

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		ค
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
สารบัญตาราง		ญ
สารบัญภาพ		ฐ
บทที่ 1 บทนำ		1
1.1	ที่มาและความสำคัญ	1
1.2	สรุปสาระสำคัญจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
1.3	วัตถุประสงค์ของการศึกษา	8
1.4	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	8
1.5	แผนการดำเนินงาน	8
1.6	ขอบเขตของการศึกษา	9
บทที่ 2	หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	10
2.1	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของก๊าซเรือนกระจกกับภาคพลังงาน	10
2.1.1	ก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ	10
2.1.2	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน	12
2.2	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องหลักการของการตรวจวัด รายงานผลและการทวนสอบ	14
2.3	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	21
2.3.1	หลักการในการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก	21
2.3.2	ระเบียบวิธีการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	22
2.3.2.1	ระเบียบวิธีการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของโครงการด้านพลังงานทดแทน	23

สารบัญ (ต่อ)

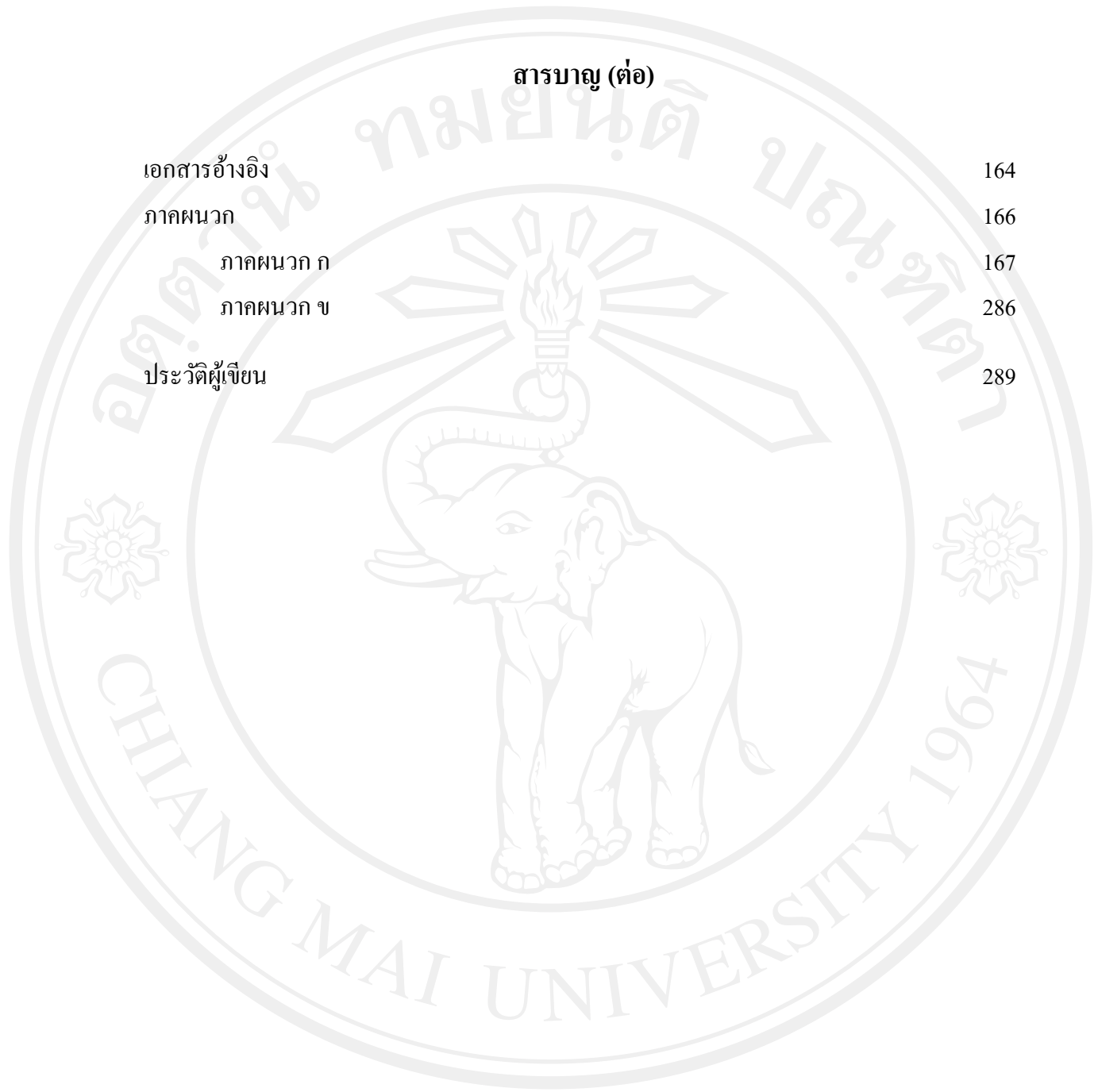
2.3.2.2	ระเบียบวิธีการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของโครงการด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	29
2.3.2.3	ระเบียบวิธีการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของโครงการด้านการขนส่ง (ระบบราง)	35
2.4	มาตรฐานสากลด้านการทวนสอบ	36
2.4.1	มาตรฐาน CDM Validation and Verification Manual	36
2.4.2	มาตรฐาน J-VER (Japan Verified Emission Reduction)	38
2.5	ทฤษฎีเกี่ยวกับการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างและสถิติทดสอบ	43
2.5.1	การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Taro Yamane	43
2.5.2	การทดสอบแบบ F-test	45
บทที่ 3	ขั้นตอนการทำวิจัย	47
3.1	ขั้นตอนการทำวิจัย	47
3.2	ขั้นตอนการดำเนินงาน	51
3.2.1	การรวบรวม ศึกษา เอกสารและมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้อง	51
3.2.2	การวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูล	51
3.2.2.1	การวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารและมาตรฐานสากล ที่เกี่ยวข้อง	52
3.2.2.2	การวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลในการจัดทำ แนวทางการตรวจวัด รายงานผลและการทวนสอบ	52
3.2.3	การพัฒนาและจัดทำข้อมูลพื้นฐานสำหรับแนวทางการตรวจวัด รายงานผลและการทวนสอบ	56
3.2.4	การวิเคราะห์ต้นทุนการตรวจวัดสำหรับแนวทางการตรวจวัด รายงานผลและการทวนสอบ	56
3.3	สรุปขั้นตอนการดำเนินงาน	57

