



แผนการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำที่ยั่งยืน (Low Carbon Sustainable Urban Development Plan)

เทศบาลนครขอนแก่น

โครงการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำผ่านระบบการจัดการเมืองอย่างยั่งยืน



แผนการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำที่ยั่งยืน

(Low Carbon Sustainable Urban Development Plan)

เทศบาลนครขอนแก่น

โครงการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำผ่านระบบการจัดการเมืองอย่างยั่งยืน

ที่ปรึกษา

นายเกียรติชาย ไมตรีวงษ์

ผู้อำนวยการองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

ดร.ณัฐริกา วิทยุภาพ นิติพน

รองผู้อำนวยการองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

นายเจษฎา สกลุ

ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ดร.อมรรณ เรศานนท์

ผู้จัดการโครงการ United Nations Development Programme (UNDP)

นางสาวขวัญใจ สัจจาธรรม

ผู้ประสานงานโครงการ United Nations Development Programme (UNDP)

คณะผู้จัดทำ

บริษัท อีอาร์เอ็ม-สยาม จำกัด

มกราคม 2563

ISBN 978-974-680-461-5

คำนำ

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์การจัดการเมืองอย่างยั่งยืนอันจะนำไปสู่เมืองคาร์บอนต่ำอย่างเป็นรูปธรรม “โครงการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำผ่านระบบการจัดการเมืองอย่างยั่งยืน” จึงได้จัดทำ “รายงานข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง (City Carbon Footprint: CCF)” ในเขตเทศบาลนครขอนแก่น และอีก 3 เทศบาล ได้แก่ เทศบาลนครเกาะสมุย เทศบาลนครเชียงใหม่ และเทศบาลนครนครราชสีมา

ข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง (CCF) ของเทศบาลที่ได้จัดทำขึ้นนี้ ได้ถูกนำมาใช้ในการจัดทำ “กลยุทธ์การพัฒนาที่ปล่อยมลพิษต่ำ (Low Emission Development Strategy: LEDS) เทศบาลนครขอนแก่น” เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการพัฒนาเทศบาลนครเกาะสมุยให้กลายเป็นเมืองคาร์บอนต่ำผ่านระบบการจัดการที่ยั่งยืน โดยนำกรอบการพัฒนากลยุทธ์มาจากองค์การเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศแห่งสหรัฐอเมริกา (USAID) ซึ่ง LEDS ที่ได้จัดทำขึ้นนั้น ประกอบด้วยมาตรการคาร์บอนต่ำที่มีความแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมของแต่ละเทศบาลฯ รวมทั้งกรอบระยะเวลาและแผนงานที่สามารถปฏิบัติได้จริง เพื่อให้เทศบาลฯ สามารถนำไปบูรณาการเข้ากับแผนพัฒนาเทศบาลฯ ของตนต่อไป

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
โครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติในประเทศไทย

สารบัญ

	หน้า
1 ข้อมูลทั่วไปของเทศบาลนครขอนแก่น	1
1.1 ข้อมูลพื้นฐาน	1
1.2 สภาพภูมิอากาศ	2
1.3 ข้อมูลประชากร	2
1.4 ข้อมูลผังเมือง	3
1.5 สภาพเศรษฐกิจ	5
1.6 การจัดการของเสียและน้ำเสีย	6
1.7 การคมนาคมขนส่ง	6
1.8 สรุปผลข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง (CCF) ของเทศบาลนครขอนแก่น	6
2 การจัดทำยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำของเทศบาล	10
2.1 วัตถุประสงค์ของการจัดทำยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ	10
2.2 ขั้นตอนการจัดทำยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ	10
2.3 ตัวอย่างแผนพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ	11
3 การทบทวนนโยบายการลดก๊าซเรือนกระจก	17
3.1 นโยบายการลดก๊าซเรือนกระจกระดับนานาชาติ	17
3.1.1 เส้นทางจากกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) สู่ความตกลงปารีส (Paris Agreement)	17
3.1.2 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDG)	18
3.2 นโยบายการลดก๊าซเรือนกระจกระดับชาติ	21
3.2.1 แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย (NDCs)	21
3.2.2 ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580)	22
3.2.3 แผนแม่บทแห่งชาติด้านการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ช่วงปี พ.ศ. 2558 – 2593	22
3.2.4 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564)	24
3.2.5 นโยบายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการลดก๊าซเรือนกระจกระดับชาติ	24
3.3 นโยบายการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเทศบาล	25
3.3.1 แผนพัฒนาเทศบาลนครขอนแก่น	25
3.3.2 การวิเคราะห์นโยบายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครขอนแก่น	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยและการลดก๊าซเรือนกระจกของเทศบาล	28
4.1 หลักการการคาดการณ์.....	28
4.1.1 หลักการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีปกติ (Business as Usual: BAU) และการคาดการณ์ที่สอดคล้องกับแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ (Nationally Determined Contribution: NDCs)	28
4.1.2 หลักการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการเติบโตอย่างชาญฉลาด (Smart Growth) ...	30
4.1.3 หลักการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการเติบโตภายใต้แบบจำลอง 2 องศาเซลเซียส (2°C Scenario) และ 1.5 องศาเซลเซียส (1.5°C Scenario) และกรณีการคาดการณ์ภายใต้เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ (Zero Emission)	31
4.2 ผลการคาดการณ์.....	32
4.2.1 ผลการคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีปกติ (Business as Usual: BAU).....	32
4.2.2 ผลการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการเติบโตการเติบโตอย่างชาญฉลาด (Smart Growth)	35
4.2.3 ผลการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการเติบโตภายใต้แบบจำลอง 2 องศาเซลเซียส (2°C Scenario) และ 1.5 องศาเซลเซียส (1.5°C Scenario) และกรณีการคาดการณ์ภายใต้เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ (Zero Emission)	37
5 มาตรการและศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก	39
5.1 มาตรการคาร์บอนต่ำ.....	39
5.2 เกณฑ์การจัดลำดับมาตรการคาร์บอนต่ำ.....	44
5.2.1 ความสอดคล้องของนโยบายระดับประเทศและเทศบาล.....	44
5.2.2 ความสามารถในการลดก๊าซเรือนกระจก.....	46
5.2.3 ความสามารถทางการเงิน.....	47
5.2.4 ความสามารถในการผลักดันมาตรการของหน่วยงานในพื้นที่.....	47
5.3 ผลการประเมินมาตรการคาร์บอนต่ำ.....	49
5.3.1 ผลการประเมินศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก	49
5.3.2 ผลการประเมินความเป็นไปได้ในการดำเนินมาตรการ	52
5.4 การตั้งเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก	56
6 แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเทศบาล	57
6.1 ผลการจัดทำแผนที่นำทาง	57
6.2 มาตรการเพิ่มเติมอื่น ๆ.....	62

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
7 แหล่งเงินทุนสนับสนุนมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจก.....	63
7.1 แหล่งเงินทุนสนับสนุนมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกระดับนานาชาติ.....	63
7.1.1 กองทุนสิ่งแวดล้อมโลก (Global Environmental Facility :GEF).....	63
7.1.2 กองทุนภูมิอากาศสีเขียว (Green Climate Fund: GCF).....	65
7.1.3 กองทุนด้านการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Adaptation Fund: AF)	66
7.2 แหล่งเงินทุนสนับสนุนมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกระดับชาติ.....	67
7.2.1 กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน.....	67
7.2.2 กองทุนสิ่งแวดล้อม.....	68
7.2.3 เงินทุนสนับสนุนโครงการของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.).....	69
7.2.4 กองทุนอื่น ๆ	70
7.3 การเข้าถึงแหล่งเงินทุนในการดำเนินมาตรการ	70
8 การตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ (MRV)	72
8.1 กระบวนการ MRV.....	73
8.2 โครงสร้างเชิงสถาบัน	76
8.3 ข้อเสนอแนะด้านการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ (MRV).....	78

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลนครขอนแก่น.....	1
ตารางที่ 1.2 จำนวนและความหนาแน่นประชากรเทศบาลนครขอนแก่นระหว่างปี พ.ศ. 2556 – 2560	2
ตารางที่ 1.3 จำนวนผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดขอนแก่นปี พ.ศ. 2556 - 2560.....	5
ตารางที่ 1.4 สรุปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รายกลุ่มกิจกรรม ในช่วงปี พ.ศ. 2556-2560.....	7
ตารางที่ 1.5 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มต่าง ๆ ในปี พ.ศ. 2560	8
ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการพัฒนา LEDS ของเมืองคาร์บอนต่ำในแต่ละขั้นตอน.....	12
ตารางที่ 3.1 ศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2573 (จำแนกรายสาขา)	22
ตารางที่ 3.2 โครงการที่เกี่ยวข้องกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครขอนแก่น.....	26
ตารางที่ 5.1 มาตรการคาร์บอนต่ำที่นำเสนอในโครงการ จำแนกตามสาขา	39
ตารางที่ 5.2 รายละเอียดของมาตรการคาร์บอนต่ำที่มีศักยภาพในการดำเนินการ	40
ตารางที่ 5.3 เกณฑ์การจัดลำดับมาตรการคาร์บอนต่ำ.....	44
ตารางที่ 5.4 เกณฑ์การให้คะแนนความสอดคล้องของมาตรการกับนโยบายคาร์บอนต่ำในระดับประเทศและเทศบาลฯ.....	46
ตารางที่ 5.5 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการลดก๊าซเรือนกระจกของมาตรการ	46
ตารางที่ 5.6 เกณฑ์การให้คะแนนความคุ้มค่าของมาตรการคาร์บอนต่ำ	47
ตารางที่ 5.7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการผลักดันมาตรการคาร์บอนต่ำของหน่วยงานในพื้นที่.....	48
ตารางที่ 5.8 ผลการประเมินการศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกของมาตรการคาร์บอนต่ำ.....	49
ตารางที่ 5.9 ผลการประเมินความเป็นไปได้ในการดำเนินมาตรการคาร์บอนต่ำจากการทำกิจกรรม	53
ตารางที่ 5.10 สรุปผลมาตรการคาร์บอนต่ำเพื่อพิจารณาบรรจุลงในแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ.....	55
ตารางที่ 5.11 ผลการทบทวนเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครขอนแก่น	56
ตารางที่ 6.1 สรุปมาตรการคาร์บอนต่ำ (จำแนกรายสาขา) ที่เหมาะสมในการดำเนินการ ณ ช่วงระยะเวลาต่าง ๆ.....	57
ตารางที่ 6.2 การจัดทำแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลฯ.....	59
ตารางที่ 7.1 แหล่งเงินกองทุนที่เหมาะสมกับมาตรการในแต่ละสาขา.....	71
ตารางที่ 8.1 การใช้หลักการการตั้งคำถามในกระบวนการ MRV	75
ตารางที่ 8.2 ตัวอย่างข้อมูลในกระบวนการ MRV ของมาตรการคาร์บอนต่ำ	77

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 แผนผังการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดขอนแก่น พ.ศ. 2560.....	4
รูปที่ 1.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทศบาลนครขอนแก่น ในช่วงปี พ.ศ.2556-2560.....	7
รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการทำยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ (LEDS).....	11
รูปที่ 3.1 สัญลักษณ์และภาพการประชุมรัฐภาคีกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สมัยที่ 21	17
รูปที่ 3.2 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs).....	18
รูปที่ 3.3 ปัจจัยความสำเร็จของการพัฒนาที่ยั่งยืน.....	19
รูปที่ 4.1 หลักการประมาณการณแบบล่างสู่บน (bottom-up approach) ในการสร้างแบบจำลองและ คาดการณ์กรณี การเติบโตอย่างชาญฉลาด (Smart Growth).....	30
รูปที่ 4.2 หลักการประมาณการณแบบบนลงล่าง (top-down approach) ในการคาดการณ์ การลดก๊าซเรือนกระจกภายใต้ แบบจำลอง 2 องศาเซลเซียส 1.5 องศาเซลเซียส และแบบจำลองการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์.....	31
รูปที่ 4.3 ผลการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทศบาลนครขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2573 และ พ.ศ. 2593 ตามลำดับ	32
รูปที่ 4.4 ผลปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลเมืองนครขอนแก่นปีพ.ศ. 2556-2560 และการคาดการณ์ถึงปี พ.ศ. 2593	34
รูปที่ 4.5 ผลการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทศบาลเมืองนครขอนแก่น เปรียบเทียบกรณีปกติ (Business as Usual: BAU) และกรณีการเติบโตอย่างชาญฉลาด (Smart Growth) ในปี พ.ศ. 2573.....	36
รูปที่ 4.6 ผลการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทศบาลนครขอนแก่นในกรณีต่าง ๆ	38
รูปที่ 5.1 แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศปี พ.ศ. 2564 - 2573	45
รูปที่ 5.2 แผนภูมิการจัดทำแผนภูมิผลการวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนหน่วยสุดท้าย (MACC) มาตรการคาร์บอนต่ำของเทศบาล นครขอนแก่น	51
รูปที่ 5.3 บรรยาการการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อกำหนดทิศทางการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ เทศบาลนครขอนแก่น วันที่ 19-20 สิงหาคม พ.ศ. 2562.....	52
รูปที่ 5.4 บรรยาการการประชุมคณะทำงานพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำเพื่อนำเสนอร่างยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ ของเทศบาลนครขอนแก่น วันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562.....	54
รูปที่ 6.1 แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกที่แสดงระยะเวลาที่เหมาะสมในการดำเนินมาตรการคาร์บอนต่ำของเทศบาล นครขอนแก่น	58
รูปที่ 7.1 แผนภูมิกระบวนการขอเงินสนับสนุนกองทุน GCF.....	66
รูปที่ 7.2 ขั้นตอนและวิธีการในการขอรับทุนสนับสนุนจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน.....	68
รูปที่ 8.1 หลักการพื้นฐานของกระบวนการ MRV	72
รูปที่ 8.2 กระบวนการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ (MRV).....	73
รูปที่ 8.3 โครงสร้างเชิงสถาบันในการดำเนินการโครงการเมืองคาร์บอนต่ำ	76

อักษรย่อและคำศัพท์

ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ
การควบคุมอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกไม่ให้เพิ่มขึ้นสูงกว่า 2 องศาเซลเซียสในปี พ.ศ. 2593	2 Degree Scenario (2DS)
ข้อมูลกิจกรรม	Activity Data (AD)
ปีฐาน	Base Year
กรณีฐานที่ใช้ประมาณการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตในกรณีที่มนุษย์ดำเนินกิจกรรมตามปกติโดยไม่มีกิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจกใด ๆ เพิ่มเติมเลย	Business as usual (BAU)
ข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง	City Carbon Footprint (CCF)
กลไกการพัฒนาที่สะอาด	Clean Development Mechanism (CDM)
คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า	Carbon Dioxide Equivalent (CO ₂ eq)
ก๊าซเรือนกระจก	Greenhouse Gases
บัญชีก๊าซเรือนกระจก	Greenhouse Gas Inventory
คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
ยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ	Low Emission Development strategy (LEDS)
แผนภูมิต้นทุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหน่วยสุดท้าย	Marginal Abatement Cost Curves (MACC)
การตรวจวัด รายงาน และสอบทาน	Measurement Reporting and Verification (MRV)
การมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด	National Determined Contributions (NDCs)
เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน	Sustainable Development Goals (SDGs)
การเติบโตอย่างชาญฉลาด	Smart Growth
โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย	Thailand Voluntary Emission Reduction Program (T-VER)
กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)

Executive Summary

1. Introduction

This report has been prepared under the project “**Achieving Low Carbon Growth Cities through Sustainable Urban Systems Management in Thailand**”, which is supported by UNDP and Thailand Greenhouse Gas Management Organization (TGO). The project aims to support sustainable urban management towards low carbon cities in four (4) municipalities in Thailand: Khon Kaen, Chiang Mai, Nakhon Ratchasima, and Koh Samui. There are three (3) main tasks under the project: CCF; Low Emission Development Strategy (LEDS); and Capacity Building and Sharing. This report focuses on the Low Emission Development Strategy (LEDS), as the CCF estimation for years 2013 to 2017, and the forecast for year 2030, based on Business As Usual (BAU) conditions, were successful. The LEDS was specifically developed for municipalities to each become a Low Carbon City (LCC) under the “Smart Growth” scenario. To achieve this objective, the low carbon measures, as well as their feasible timeline and roadmap, were presented in a manner in which the municipality can strategically integrate into their municipality development plan.

2. Objective and framework

The objective of LEDS is to be used as a tool to support each city to become a low carbon city through sustainable management systems. In this study, the LEDS framework and process used were adapted from an international framework by the United States Agency for International Development (USAID). This framework and process had been implemented by the United States Government’s Enhancing Capacity for Low Emission Development Strategies (EC-LEDS) and USAID’s Low Emissions Asian Development (LEAD) programs. This process consists of five (5) main steps, as shown in **Figure 1**.

