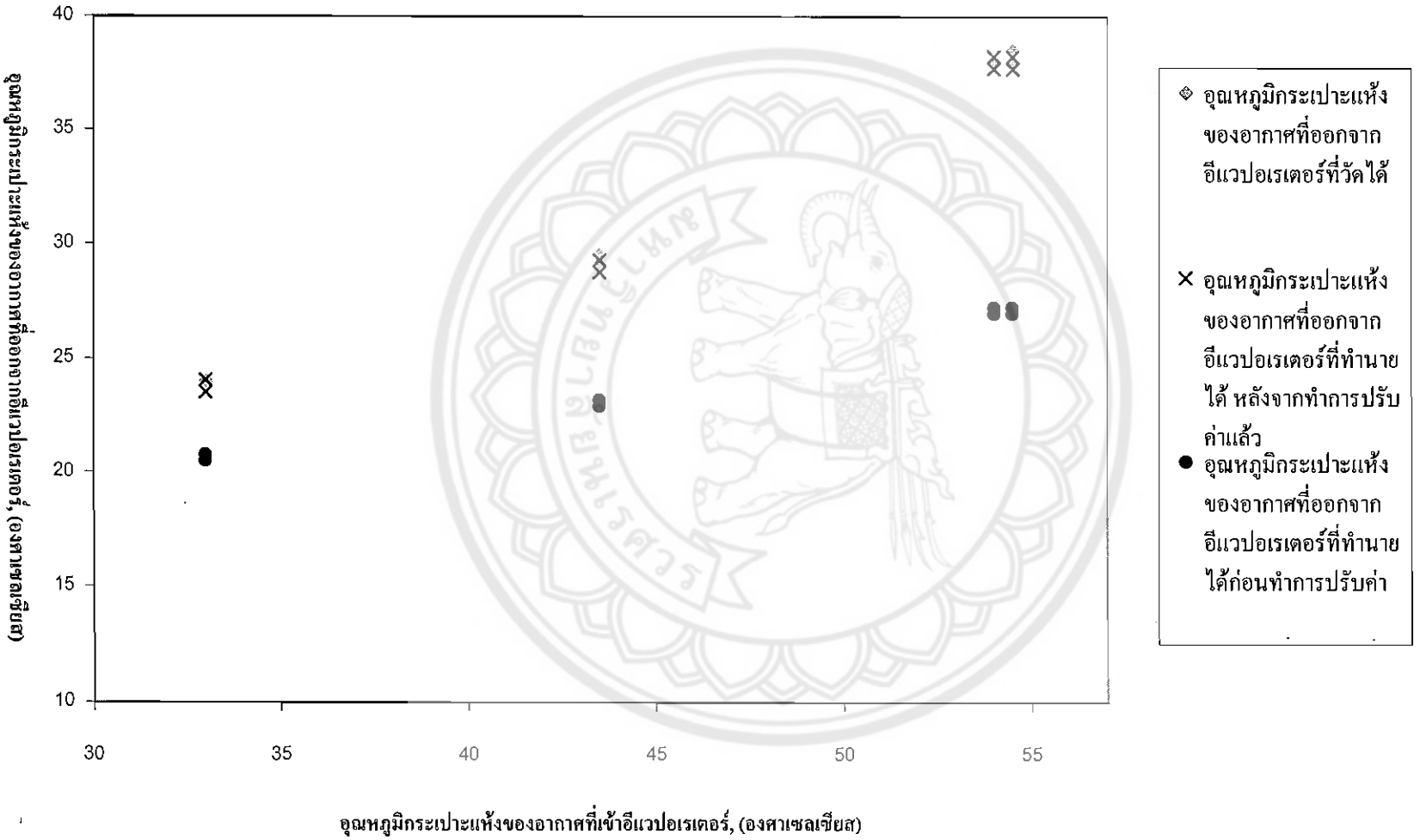
บทที่ 5
วิเคราะห์ผลการจำลอง

การเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับผลการทดลอง

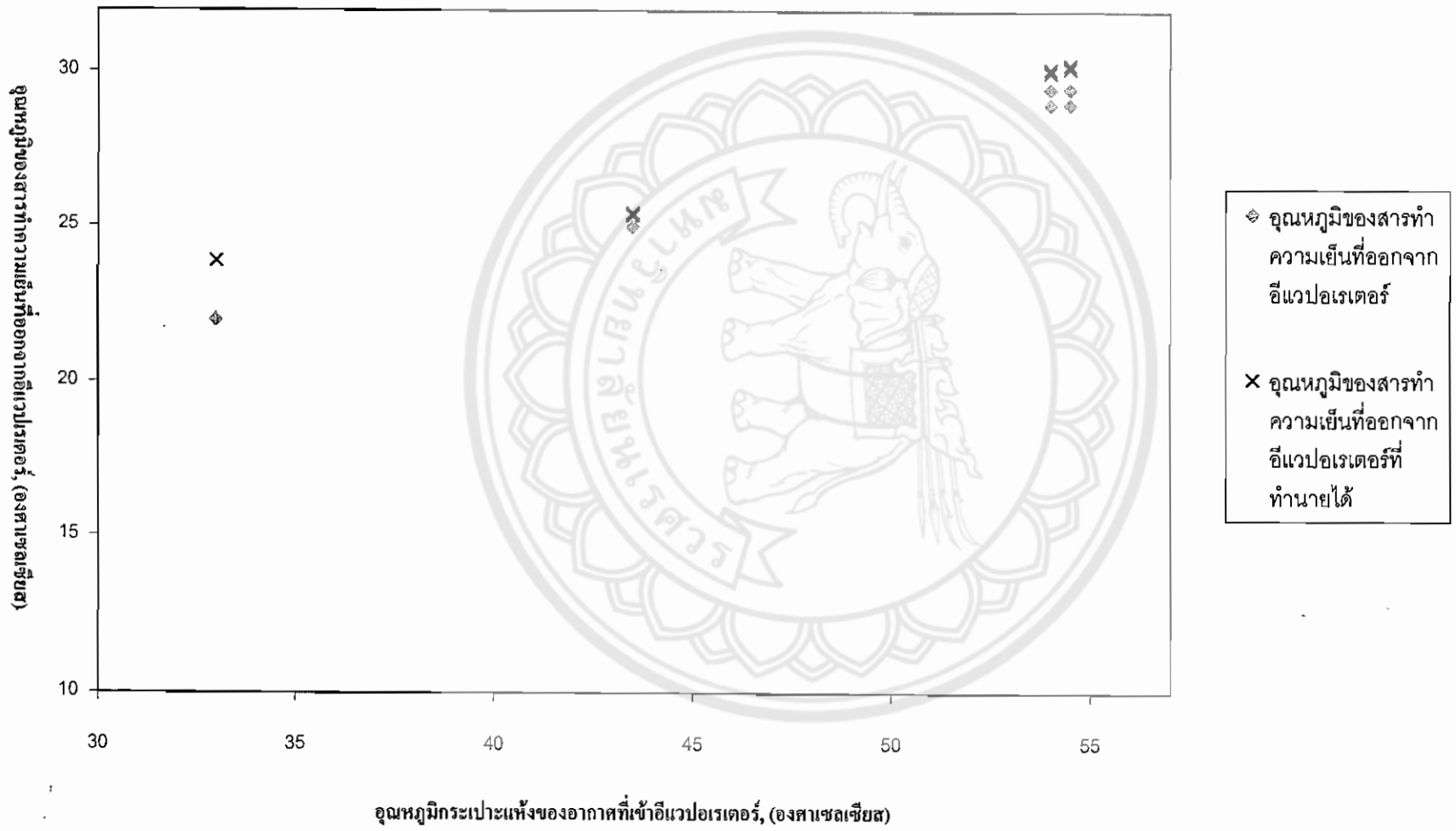
จากบทที่ 3 ได้แสดงแบบจำลองที่ใช้ในการทำนายสภาวะการทำงานของระบบทำความเย็นในแบบจำลอง โดยจะต้องกำหนดข้อมูลที่ให้แก่ระบบ และจากบทที่ 4 การทำการทดลองจะทำการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศที่เข้าอีแวอเรเตอร์ โดยที่จะให้ข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องให้แก่ระบบ เช่น อัตราการไหลของอากาศที่เข้าอีแวปอเรเตอร์ อัตราการถ่ายเทความร้อนอีแวปเรเตอร์ และข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องให้แก่ระบบมีค่าเท่าเดิมไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงเฉพาะอุณหภูมิของอากาศ (อุณหภูมิกระเปาะเปียก และอุณหภูมิกระเปาแห้ง) ที่เข้าอีแวปอเรเตอร์เท่านั้น

เมื่อป้อนข้อมูลอินพุทให้แก่ระบบให้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นใช้จำนวน 10 ค่า ได้แก่ ค่าปริมาตรทางทฤษฎีของกระบอกสูบของคอมเพรสเซอร์ อัตราส่วนความดันของสารทำความเย็นระหว่างคอนเดนเซอร์กับอีแวปอเรเตอร์ อัตราการไหลของอากาศที่ไหลผ่านอีแวปอเรเตอร์ อุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกของอากาศที่เข้าอีแวปอเรเตอร์ อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศที่เข้าอีแวปอเรเตอร์ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์และอีแวปอเรเตอร์ อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศที่เข้าคอนเดนเซอร์ อัตราการไหลของอากาศที่ไหลผ่านคอนเดนเซอร์ และอัตราการถ่ายเทความร้อนของเครื่องปรับอากาศ แล้วแบบจำลองจะทำการจำลองสถานการณ์และแสดงผลของอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศที่ออกจากอีแวปอเรเตอร์ อุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ออกจากอีแวปอเรเตอร์ อุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์ อุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์ อุณหภูมิของสารทำความเย็นที่เข้าอีแวปอเรเตอร์ ความดันของสารทำความเย็นที่คอนเดนเซอร์ ความดันของสารทำความเย็นที่อีแวปอเรเตอร์ อัตราการไหลของสารทำความเย็นของระบบ อุณหภูมิของอากาศที่ออกจากคอนเดนเซอร์ งานที่ให้แก่ระบบ และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบ

