

## สารบัญ

	บทคัดย่อภาษาไทย .....	I
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	III
	กิตติกรรมประกาศ .....	V
	สารบัญ .....	VI
	สารบัญตาราง .....	VIII
	สารบัญภาพ .....	IX
บทที่		
1	บทนำ.....	1
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา.....	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
	1.3 กรอบแนวความคิดในการศึกษาวิจัย.....	2
	1.4 ขอบเขตในการศึกษา.....	3
	1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
2	แนวคิดทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
	2.1 ข้อกำหนดมาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน ISO 50001 .....	6
	2.2 การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของดาต้าเซ็นเตอร์.....	7
	2.3 มาตรฐานสากลของดาต้าเซ็นเตอร์ .....	12
	2.4 การวัดประสิทธิภาพของดาต้าเซ็นเตอร์.....	20
3	ระเบียบวิธีวิจัย.....	24
	3.1 ศึกษาค่า PUE เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานดาต้าเซ็นเตอร์.....	24
	3.2 วิธีการเก็บข้อมูล.....	25

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่			
	3.3	วิเคราะห์และสรุปผลค่า PUE.....	31
4	4.1	วัตถุประสงค์การทดลอง.....	32
	4.2	การคำนวณค่า PUE จากค่าพิกัดของอุปกรณ์.....	32
	4.3	การคำนวณค่า PUE จากการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง.....	37
	4.4	การปรับปรุงดาต้าเซ็นเตอร์.....	49
5		สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	55
	5.1	สรุปผลการวิจัย.....	55
	5.2	อภิปรายผล.....	56
	5.3	ข้อเสนอแนะ.....	56
บรรณานุกรม.....			58
ภาคผนวก			
		รายงานผลการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องวัด.....	59

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	รายละเอียดของ PDCA.....	7
2.2	รายละเอียดของเป้าหมายการประเมินประสิทธิภาพพลังงาน.....	8
2.3	ตัวอย่างการจัดสรรปริมาณพลังงานและการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์.....	12
2.4	แสดงมาตรฐาน Uptime Institute.....	13
2.5	แสดงมาตรฐาน TIA-942.....	13
2.6	แสดงมาตรฐาน BICSI.....	14
2.7	ระดับและรายละเอียดของ Tier.....	16
2.8	แสดงความแตกต่างระหว่างสถาบันต่าง ๆ ในการก่อสร้าง Data Center.....	19
2.9	การใช้ประโยชน์โดยหน่วยงานภาครัฐ.....	19
2.10	ระดับชั้นความพร้อมใช้งาน (Availability Tier).....	20
3.1	จุดวัดค่าการใช้พลังงานตาม PUE Category.....	26
4.1	ตารางแสดงรายการอุปกรณ์เครื่องแม่ข่าย (Server).....	33
4.2	แสดงรายการอุปกรณ์เครือข่าย (Network System).....	34
4.3	ตารางแสดงรายการอุปกรณ์ควบคุมป้องกันและอำนวยความสะดวก(Facility System)	35
4.4	ตารางแสดงค่าการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้งานจริงในดาต้าเซ็นเตอร์.....	46
4.5	ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่า PUE .....	47
5.1	แสดงสถิติการใช้ไฟฟ้าของดาต้าเซ็นเตอร์.....	56

## สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 รูปแบบการจัดการพลังงาน.....	6
2.2 กระบวนการจัดการพลังงานของดาต้าเซ็นเตอร์.....	11
2.3 ตัวอย่างการไหลของพลังงานในดาต้าเซ็นเตอร์.....	21
2.4 สูตรการหาค่า PUE (Power Usage Effectiveness).....	22
2.5 รายละเอียดของการใช้พลังงานในรูปแบบประสิทธิภาพของดาต้าเซ็นเตอร์.....	23
3.1 แสดงการเชื่อมต่อในดาต้าเซ็นเตอร์.....	25
3.2 การวัดค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานตาม PUE Category.....	27
3.3 การวัดค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานตาม PUE Category 1 .....	27
3.4 การวัดค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงาน PUE Category 2 kW Peak.....	28
3.5 การวัดค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงาน PUE Category 2 kWh.....	28
3.6 การวัดค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงาน PUE Category 3 kWh.....	29
3.7 การวัดค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงาน PUE Category 3 kW Peak.....	29
3.8 Data Logger.....	30
4.1 แสดงจอภาพการวัดค่าพลังงานไฟฟ้า.....	37
4.2 วงจรไฟฟ้าในดาต้าเซ็นเตอร์.....	38
4.3 แสดงจุดวัดค่าพลังงานไฟฟ้าในห้องดาต้าเซ็นเตอร์.....	39
4.4 แสดงการต่อสายวัดค่าพลังงานไฟฟ้า.....	40
4.5 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้ที่ จุดที่ 1 .....	41
4.6 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้ที่ จุดที่ 2 .....	42
4.7 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้ที่ จุดที่ 2 .....	43
4.8 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้ที่ จุดที่ 3 .....	44
4.9 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้ที่ จุดที่ 3 .....	44
4.10 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้.....	48
4.11 แสดงที่ตั้งดาต้าเซ็นเตอร์.....	49

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

4.12	แสดงบริเวณที่ติดตั้งแผงบังแดดให้กับดาต้าเซ็นเตอร์.....	50
4.13	แสดงการติดตั้งผนังฉนวนความเย็นภายในดาต้าเซ็นเตอร์.....	51
4.14	แสดงขนาดและที่ตั้งดาต้าเซ็นเตอร์.....	52
4.15	แสดงทิศทางการไหลของลมในดาต้าเซ็นเตอร์.....	52
4.16	แสดงทิศทางการไหลของลมร้อนลมเย็นในดาต้าเซ็นเตอร์.....	53
4.17	แสดงการกันช่องลมร้อนด้านหลังตู้อุปกรณ์.....	53
4.18	แสดงประตูหลังของตู้อุปกรณ์.....	54