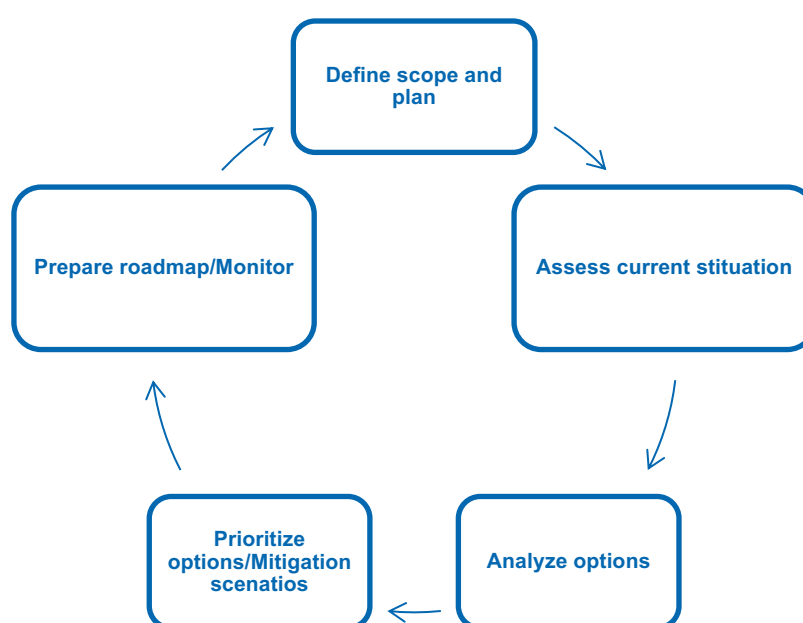


Figure 1 Process of LEDS adapted from USAID

3. Climate action policy

The development of LEDS and low carbon measures for Khon Kaen municipality began with the identification of international and national policies that are related to climate action. In this step, various policies were identified, as follows:

International level

- The Paris Agreement
- Sustainable Development Goals

National level

- Nationally Determined Contributions (NDCs)
- The 20-Year National Strategic Plan
- Thailand Climate Change Master Plan 2011-2050
- The Twelfth National Economic and Social Development Plan

Local (Municipality) level

- Development Plan of Khon Kaen Municipality (2018-2022)

Based on this review, Khon Kaen municipality's climate-related actions are specified under their five-year municipality development plan, "The environmental development and conservation to become a low carbon city". Within this strategy, the Low Carbon City and sustainable urban management were specified. Certain projects that are stated in the plan, as noted below, can support the municipality in achieving its targets:

- To become a smart city whereby the citizens are engaged and participated.
- To become a low carbon city and align with national strategy no. 5 (Natural resources and environmental management)

From this strategy, the examples of initiatives towards these low carbon plan of Khon Kaen municipality are listed below:

- Emission reduction of scope 1 and scope 2;
- Conservation of large trees in the municipality area;
- Low carbon family;
- Reduction of tap water used;
- Reduction of foam container used in the fresh market; etc.

4. GHG emission forecast

The GHG emissions forecast for Khon Kaen municipality were estimated based on six (6) scenarios, which are presented in the following sections:

Business As Usual (BAU) Scenario

GHG emissions of Khon Kaen municipality under the BAU condition was estimated based on its baseline (years 2013 to 2017) and forecasted to year 2030: emissions will increase from 382,573 tCO₂eq to 644,475 tCO₂eq, or 59 %, from 2017 to 2030 (**Figure 2**). The majority of GHG emissions are from the stationary energy sector. This sector could emit 352,831 tCO₂eq in 2030, or 55%, of total emissions. The transport sector is the second largest source of emissions. It is expected to contribute 218,706 tCO₂eq, or 34%, of total emissions in 2030. The third largest source is the waste sector, which is expected to emit 61,826 tCO₂eq, or 9%, of total emissions. Additionally, emissions were also predicted up to 2050 (**Figure 4**), in order to set up the “Zero Emission” scenario.

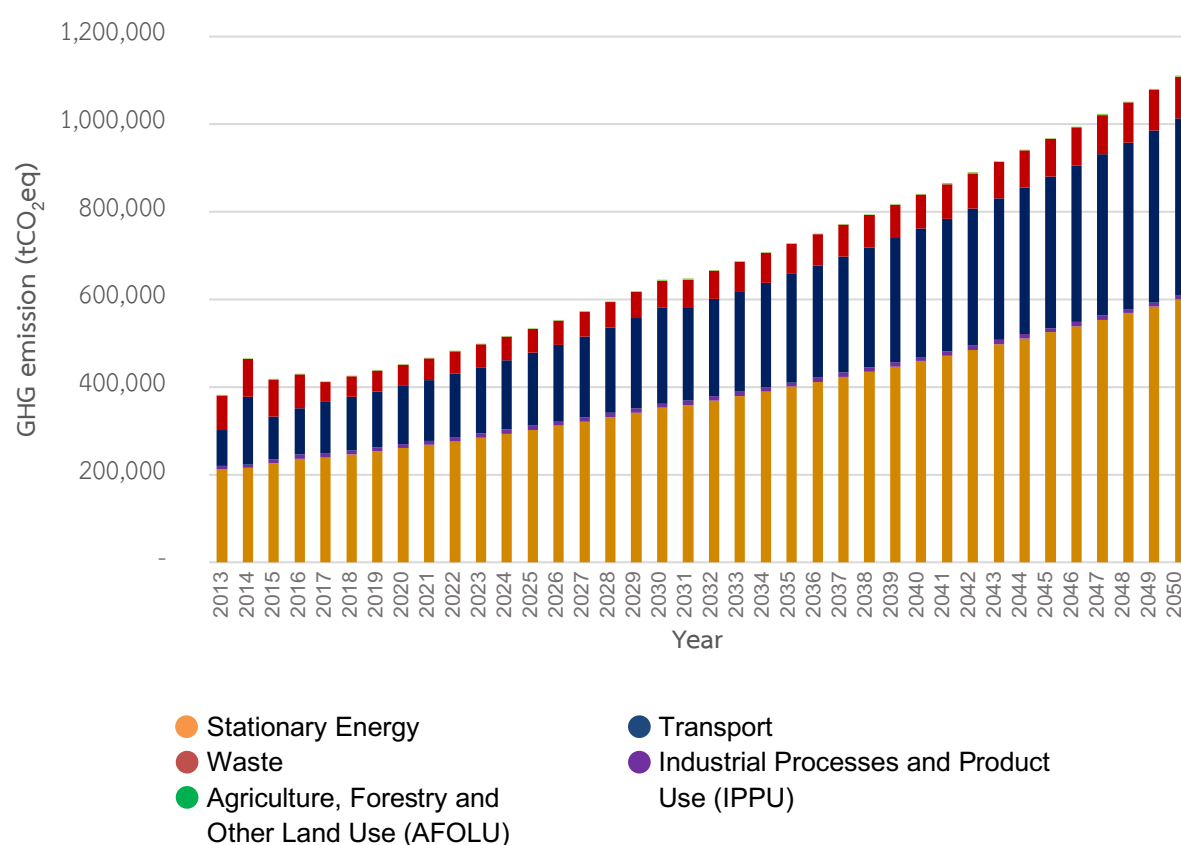


Figure 2 GHG emission of Khon Kaen municipality under BAU condition

Smart Growth Scenario

The methodology used in the smart growth scenario is based on the bottom-up approach. First, possible low carbon measures are identified. These measures are then evaluated based on the four (4) set criteria used to prioritize these measures and build into the Smart Growth scenario. These criteria and their evaluation methodologies are presented in **Table 1**.

Table 1 The criteria and evaluation methodology used to prioritize low carbon measures for the smart growth scenario

Criteria	Evaluation methodology
National and local policy alignment	The consultant (ERM) evaluates relevant policies
GHG emission reduction capacity*	The consultant (ERM) evaluates the reduction capacity based on public resources (i.e. academic research, report from authorities, and relevant assumptions).
Financial capacity*	The consultant (ERM) evaluates the financial capacity based on public resources (i.e. academic research, report from authorities, and relevant assumptions).
Implementation capacity of municipality	Municipality staff and stakeholders evaluate the implementation capacity during the LEDS workshop.

Note: * The Marginal Abatement Cost Curve (MACC) was used as a tool to determine the level of reduction and financial capacities.

Based on the prioritized measures, the results for the Smart Growth scenario are shown in **Figure 3**. This figure shows that GHG emissions under this scenario can be reduced by 182,327 tCO₂eq, or 28%, from BAU conditions. In this case, the reduction can be achieved under conditions where all measures are implemented under the specified timeline. The summary of the measures, as well as their emissions reduction, are described in **Sections 5** and **6**.

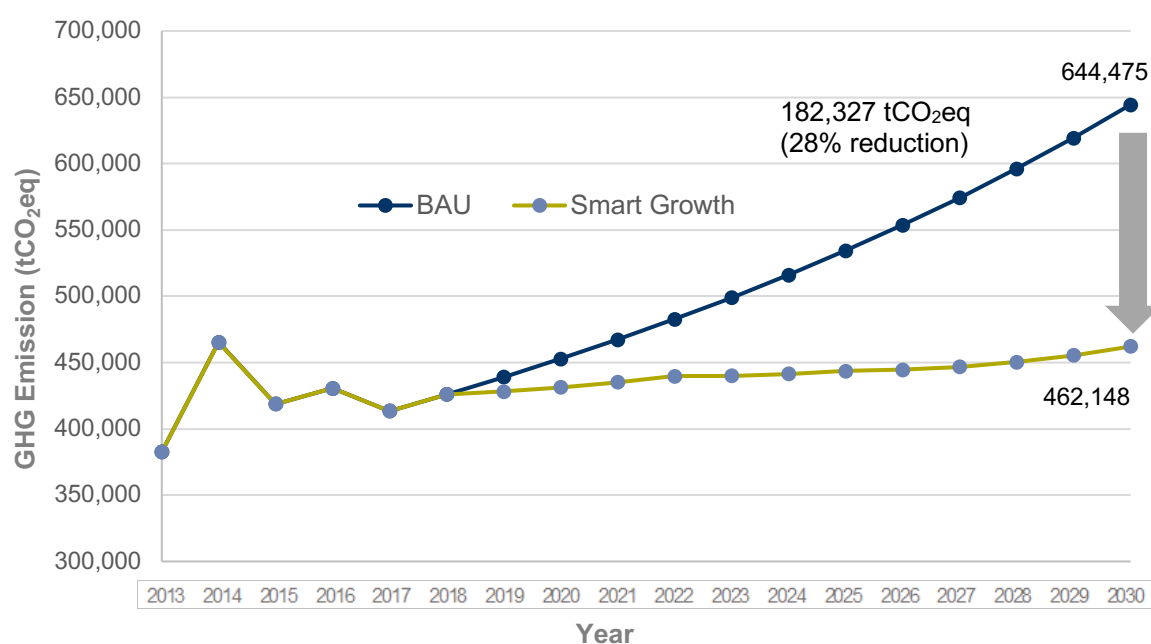


Figure 3 Smart Growth scenario of Khon Kaen municipality

The NDCs, 2°C, 1.5°C and Zero Emission scenarios

Additionally, the four (4) scenarios, which are the NDCs, 2°C, 1.5°C, and Zero Emission scenarios were evaluated as ambitious alternatives for the municipality to reduce GHG emissions. Furthermore, these scenarios enable the city to compare their scenario and target using international schemes. In **Figure 4**, the target emissions under the NDCs scenario (i.e. to reduce GHG emissions by 20% compared to BAU conditions) amounts to 515,580 tCO₂eq. Under the 2°C scenario, Khon Kaen municipality must reduce its GHG emissions by at least 195,738 tCO₂eq in 2030, or 30%, compared to BAU conditions. In the 1.5°C scenario, 270,527 tCO₂eq, or 42%, should be mitigated to achieve this target. Lastly, if the municipality can reduce GHG emissions by 378,290 tCO₂eq, or 59%, compared to BAU conditions by 2030 and is able to maintain this trend, Khon Kaen municipality will likely achieve the Zero Emission scenario by 2050.

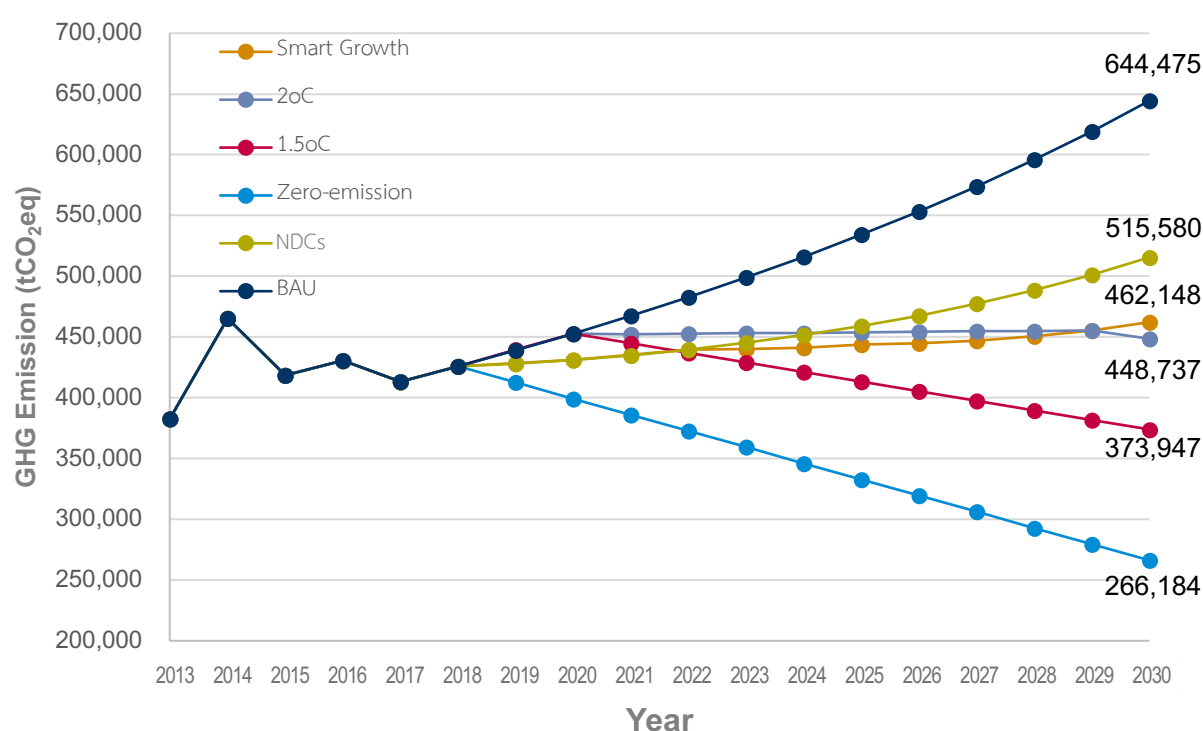


Figure 4 The NDCs, 2°C, 1.5°C and Zero Emission scenarios of Khon Kaen municipality

5. Low carbon measures and reduction capacity of municipality

The supporting low carbon emission measures used to achieve the Smart Growth scenario can be categorized into five (5) main sectors as shown in **Table 2**.

Table 2 Summary of low carbon measures of Khon Kaen municipality

Measures		Measures
EE	Energy Efficiency	3
AE	Alternative Energy	3
WM	Waste Management	3
TM	Transportation	6
FOR/AGR	Forestry and Agriculture	1
Total		16

Based on the Smart Growth scenario of Khon Kaen municipality, the GHG reduction targets are identified, as shown in **Table 3**. A long-term GHG reduction target can be established at 28.29% by 2030. Based on this target, an annual target can also be established. Accordingly, the reduction target is 8.89% by 2022, and 16.96% by 2025.

Table 3 GHG reduction targets of Khon Kaen municipality in 2022, 2025, and 2030

Year	GHG emission under BAU (tCO ₂ eq)	GHG reduction capacity (tCO ₂ eq)	GHG reduction target from BAU
2022	482,668.77	42,903.22	8.89%
2025	534,282.76	90,636.42	16.96%
2030	644,475.58	182,327.05	28.29%

6. GHG reduction roadmap

The low carbon emission measures are prioritized into three implementation periods: short, medium, and long term. As shown in **Table 4**, the majority of twelve (12) measures have the potential to be implemented by 2022 (i.e. in the short term), while two measures are allocated and likely to be implemented between 2023 to 2025 (i.e. in the medium term). And lastly, in the long term (after 2026), another two (2) measures can be implemented.

Table 4 The implementation period of the low carbon measures

Measures	No. of measure implemented		
	Short - term (2019 – 2022)	Medium – term (2023 – 2025)	Long - term (2026 – 2030)
Energy Efficiency (EE)	2	1	-
Alternative Energy (AE)	3	-	-
Waste Management (WM)	3	-	-
Transportation (TM)	3	1	2
Forestry and Agriculture (FOR/AGR)	1	-	-
Total	16		

Table 5 shows the GHG emissions reduction from all 16 measures and the emissions reduction under BAU and Smart Growth conditions over a 12-year period. This can be used as a target for the city to achieve Smart Growth from 2019 onwards.

Table 5 Summary of GHG emission reductions from the low carbon measures

Year	Reduction from measures (tCO ₂ eq)	Emissions under BAU (tCO ₂ eq)	Emissions under smart growth (tCO ₂ eq)	Emission reduction from BAU (%)
2019	10,725.81	438,977.15	428,251.35	2.44%
2020	21,451.61	452,766.24	431,314.63	4.74%
2021	32,177.42	467,311.63	435,134.21	6.89%
2022	42,903.22	482,668.77	439,765.55	8.89%
2023	58,814.29	498,900.55	440,086.27	11.79%
2024	74,725.35	516,078.26	441,352.91	14.48%
2025	90,636.42	534,282.76	443,646.35	16.96%
2026	108,974.54	553,605.83	444,631.29	19.68%
2027	127,312.67	574,151.70	446,839.03	22.17%
2028	145,650.80	596,038.84	450,388.03	24.44%
2029	163,988.93	619,402.02	455,413.09	26.48%
2030	182,327.05	644,475.58	462,148.53	28.29%

7. Financial support

To promote and encourage climate action by authorities, funding is one of the mechanisms to support owners to minimize or overcome projects' financial barriers. Several funding options are available, through both international and national organizations that could potentially support the low carbon project implementation in Khon Kaen municipality. In **Table 6**, the main sources of funding related to climate action or GHG reduction projects are listed, corresponding to the applicable groups of low carbon measures.