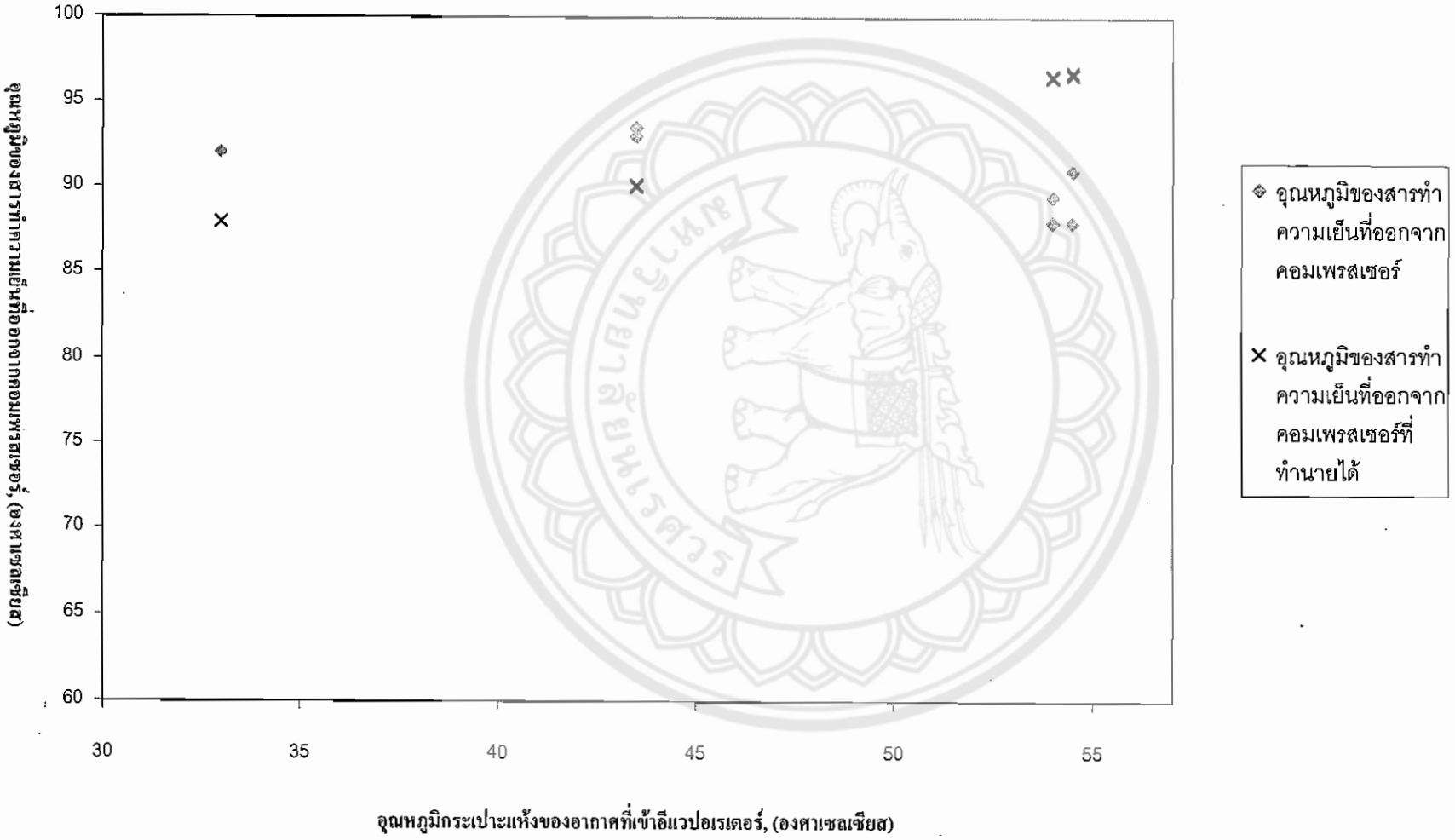
เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่ได้ทำการบันทึกค่าต่าง ๆ ในบทที่ 4 แล้วนำมาแสดงผลให้รูปกราฟจะได้ผลดังนี้