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 ผลการวิจัย	58
4.1 ผลการรวบรวมและศึกษาเอกสารและมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้อง	58
4.1.1 ผลการรวบรวมและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องของต่างประเทศ	58
4.1.2 ผลการรวบรวมและศึกษามาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้อง	67
4.2 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูล	75
4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารและมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้อง	75
4.2.2 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลในการจัดทำแนวทางการตรวจวัด รายงานผลและการทวนสอบ	94
4.3 ผลการพัฒนาและจัดทำข้อมูลพื้นฐานสำหรับแนวทางการตรวจวัด รายงานผลและการทวนสอบ	133
4.4 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการตรวจวัดสำหรับแนวทางการตรวจวัด รายงานผลและการทวนสอบ	136
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	159
5.1 สรุปผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารและมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้องสำหรับแนวทางการตรวจวัด รายงานผลและการทวนสอบ	160
5.1.1 สรุปผลการศึกษาและวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องของต่างประเทศ	160
5.1.2 สรุปผลการศึกษาและวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบหาข้อดี ข้อด้อย โอกาสและอุปสรรค ของมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้อง	161
5.2 สรุปผลการพัฒนาและจัดทำข้อมูลพื้นฐานสำหรับแนวทางการตรวจวัด รายงานผลและการทวนสอบ	161
5.2.1 แนวทางการตรวจวัด และรายงานผล	161
5.2.2 แนวทางการทวนสอบ	162
5.3 สรุปผลการวิเคราะห์ต้นทุนการตรวจวัดสำหรับแนวทางการตรวจวัด รายงานผลและการทวนสอบ	162
5.4 ข้อเสนอแนะ	163

สารบัญ (ต่อ)