Table 6 Applicability of low carbon project funding sources by measure group

Measures	Funding					
	Global Environmental Facility (GEF)	Green Climate Funds (GCF)	Adaptation Fund (AF)	Energy Conservation Fund (Thailand)	Environmental Fund (Thailand)	Funding from Department of Alternative Energy Development and Efficiency (Thailand)
Energy Efficiency (EE)	✓	✓		✓	✓	✓
Alternative Energy (AE)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Waste Management (WM)	✓	✓	✓		✓	
Transportation (TM)	✓	✓				
Forestry and Agriculture (FOR/AGR)	✓	✓	✓		✓	

8. Measurement Reporting and Verification (MRV)

To ensure the effectiveness of project implementation, the Measurement, Reporting, and Verification (MRV) should be systematically established. This process enables the transparency of the project, as well as builds trust by integrating five (5) main elements of the standard MRV process: Transparency, Accuracy, Comparability, Consistency, and Completeness. The MRV process is shown in **Figure 5**.

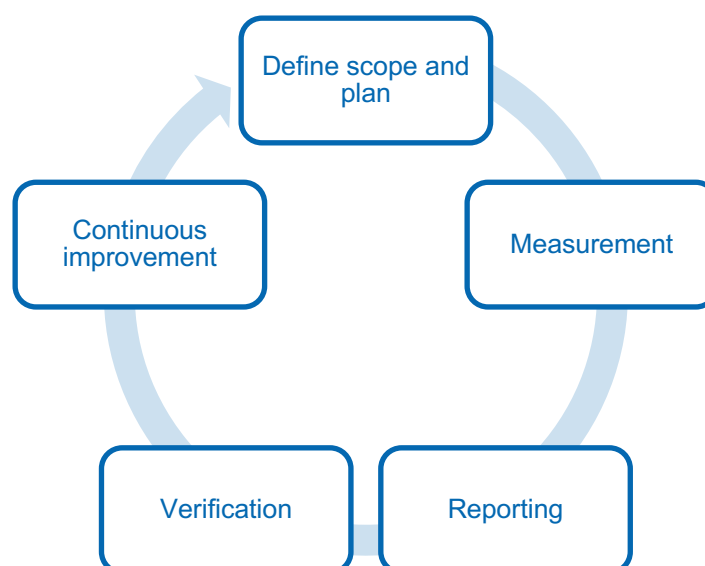


Figure 5 The process of Measurement, Reporting and Verification (MRV)

Based on the figure above, the MRV system should be operated under the scope and plan in order to monitor the project systematically under the specified scope. The scope of MRV should conform to at least one of the international MRV frameworks that are available, such as UNFCCC, IPCC, CDM J-VER, and ISO-14064. These frameworks can be modified to align with the city scope. Regarding the measurement process, all GHG emission activities should be identified from the point sources. Then, the suitable measurement methodology should be identified. In the case of large project activities, this process may involve several organizations. During the reporting process, the measured data is obtained from the data owner, and the information is reported in a concise manner. The summary of GHG emissions in all activities should be reported, including the methodology used. Lastly, the verification process controls the quality of data, which integrates accuracy and transparency. Verification can be completed internally or externally, but should be conducted by an independent party. After these processes are completed, the opportunities for improvement should be discussed amongst the team to further increase project efficiency.

1 ข้อมูลทั่วไปของเทศบาลนครขอนแก่น

1.1 ข้อมูลพื้นฐาน

เทศบาลนครขอนแก่น ตั้งอยู่ในพื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 45.41 ตารางกิโลเมตร หรือ 28,750 ไร่ โดยสามารถแบ่งชุมชนออกเป็น 4 เขตการปกครองตามเขตเลือกตั้ง รวมชุมชนทั้งหมด 95 ชุมชน สำหรับข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลนครขอนแก่นมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลนครขอนแก่น

ข้อมูล	รายละเอียด
ชื่อ	เทศบาลนครขอนแก่น
ประเทศ	ประเทศไทย
จังหวัด	ขอนแก่น
ขอบเขตพื้นที่	ทิศเหนือ ติดกับ ต.ศิลา ทิศใต้ ติดกับ ต.เมืองเก่า ทิศตะวันออก ติดกับ ต.พระลับ ทิศตะวันตก ติดกับ ต.บ้านเป็ด
พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	45.41
ข้อมูลประชากร	118,080 (ณ พ.ศ.2561) ¹
ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (Gross Provincial Product: GPP) (ล้านบาท)	204,122 (ณ พ.ศ. 2560) ²
แหล่งเศรษฐกิจหลัก	(1) อุตสาหกรรม (2) เกษตรกรรม (3) การค้าและบริการ

ที่มา: ¹ ระบบสถิติทางการทะเบียน สืบค้นจาก: http://stat.dopa.go.th/stat/statnew/upstat_age.php เมื่อเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2562

² สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สืบค้นจาก: https://www.nesdb.go.th/main.php?filename=gross_regional เมื่อเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2562

1.2 สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปของจังหวัดขอนแก่นส่วนใหญ่เป็นแบบทุ่งหญ้าในเขตร้อน คือ มีฝนตกสลับกับแห้งแล้ง โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงเหนือ โดยจากสถิติข้อมูลอุณหภูมิของจังหวัดขอนแก่นเปรียบเทียบกับย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ. 2550-2559) พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 35.20 องศาเซลเซียส (ปี พ.ศ. 2555) อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 18.35 องศาเซลเซียส (ปี พ.ศ. 2559) และอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 42.00 องศาเซลเซียส (ปี พ.ศ. 2553) อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 9.50 องศาเซลเซียส (ปี พ.ศ. 2559)

1.3 ข้อมูลประชากร

จำนวนประชากรของเทศบาลนครขอนแก่นอ้างอิงตามสำนักบริหารการทะเบียน พ.ศ. 2562 แสดงดังตารางที่ 1.2 พบว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากรในเขตเทศบาลนครขอนแก่นมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2556 - 2560 โดยเฉลี่ยร้อยละ 1.70 ต่อปี ซึ่งจากอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยของประชากรสามารถคาดการณ์ว่าจำนวนประชากรจะเพิ่มขึ้นถึง 150,000 คน และมีความหนาแน่นอยู่ที่ 3,250 คนต่อตารางกิโลเมตร อย่างไรก็ตามข้อมูลนี้ยังไม่รวมข้อมูลประชากรแฝงและนักท่องเที่ยวที่อาจส่งผลต่อข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในเทศบาล

ตารางที่ 1.2 จำนวนและความหนาแน่นประชากรเทศบาลนครขอนแก่นระหว่างปี พ.ศ. 2556 – 2560

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)	ความหนาแน่น (คน/ตร.กม.)
2556	112,329	2,441
2557	115,243	2,505
2558	115,674	2,514
2559	120,045	2,609
2560	120,143	2,612

ที่มา: รายงานสถิติจำนวนประชากรและบ้านประจำปี พ.ศ. 2556 – 2560, สำนักบริหารการทะเบียน (2562)

1.4 ข้อมูลผังเมือง

ขอบเขตพื้นที่ของเทศบาลนครขอนแก่นครอบคลุมพื้นที่จำนวน 1 ตำบล คือตำบลในเมือง ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 45.41 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 98.71 ของทั้งเทศบาล โดยขอบเขตพื้นที่ของเทศบาลสามารถแสดงได้ในรูปที่ 2.1 ในบทที่ 2 ทั้งนี้ การใช้ประโยชน์ที่ดินและการวางผังเมืองในเทศบาลนครขอนแก่นอยู่ภายใต้กฎกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ให้ใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดขอนแก่น พ.ศ. 2560 ซึ่งเป็นการดำรงรักษาเมืองและบริเวณที่เกี่ยวข้องหรือชนบท ในด้านการใช้ประโยชน์ในทรัพย์สิน การคมนาคมและการขนส่ง การสาธารณูปโภค บริการสาธารณะและสภาพแวดล้อมให้สอดคล้องกับการพัฒนาระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ โดยกฎกระทรวงนี้มีนโยบายและมาตรการการจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังนี้

- ส่งเสริมการใช้ประโยชน์ที่ดินให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ วิสัยทัศน์ และนโยบายการพัฒนาเมือง
- ส่งเสริมและพัฒนาพื้นที่ให้สอดคล้องกับการขยายตัวของกิจการอุตสาหกรรมในอนาคต
- ส่งเสริมและพัฒนาธุรกิจบริการ การค้าปลีกค้าส่ง และการอยู่อาศัยให้เหมาะสมและสอดคล้องกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ภาคธุรกิจ และการอยู่อาศัย
- ส่งเสริมการเพิ่มพื้นที่เพื่อการอนุรักษ์ป่าและเกษตรกรรม
- เป็นกรอบในการพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินของผังเมืองระดับต่าง ๆ ในจังหวัดขอนแก่นอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสภาพแวดล้อมอย่างยั่งยืน

โดยแผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินจำแนกตามประเภทต่าง ๆ ของจังหวัดขอนแก่น ตามกฎกระทรวงฯแสดงดังรูปที่ 1.1

หน้า 4

1.5 สภาพเศรษฐกิจ

ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (GPP) ของจังหวัดขอนแก่นอ้างอิงตามสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติปี พ.ศ. 2562 แสดงดังตารางที่ 1.3 ซึ่งพบว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดขอนแก่นมีปริมาณเพิ่มจากปี พ.ศ. 2556 – 2560 โดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 2.46 ต่อปี ซึ่งจากอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์มวลรวมสามารถคาดการณ์ผลิตภัณฑ์มวลรวมในปี พ.ศ. 2573 จะเพิ่มขึ้นประมาณ 280,000 ล้านบาทหรือคิดเป็น 0.11 ล้านบาทต่อคน

ตารางที่ 1.3 จำนวนผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดขอนแก่นปี พ.ศ. 2556 - 2560

ปี พ.ศ.	GPP (ล้านบาท)	GPP ต่อคน (ล้านบาทต่อคน)
2556	185,207.52	0.28
2557	186,183.28	0.23
2558	189,938.55	0.13
2559	195,457.36	0.14
2560	204,121.71	0.12

ที่มา: สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2562)

หากพิจารณาข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดขอนแก่นในปี พ.ศ. 2560 พบว่าประเภทสินค้าและบริการที่มีมูลค่าสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ กลุ่มอุตสาหกรรมการผลิต กลุ่มการจำหน่ายและซ่อมบำรุงยานยนต์ และกลุ่มการศึกษา ตามลำดับ

โดยข้อมูลจากสำนักการคลังจังหวัดขอนแก่นและแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาเทศบาลนครขอนแก่นปี พ.ศ. 2560-2563 รายงานว่าในเดือนกุมภาพันธ์ 2559 สภาพเศรษฐกิจจังหวัดขอนแก่นต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนเดียวกันของปี พ.ศ. 2558 โดยพิจารณาจากด้านอุปทานและดัชนีภาคอุตสาหกรรมที่ลดลง โดยมีตัวอย่างจากภาษีสรรพสามิตการผลิตเบียร์ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม ปริมาณการใช้น้ำประปาภาคอุตสาหกรรมที่ลดลงร้อยละ 19.62 ร้อยละ 1.36 และร้อยละ 1.26 ตามลำดับ ในขณะที่จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมขยายตัวในเดือนกุมภาพันธ์ของปีพ.ศ. 2558 อยู่ที่ร้อยละ 0.24

นอกจากนี้ ดัชนีภาคเกษตรกรรมมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2559 โดยผลผลิตทางการเกษตรที่มีอัตราการผลิตเพิ่มขึ้น ได้แก่ ปริมาณผลผลิตข้าวเจ้า มันสำปะหลัง และอ้อยโรงงาน ซึ่งส่งผลให้ราคาข้าวเปลือกหอมมะลิ ราคามันสำปะหลัง และราคาอ้อยโรงงาน ลดลงร้อยละ 21.47 ร้อยละ 20.00 และร้อยละ 9.26 ตามลำดับ ในปี พ.ศ. 2558

สำหรับดัชนีการบริการและการท่องเที่ยวชะลอตัวในปี พ.ศ. 2559 อยู่ที่ร้อยละ 1.32 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2558 ซึ่งเป็นผลมาจากอุปสงค์ดัชนีการบริโภคภาคเอกชนที่ลดลง พิจารณาจากภาษีมูลค่าเพิ่มและจำนวนรถจักรยานยนต์จดทะเบียนใหม่ที่ลดลงร้อยละ 16.65 และร้อยละ 13.58 ตามลำดับ

1.6 การจัดการของเสียและน้ำเสีย

ขยะมูลฝอยของเทศบาลนครขอนแก่นจะถูกรวบรวมและส่งไปกำจัดที่เตาเผาของเทศบาล ซึ่งจากเดิมเคยถูกส่งไปกำจัดที่หลุมฝังกลบ โดยได้ดำเนินการตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 เป็นต้นมา ทั้งนี้ ปริมาณขยะที่ถูกส่งไปยังเตาเผามีปริมาณอยู่ที่ 450-600 ตัน/วัน และสามารถนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าได้ในปริมาณ 6 เมกกะวัตต์

สำหรับการบริหารจัดการน้ำเสีย เทศบาลนครขอนแก่นมีระบบรวบรวมน้ำเสียชุมชนเป็นระบบท่อรวม (combined sewer system) ครอบคลุมพื้นที่ให้บริการ 36 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 80 ของพื้นที่เทศบาล และเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon หรือ AL) โดยแหล่งกำเนิดน้ำเสียส่วนใหญ่ของเทศบาลมาจากบ้านเรือน โรงแรม ตลาดสด และร้านอาหาร ซึ่งศักยภาพในการรองรับน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนสามารถรองรับน้ำเสียได้ในปริมาณ 78,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ทั้งนี้ เทศบาลมีปริมาณน้ำเสียอยู่ที่ 34,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน

1.7 การคมนาคมขนส่ง

แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาเทศบาลนครขอนแก่น พ.ศ. 2560-2563 ระบุว่า การคมนาคมในเขตเทศบาลนครขอนแก่นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

(1) การคมนาคมทางบก ซึ่งแบ่งเป็นการโดยสารทางรถไฟที่มีจุดเริ่มต้นที่สถานีรถไฟกรุงเทพฯ และมีจุดจอดรับ-ส่งผู้โดยสารที่สถานีต่าง ๆ ในจังหวัดขอนแก่น ได้แก่ สถานีอำเภอพล สถานีอำเภอบ้านไผ่ สถานีอำเภอเมือง สถานีอำเภอน้ำพอง และสถานีอำเภอเขาสมทบ และในส่วนการโดยสารด้วยรถส่วนบุคคลและสาธารณะสามารถเดินทางได้ผ่านทางหลวงหมายเลข 2 12 23 201 207 และ 208

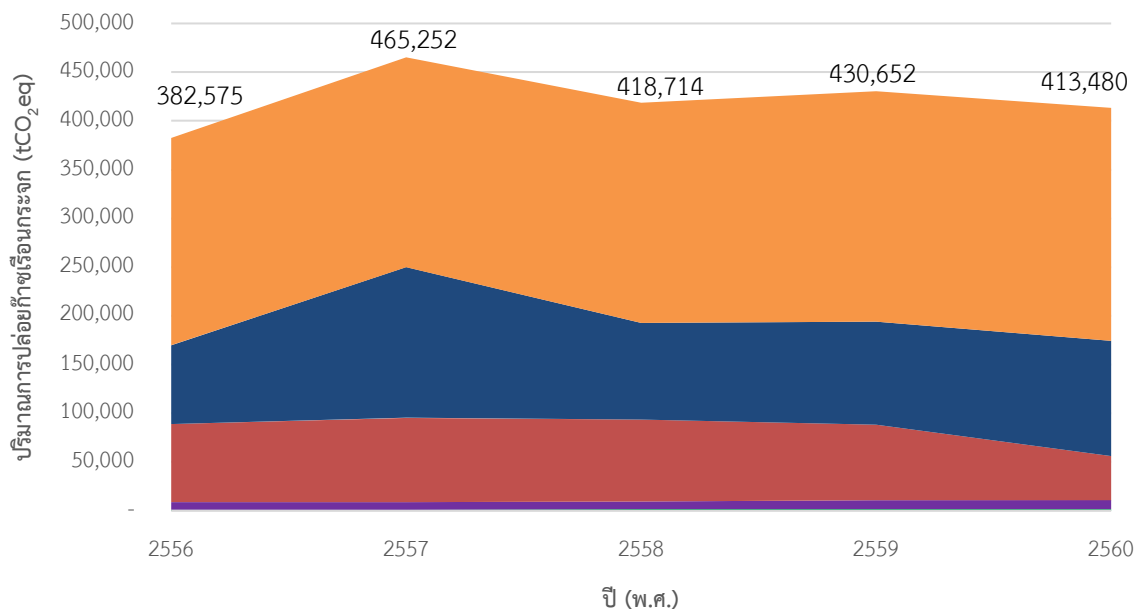
(2) การคมนาคมทางอากาศ สามารถโดยสารได้จากท่าอากาศยานขอนแก่น ซึ่งเป็นสนามบินหลักที่ตั้งอยู่ที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

1.8 สรุปผลข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง (CCF) ของเทศบาลนครขอนแก่น

สรุปผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองของเทศบาลนครขอนแก่นสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1.4 และรูปที่ 1.2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแต่ละกลุ่มกิจกรรมในแต่ละปี มีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดมาจากกลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่ รองลงมาเป็นกลุ่มขนส่ง กลุ่มการจัดการของเสียกลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU) และกลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU) ตามลำดับ โดยหากพิจารณาข้อมูลจากตารางที่ 1.5 ซึ่งแสดงสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2560 จะพบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่ มีสัดส่วนเกินกว่าครึ่งของปริมาณการปล่อยทั้งหมด (ร้อยละ 57.82) ตามด้วยกลุ่มขนส่งที่มีสัดส่วนการปล่อยเป็น 1 ใน 3 ของปริมาณการปล่อยทั้งหมด (ร้อยละ 28.59) ส่วนกลุ่มการจัดการของเสียมีสัดส่วนการปล่อยเท่ากับร้อยละ 10.90

ตารางที่ 1.4 สรุปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รายการกลุ่มกิจกรรม ในช่วงปี พ.ศ. 2556-2560

ปี	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO ₂ eq)					
	กลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่	กลุ่มขนส่ง	กลุ่มการจัดการของเสีย	กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)	กลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)	รวม
2556	212,651.89	80,743.82	80,166.65	7,875.28	1,137.73	382,575.38
2557	215,206.98	154,741.55	86,057.50	7,992.57	1,253.90	465,252.50
2558	226,252.29	98,768.23	84,413.15	7,905.45	1,375.26	418,714.38
2559	236,234.41	105,854.45	77,470.79	9,579.31	1,513.86	430,652.81
2560	239,076.54	118,214.43	45,078.71	9,497.45	1,613.15	413,480.28



- กลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่
- กลุ่มขนส่ง
- กลุ่มการจัดการของเสีย
- กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)
- กลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)

รูปที่ 1.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทศบาลนครขอนแก่น ในช่วงปี พ.ศ.2556-2560

ตารางที่ 1.5 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มต่าง ๆ ในปี พ.ศ. 2560

กลุ่มกิจกรรม	สัดส่วนการปล่อยในปี พ.ศ. 2560 (ร้อยละ)
กลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่	57.82
กลุ่มขนส่ง	28.59
กลุ่มการจัดการของเสีย	10.90
กลุ่มกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)	2.30
กลุ่มการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)	0.39
รวม	100.00

ข้อมูลพื้นฐาน สภาพภูมิอากาศ ข้อมูลประชากร ข้อมูลการใช้ไฟฟ้า และข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้นำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภาพรวมของเทศบาลนครขอนแก่น โดยพิจารณาจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากกิจกรรมในชีวิตประจำวันของประชากรในเขตเทศบาลฯ ซึ่งปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองหรือ City Carbon Footprint (CCF) ของเทศบาลนครขอนแก่นอยู่ที่ 413,480 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ปี พ.ศ. 2560) ซึ่งแยกเป็นอัตราส่วนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามแหล่งที่มาโดยส่วนใหญ่มาจากกลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่ คิดเป็นร้อยละ 57.82 กลุ่มการขนส่งคิดเป็นร้อยละ 28.59 และกลุ่มการจัดการของเสียคิดเป็นร้อยละ 10.90

ข้อมูล CCF ดังกล่าวข้างต้นถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อประกอบการบริหารจัดการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตของเทศบาลนครขอนแก่น รวมถึงการวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่อาจปล่อยในอนาคต และใช้ในการกำหนดแผนระยะยาวสำหรับการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับ ข้อมูลสำคัญที่จะนำมาประกอบการประเมินแนวโน้มดังกล่าว อาทิ แหล่งก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยในปริมาณมากที่สุด แหล่งก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยเพิ่มในอัตราที่สูงที่สุด

ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตพื้นที่เทศบาลนครขอนแก่นได้ถูกรวบรวมและวิเคราะห์ด้วยวิธีการที่เหมาะสมในปัจจุบัน รวมถึง วิธีการต่าง ๆ ที่จะมีการพัฒนาขึ้นในอนาคต สิ่งท้าทายในการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง คือ การปรับเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณให้เป็นปัจจุบัน รวมถึงการทบทวนและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้อย่างต่อเนื่อง

ปัจจัยเสี่ยงแรก คือ ปัญหาในการเก็บข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เนื่องจากผู้ให้ข้อมูลไม่มีการเก็บหรือบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้ข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกอาจเกิดคลาดเคลื่อน ดังนั้น หน่วยงานที่ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูล (เทศบาล) ควรจัดทำแบบฟอร์มบันทึกการจัดเก็บข้อมูลและขอความร่วมมือให้ผู้ให้ข้อมูลดำเนินการบันทึกข้อมูลให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ต้องการ โดยแบบฟอร์มสามารถปรับเปลี่ยน/แก้ไข/เทียบเคียงข้อมูลในลักษณะเดียวกันได้ตามความเหมาะสม นอกจากนี้ ควรมีการตั้งสมมติฐานหรือกรอบการคาดคะเนข้อมูลสำหรับผู้ให้ข้อมูลเพื่อให้คาดการณ์ข้อมูลที่จะบันทึกในแบบฟอร์มได้อย่างใกล้เคียงกับข้อมูลที่ต้องการนำมาใช้ในการวิเคราะห์

ปัจจัยเสี่ยงที่สอง คือ ปัญหาการตั้งสมมติฐานเพื่อคาดการณ์ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต อาจเกิดความคลาดเคลื่อนไปตามสถานการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้น ควรมีการทบทวนและปรับสมมติฐานอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การคำนวณแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเกิดความถูกต้องและแม่นยำ นอกจากนี้ หน่วยงานที่ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลควรมีการพิจารณาทบทวนข้อมูลที่รวบรวมอยู่เป็นประจำเพื่อให้เป็นปัจจุบันสอดคล้องสถานการณ์ที่เปลี่ยนไป

2 การจัดทำยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำของเทศบาล

2.1 วัตถุประสงค์ของการจัดทำยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ

ยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ (Low Emission Development Strategy : LEDS) เป็นเครื่องมือสำคัญต่อการผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจคาร์บอนต่ำที่ยั่งยืน โดยยุทธศาสตร์ LEDS มีองค์ประกอบ ได้แก่ วิสัยทัศน์ พันธกิจ มาตรการ (ระยะสั้น ระยะกลาง ระยะยาว) และแนวทางปฏิบัติการเพื่อให้เป็นไปตามแนวทางการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ

การจัดทำยุทธศาสตร์ LEDS ของเทศบาลนครขอนแก่น จะเน้นการกำหนดมาตรการการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมถึงเป็นการกำหนดทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำในอนาคต สำหรับข้อมูลการคาดการณ์แนวโน้มการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (รวมถึงมาตรการฯ) อาจนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการกำหนดนโยบายและแผนงานของเทศบาลที่มีอยู่ในปัจจุบัน ตลอดจนสอดคล้องกับเป้าหมายนโยบายระดับประเทศและระดับสากล เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน

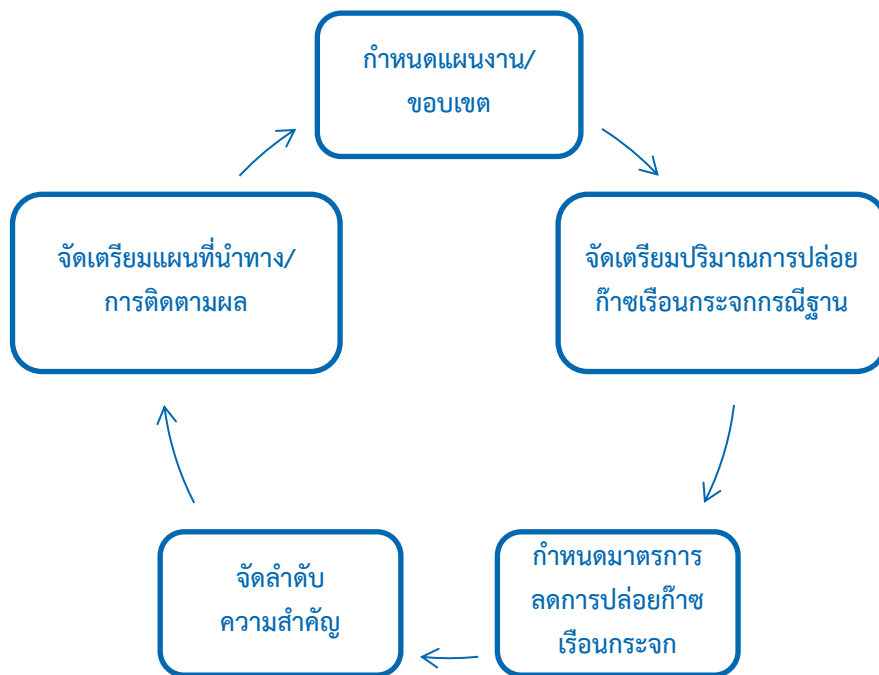
มาตรการการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกถูกกำหนดขึ้นมาภายใต้ยุทธศาสตร์ LEDS โดยรายละเอียดของมาตรการฯ ควรระบุ เป้าหมายปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก งบประมาณและระยะเวลาในการดำเนินการของแต่ละมาตรการฯ การจัดทำรายงานการติดตามการดำเนินการตามมาตรการฯ และการประเมินผลการปฏิบัติตามมาตรการฯ เพื่อให้เกิดปรับปรุง/แก้ไขมาตรการฯ ให้มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง

ข้อสังเกต: ปัจจุบันมีการรอบการจัดทำยุทธศาสตร์ LEDS แต่ไม่มีรายละเอียดแนวทางการจัดทำที่เป็นมาตรฐานสากล ดังนั้น ในแต่ละเทศบาลสามารถดำเนินการจัดทำยุทธศาสตร์ LEDS ให้สอดคล้องกับบริบทในแต่ละท้องถิ่น/ชุมชนตามความเหมาะสม

2.2 ขั้นตอนการจัดทำยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ

ขั้นตอนการจัดทำยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ ประยุกต์จากยุทธศาสตร์ LEDS ของ UNDP ที่มีกรอบขั้นตอนจัดทำดังรูปที่ 2.1 ซึ่งประกอบด้วย

- (1) การกำหนดแผนงาน/ขอบเขตการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ
- (2) การจัดทำกรณีฐานสำหรับการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- (3) การกำหนดทางเลือกแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- (4) การจัดลำดับความสำคัญของมาตรการการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- (5) การจัดเตรียมแผนที่นำทาง (Road Map) เพื่อปฏิบัติตามมาตรการฯ และการติดตามผลการปฏิบัติตามมาตรการฯ



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการทำยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ (LEDS)

2.3 ตัวอย่างแผนพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ

ในหัวข้อนี้ขอนำเสนอตัวอย่างยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำของเมืองต่าง ๆ ที่เป็นผู้นำตามกรอบการปฏิบัติการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก (C40¹ Cities Climate Action Planning Framework) ที่ได้มีการดำเนินการและประสบความสำเร็จ เพื่อแสดงให้เห็นแนวทาง/รูปแบบการจัดทำยุทธศาสตร์ LEDS ได้อย่างชัดเจนและเกิดความเข้าใจ ทั้งนี้ ขอยกตัวอย่างของเมืองที่ดีที่เป็นสมาชิกร่วมลงนามในข้อตกลงปารีสที่มีการปฏิบัติการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามกรอบการปฏิบัติการด้านสภาพภูมิอากาศของ C40 ได้แก่ เมืองบาร์เซโลนา ประเทศสเปน และเมืองปารีส ประเทศฝรั่งเศส ซึ่งเป็นเมืองชั้นนำด้านการจัดการปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและมีประสบการณ์ในการรายงานแผนยุทธศาสตร์การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างต่อเนื่อง รวมถึงมีมาตรการการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2.1

¹ C40 Cities คือเครือข่ายกลุ่มเมืองใหญ่ผู้นำด้านสภาพภูมิอากาศที่จัดตั้งโดยผู้ว่าราชการประจำเมืองลอนดอน Ken Livingstone เมื่อปี พ.ศ. 2549 เพื่อสร้างเป้าหมายระหว่างเมืองร่วมกันในรูปแบบเครือข่ายสนับสนุนในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั่วโลกเกิดประสิทธิผลและประสิทธิภาพสูงสุด ณ เริ่มต้นการจัดตั้งมี 40 เมืองใหญ่เข้าร่วมเป็นเครือข่าย จึงเป็นที่มาของชื่อ C40 ปัจจุบันมีเมืองเข้าร่วม C40 ใน 70 ประเทศ

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการพัฒนา LEDS ของเมืองคาร์บอนต่ำในแต่ละขั้นตอน

กระบวนการ	บาร์เซโลนา	ปารีส
แผนและขอบเขตโครงการ	เป้าหมายด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเมืองบาร์เซโลนา ภายในปี พ.ศ. 2573 มีดังนี้ - ลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคนลงร้อยละ 40 เมื่อเทียบกับกรณีฐานในปี พ.ศ. 2548 - เพิ่มพื้นที่สีเขียวในตัวเมืองให้มีพื้นที่เฉลี่ยอยู่ที่ 1.6 ตารางกิโลเมตรหรือ 1 ตารางเมตรต่อ 1 ที่พักอาศัย ซึ่งแผนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของบาร์เซโลนาดำเนินการด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ การลดผลกระทบ การปรับตัวให้เข้ากับสภาพความเป็นอยู่ ความถูกต้องของการตรวจวัด และส่งเสริมความมีส่วนร่วมในภาคประชาชน โดยสามารถแบ่งเป็นแผนระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว รวมถึงสอดคล้องตามมาตรการและความร่วมมือของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	เป้าหมายด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเมืองปารีส คือการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงร้อยละ 25 ภายในปี พ.ศ. 2563 และร้อยละ 75 ในปี พ.ศ. 2593 เปรียบเทียบกับปีฐาน พ.ศ. 2550 โดยมีเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในทุกประเภทกิจกรรม และมีเป้าหมายในการเปลี่ยนมาใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานทดแทนทั้งหมด
การจัดเตรียมกรณีฐาน	บาร์เซโลนาอ้างอิงกฎหมายที่มีชื่อว่า Catalan Climate Change Act ในการจัดทำแผนการลดก๊าซเรือนกระจกที่กำหนด ซึ่งมีเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงร้อยละ 40 ในปี พ.ศ. 2573 ร้อยละ 65 ในปี พ.ศ. 2583 และ ร้อยละ 100 ในปี พ.ศ. 2593 เปรียบเทียบกับปีฐาน พ.ศ. 2533 นอกจากนี้บาร์เซโลนาได้จัดตั้งมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มประสิทธิภาพและการประหยัดพลังงานให้มีความสอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเมือง ได้แก่ Thermal Solar Byelaw (1999) The Energy Improvement Plan (2002) the Photovoltaic Solar Byelaw (2011) and the 2011-2020 Barcelona Energy, Climate Change and Air Quality Plan ซึ่งประยุกต์ให้สอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์เมือง	ปารีสดำเนินการประเมินผลกระทบตามระเบียบวิธีการของ Bina Carbone ในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในเมืองปารีส ปี พ.ศ. 2547 (ทางตรงและทางอ้อม) ซึ่งเป็นกรณีฐาน เพื่อใช้ในการคำนวณเป้าหมายการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2593 นอกจากนี้ปารีสยังจัดทำมาตรการการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการคาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่จะลดได้จากมาตรการนั้น ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยแบ่งช่วงมาตรการดำเนินการเป็นระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว

กระบวนการ	บาร์เซโลนา	ปารีส
กำหนดทางเลือกการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	บาเซโลนาได้เลือกวิเคราะห์การลดผลกระทบที่เป็นไปได้ จำนวน 2 กรณี ดังนี้ 1. Committed Scenario: เป็นกรณีที่บาเซโลนาสามารถบรรลุเป้าหมายของ Paris Agreement 2015 โดยที่ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะถูกควบคุมให้การอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นไม่เกิน 1.6 และ 1.7 องศาเซลเซียสในปี พ.ศ. 2593 และ พ.ศ. 2643 ตามลำดับ 2. Passive Scenario: เป็นกรณีที่เป้าหมายใน Paris Agreement 2015 ไม่สามารถบรรลุได้ โดยที่ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นเท่ากับ 2 และ 3 องศาเซลเซียสในปี พ.ศ. 2593 และ พ.ศ. 2643 ตามลำดับ	ปารีสได้ศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมือง ในปี พ.ศ. 2557 โดยพบว่าก๊าซเรือนกระจกสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ● การปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ Local เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงทั้งหมด เช่น การใช้พลังงาน การคมนาคมขนส่ง และการจัดการของเสีย ● การปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ Territory เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่รวมถึงการสูญเสียพลังงานระหว่างการส่งและกระจายพลังงานในสายส่งในกระบวนการผลิตและส่งพลังงาน การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตและก่อสร้างและการคมนาคมขนส่งนอกเขตเมืองที่รวมถึงการเดินทางทางอากาศ จากนั้นปารีสได้พิจารณาการลดก๊าซเรือนกระจกจากทั้ง 2 แหล่งโดยให้สอดคล้องกับข้อตกลงปารีส (Paris Agreement) ในปี พ.ศ.2593 โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ 1. การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในส่วน Local ให้ได้ ร้อยละ 100 2. ส่งเสริมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในส่วน Territory ให้ได้ ร้อยละ 80