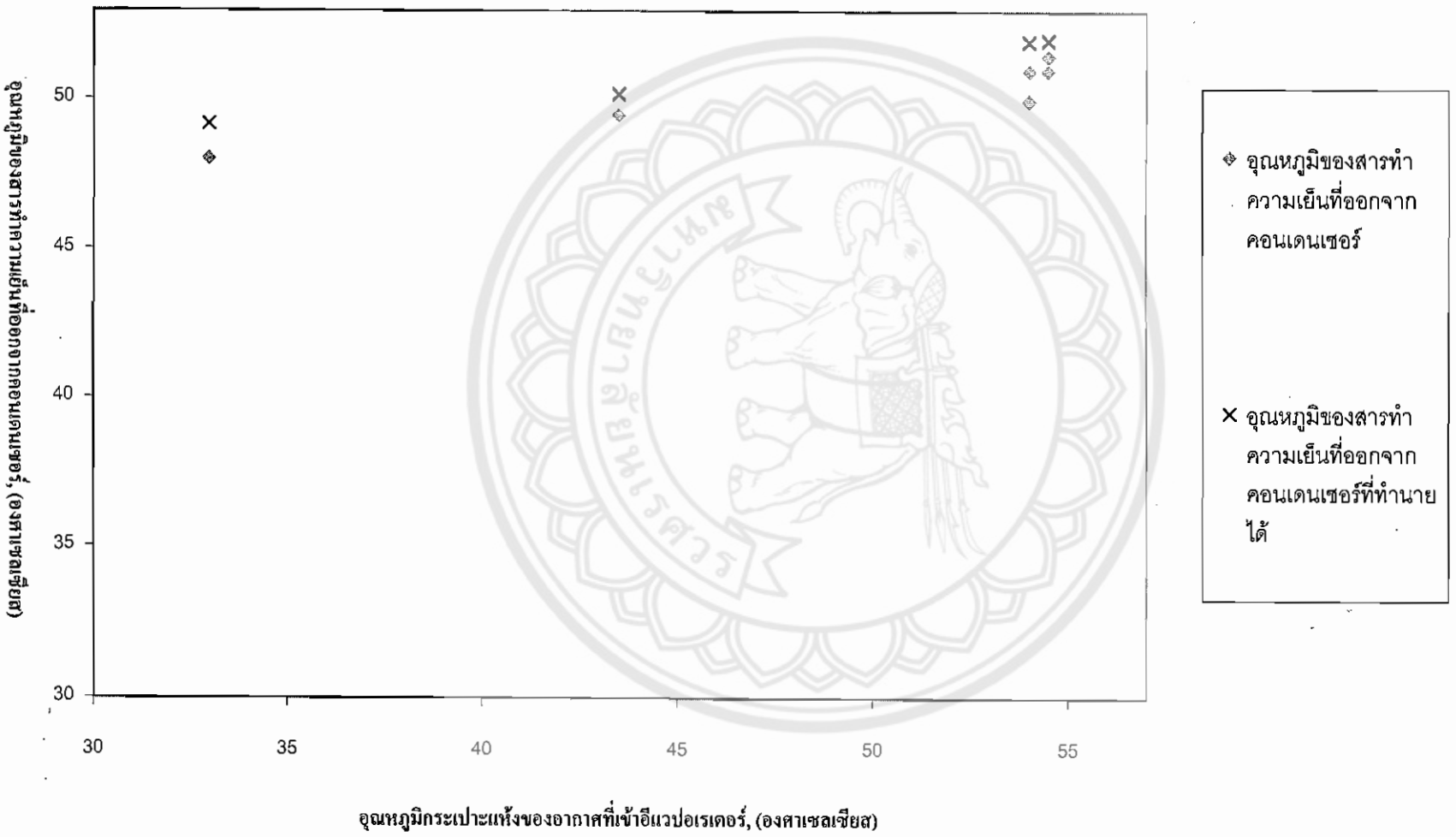
กราฟที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศที่ออกจากอีแวปอเรเตอร์



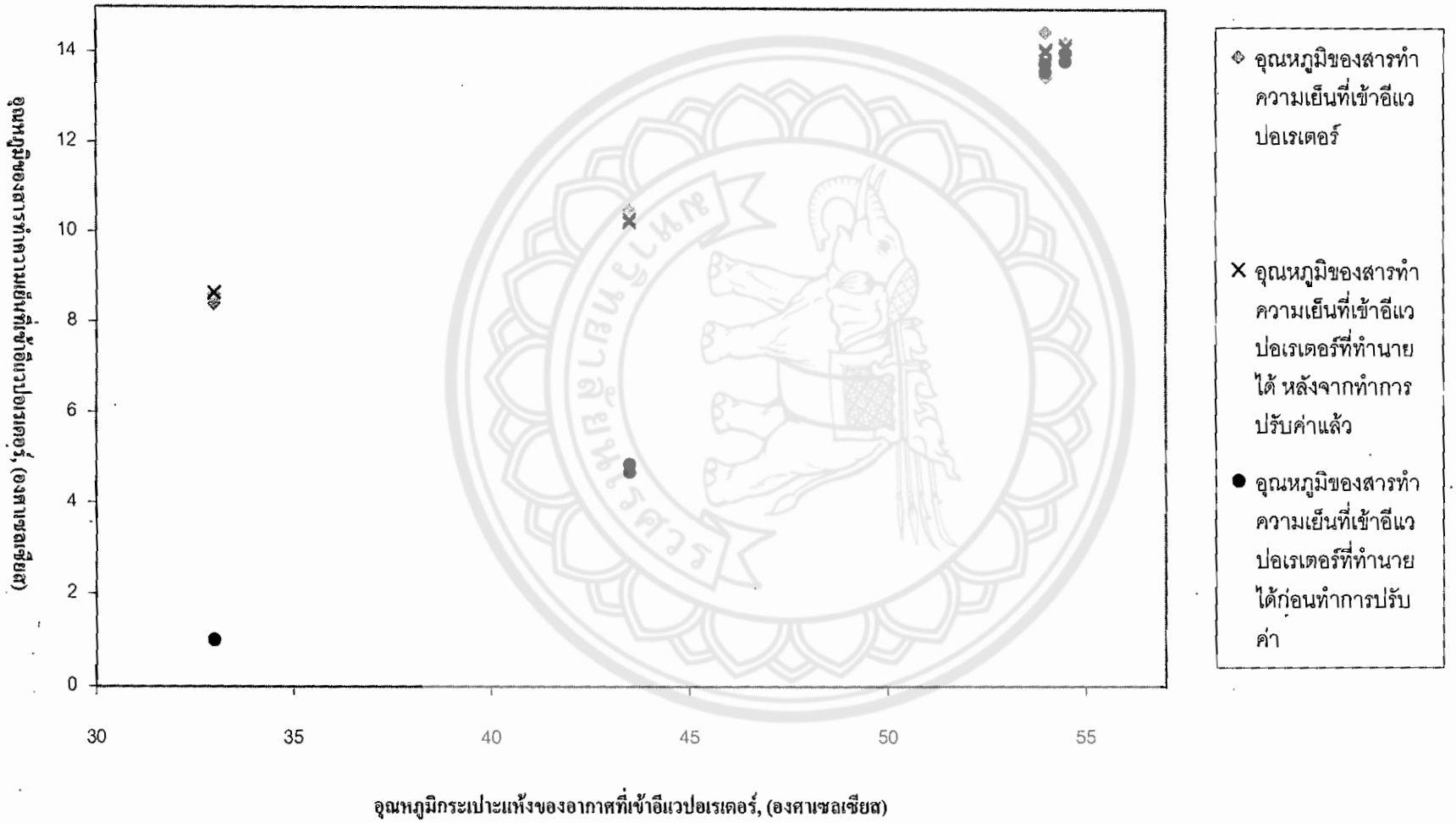
กราฟที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ออกจากอีแวปอเรเตอร์