เอกสารอ้างอิง	164
ภาคผนวก	166
ภาคผนวก ก	167
ภาคผนวก ข	286
ประวัติผู้เขียน	289



สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 กิจกรรมของมนุษย์ที่ปลดปล่อย (sources) ก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ	10
2.2 ระดับศักยภาพที่ทำให้โลกร้อนขึ้น	11
2.3 การตรวจวัด รายงานผลและการทวนสอบ การปล่อย/การลดก๊าซเรือนกระจก	18
2.4 ลักษณะการดำเนินการของมาตรฐาน J-VER	39
2.5 การตรวจสอบสถานะและระบบสำหรับการหาค่าความเชื่อมั่นของมาตรฐาน J-VER	41
2.6 ผลลัพธ์ของแผนงานในการตรวจสอบและการทวนสอบของมาตรฐาน J-VER	42
2.7 ค่าความผิดพลาดในการตรวจสอบและการทวนสอบของมาตรฐาน J-VER	43
2.8 จำนวนตัวอย่างในแต่ละระดับความเชื่อมั่นที่จำนวนประชากรขนาดต่างๆ	44
4.1 สรุปนโยบายและมาตรการด้านการตรวจวัด การรายงานผล และการทวนสอบในต่างประเทศ	66
4.2 หลักการพื้นฐานและคำอธิบายของมาตรฐาน CDM	68
4.3 หลักการพื้นฐานและคำอธิบายของมาตรฐาน IPMVP	70
4.4 หลักการพื้นฐานและคำอธิบายของมาตรฐาน J-VER	71
4.5 หลักการพื้นฐานและคำอธิบายของมาตรฐาน ISO-14064	73
4.6 หลักการพื้นฐานและคำอธิบายของมาตรฐาน GHG Protocol	74
4.7 การวิเคราะห์ SWOT จากหลักการพื้นฐานของมาตรฐาน CDM	77
4.8 การวิเคราะห์ SWOT จากหลักการพื้นฐานของมาตรฐาน IPMVP	78
4.9 การวิเคราะห์ SWOT จากหลักการพื้นฐานของมาตรฐาน J-VER	79
4.10 การวิเคราะห์ SWOT จากหลักการพื้นฐานของมาตรฐาน ISO-14064	80
4.11 การวิเคราะห์ SWOT จากหลักการพื้นฐานของมาตรฐาน GHG Protocol	81
4.12 การเปรียบเทียบข้อดีของหลักการทั่วไปและการตรวจวัด รายงานผลและการทวนสอบในแต่ละมาตรฐานตามบริบทของประเทศไทย	87
4.13 การเปรียบเทียบข้อดีของหลักการทั่วไปและการตรวจวัด รายงานผลและการทวนสอบในแต่ละมาตรฐานตามบริบทของประเทศไทย	89
4.14 จำนวนตัวอย่างในการพิจารณาสัดส่วนตัวแปรตรวจวัดและความคลาดเคลื่อนของวิธีการคำนวณ	95

สารบัญตาราง (ต่อ)

4.15	การทดสอบค่าความแปรปรวนของตัวอย่างการคำนวณ	97
4.16	การพิจารณาตัวแปรตรวจวัดในด้านพลังงานทดแทนสำหรับการผลิตไฟฟ้าและความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ ลมและน้ำ	100
4.17	การพิจารณาตัวแปรตรวจวัดในด้านพลังงานทดแทนสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ	107
4.18	การพิจารณาตัวแปรตรวจวัดในด้านพลังงานทดแทนสำหรับการผลิตไฟฟ้าและความร้อนจากชีวมวล	114
4.19	การพิจารณาตัวแปรตรวจวัดของการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในด้านการใช้ไฟฟ้า	118
4.20	การพิจารณาตัวแปรตรวจวัดของการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในด้านการผลิตความร้อน	121
4.21	การพิจารณาตัวแปรตรวจวัดในด้านการขนส่งระบบราง	124
4.22	ค่าความคลาดเคลื่อนของแนวทางของ MRV ในแต่ละด้านพลังงาน เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการ CDM	125
4.23	องค์ประกอบของการทวนสอบในแต่ละมาตรฐาน	127
4.24	ข้อดี ข้อด้อย ของการทวนสอบทั้งมาตรฐาน CDM และ J-VER	131
4.25	เกณฑ์การประเมินรายงานตามหลักการพื้นฐาน	134
4.26	การเปรียบเทียบราคาตรวจวัดสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ลมและน้ำ	137
4.27	การเปรียบเทียบราคาตรวจวัดสำหรับการผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์	138
4.28	การเปรียบเทียบราคาตรวจวัดสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพโดยการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม	141
4.29	การเปรียบเทียบราคาตรวจวัดสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพโดยการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์	142
4.30	การเปรียบเทียบราคาตรวจวัดสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพโดยการฝังกลบขยะ	144
4.31	การเปรียบเทียบราคาตรวจวัดสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล	146
4.32	การเปรียบเทียบราคาตรวจวัดสำหรับการผลิตความร้อนจากชีวมวล	147