กระบวนการ	บาร์เซโลนา	ปารีส
จัดลำดับความสำคัญ/กรณีศึกษาผลกระทบ	บาเซโลนากำหนดกรณีฐานเป็นปี พ.ศ. 2548 เพื่อคาดการณ์แนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 – 2573 โดยใช้การคำนวณอัตราการเพิ่มขึ้น/ลดลงของการใช้พลังงานและเพื่อคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมถึงการพิจารณาปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น จำนวนประชากร ผลิตภัณฑ์มวลรวม การเดินทาง ยานพาหนะในเมือง อัตราการเปลี่ยนยานพาหนะ และการคาดการณ์การเพิ่มจำนวนของยานพาหนะขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า โดยในการคำนวณได้อ้างอิงจากวิธีการตามกฎหมาย Catalan Climate Change Act ซึ่งมีมีสาระสำคัญที่สามารถดำเนินการได้ ดังนี้ ● ลดอัตราการใช้พลังงานลงร้อยละ 2 ต่อปี หรืออย่างน้อยร้อยละ 27 ภายในปี พ.ศ. 2573 ● ใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานทดแทนเป็นอัตราส่วนร้อยละ 50 ของโครงข่ายไฟฟ้า ภายในปี พ.ศ. 2573 และร้อยละ 100 ในปี พ.ศ. 2593 โดยยกเลิกการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ● การวางแผนการยุติการดำเนินการโรงงานพลังงานนิวเคลียร์จำนวน 3 แห่ง ภายในปี พ.ศ. 2570 และเมืองบาเซโลนาต้องมีการปรับปรุงแก้ไขปริมาณการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างต่อเนื่อง	ปารีสได้พิจารณาผลการดำเนินการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการลดการใช้พลังงานในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา รวมถึงการรื้อถอนหรือกับผู้มีส่วนได้เสียจากทุกภาคส่วน เพื่อจัดทำแนวทางในการพัฒนาเมืองด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยได้พิจารณาข้อเสนอโครงการกว่า 700 โครงการและมาตรการจำนวนกว่า 500 มาตรการที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน โดยเน้นด้านนวัตกรรม การรักษาความร้อนภายในอาคาร การใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานทดแทน และการใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในการคิดค้นหาวิธีการใหม่ ๆ เพิ่มเติม ปารีสมีเป้าหมายการดำเนินการภายในปี พ.ศ. 2593 ดังนี้ ● เป็นเมืองที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ ● ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงให้ได้ ร้อยละ 80 ● ใช้พลังงานที่มาจากพลังงานทดแทนทั้งหมด โดยร้อยละ 20 เป็นการผลิตพลังงานในเขตเมือง ● ลดการใช้พลังงานในประเภทพลังงานสิ้นเปลืองลงร้อยละ 50

กระบวนการ	บาร์เซโลนา	ปารีส
การจัดทำแผนที่นำทาง	บาเซโลนาได้จัดทำแผนรับมือการเปลี่ยนแปลงด้านสภาพภูมิอากาศ โดยแบ่งเป็น 5 ด้าน ได้แก่ 1. ความเป็นอยู่ของประชาชน: คำนึงถึงความเป็นอยู่ของประชาชนเป็นอันดับแรก โดยจะไม่มี การตัดน้ำ ไฟฟ้า และก๊าซให้ความร้อนในทุกพื้นที่ทั่วเมือง รวมทั้งมีมาตรการป้องกันความร้อนที่สูงเกินไปสำหรับการอยู่อาศัยของประชาชน 2. พัฒนาประสิทธิภาพของอาคาร: พัฒนาประสิทธิภาพของตึกให้มากขึ้นและจัดให้มีพื้นที่สีเขียวบนดาดฟ้าของตึก 3. พัฒนาพื้นที่สาธารณะ: การเปลี่ยนแปลงพื้นที่สาธารณะให้มีความอุดมสมบูรณ์ และมีความหลากหลายทางชีวภาพ และยังมีประสิทธิภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาพรวม เช่น พัฒนาพื้นที่สีเขียวสาธารณะ ส่งเสริมการเดิน และปั่นจักรยานและอนุรักษ์พื้นที่ชายหาด เป็นต้น 4. แยกเรื่องคุณภาพชีวิตประชากรออกจากสถานะการเติบโตทางเศรษฐกิจ: ทางเทศบาลจะรับผิดชอบด้านการใช้ทรัพยากร ให้เป็นเมืองไร้ขยะ และสิทธิในการบริโภคอาหารอย่างเพียงพอ 5. ความร่วมมือ: การรณรงค์ขอความร่วมมือทางด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ และการแบ่งปันความรู้ที่เกี่ยวข้องกับแผนการปฏิบัติการให้กับผู้มีส่วนได้เสีย ซึ่งมีแนวทางปฏิบัติสอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์ด้านสภาพภูมิอากาศ ทั้ง 4 ด้านคือ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การปรับตัว ความเป็นธรรมด้านสภาพภูมิอากาศ และการส่งเสริมการปฏิบัติการของประชาชน	ปารีสได้จัดทำยุทธศาสตร์ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคส่วนต่าง ๆ โดยมีการจัดทำแผนยุทธศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้ - ด้านพลังงาน: ให้มีแผนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพื้นที่ 50 ตารางกิโลเมตรในปี พ.ศ. 2593 กังหันลมผลิตไฟฟ้า 3,000 หน่วยภายในปี พ.ศ. 2593 และพลังงานจากก๊าซชีวมวลขนาด 9 TWh ในปี พ.ศ. 2573 - ด้านคมนาคม: ไม่มีพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงจากน้ำมันดีเซลในปี พ.ศ. 2567 และเบนซินในปี พ.ศ. 2573 โดยรณรงค์เป็นเมืองที่เป็นมิตรต่อการปั่นจักรยานภายในปี พ.ศ. 2563 และเปลี่ยนการใช้พลังงานในการคมนาคมจากแหล่งพลังงานทดแทนทั้งหมด ทั้งยังจะมีการเริ่มทดลองใช้พาหนะไร้คนขับในปีพ.ศ. 2567 - ด้านอาคาร: มีอาคารที่อยู่อาศัยคาร์บอนต่ำ 1 ล้านอาคารภายในปี พ.ศ. 2593 เพิ่มประสิทธิภาพของอาคารด้านการใช้พลังงาน (50 kWh/ตารางเมตร/ปี) ภายในปี พ.ศ. 2561 เป็นต้นไป และลดปริมาณการใช้พลังงานภายในตึกลง 40% ในปี พ.ศ. 2583 - ด้านผังเมือง: เริ่มปรับใช้แผนการในการจัดสรรพื้นที่เพื่อส่งเสริมความยั่งยืนของตัวเมือง (ปรับปรุงแผนปี พ.ศ. 2559) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน และปรับใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อสร้างรูปแบบธุรกิจสำหรับการจัดการพลังงานภายในปี พ.ศ. 2561 เป็นต้นไป - ด้านขยะ: ไม่ให้มีการใช้ห่อพลาสติกในร้านค้าต่าง ๆ ต่อจำนวน 100,000 ที่พักอาศัย ในปีพ.ศ. 2573 ให้มีแหล่งฝังกลบขยะ และจัดตั้งศูนย์รีไซเคิล 20 แห่ง - ด้านอาหาร: เพิ่มเกษตรอินทรีย์ 67% ของพื้นที่ และเพิ่มพื้นที่การอนุรักษ์ความยั่งยืนของแหล่งกักเก็บน้ำอีก 60% ภายในปีพ.ศ. 2563 รวมถึงการเพิ่มปริมาณอาหารท้องถิ่นที่มีคุณภาพดีอีก 50% และ 75% ให้กับทรัพยากรอาหารทั้งหมดในเมืองปารีสภายในปี พ.ศ. 2573 และ พ.ศ. 2593 ตามลำดับ

กระบวนการ	บาร์เซโลนา	ปารีส
การตรวจวัด รายงาน และ ทวนสอบ	แผนงานทั้ง 5 ด้านของบาเซโลนาสามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มมาตรการย่อยทั้งสิ้น 18 มาตรการ โดยมาตรการเหล่านี้ได้นำมากำหนดเป้าหมาย กลุ่มผู้มีส่วนได้เสียหลัก และดัชนีชี้วัดความสำเร็จของโครงการในพื้นที่ดำเนินการ ซึ่งเมืองบาเซโลนาได้มอบหมายให้สภาความยั่งยืนประชากรราษฎร์ (Citizen Sustainability Council) เป็นหน่วยงานหลักในการผลักดันการดำเนินงานและได้จัดตั้งคณะกรรมการตรวจวัดโครงการให้ดำเนินงานเป็นไปได้อย่างถูกต้อง โดยรายงานการตรวจวัดโครงการจะถูกจัดทำทุก ๆ 2 ปี ซึ่งจะแสดงถึงระดับความก้าวหน้าและความสอดคล้องกับแผนและเป้าหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดสามารถเข้าถึงได้จากเว็บไซต์ของโครงการ	ปารีสได้จัดตั้งคณะทำงาน C40 เพื่อช่วยให้สามารถดำเนินการตามวิธีการสากล และช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ ให้มีความแข็งแกร่ง โดยร่วมกันทำงานในด้านการตรวจวัด ทวนสอบผลการดำเนินงานและวิธีการตรวจวัด
แหล่งที่มา	แผนสภาพภูมิอากาศ บาเซโลนา ปี พ.ศ. 2561 - 2573	● แผนการปฏิบัติการด้านสภาพภูมิอากาศของเมืองปารีส ● https://c40-production-images.s3.amazonaws.com/press_releases/images/209_Paris_CAP_Eng_press_release_.original.pdf?1521751367 ● https://international.stockholm.se/globalassets/ovriga-bilder-och-filer/cities-leading-the-way-seven-climate-action-plans-to-deliver-on-the-paris-agreement.pdf ● Methodological guidelines: Accounting principles and objectives, Bilan Carbone (2017)

3 การทบทวนนโยบายการลดก๊าซเรือนกระจก

การจัดเตรียมยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำสำหรับเทศบาลนครขอนแก่น เริ่มจากการทบทวนนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครขอนแก่น โดยพิจารณาวิสัยทัศน์และจุดมุ่งหมายของเทศบาลเพื่อนำมากำหนดมาตรการการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก นอกจากนี้การทบทวนนโยบายระดับนานาชาติและระดับประเทศ เป็นส่วนสำคัญในการพิจารณาปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาวของเทศบาลให้สอดคล้องกับการพัฒนาประเทศ ทั้งนี้ รายละเอียดการทบทวนนโยบายนโยบายการลดก๊าซเรือนกระจก มีดังนี้

3.1 นโยบายการลดก๊าซเรือนกระจกระดับนานาชาติ

3.1.1 เส้นทางจากกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) สู่ความตกลงปารีส (Paris Agreement)



รูปที่ 3.1 สัญลักษณ์และภาพการประชุมรัฐภาคีกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสมัยที่ 21

ด้วยสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วของสภาพภูมิอากาศโลก การจัดประชุม COP 21 (รูปที่ 3.1) ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สมัยที่ 21 ณ กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส ได้มีการเจรจาว่าด้วยเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จนได้ข้อสรุปเป็นความตกลงปารีส (Paris Agreement) ซึ่งมีความสำคัญโดยย่อ ดังนี้

1. ประเทศต่าง ๆ ต้องตั้งเป้าหมายร่วมกันในการรักษาอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกไม่ให้สูงเกินกว่า 2 องศาเซลเซียส (2DS)¹ จนถึงปี พ.ศ. 2593 โดยมีเป้าหมายสูงสุดให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นไม่เกิน 1.5 องศาเซลเซียส

¹ กรณีศึกษาการควบคุมอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกให้เพิ่มขึ้นต่ำกว่า 2 องศาเซลเซียส ตามความตกลงปารีส พ.ศ. 2558

2. ความตกลงปารีส ครอบคลุมการดำเนินการในประเด็นต่าง ๆ อาทิ การลดก๊าซเรือนกระจก การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเพิ่มความสามารถในการฟื้นฟูจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความโปร่งใสของการดำเนินการ และการสนับสนุนในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (การสนับสนุนทางการเงิน) โดยต้องจัดทำแผนดำเนินการที่เรียกว่า แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ (Nationally Determined Contributions: NDCs) ทุก ๆ 5 ปี โดยประเทศไทยได้เข้าร่วมการประชุมสมัชชาสหประชาชาติสมัยสามัญ ครั้งที่ 71 ที่ นครนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา และได้ให้สัตยาบันเข้าเป็นภาคีความตกลงปารีสกับเลขาธิการสหประชาชาติ (นายบัน คีมูน) ณ สำนักงานใหญ่สหประชาชาติ

3.1.2 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs)

เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนเป็นกรอบทิศทางการพัฒนาของโลกโดยถูกกำหนดจากการประชุมสมัชชาสหประชาชาติสมัยสามัญ ครั้งที่ 70 (The 70th session of the United Nations General Assembly) เมื่อวันที่ 25 กันยายน 2558 ณ สำนักงานใหญ่สหประชาชาติ นครนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืนในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมภายในระยะเวลา 15 ปีข้างหน้า จุดประสงค์ของการพัฒนาที่ยั่งยืนเพื่อให้ทุกภาคส่วนร่วมกันสร้างสังคมที่เป็นสุข ลดความเหลื่อมล้ำทางสังคม จัดปัญหาความยากจน ส่งเสริมการเป็นเศรษฐกิจสีเขียว เน้นการผลิตและบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน มีทั้งสิ้น 17 เป้าหมายดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs)

ส่วนปัจจัยความสำเร็จของการพัฒนาที่ยั่งยืนมี 5 องค์ประกอบ (รูปที่ 3.3) ดังนี้

- **ประชาชน:** จัดปัญหาความยากจนและความหิวโหย ลดความเหลื่อมล้ำในสังคม
- **ความมั่งคั่ง:** ส่งเสริมให้ประชาชนมีความเป็นอยู่ที่ดีสอดคล้องกับธรรมชาติ
- **โลก:** ปกป้องดูแลโลก รักษาทรัพยากรธรรมชาติ และสภาพภูมิอากาศเพื่อคนรุ่นหลัง
- **สันติภาพ:** การอยู่ร่วมกันอย่างสันติ
- **หุ้นส่วนความร่วมมือ:** ร่วมมือและดำเนินการตามวาระ การพัฒนาที่ยั่งยืนในระดับโลก



รูปที่ 3.3 ปัจจัยความสำเร็จของการพัฒนาที่ยั่งยืน

จากการวิเคราะห์กิจกรรมต่าง ๆ ภายใต้การจัดทำยุทธศาสตร์เมืองคาร์บอนต่ำ พบว่ามีหลายกิจกรรมที่สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน ดังนี้



เป้าหมายที่ 3 การมีสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี: การดำเนินโครงการเมืองคาร์บอนต่ำมีส่วนช่วยให้คุณภาพชีวิตของประชาชนในพื้นที่ดีขึ้นผ่านการปฏิบัติตามมาตรการต่าง ๆ เช่น การพัฒนาระบบการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน การปรับปรุงระบบขนส่งมวลชน การเพิ่มพื้นที่สีเขียว เป็นต้น



เป้าหมายที่ 7 พลังงานสะอาดที่ทุกคนเข้าถึงได้: มาตรการคาร์บอนต่ำที่กำหนดขึ้นในโครงการสามารถช่วยสนับสนุนการใช้พลังงานทดแทน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ การผลิตพลังงานจากเชื้อเพลิงขยะ การสนับสนุนการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพหรือไบโอดีเซล เป็นต้น



เป้าหมายที่ 8 การจ้างงานที่มีคุณค่าและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ: การดำเนินโครงการเมืองคาร์บอนต่ำมีส่วนช่วยสนับสนุนให้เกิดการลงทุนและจ้างงานเพิ่มขึ้น ผ่านโครงการต่าง ๆ ในพื้นที่เขตเทศบาลฯ



เป้าหมายที่ 9 อุตสาหกรรม นวัตกรรม โครงสร้างพื้นฐาน และเป้าหมายที่ 11 เมืองและถิ่นฐานมนุษย์อย่างยั่งยืน: จุดประสงค์หลักของการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำสู่การจัดการเมืองอย่างยั่งยืนถือเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของเทศบาลฯ โดยการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ในกิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจก รวมถึงการมีส่วนร่วมกับภาคอุตสาหกรรม



เป้าหมายที่ 12 แผนการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน: มาตรการคาร์บอนต่ำที่กำหนดขึ้นมีส่วนสนับสนุนให้เกิดความตระหนักถึงคุณค่าของการบริโภคอย่างยั่งยืน เช่น การนำขยะอินทรีย์เหลือทิ้งมาแปรรูปเป็นปุ๋ยชีวภาพและสารปรับปรุงดิน การคัดแยกขยะผ่านหลัก 3Rs การสนับสนุนการใช้จักรยานและการเดินเท้าแทนการใช้ยานพาหนะ เป็นต้น



เป้าหมายที่ 13 การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ: การดำเนินโครงการสอดคล้องกับเป้าหมายนี้ เนื่องจากจุดประสงค์หลักของโครงการ คือการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและนำไปสู่การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำสู่การจัดการเมืองอย่างยั่งยืน



เป้าหมายที่ 17 ความร่วมมือเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน: การดำเนินโครงการช่วยให้เกิดการร่วมมือกันจากหลายภาคส่วน ทั้งภาครัฐและเอกชน รวมถึงภาคประชาชนในการผลักดันโครงการให้เกิดผลสำเร็จ

3.2 นโยบายการลดก๊าซเรือนกระจกระดับชาติ

3.2.1 แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย (NDCs)

แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย (NDCs) ปีพ.ศ. 2564 - 2573 ประเทศไทยมีเป้าหมายที่จะลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอัตราส่วนร้อยละ 20 หรือประมาณ 111 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าภายในปี พ.ศ. 2573 โดยใช้การคาดการณ์ด้วยข้อมูลตามกรณีฐานในปัจจุบัน ซึ่งอัตราการลดลงของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอาจมากถึงร้อยละ 25 ขึ้นอยู่กับความความทันสมัยและเพียงพอในการเข้าถึงเทคโนโลยี ทรัพยากรทางการเงิน และความสามารถในการสนับสนุนการก่อสร้างจากการประมาณการโดยใช้ข้อมูลในปัจจุบัน โดยมีการจัดประชุมคณะทำงานจัดทำแผนการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ 5 ครั้ง และได้ข้อสรุปว่า สาขาพลังงานและขนส่ง สาขากระบวนการทางอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ และสาขาการจัดการของเสีย เป็นสาขาที่แผนหลักของหน่วยงานมีความพร้อม และมีศักยภาพในการดำเนินงานที่สามารถสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก ณ ปีพ.ศ. 2573 รวมทั้งสิ้นประมาณ 115.6 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยมีปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่าเป้าหมายที่คาดการณ์ไว้ภายในปี พ.ศ. 2573 ซึ่งสามารถสรุปศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกรายสาขาได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในปี พ.ศ.2573 (จำแนกรายสาขา)

สาขา	ศักยภาพ* (Mt-CO ₂ eq)	กลุ่มเป้าหมาย
การผลิตไฟฟ้า	24	ผู้ผลิตไฟฟ้า
การใช้พลังงานในครัวเรือน	4	ครัวเรือน
การใช้พลังงานในอาคารเชิงพาณิชย์ (รวมอาคารรัฐ)	1	สถานประกอบการ/อาคารรัฐ
การใช้พลังงานในอุตสาหกรรม	43	ผู้ประกอบการเอกชน
การคมนาคมขนส่ง	41	ผู้ผลิต/ผู้โดยสาร/ระบบขนส่งทางบก น้ำและอากาศ/ ประชาชน/ผู้ผลิต และผู้ใช้รถยนต์
การจัดการของเสีย	1.3	บ้านเรือน/ชุมชน
การจัดการน้ำเสีย	0.7	บ้านเรือน/ชุมชน/อุตสาหกรรม
กระบวนการทางอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์	0.6	อุตสาหกรรมซีเมนต์และวัสดุก่อสร้าง ผู้ผลิตและผู้โดยสาร ทำควายีน
รวม	115.6	

*หมายเหตุ: ศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกจากการปฏิบัติตามมาตรการฯ

ที่มา: แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย พ.ศ. 2564-2573

3.2.2 ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580)

ตามกรอบยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580) ซึ่งมุ่งหวังที่จะบรรลุจุดมุ่งหมายด้านความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืนจากผู้มีส่วนได้เสียทุกภาคส่วน ได้แก่ ภาครัฐ (รวมรัฐวิสาหกิจ) ภาคเอกชน และหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยผลักดันให้ขับเคลื่อนออกจากข้อจำกัดต่าง ๆ ที่นำไปสู่การบรรลุวัตถุประสงค์แห่งชาติ เพื่อให้ประเทศพัฒนาและยกระดับศักยภาพให้แข่งขันกับประเทศอื่น ๆ ได้ ทั้งนี้ การบรรลุจุดมุ่งหมายของเมืองคาร์บอนต่ำ ถือเป็นหนึ่งในองค์ประกอบตามกรอบยุทธศาสตร์ชาติ ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ภายใต้หัวข้อ 4.3 สร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมที่เป็นมิตรต่อสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเน้นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและสร้างสังคมคาร์บอนต่ำ ลดผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการสนับสนุนการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานที่เป็นมิตรต่อสภาพภูมิอากาศ

3.2.3 แผนแม่บทแห่งชาติด้านการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ช่วงปี พ.ศ. 2558 – 2593

แผนแม่บทแห่งชาติด้านการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ช่วงปี พ.ศ. 2558 – 2593 มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในการพัฒนาประเทศ ลดอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศ และสร้างกลไกให้เกิดการเติบโตทางเศรษฐกิจคาร์บอนต่ำ ทั้งระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก ด้านการสร้างขีดความสามารถและขับเคลื่อนการดำเนินงาน ซึ่งในแต่ละระยะจะเน้นแผนแนวทางที่สามารถนำมาจัดการและประยุกต์ใช้ได้ในแต่ละด้าน อาทิ

แผนแม่บทฯ ระยะสั้น (ปีเป้าหมาย พ.ศ. 2559):

- จัดทำเป้าหมายและแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศในระยะกลางและระยะยาว
- จัดทำยุทธศาสตร์ที่เหมาะสมโดยใช้มาตรการผสมผสานทั้งเชิงเศรษฐศาสตร์และกฎหมาย ในการสร้างแรงจูงใจให้เกิดการพัฒนาโดยมีการปล่อยคาร์บอนต่ำ
- จัดทำกรณีฐานของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาพรวมของประเทศ
- จัดทำยุทธศาสตร์ หรือแผนปฏิบัติการระดับประเทศในการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมถึงการศึกษาวิจัยและพัฒนาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

แผนแม่บทฯ ระยะกลาง (ปีเป้าหมาย พ.ศ. 2564):

- เพิ่มพื้นที่ป่าไม้เป็นร้อยละ 40 ของพื้นที่ประเทศ
- ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงานและการขนส่ง (ร้อยละ 7 - 20)
- เพิ่มสัดส่วนพลังงานหมุนเวียนอย่างน้อยร้อยละ 25
- เพิ่มสัดส่วนพื้นที่สีเขียวในชุมชนเมืองไม่น้อยกว่า 10 ตารางเมตรต่อจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น
- นำเทคโนโลยีโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (smart grid) มาประยุกต์ใช้ในระดับประเทศ

แผนแม่บทฯ ระยะยาว (ปีเป้าหมาย พ.ศ. 2573):

- ค่าความเข้มของการใช้พลังงาน (energy intensity) ลดลงอย่างน้อยร้อยละ 25 เมื่อเทียบกับกรณีเติบโตปกติ (Business as Usual: BAU) ในปีเป้าหมาย พ.ศ. 2573
- สัดส่วนการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะเพิ่มขึ้น
- สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการคมนาคมทางบกลดลง
- สัดส่วนการลงทุนในภาคอุตสาหกรรมที่ปล่อยคาร์บอนต่ำและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น
- จำนวนพื้นที่กำจัดมูลฝอยแบบเทกอง (open dumping) ลดลง
- สัดส่วนการเผาในพื้นที่เกษตรลดลง
- สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมลดลง
- สัดส่วนของหน่วยงานในส่วนกลาง ส่วนภูมิภาค และส่วนท้องถิ่นที่มีแผนพัฒนาบุคลากรเพื่อรองรับแนวทางการพัฒนาแบบปล่อยคาร์บอนต่ำและการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้น

3.2.4 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564)

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการลดก๊าซเรือนกระจกและขีด ความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งมีแนวทางการจัดการเพื่อลดผลกระทบ จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะสาขาการผลิตไฟฟ้า การใช้พลังงานในภาคขนส่ง ภาคอุตสาหกรรม ภาคครัวเรือนและอาคารโดยลดการผลิตและใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ส่งเสริมการใช้ พลังงานทดแทน การอนุรักษ์พลังงานการผลิตพลังงานทดแทนจากของเสีย สนับสนุนระบบการคมนาคมขนส่ง ที่ยั่งยืน และสนับสนุนให้ภาคเอกชนลงทุนเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ ยังสนับสนุนการ สร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบและความเสี่ยงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เสริมสร้างศักยภาพ บุคลากร และหน่วยงานในระดับต่าง ๆ ทั้งส่วนกลาง ส่วนท้องถิ่น รวมทั้งชุมชน ให้มีความรู้ และความสามารถ ในการรับมือกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการถ่ายทอดเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำและเป็นมิตร ต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงพัฒนาหลักสูตรสิ่งแวดล้อมตั้งแต่ระดับปฐมวัยควบคู่กับหลักสูตรเศรษฐกิจพอเพียง โดยบรรจุไว้ในระบบการศึกษาภาคบังคับ

3.2.5 นโยบายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการลดก๊าซเรือนกระจกระดับชาติ

แผนพัฒนาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครขอนแก่น อาทิ

- แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย ช่วงปี พ.ศ. 2561 – 2580
- แผนแม่บทการพัฒนาระบบโครงข่าย SMART GRID ของประเทศไทย ช่วงปี พ.ศ. 2558 – 2579
- แผนอนุรักษ์พลังงาน ช่วงปี พ.ศ. 2558 – 2579
- แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก ช่วงปี พ.ศ. 2558 – 2579
- แผนระบบการขนส่งที่ยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม ช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2579
- แผนแม่บทแห่งชาติด้านการพัฒนาการอุตสาหกรรม ช่วงปี พ.ศ. 2555 – 2574

3.3 นโยบายการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเทศบาล

3.3.1 แผนพัฒนาเทศบาลนครขอนแก่น

ยุทธศาสตร์แผนพัฒนาเทศบาลนครขอนแก่นภายใต้ “แผนพัฒนาท้องถิ่น พ.ศ. 2561 - 2565 เทศบาลนครขอนแก่น” โดยหนึ่งในแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาดังกล่าวคือ “พัฒนาและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในระดับมาตรฐานสากล เป็นนครสีเขียวและมลภาวะต่ำ (Low Carbon City)” ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาที่ยั่งยืนของเทศบาลนครขอนแก่น ซึ่งประกอบด้วย

1) สถานะของเทศบาลนครขอนแก่นในการเป็น “เมืองอัจฉริยะ” หรือ “Smart City” คือการมุ่งหวังให้ประชาชนผู้อยู่อาศัยในพื้นที่ทุกคนมีส่วนร่วมในการพัฒนาเมือง

2) การเป็นเมืองคาร์บอนต่ำของเทศบาลนครขอนแก่นที่สามารถเชื่อมโยงกับแผนยุทธศาสตร์แห่งชาติฉบับที่ 5 โดยตรง กล่าวด้วยเรื่อง “การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม” เพื่อบรรลุเป้าหมายในการพัฒนาไปสู่การเป็นเมืองคาร์บอนต่ำและเชื่อมโยงกับดัชนีชี้วัดความสำเร็จ (KPI) เทศบาลนครขอนแก่นต้องลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ 201,356 tCO₂eq เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2555 (ปีฐาน)

ตารางที่ 3.2 โครงการที่เกี่ยวข้องกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครขอนแก่น

ตัวชี้วัด (KPI)	เป้าหมาย (ปี พ.ศ.)			
	2560	2561	2562	2563
ร้อยละของปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเภทที่ 1 (ทางตรง) 299,928.08 tCO ₂ eq ภายใน 4 ปี (เมื่อเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรปี พ.ศ. 2555)	ลดลงร้อยละ 9	ลดลงร้อยละ 11	ลดลงร้อยละ 13	ลดลงร้อยละ 15
ร้อยละของปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าในสำนักงานในประเภทที่ 2 (ทางอ้อม) 45.36 tCO ₂ eq (เมื่อเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรปี พ.ศ. 2555)	ลดลงร้อยละ 3	ลดลงร้อยละ 3	ลดลงร้อยละ 3	ลดลงร้อยละ 3
ร้อยละของการอนุรักษ์ต้นไม้ใหญ่ในเขตเทศบาลนครขอนแก่นให้คงอยู่	มากกว่าร้อยละ 95	มากกว่าร้อยละ 95	มากกว่าร้อยละ 95	มากกว่าร้อยละ 95
จำนวนครัวเรือนที่เข้าร่วมโครงการครอบครัวพอเพียงสู่ครอบครัวคาร์บอนต่ำ	50 ครัวเรือน	100 ครัวเรือน	150 ครัวเรือน	200 ครัวเรือน
ร้อยละของงบประมาณการจัดซื้อวัสดุสำนักงานที่เป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	ร้อยละ 15	ร้อยละ 20	ร้อยละ 25	ร้อยละ 30
ร้อยละของการลดปริมาณการใช้น้ำประปา	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 11	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 12	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 13
จำนวนตลาดปลอดโฟม 100%	2 ตลาด	4 ตลาด	6 ตลาด	6 ตลาด
ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่สนใจด้านสิ่งแวดล้อมของโรงเรียนสังกัดเทศบาลนครขอนแก่น	ร้อยละ 65	ร้อยละ 70	ร้อยละ 75	ร้อยละ 80
ร้อยละของนักเรียนในสังกัดเทศบาลมีความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์รายระดับชั้น	ร้อยละ 70	ร้อยละ 80	ร้อยละ 90	ร้อยละ 100
ร้อยละของโรงเรียนในสังกัดเทศบาลนครขอนแก่นมีกลุ่ม/ชมรม/ชุมชนสิ่งแวดล้อม	ร้อยละ 70	ร้อยละ 80	ร้อยละ 90	ร้อยละ 100
ร้อยละของโรงเรียนในสังกัดเทศบาลนครขอนแก่นที่จัดกิจกรรมที่ให้ความรู้ และสร้างความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมอย่างน้อย 5 กิจกรรม	ร้อยละ 70	ร้อยละ 80	ร้อยละ 90	ร้อยละ 100
จำนวนโรงเรียนในสังกัดเทศบาลนครขอนแก่นที่ได้รับรางวัลด้านสิ่งแวดล้อมในระดับประเทศ	-	-	1	1
จำนวนชุมชนที่มีการใช้จักรยานในชีวิตประจำวันร้อยละ 25 ของครัวเรือน	5 ชุมชน	10 ชุมชน	15 ชุมชน	20 ชุมชน

3.3.2 การวิเคราะห์นโยบายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครขอนแก่น

จากนโยบายการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครขอนแก่น สามารถนำมาวิเคราะห์หาความเชื่อมโยงและสอดคล้องกับนโยบายระดับประเทศหรือระดับนานาชาติ เพื่อนำมาใช้พัฒนาแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ โดยเมื่อเปรียบเทียบนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมที่ถูกบรรจุในแผนยุทธศาสตร์พัฒนาเทศบาลนครขอนแก่น พ.ศ. 2560 – 2563 มีความสอดคล้องกับนโยบายระดับประเทศในด้านการจัดการปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (ด้านการคมนาคม การเกษตร และการอุตสาหกรรม) และทางอ้อม (การลดการใช้ไฟฟ้าและใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ) รวมถึงนโยบายการพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยการลดการใช้วัสดุที่ย่อยสลายยาก เช่น พลาสติกและโฟม การใช้วัสดุสำนักงานต่าง ๆ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในภาครัฐกิจและอุตสาหกรรม และการอนุรักษ์ธรรมชาติให้ต้นไม้ใหญ่คงอยู่ นอกจากนี้ ยังมีความสอดคล้องกับนโยบายระดับนานาชาติที่มีเป้าหมายในการจำกัดการเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นไม่เกิน 2 องศาเซลเซียสภายในปี พ.ศ. 2593 (2°C Scenario) ซึ่งเมืองชั้นนำด้านการจัดการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ยึดเป้าหมายระดับนานาชาติเป็นสำคัญ เพื่อนำมาจัดทำมาตรการและนโยบายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังเช่นเมืองชั้นนำที่ยกตัวอย่างมาข้างต้น คือ เมืองบาร์เซโลนา และเมืองปารีส ที่มีความคล้ายคลึงด้านนโยบายกับเทศบาลนครขอนแก่นในด้านการจัดการการใช้พลังงาน การอนุรักษ์ผืนป่า การใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในครัวเรือน

นโยบายที่เกี่ยวข้องกับการลดก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครขอนแก่นส่วนใหญ่เป็นนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วมของประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เทศบาลนครขอนแก่น โดยมีการกำหนดเป้าหมาย KPI สำหรับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการร่วมมือพัฒนาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลฯ อย่างไรก็ตาม ยังเป็นความท้าทายในการดำเนินการตรวจวัด เพื่อให้ทราบถึงความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผน

4 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยและการลดก๊าซเรือนกระจกของเทศบาล

ในบทนี้เป็นการนำเสนอแนวทางในการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต (พ.ศ. 2562 – 2573) ประกอบด้วยหลักการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต และผลการคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลในแบบจำลองต่าง ๆ จำนวน 6 กรณี ดังนี้

1. กรณีการเติบโตปกติ (Business as Usual: BAU)
2. กรณีการคาดการณ์ที่สอดคล้องกับแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ (Nationally Determined Contribution: NDCs)
3. กรณีการเติบโตอย่างชาญฉลาด (Smart Growth)
4. กรณีการคาดการณ์ภายใต้แบบจำลองที่ 2°C (2°C Scenario)
5. กรณีการคาดการณ์ภายใต้แบบจำลองที่ 1.5°C (1.5°C Scenario)
6. กรณีการคาดการณ์ภายใต้เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ (Zero Emissions) ภายในปี พ.ศ.2593 (ค.ศ. 2050)

4.1 หลักการการคาดการณ์

4.1.1 หลักการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีปกติ (Business as Usual: BAU) และการคาดการณ์ที่สอดคล้องกับแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ (Nationally Determined Contribution: NDCs)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีปกติ หรือ กรณีฐาน (Business as Usual: BAU) หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีที่ไม่มีมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกใด ๆ ทั้งนี้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในกรณีปกติจะถูกนำไปใช้作为กรณีอ้างอิงในการวิเคราะห์การลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินการตามมาตรการในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งหลังจากได้ประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐานหรือในปัจจุบันแล้ว การคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตสามารถคำนวณหรือประเมินอัตราการเปลี่ยนแปลงข้อมูลกิจกรรมนั้น ๆ รายการกิจกรรม โดยอาจอ้างอิงจากแนวโน้มหรือสถิติที่เป็นไปได้ของข้อมูลกิจกรรม ต่อจากนั้น จึงนำผลที่ได้ไปคำนวณคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตในช่วงเวลาที่ต้องการ

การคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละกิจกรรมหรือแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้น พิจารณาจากอัตราการเติบโตของข้อมูลกิจกรรม ซึ่งข้อมูลกิจกรรมในอนาคตนั้นสามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

ข้อมูลกิจกรรมในอนาคตปีที่ (n) = ข้อมูลกิจกรรมปีที่ (n-1) x อัตราการเติบโตของกิจกรรมต่อปี*

$$\text{อัตราการเติบโตของกิจกรรมต่อปี (ร้อยละ)} = \left[\left(\frac{\text{ข้อมูลของกิจกรรมในปีสุดท้าย}}{\text{ข้อมูลของกิจกรรมในปีแรก}} \right)^{\frac{1}{\text{จำนวนปี}-1}} - 1 \right] \times 100$$

การคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีปกติจะตั้งสมมติฐานเสมือนว่าเทศบาลยังคงมีการดำเนินกิจกรรมเหมือนกับในปัจจุบันไม่มีการเปลี่ยนแปลงเว้นแต่จะมีข้อบ่งชี้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือกระบวนการที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกเพิ่มเติมเมื่อสามารถคาดการณ์ข้อมูลกิจกรรมได้แล้ว การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถคำนวณได้จากสมการ

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปีที่ (n) = ข้อมูลกิจกรรมปีที่ (n) x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

วิธีการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรายงานฉบับนี้ได้อ้างอิงค่าสมมติฐานอัตราการเติบโตของข้อมูลกิจกรรมในแต่ละภาคส่วนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและจากการสำรวจข้อมูลด้วยแบบสอบถาม

หลังจากสามารถระบุปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีฐานได้แล้ว ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีที่สอดคล้องกับแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ (Nationally Determined Contribution: NDCs) ซึ่งเป็นการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน โดยมีเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ร้อยละ 20 จากกรณีฐาน ภายในปี พ.ศ. 2573 โดยนำมาเฉลี่ยอัตราการเติบโตของกรณี NDCs ภายในระยะเวลา 12 ปี (พ.ศ. 2562 - พ.ศ. 2573) จากสมการ

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปีที่ (n) =

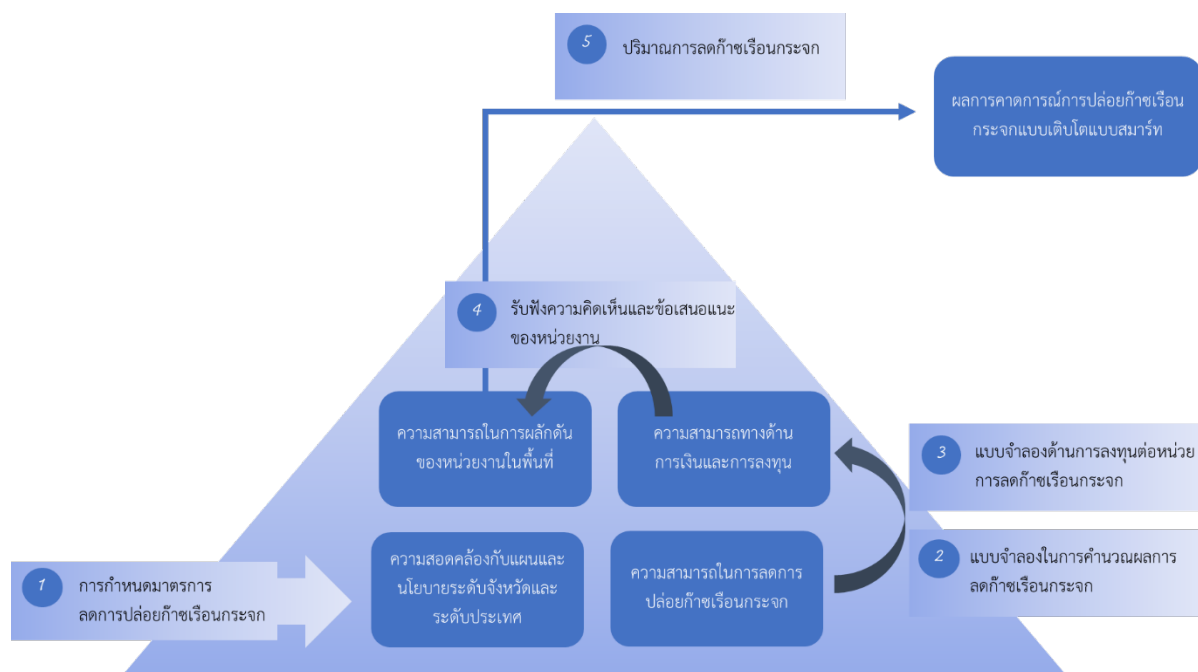
$$\text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีฐานปีที่ (n)} - \left[\left(\frac{\text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีฐานปีที่ (n) x 0.2}}{12 \text{ ปี}} \right) \times \text{จำนวนปีจากปี พ.ศ. 2562} \right]$$

4.1.2 หลักการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการเติบโตอย่างชาญฉลาด (Smart Growth)

หลักการในการคาดการณ์การเติบโตอย่างชาญฉลาด (Smart Growth) ใช้หลักการประมาณการแบบล่างสู่บน (bottom-up approach) โดยเริ่มจากการกำหนดมาตรการที่มีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคส่วนต่าง ๆ และนำมาตรการดังกล่าวมาพิจารณาตามหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้ประกอบด้วย

1. ความสอดคล้องด้านนโยบายระดับจังหวัดและระดับประเทศ
2. ความสามารถในการลดก๊าซเรือนกระจกในแต่ละมาตรการ
3. ต้นทุนต่อหน่วยการลดก๊าซเรือนกระจก
4. ความสามารถในการผลักดันของหน่วยงานในพื้นที่

จากผลการลำดับความสำคัญและความเป็นไปได้ตามเกณฑ์สามารถคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้แบบจำลองการเติบโตอย่างชาญฉลาดได้ รายละเอียดแสดงในรูปที่ 4.1 และบทที่ 5



รูปที่ 4.1 หลักการประมาณการแบบล่างสู่บน (bottom-up approach) ในการสร้างแบบจำลองและคาดการณ์กรณีการเติบโตอย่างชาญฉลาด (Smart Growth)

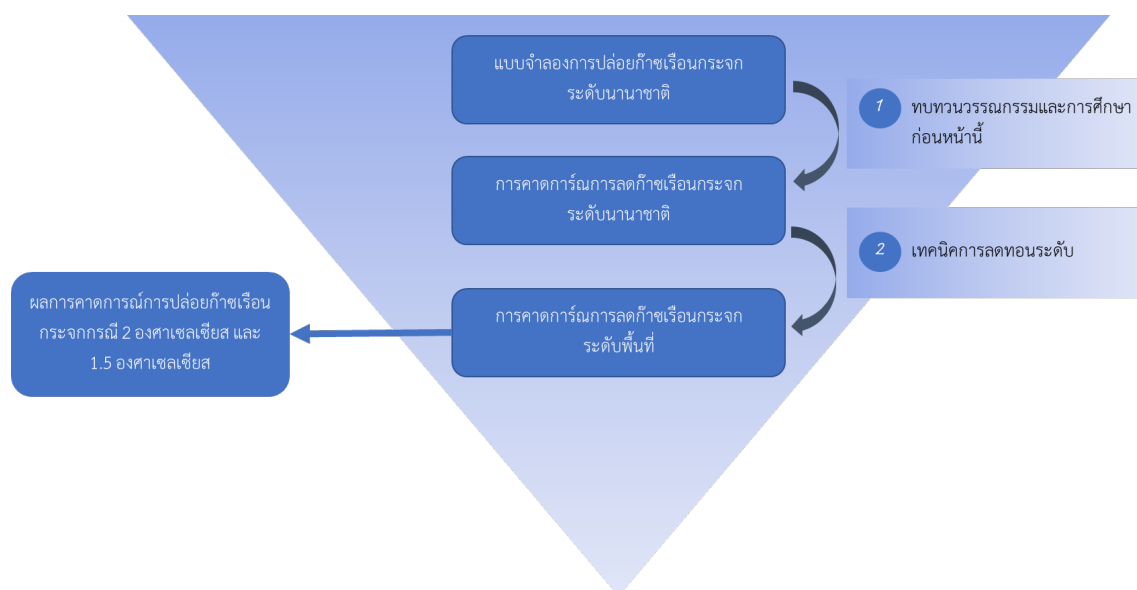
4.1.3 หลักการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการเติบโตภายใต้แบบจำลอง 2 องศาเซลเซียส (2°C Scenario) และ 1.5 องศาเซลเซียส (1.5°C Scenario) และกรณีการคาดการณ์ภายใต้เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ (Zero Emission)

หลักการในการคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้แบบจำลอง 2 องศาเซลเซียส และ 1.5 องศาเซลเซียสใช้หลักการประมาณการแบบบนลงล่าง (top-down approach) โดยการเริ่มจากการศึกษาแบบจำลองและการคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับนานาชาติ และใช้เทคนิคลดทอนระดับ (Downscaling technique) เพื่อให้เหมาะสมกับระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาล จากนั้นจึงคำนวณและคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้แบบจำลอง 2 องศาเซลเซียส และแบบจำลอง 1.5 องศาเซลเซียสในระดับเทศบาลตามลำดับ โดยผลการศึกษาลดก๊าซเรือนกระจกจากแบบจำลองแสดงดังตารางที่ 4.1 และรายละเอียดเกี่ยวกับหลักการคาดการณ์แสดงในรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาลดก๊าซเรือนกระจกจากแบบจำลอง 2 องศาเซลเซียส, 1.5 องศาเซลเซียส และแบบจำลองการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์

ปี พ.ศ.	หน่วย	2563	2573	2583	2593
แบบจำลอง 2°C	tCO ₂ eq/capita	3.6	3.0	2.2	1.5
แบบจำลอง 1.5°C	tCO ₂ eq/capita	3.6	2.5	1.4	0.7
แบบจำลองการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์	tCO ₂ eq/capita	3.2	1.8	0.7	0

ที่มา: รายงานพิเศษว่าด้วยภาวะโลกร้อน 1.5 องศาเซลเซียส คณะกรรมาธิการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

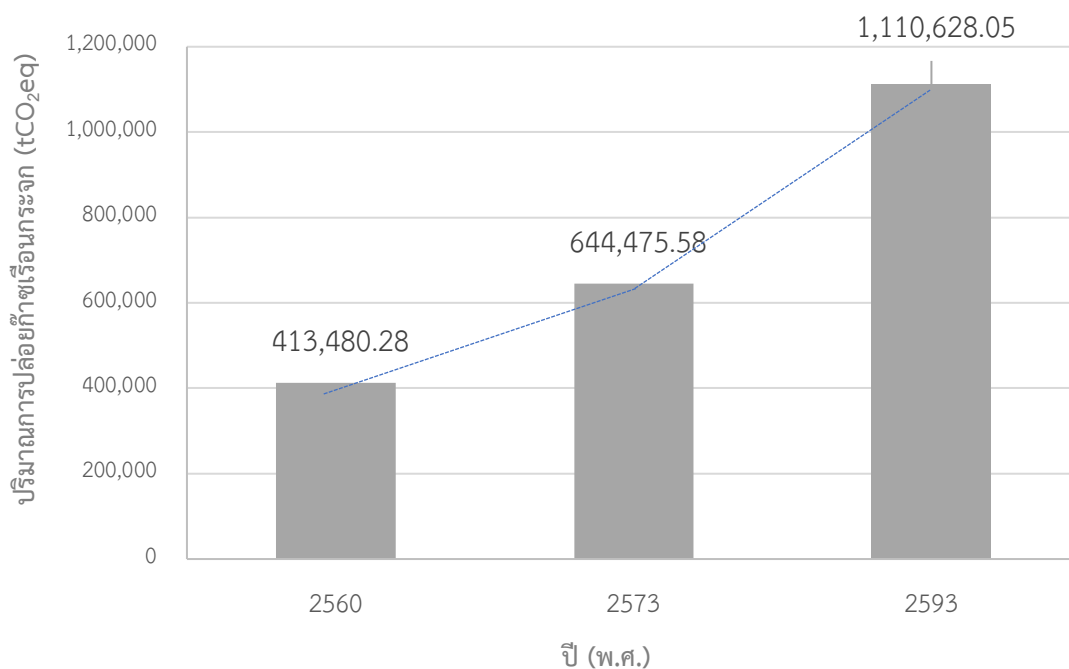


รูปที่ 4.2 หลักการประมาณการแบบบนลงล่าง (top-down approach) ในการคาดการณ์
การลดก๊าซเรือนกระจกภายใต้แบบจำลอง 2 องศาเซลเซียส , 1.5 องศาเซลเซียส
และแบบจำลองการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์

4.2 ผลการคาดการณ์

4.2.1 ผลการคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีปกติ (Business as Usual: BAU)

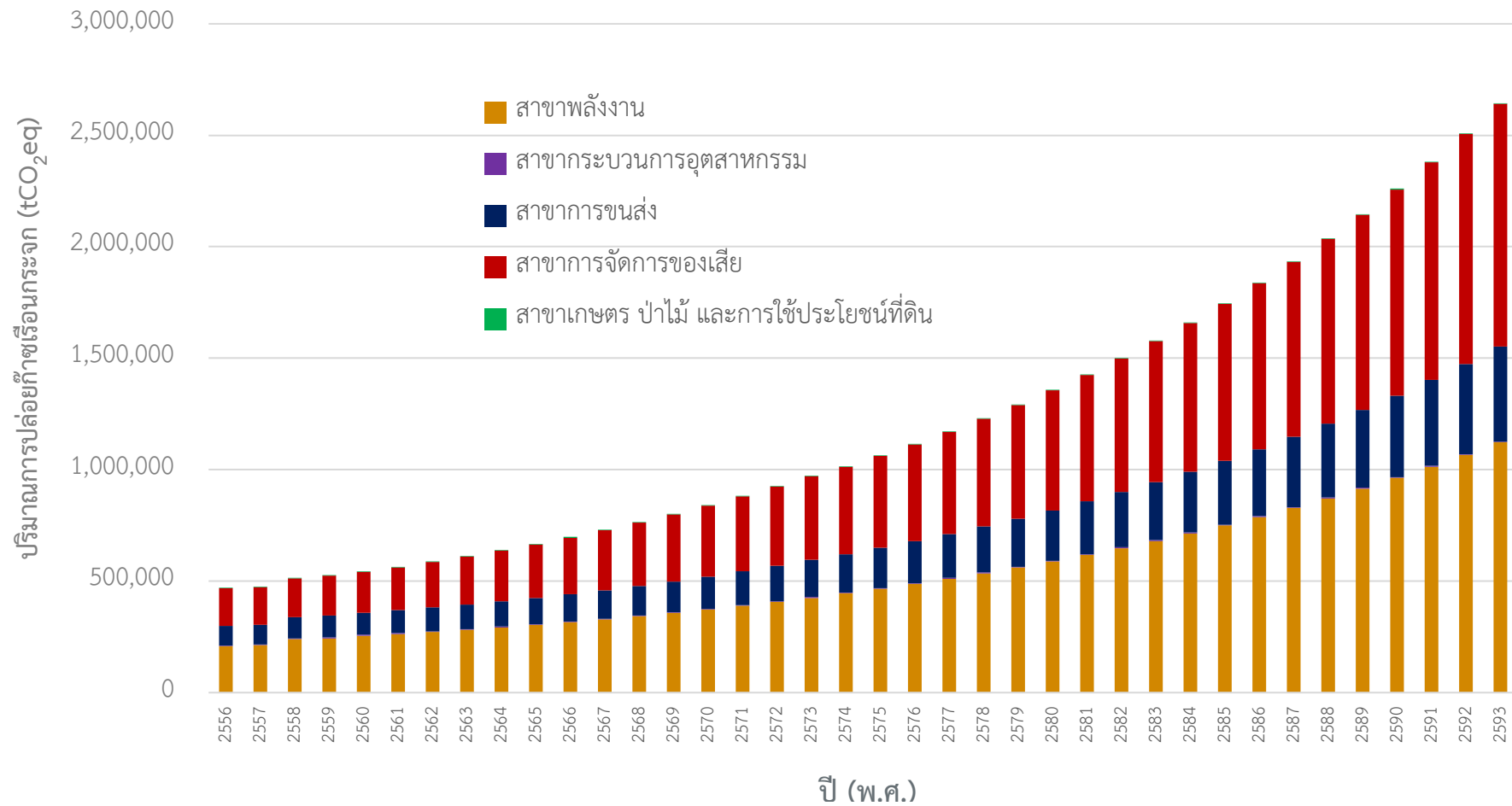
การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะพิจารณากิจกรรมพื้นฐานของเทศบาลที่สามารถควบคุมได้ ซึ่งผลการคาดการณ์พบว่า ในปี พ.ศ. 2573 จะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณ 644,475 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และคาดว่าจะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครขอนแก่นจะสูงถึง 1.1 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี พ.ศ. 2593 ในกรณีปกติ โดยเมื่อเทียบกับปีฐาน พ.ศ. 2560 ซึ่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ 413,480 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นร้อยละ 55.86 ในปี พ.ศ. 2573 และร้อยละ 168.60 ในปี พ.ศ. 2593 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ผลการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทศบาลนครขอนแก่น
ในปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2573 และ พ.ศ. 2593 ตามลำดับ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครขอนแก่นในปี พ.ศ. 2556 - 2560 และการคาดการณ์ ถึงปี พ.ศ.2593 (รูปที่ 4.4) พบว่าสาขาพลังงานเป็นสาขาที่มีกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดในปี พ.ศ. 2573 ซึ่งจากผลการคาดการณ์มีแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ประมาณ 352,831 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 55 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของเทศบาลเมืองนครขอนแก่นในปี พ.ศ. 2573 ขณะที่สาขาขนส่งเป็นสาขาที่คาดการณ์ว่ามีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นอันดับสอง โดยจะปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณ 218,706 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ หรือคิดเป็นร้อยละ 34 ของปริมาณคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด และรองลงมา สาขาการจัดการของเสียคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 10 ของของปริมาณคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด หรือประมาณ 61,826 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เมื่อพิจารณาผลการคาดการณ์ต่อเนื่องไปถึงปี พ.ศ. 2593 พบว่าสาขาพลังงานยังคงเป็นสาขาที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดประมาณ 599,374 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 54 ของปริมาณคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในสาขาการขนส่งมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน ประมาณ 404,334 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 36 ของปริมาณคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด สำหรับสาขาการจัดการของเสียมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ร้อยละ 9 ของปริมาณคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด หรือประมาณ 95,809 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