กราฟที่ 5.3 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์



กราฟที่ 5.4 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์

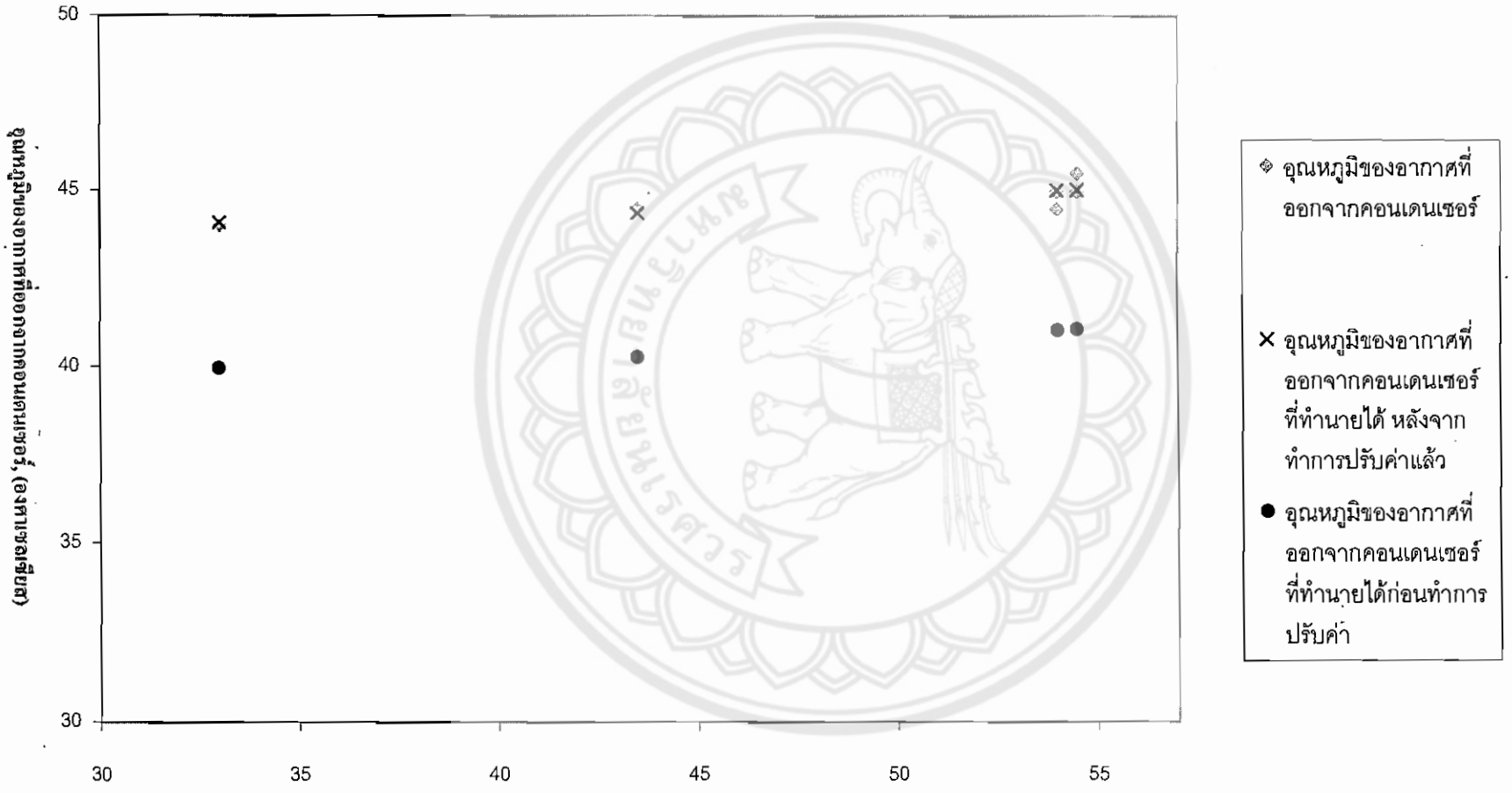


กราฟที่ 5.5 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่เข้าอีแวปอเรเตอร์