สารบัญตาราง (ต่อ)

4.33	การเปรียบเทียบราคาตรวจวัดสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ด้านไฟฟ้าโดยการเปลี่ยนหรือปรับปรุงเครื่องทำน้ำเย็น	149
4.34	การเปรียบเทียบราคาตรวจวัดสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ด้านไฟฟ้าโดยการเปลี่ยนหรือปรับปรุง โบลเวอร์ ปั้มน้ำและมอเตอร์	151
4.35	การเปรียบเทียบราคาตรวจวัดสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ด้านไฟฟ้าโดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ให้แสงสว่างประสิทธิภาพสูง	152
4.36	การเปรียบเทียบราคาตรวจวัดสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ด้านความร้อนโดยการเปลี่ยนหรือปรับปรุงหม้อน้ำ	154
4.37	การเปรียบเทียบราคาตรวจวัดสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ด้านความร้อน โดยการเปลี่ยนเชื้อเพลิงของหม้อน้ำจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็น เชื้อเพลิงชีวมวล	155
4.38	การเปรียบเทียบราคาตรวจวัดสำหรับการขนส่ง (ระบบราง)	157
4.39	สรุปการเปรียบเทียบราคาค้นทุนในการตรวจวัดสำหรับแนวทางของ MRV	158

สารบัญภาพ

รูป		หน้า
2.1	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน	13
2.2	พัฒนาการของ MRV จากการประชุม COP ที่ผ่านมา	15
2.3	ความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกรณีฐานและโครงการ	22
3.1	ระดับความสำคัญของเกณฑ์การเลือกตัวแปร	54
3.2	สรุปขั้นตอนสำหรับแนวทางการตรวจวัด และรายงานผล	55
3.3	แผนภาพขั้นตอนการดำเนินงาน	57
4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างหลักการพื้นฐานและหลักเกณฑ์สำหรับจัดทำแนวทางการตรวจวัด รายงานผลและการทวนสอบ	93
4.2	ตัวอย่างข้อมูลในการคำนวณของการเปลี่ยนเชื้อเพลิงหม้อน้ำ	96
4.3	การจัดกลุ่มของข้อมูลตามขนาดกำลังการผลิตติดตั้งของตัวอย่างการคำนวณ	96
4.4	ตัวอย่างการแทนค่าในวิธีการคำนวณของกลไกการพัฒนาที่สะอาด	98
4.5	การคำนวณหาสัดส่วนของในแต่ละตัวแปรของตัวอย่างการคำนวณ	98
4.6	การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของแนวทางการตรวจวัด รายงานผลและการทวนสอบของตัวอย่างการคำนวณ	99
4.7	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐานของการผลิตไฟฟ้าโดยก๊าซชีวภาพจากการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม	103
4.8	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในโครงการของการผลิตไฟฟ้าโดยก๊าซชีวภาพจากการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม	103
4.9	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐานของการผลิตไฟฟ้าโดยก๊าซชีวภาพจากการบำบัดน้ำเสียของฟาร์มปศุสัตว์	104
4.10	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในโครงการของการผลิตไฟฟ้าโดยก๊าซชีวภาพจากการบำบัดน้ำเสียของฟาร์มปศุสัตว์	105
4.11	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐานของการผลิตไฟฟ้าโดยก๊าซชีวภาพจากการฝังกลบขยะ	106
4.12	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในโครงการของการผลิตไฟฟ้าโดยก๊าซชีวภาพจากการฝังกลบขยะ	106
4.13	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐานของการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล	112

สารบัญภาพ (ต่อ)

