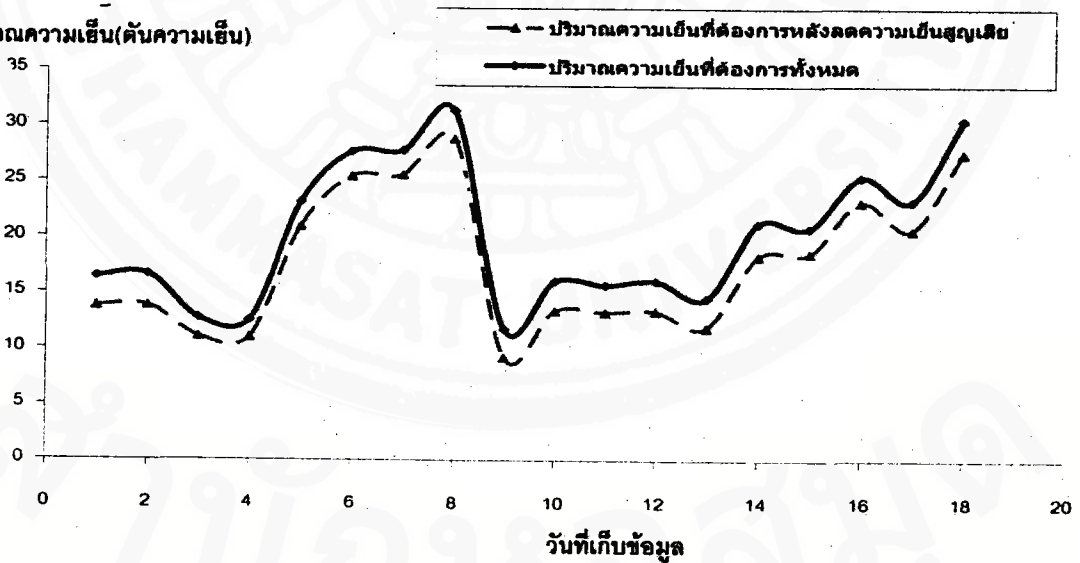
ปริมาณความเย็นที่เครื่องทำน้ำเย็นต้องผลิตก่อนและหลังการลดความเย็นสูญเสีย สามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 5.3 และ 5.4

ปริมาณความเย็น(ตันความเย็น)



รูปที่ 5.3 แสดงปริมาณความเย็นที่ความต้องการทั้งหมดกับปริมาณความเย็นที่ความต้องการหลังลดความเย็นสูญเสีย

ปริมาณความเย็น(ตันความเย็น)



รูปที่ 5.4 แสดงปริมาณความเย็นที่ความต้องการทั้งหมดกับปริมาณความเย็นที่ความต้องการหลังลดความเย็นสูญเสีย

จากรูปที่ 5.3 และ 5.4 พบว่าปริมาณความเย็นที่ความต้องการทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 11.79 - 31.37 ตันความเย็นและปริมาณความเย็นสูญเสียที่เกิดขึ้นในท่อมมีค่าอยู่ในช่วง 1.54-2.95 ตัน

ความเย็นหรือประมาณ 5.40-10.38 กิโลวัตต์ ดังนั้นถ้าลดความเย็นสูญเสียที่เกิดขึ้นในท่อจะทำให้ความเย็นที่ต้องการทั้งหมดลดลงเหลือ 9.25-27.63 ตันความเย็น ในวันที่ 5-8 และ 16-18 มีปริมาณความเย็นที่ต้องการในการหล่อเย็นท่อพลาสติกสูงกว่าวันอื่น ๆ เนื่องจากสาเหตุเดียวกันกับรูปที่ 5.2 จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นนำไปสู่การหาแนวทางในการจัดการความเย็นสูญเสียอีกทั้งรูปที่ 5.1 แสดงให้เห็นว่าความเย็นสูญเสียในระบบส่งจ่ายน้ำเย็นหลัก ๆ เกิดมาจากการส่งจ่ายน้ำเย็นผ่านท่อโพลีเอทิลีนและโพลีโพรพิลีนมีค่าประมาณ 1.54-2.95 ตันความเย็นหรือประมาณ 5.42-10.38 กิโลวัตต์ต่อวัน ซึ่งความเย็นสูญเสียในส่วนส่งจ่ายน้ำเย็นผ่านท่อนี้สามารถจัดการลดความเย็นสูญเสียได้เลย วิธีที่ได้รับความนิยมวิธีหนึ่งคือการหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็นโดยฉนวนกันความเย็น ดังแสดงรายละเอียดในหัวข้อที่ 5.3

#### 5.4 การวิเคราะห์และแนวทางในการลดความเย็นสูญเสีย

การหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็นเป็นวิธีการลดความเย็นสูญเสียอย่างหนึ่ง แต่ประเด็นที่สำคัญก็คือต้องหาค่าความหนาของฉนวนที่เหมาะสมที่จะใช้ในการหุ้มท่อน้ำเย็น เนื่องจากถ้าความหนาของฉนวนไม่เหมาะสมจะทำให้ผลดังนี้

1. กรณีติดตั้งฉนวนที่มีความหนาน้อยเกินไป ทำให้ลดความเย็นสูญเสียได้เพียงบางส่วนเท่านั้น
2. กรณีติดตั้งฉนวนที่มีความหนามากเกินไป จะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายโดยเปล่าประโยชน์