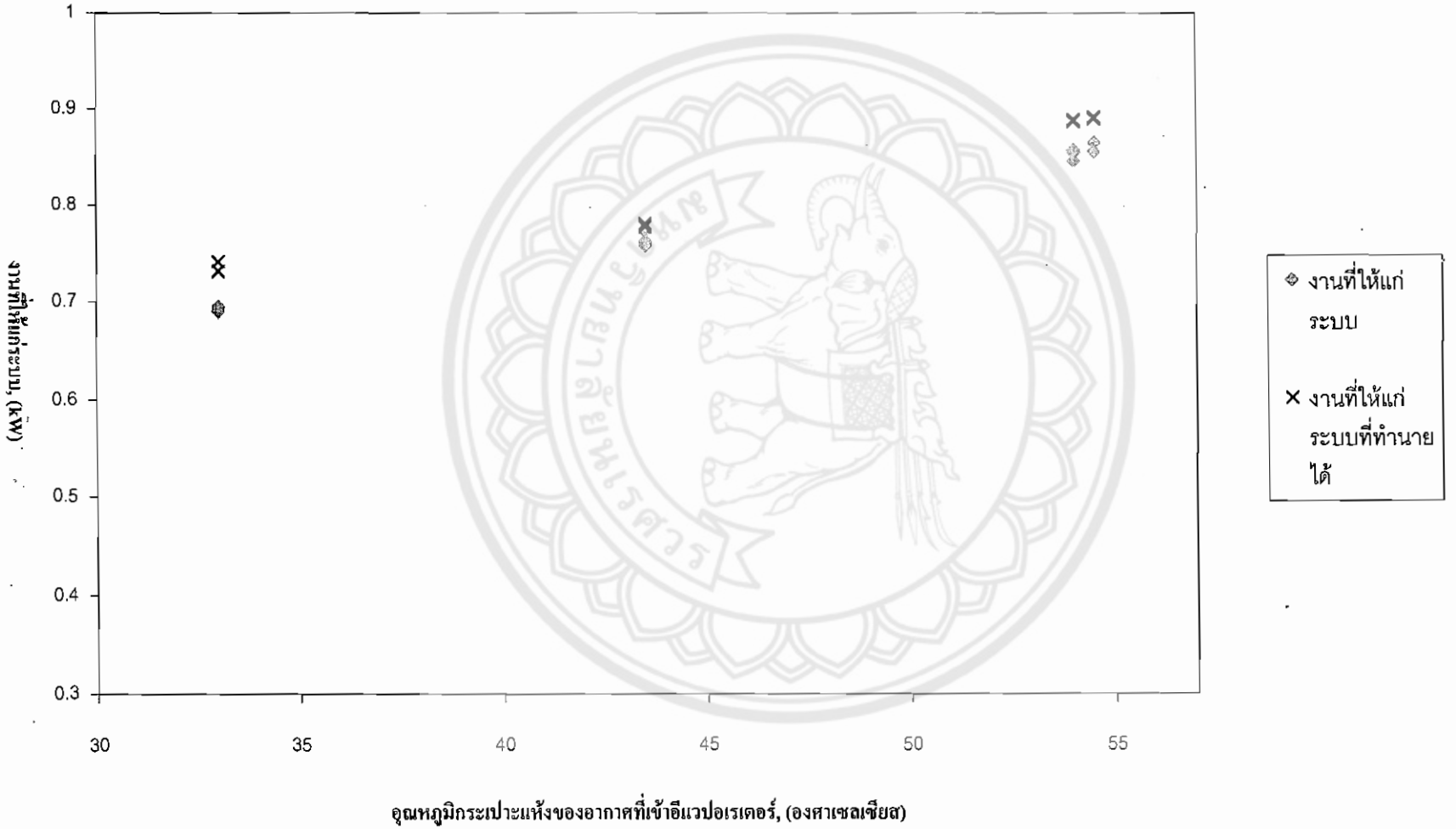
กราฟที่ 5.6 แสดงการเปรียบเทียบความดันของสารทำความเย็นที่คอนเดนเซอร์