4.14	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในโครงการของการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล	112
4.15	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐานของการผลิตความร้อนจากชีวมวล	113
4.16	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในโครงการของการผลิตความร้อนจากชีวมวล	114
4.17	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐานของการเปลี่ยนเชื้อเพลิงหม้อน้ำ	120
4.18	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในโครงการของการเปลี่ยนเชื้อเพลิงหม้อน้ำ	121
4.19	สัดส่วนของราคาตรวจวัดสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ลมและน้ำ	138
4.20	สัดส่วนของราคาตรวจวัดสำหรับการผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์	139
4.21	สัดส่วนของราคาตรวจวัดสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพโดยการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม	142
4.22	สัดส่วนของราคาตรวจวัดสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพโดยการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์	143
4.23	สัดส่วนของราคาตรวจวัดสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพโดยการฝังกลบขยะ	145
4.24	สัดส่วนของราคาตรวจวัดสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล	147
4.25	สัดส่วนของราคาตรวจวัดสำหรับการผลิตความร้อนจากชีวมวล	148
4.26	สัดส่วนของราคาตรวจวัดสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานด้านไฟฟ้าโดยการเปลี่ยนหรือปรับปรุงเครื่องทำน้ำเย็น	150
4.27	สัดส่วนของราคาตรวจวัดสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานด้านไฟฟ้าโดยการเปลี่ยนหรือปรับปรุง โบลเวอร์ ปั๊มน้ำและมอเตอร์	151
4.28	สัดส่วนของราคาตรวจวัดสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานด้านไฟฟ้าโดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ให้แสงสว่างประสิทธิภาพสูง	153
4.29	สัดส่วนของราคาตรวจวัดสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานด้านความร้อน โดยการเปลี่ยนหรือปรับปรุงหม้อน้ำ	154

สารบัญภาพ (ต่อ)

4.30	สัดส่วนของราคาตรวจวัดสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ด้านความร้อน โดยการเปลี่ยนเชื้อเพลิงของหม้อน้ำจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็น เชื้อเพลิงชีวมวล	156
4.31	สัดส่วนของราคาตรวจวัดสำหรับการขนส่ง (ระบบราง)	157
ภพ ก.1	ความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกรณีฐานและโครงการ	169
ภพ ก.2	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานและโครงการของการผลิตไฟฟ้าจาก พลังงานแสงอาทิตย์ ลม และพลังงานน้ำ	173
ภพ ก.3	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานและโครงการของการผลิตความร้อนจาก พลังงานแสงอาทิตย์	178
ภพ ก.4	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานและโครงการของการผลิตไฟฟ้าจาก พลังงานชีวมวล	184
ภพ ก.5	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานและโครงการในการผลิตความร้อนจาก พลังงานชีวมวล	193
ภพ ก.6	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานและโครงการของการผลิตไฟฟ้าโดย ก๊าซชีวภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม	202
ภพ ก.7	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานและโครงการของการผลิตไฟฟ้าโดย ก๊าซชีวภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์	214
ภพ ก.8	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานและโครงการของการผลิตไฟฟ้าโดย ก๊าซชีวภาพจากการฝังกลบขยะ	224
ภพ ก.9	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานและโครงการของการเพิ่มประสิทธิภาพ การใช้พลังงานด้วยการเปลี่ยนหรือปรับปรุงเครื่องทำน้ำเย็น	233
ภพ ก.10	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานและโครงการของการเพิ่มประสิทธิภาพ การใช้พลังงานด้วยการเปลี่ยนอุปกรณ์ให้แสงสว่างประสิทธิภาพสูง	238
ภพ ก.11	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานและโครงการของการเพิ่มประสิทธิภาพ การใช้พลังงานด้วยการเปลี่ยนหรือปรับปรุงโบลเวอร์ บั๊มและมอเตอร์	243
ภพ ก.12	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานและโครงการของการเพิ่มประสิทธิภาพ การใช้พลังงานด้วยการเปลี่ยนหรือปรับปรุงหม้อน้ำ	247

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภผ ก.13	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานและโครงการของการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานด้วยการเปลี่ยนเชื้อเพลิงหม้อน้ำ	252
ภผ ก.14	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานและโครงการของการขนส่งระบบราง	260
ภผ ก.15	บทบาทและความรับผิดชอบของผู้ที่เกี่ยวข้องกับการทวนสอบ	270
ภผ ข.1	โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ บริษัท อินฟินิท กรีน จำกัด	286
ภผ ข.2	โรงไฟฟ้าพลังงานลม กังหันลมหัวไทร จนครศรีธรรมราช.	286
ภผ ข.3	โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท เดชา ไบโอบริค จำกัด	287
ภผ ข.4	โรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ บริษัท สมอทองน้ำมันปาล์ม จำกัด	287
ภผ ข.5	โรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ บริษัท ปาล์มไทยพัฒนา จำกัด	288