ดังนั้นการหาคำนวนหาความหนาของฉนวนที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและสามารถคำนวณหาได้โปรแกรม Thermaflex insulation แต่ก่อนที่จะคำนวณหาความหนาได้นั้น ต้องหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ( $T_1 - T_8$ ) โดยทำการเรียงค่าข้อมูลและหาค่าเฉลี่ยในแต่ละจุดออกมาแล้วนำที่เฉลี่ยที่ได้ในแต่ละจุดมาเป็นตัวแทนของอุณหภูมิน้ำเย็นในระบบส่งจ่ายน้ำเย็น ซึ่งค่าที่ได้มีค่าอยู่ในประมาณ 19 °C หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาความหนาจากสมการ 4.4 ได้ค่าดังแสดงในตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.7

ความหนาจนวนกันความเย็นของระบบท่อส่งจ่ายน้ำเย็น

ชนิดของท่อ	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ (mm)	ความหนาจนวน (mm)
PB SDR 13.5	50	3.3
PB SDR 13.5	65	3.4
PB SDR 13.5	80	3.4
PB SDR 13.5	100	3.4
PP Class B	150	3.4

ความหนาจนวนที่คำนวณได้จากตารางที่ 5.7 นั้นเป็นความหนาที่เหมาะสมที่จะใช้ในการหุ้มท่อน้ำเย็นในระบบส่งจ่ายน้ำเย็นของโรงงานแต่เนื่องจากความหนาจนวนที่ได้นี้มีความหนาค่อนข้างน้อย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงใช้ค่าความหนาดำสุดที่มีขายอยู่ในท้องตลาดที่ขนาดท่อต่าง ๆ กันเป็นตัวแทนในการหาค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการหุ้มจนวนเพื่อนำไปคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนต่อไป

ตารางที่ 5.8

ความยาวท่อน้ำเย็นและความหนาจนวนที่ใช้จริง

ชนิดของท่อ	เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ (mm)	ความหนาที่ใช้จริง (mm, inch)	ความยาวท่อ (m)
PB SDR 13.5	50	9.7, 3/8"	25
PB SDR 13.5	65	12.7, 1/2"	6
PB SDR 13.5	80	9.7, 3/8"	22
PB SDR 13.5	100	12.7, 1/2"	109
PP Class B	150	12.7, 1/2"	46

ตารางที่ 5.9  
ราคาค่าฉนวน

ชนิดของท่อ	เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ (mm)	ความยาวท่อ (m)	ราคาค่าฉนวน (บาท)
PB SDR 13.5	50	25	1680
PB SDR 13.5	65	6	720
PB SDR 13.5	80	22	2640
PB SDR 13.5	100	109	21,600
PP Class B	150	46	12,000
ราคารวม			38,640

จากข้อมูลในตารางที่ 5.6-5.7 พบว่าถ้าทำการหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็นด้วยฉนวนยี่ห้อ Aeroflex จะมีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้นประมาณ 38,640 บาท

### 5.5 ระยะเวลาคืนทุน (Pay back period)

จากผลในการคำนวณข้างต้นสามารถนำมาคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนโดยใช้สมการที่ 4.5 ได้ดังนี้

#### 5.5.1 ผลประหยัดที่คาดว่าจะได้รับหลังหุ้มฉนวน

คำนวณได้จากปริมาณความเย็นสูญเสียที่เกิดขึ้นในระบบท่อส่งจ่ายน้ำเย็น ซึ่งมีค่าประมาณ 1.54-2.95 ตันความเย็นหรือประมาณ 5.42-10.38 กิโลวัตต์ต่อวัน โรงงานมีชั่วโมงการผลิต 7200 ชั่วโมงต่อปี (24 ชั่วโมง, 300 วันต่อปี)

$$\text{ดังนั้นประหยัดพลังงานได้} = 5.24 \times 7200 = 39,024 \text{ กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง}$$

$$\text{และ} = 10.38 \times 7200 = 74,736 \text{ กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง}$$

เนื่องจากทางโรงงานคิดค่าไฟฟ้าที่ 3.5 บาทต่อ kWh ดังนั้นสามารถประหยัดเงินได้ประมาณ

$$= 39,024 \times 3.5 = 136,584 \text{ บาท}$$

$$= 34,736 \times 3.5 = 261,567 \text{ บาท}$$

ดังนั้นสรุปได้ว่าผลประหยัดที่คาดว่าจะได้รับหลังหักจำนวนต่อปีจะมีค่าประมาณ 136,548- 261,567 บาทต่อปี

### 5.5.2 ราคาคำนวณ

ราคาค่าคำนวณที่ใช้ทั้งหมดมีค่าประมาณ 38,640 บาท (จากตารางที่ 5.7)

### 5.5.3 ระยะเวลาคืนทุน

ระยะเวลาคืนทุนสามารถคำนวณได้โดยใช้สมการที่ 4.5 คือ

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุนทั้งหมด}}{\text{เงินที่ประหยัดได้}} \quad (4.5)$$

$$= 38,640/136,548 = 0.28 \text{ ปี}$$

$$= 38,630/261,567 = 0.15 \text{ ปี}$$

ดังนั้นระยะเวลาคืนทุนจะอยู่ในช่วง 0.15 - 0.28 ปีหรือ 1.8 -3.36 เดือน

ชำนาญกหอสมุด