กราฟที่ 5.7 แสดงการเปรียบเทียบความดันของสารทำความเย็นที่อีแวปอเรเตอร์

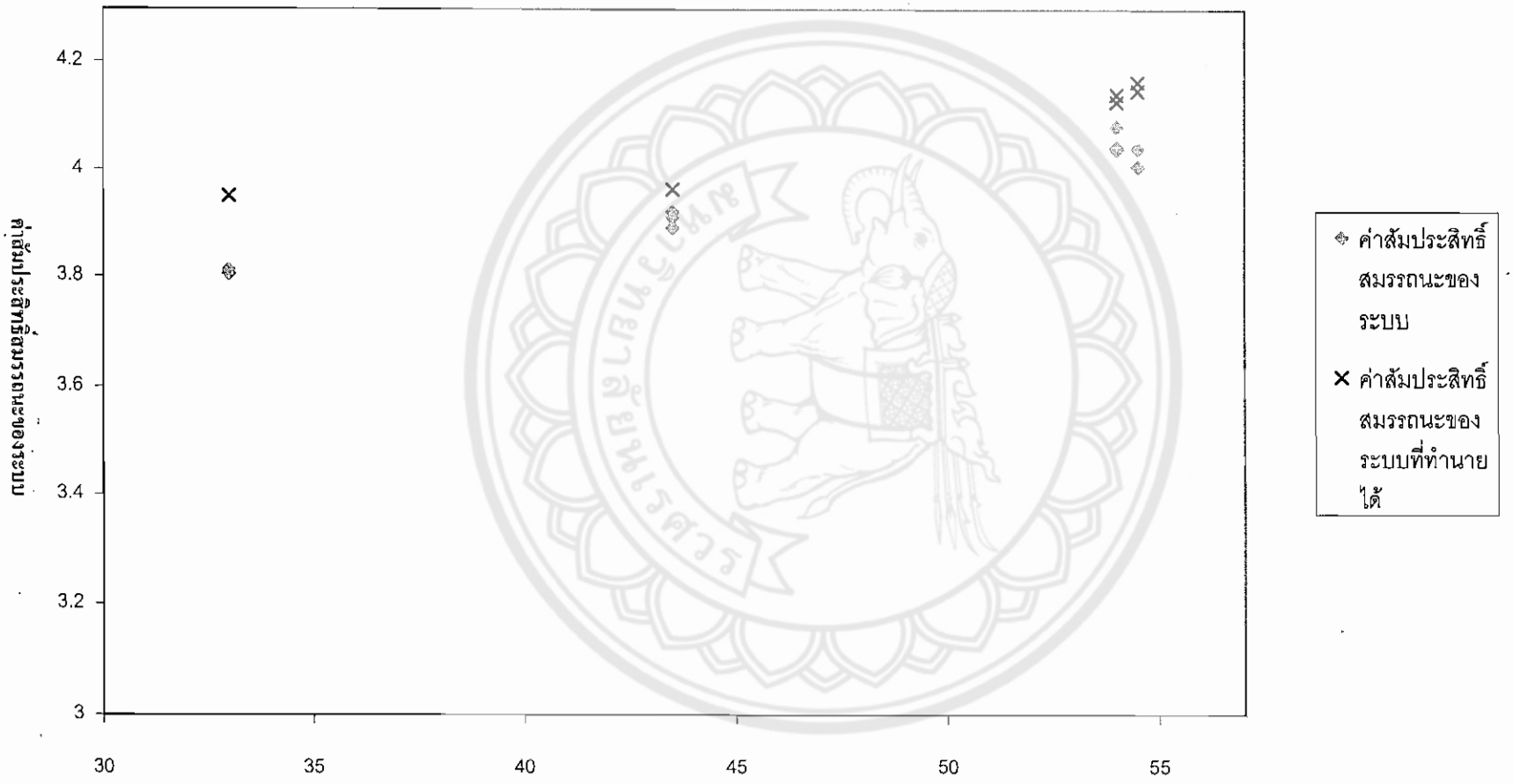
กราฟที่ 5.8 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการไหลของสารทำความเย็นของระบบ



กราฟที่ 5.9 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิของอากาศที่ออกจากคอนเดนเซอร์



กราฟที่ 5.10 แสดงการเปรียบเทียบงานที่ให้แก่ระบบ



กราฟที่ 5.11 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบ

จากกราฟที่ 5.1 – 5.11 จะแสดงการเปรียบเทียบผลระหว่างการทำนายของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับผลการทดลองที่บันทึกได้ พบว่า ในสภาวะแรก คือการทดลองแบบไม่เปิดฮีทเตอร์ โดยที่อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศที่เข้าอีแวปอเรเตอร์เท่ากับ 33 องศาเซลเซียส จะมีความคลาดเคลื่อน ดังจะแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 : แสดงค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในสภาวะที่ 1

สภาวะที่ 1						
ครั้งที่		1	2	3	4	5
ความคลาดเคลื่อน (%)	$t_{ao,cv}$	2.134	0.266	0.266	0.266	0.266
	t_1	7.807	7.807	7.807	7.807	7.807
	t_2	4.587	4.587	4.587	4.587	4.587
	t_3	2.408	2.408	2.408	2.408	2.408
	t_{cv}	0.594	1.750	2.906	1.750	1.750
	P_{cd}	3.292	3.292	3.704	3.292	3.704
	P_{cv}	1.974	3.618	1.974	1.974	3.618
	m_r	0.000	0.385	0.769	0.385	0.000
	$t_{ao,cd}$	0.182	0.182	0.182	0.182	0.182
	W	6.919	5.099	4.826	5.099	5.372
	COP	3.520	3.697	3.520	3.697	3.697
	ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย		2.984	ความคลาดเคลื่อนสูงสุด		7.807

ในสภาวะที่สอง คือการทดลองแบบเปิดฮีทเตอร์ ขนาด 1 kW จำนวน 1 ตัว โดยที่อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศที่เข้าอีแวปอเรเตอร์เท่ากับ 43.5 องศาเซลเซียส จะมีความคลาดเคลื่อน ดังจะแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 : แสดงค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในสภาวะที่ 2

สภาวะที่ 2						
ครั้งที่		1	2	3	4	5
ความคลาดเคลื่อน (%)	$t_{ao,cv}$	0.584	1.121	0.759	1.121	1.121
	t_1	0.782	0.782	1.474	0.782	1.764
	t_2	3.708	3.154	3.278	3.154	3.154
	t_3	1.424	1.335	1.424	1.424	1.424
	t_{cv}	1.970	1.970	2.719	1.970	1.970
	P_{cd}	3.087	3.087	4.263	4.882	3.805
	P_{cv}	2.011	2.011	1.156	0.575	0.575
	m_r	0.000	0.667	5.714	1.333	0.667
	$t_{ao,cd}$	0.226	0.226	0.226	0.226	0.226
	W	1.038	2.702	2.499	2.958	2.318
	COP	1.825	1.093	1.323	1.346	1.346
	ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย		1.778	ความคลาดเคลื่อนสูงสุด		5.714

และในสภาวะที่สามคือการทดลองแบบเปิดฮีทเดอร์ ขนาด 1 kW จำนวน 2 ตัว โดยที่อุณหภูมิกระเปาะเห้งของอากาศที่เข้าอีแวปอเรเตอร์จะอยู่ระหว่าง 54–54.5 องศาเซลเซียส จะมีความคลาดเคลื่อน ดังจะแสดงในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 : แสดงค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในสภาวะที่ 3

สภาวะที่ 3						
ครั้งที่		1	2	3	4	5
ความคลาดเคลื่อน (%)	$t_{ao,ev}$	0.722	0.751	0.690	0.690	0.645
	t_1	3.449	3.878	2.120	2.120	2.557
	t_2	8.802	8.977	8.936	7.383	6.014
	t_3	3.805	1.954	1.933	1.933	1.044
	t_{cv}	3.780	0.999	0.747	2.797	0.294
	P_{cd}	17.068	16.401	14.894	16.223	15.567
	P_{ev}	14.347	15.074	14.894	14.894	15.612
	m_r	2.778	2.778	2.778	2.778	2.778
	$t_{ao,cd}$	1.168	0.098	0.085	0.085	0.984
	W	3.592	3.921	4.815	3.579	3.010
	COP	2.126	2.600	1.427	2.345	3.765
	ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย		5.950	ความคลาดเคลื่อนสูงสุด		17.068

ดังนั้น ในการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นนั้นจะมีความคลาดเคลื่อนสูงสุดในการทำนายผลของทั้งสามสภาวะเท่ากับ 17.068% และมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในการทำนายผลของทั้งสามสภาวะเท่ากับ 3.572%

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศที่เข้าอีแวปอเรเตอร์ให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นนั้น จะส่งผลให้ค่าต่าง ๆ ที่ทำนายได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งจะเป็นผลทำให้เราต้องให้งานแก่ระบบมากขึ้น เพื่อที่จะทำให้ระบบทำความเย็นนั้นสามารถทำความเย็นให้ได้เท่าเดิม

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นนี้จะใช้ในการทำนายผลได้ดี ขณะที่ระบบนั้นมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศที่เข้าอีแวปอเรเตอร์สูงไม่มากนัก จะสังเกตได้จากที่อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศที่เข้าอีแวปอเรเตอร์ ณ จุดที่มีอุณหภูมิ 54.5 องศาเซลเซียสนั้น จะเห็นได้จากรูปที่ 5.6 และ5.7 แสดงการเปรียบเทียบความดันของสารทำความเย็นที่คอนเดนเซอร์ และอีแวปอเรเตอร์นั้น จะมีความคลาดเคลื่อนสูงถึง 17.068%

จากกราฟที่ 5.1, 5.5, 5.9 และตารางที่ 5.4 จะเห็นได้ว่าผลการทำนายของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่คำนวณออกได้ก่อนที่โปรแกรมจะทำการปรับค่าของอุณหภูมิของอากาศที่ออกจากอีแวปอเรเตอร์, อุณหภูมิของสารทำความเย็นที่อีแวปอเรเตอร์ และอุณหภูมิของอากาศที่ออกจากคอนเดนเซอร์นั้น จะมีความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง 0.807 – 88.372% ซึ่งมีค่าสูงมากทำให้ต้องมีการปรับค่าผลการทำนายของทั้งสามจุด โดยในการปรับค่านั้นจะใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear regression) เพื่อทำให้ผลการทำนายมีความใกล้เคียงกับผลการทดสอบมากยิ่งขึ้น

หลังจากทำการปรับค่าโดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นแล้วผลการทำนายของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของทั้งสามจุดดังกล่าว จะมีความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง 0.182 – 3.780% ซึ่งน้อยกว่าก่อนที่ทำการปรับค่าอย่างเห็นได้ชัด

โดยที่ค่าความคลาดเคลื่อนที่แตกต่างกันระหว่าผลการทำนายของแบบจำลองที่ยังไม่มีการปรับค่า กับผลการทำนายของแบบจำลองที่ทำการปรับค่าเรียบร้อยแล้ว จะแสดงการเปรียบเทียบให้ตามตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 5.4 : ตัวอย่างความคลาดเคลื่อนที่แตกต่างกันของผลการทดสอบครั้งที่ 1

สภาวะที่		ความคลาดเคลื่อน, (%)		
		ยังไม่มีการปรับค่า	ทำการปรับค่าเรียบร้อยแล้ว	ความคลาดเคลื่อนที่แตกต่างกัน
1	$t_{ao,cv}$	17.070	2.134	14.936
	t_{cv}	88.372	0.594	87.778
	$t_{ao,cd}$	10.133	0.182	9.951
2	$t_{ao,cv}$	27.314	0.584	26.730
	t_{cv}	53.733	1.970	51.760
	$t_{ao,cd}$	10.398	0.226	10.172
3	$t_{ao,cv}$	40.621	0.722	39.899
	t_{cv}	0.807	3.780	-2.973
	$t_{ao,cd}$	8.345	1.168	7.177