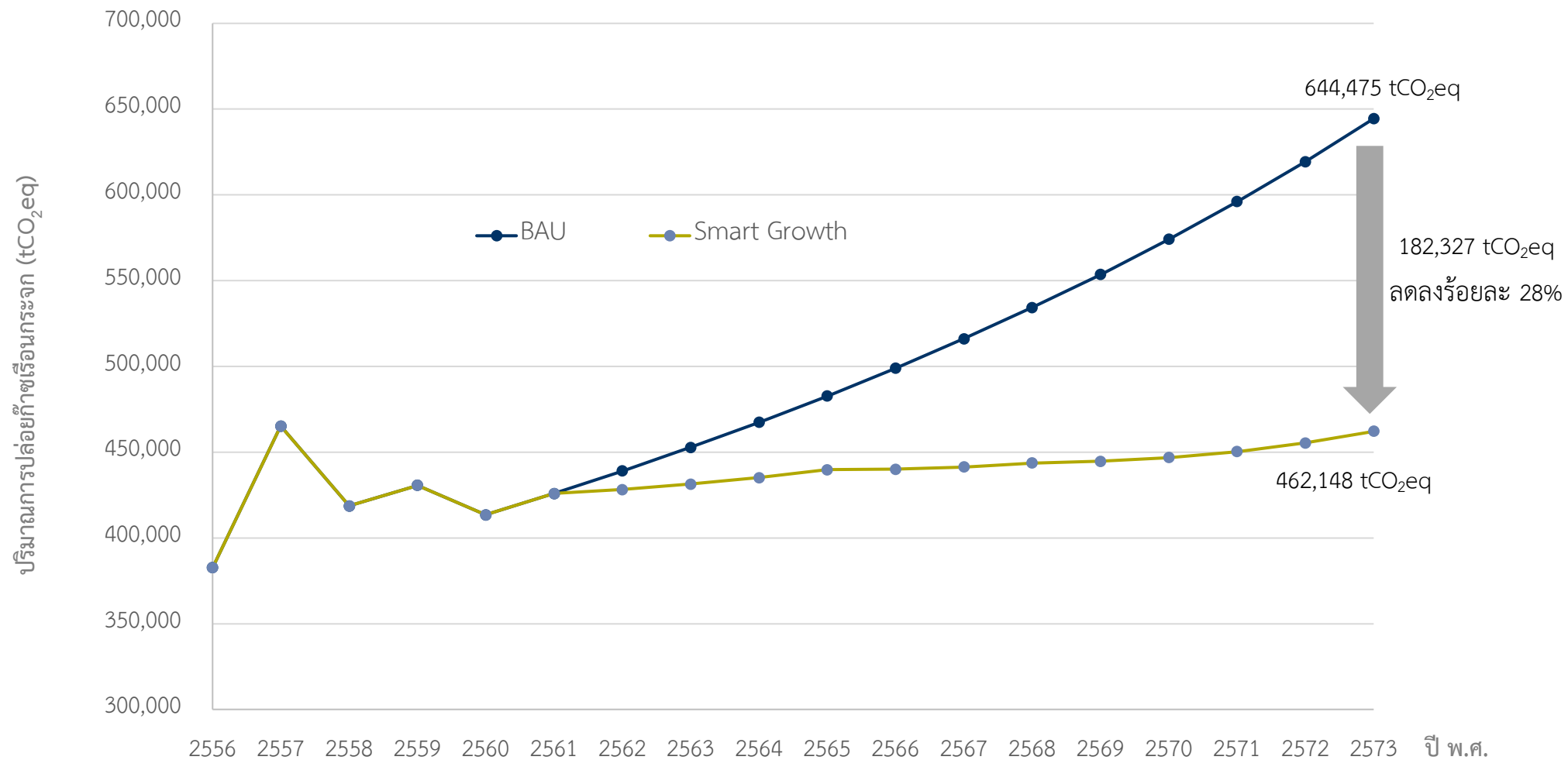
จากการประเมินผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลนครขอนแก่นระยะยาว (พ.ศ. 2573 และ พ.ศ. 2593) พบว่าสาขาที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด 3 อันดับแรกคือ สาขาพลังงาน สาขาขนส่ง และสาขาการจัดการของเสีย อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาอัตราการเติบโตของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกพบว่า สาขาพลังงานและสาขาการขนส่งมีอัตราการเติบโตสูงกว่าสาขาส่วนอื่น ๆ โดยอัตราการเติบโตอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน



รูปที่ 4.4 ผลปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลเมืองนครขอนแก่นปีพ.ศ. 2556-2560 และการคาดการณ์ถึงปี พ.ศ. 2593

4.2.2 ผลการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการเติบโตอย่างชาญฉลาด (Smart Growth)

ผลการคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการเติบโตอย่างชาญฉลาดของพื้นที่เขตเทศบาลนครขอนแก่น (รูปที่ 4.5) พบว่าปี พ.ศ. 2573 เทศบาลนครขอนแก่นมีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกประมาณ 182,327 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 28 จากปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีปกติ โดยอ้างอิงจากมาตรการตามความตกลงปารีสและแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศปี พ.ศ. 2564 ถึง 2573 ซึ่งมาตรการต่าง ๆ จะสิ้นสุดในปี พ.ศ. 2573 และหลังจากนั้นรายละเอียดเกี่ยวกับมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกที่จำเป็นของเทศบาลภายใต้การเติบโตอย่างชาญฉลาดของพื้นที่เขตเทศบาลทางผู้ศึกษาได้กำหนดให้มาตรการมีระยะเวลาดำเนินการสอดคล้องกับแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศดังอธิบายไว้ในบทที่ 5

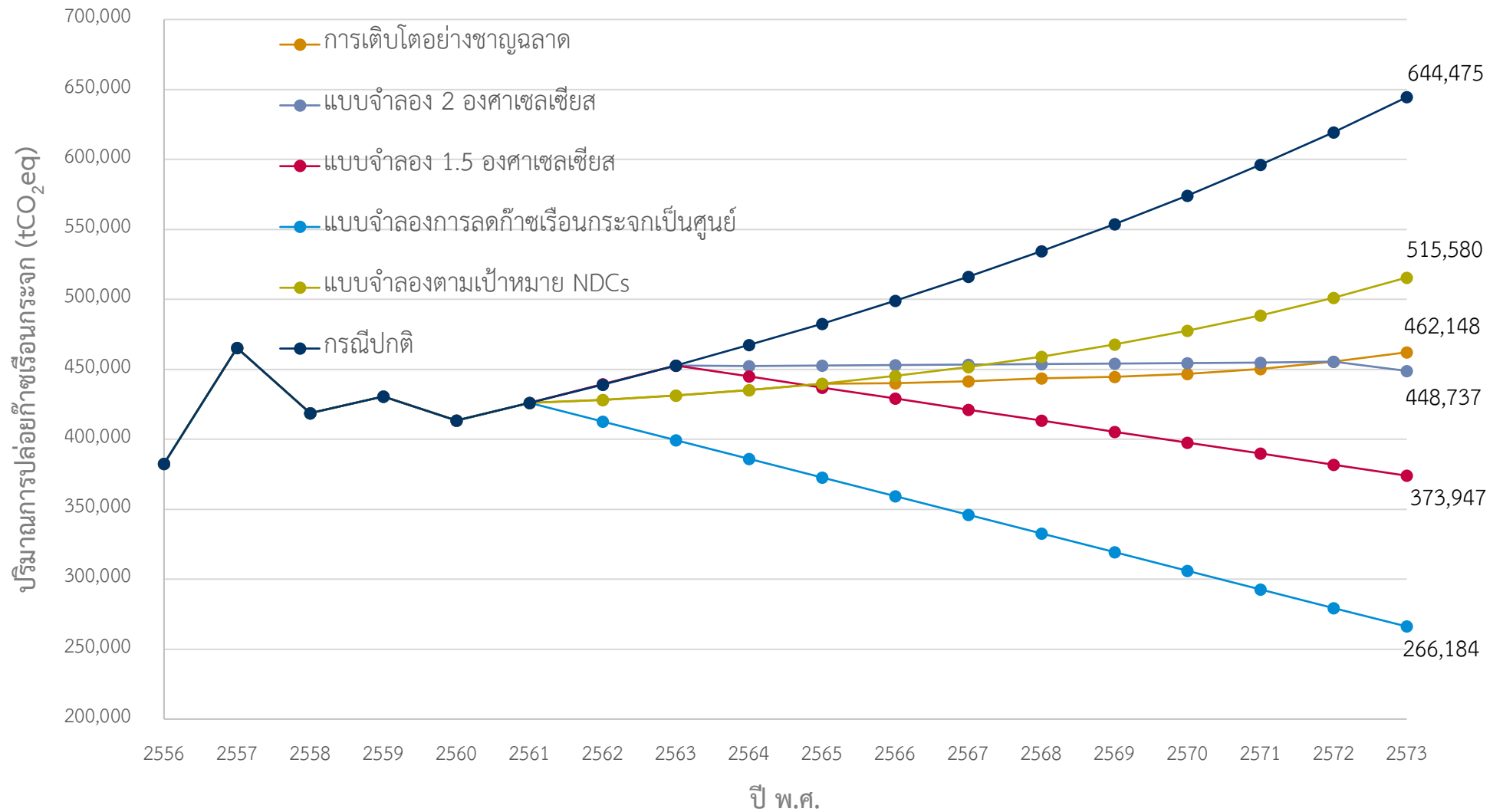


รูปที่ 4.5 ผลการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทศบาลเมืองนครขอนแก่น เปรียบเทียบกรณีปกติ (Business as Usual: BAU) และกรณีการเติบโตอย่างชาญฉลาด (Smart Growth) ในปี พ.ศ. 2573

4.2.3 ผลการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการเติบโตภายใต้แบบจำลอง 2 องศาเซลเซียส (2°C Scenario) และ 1.5 องศาเซลเซียส (1.5°C Scenario) และกรณีการคาดการณ์ภายใต้เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ (Zero Emission)

ในหัวข้อนี้เป็นการศึกษาเพิ่มเติมให้กับทางเทศบาลในกรณีที่มีการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างเข้มข้น เพื่อให้เข้าใจและสอดคล้องกับสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งต้องการความตั้งใจในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากทุก ๆ ภาคส่วนกิจกรรมอย่างเข้มข้นมากขึ้น

จากผลการคาดการณ์ตามรูปที่ 4.6 กรณีที่ทางเทศบาลสามารถปฏิบัติตามมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างเข้มข้นในปี พ.ศ. 2573 ภายใต้สามกรณี คือ (1) กรณีการลดก๊าซเรือนกระจกภายใต้การดำเนินมาตรการ 2 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีปกติ พบว่า เทศบาลต้องกำหนดมาตรการที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสมไม่ต่ำกว่า 195,738 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ภายในปี พ.ศ. 2573 หรือคิดเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกลดลงร้อยละ 30 เมื่อเทียบกับการเติบโตแบบปกติ (2) กรณีการลดก๊าซเรือนกระจกภายใต้การดำเนินการ 1.5 องศาเซลเซียส จากผลการคาดการณ์พบว่าในกรณีของเทศบาลนครขอนแก่นต้องดำเนินกิจกรรมคาร์บอนต่ำ หรือมาตรการที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างน้อย 270,527 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 42 ภายในปี พ.ศ. 2573 เมื่อเทียบกับค่าการคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีปกติ และ (3) กรณีที่ทางเทศบาลมีความมุ่งมั่นในการลดก๊าซเรือนกระจกจนเหลือศูนย์ภายในปี พ.ศ. 2593 ซึ่งเป็นแนวทางของหลาย ๆ เมืองในกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว ทางเทศบาลนครขอนแก่นต้องดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกภายในปี พ.ศ. 2573 ให้ได้อย่างน้อย 378,290 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 59 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดเมื่อเทียบกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีปกติ ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ผลการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทศบาลนครขอนแก่นในกรณีต่าง ๆ

5 มาตรการและศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก

5.1 มาตรการคาร์บอนต่ำ

การคัดเลือกมาตรการคาร์บอนต่ำที่นำเสนอในโครงการนี้ได้พิจารณาจากการทบทวนนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งในระดับนานาชาติ ประเทศและท้องถิ่นดังที่กล่าวไปแล้วใน **บทที่ 3** นอกจากนี้ยังได้ทบทวนกรณีศึกษาจากเมืองต่าง ๆ ที่ประสบความสำเร็จในการดำเนินการด้านเมืองคาร์บอนต่ำ รวมถึงเอกสารทางวิชาการและบทความเผยแพร่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำเสนอและจัดลำดับความสำคัญร่วมกับผู้มีส่วนได้เสียของเทศบาลฯ ต่อไป ซึ่งผู้เกี่ยวข้องยังสามารถให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในระหว่างการจัดทำโครงการและการประชุมเชิงปฏิบัติการที่จัดขึ้นในระหว่างการจัดทำโครงการนี้อีกด้วย โดยมาตรการที่ได้คัดเลือกสามารถแบ่งออกเป็น 5 มาตรการจำแนกตามสาขาดัง**ตารางที่ 5.1**

ตารางที่ 5.1 มาตรการคาร์บอนต่ำที่นำเสนอในโครงการ จำแนกตามสาขา

อักษรย่อ	สาขา	จำนวนมาตรการ
EE	การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	3
AE	การพัฒนาพลังงานทางเลือก	3
WM	การจัดการขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูลและวัสดุเหลือใช้	3
TM	การจัดการในภาคขนส่ง	6
FOR/AGR	การจัดการป่าไม้ พื้นที่สีเขียว และการเกษตร	1
รวม		16

มาตรการที่นำเสนอทั้ง 5 กลุ่มนี้สามารถแบ่งออกเป็น 16 มาตรการ โดยมีรายละเอียดดังแสดงใน **ตารางที่ 5.2**

ตารางที่ 5.2 รายละเอียดของมาตรการคาร์บอนต่ำที่มีศักยภาพในการดำเนินการ

มาตรการ		รายละเอียด
EE: การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน		
การสนับสนุนการปรับเปลี่ยนหลอด LED (หน่วยงานรัฐ อาคารเอกชน และที่อยู่อาศัย)		เป็นมาตรการสนับสนุนการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าภายในอาคารภาครัฐ ภาคเอกชน และที่อยู่อาศัย โดยสามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตั้งสมมติฐานได้ว่า ถ้าเทศบาลสามารถส่งเสริมให้อาคารภาครัฐ ภาคเอกชน และที่อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นหลอด LED จำนวนปีละ 2,000 หลอดเป็นระยะเวลา 12 ปี จะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดประมาณ 7,600 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า
การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างทางสาธารณะเพื่อประหยัดพลังงาน		เป็นมาตรการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าสาธารณะ เช่น ไฟถนน ไฟในสวนสาธารณะ เป็นต้น เป็นหลอดไฟประหยัดพลังงานแบบหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ หรือหลอดตะเกียบประหยัดพลังงาน โดยคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตั้งสมมติฐานในการเปลี่ยนหลอดไฟสาธารณะจำนวนปีละ 2,000 หลอดเป็นระยะเวลา 12 ปี ซึ่งจะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดประมาณ 1,000 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า
มาตรการส่งเสริมความร่วมมือกับภาคเอกชนและภาคีเครือข่าย เพื่อดำเนินมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	การสนับสนุนการใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง (หน่วยงานรัฐ อาคารเอกชน และที่อยู่อาศัย)	เป็นมาตรการสนับสนุนการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงภายในอาคารภาครัฐ ภาคเอกชน และที่อยู่อาศัย โดยสามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตั้งสมมติฐานได้ว่า ถ้าเทศบาลสามารถส่งเสริมให้อาคารภาครัฐ ภาคเอกชน และที่อยู่อาศัยเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง (COP5) เป็นร้อยละ 20 ของอาคารภาครัฐ ภาคเอกชน และที่อยู่อาศัยในเขตเทศบาล (ประมาณ 65,000 อาคาร) หรือเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจำนวนปีละ 13,000 เครื่องเป็นระยะเวลา 12 ปี จะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดประมาณ 18,700 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า
	การสนับสนุนการใช้เครื่องทำความเย็นประสิทธิภาพสูง (หน่วยงานรัฐ อาคารเอกชน และที่อยู่อาศัย)	เป็นมาตรการสนับสนุนการเปลี่ยนเครื่องทำความเย็นประสิทธิภาพสูงในภาคอาคารภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคที่อยู่อาศัย โดยสามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตั้งสมมติฐานได้ว่า ถ้าเทศบาลสามารถส่งเสริมให้อาคารภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคที่อยู่อาศัยเปลี่ยนเครื่องทำความเย็นประสิทธิภาพสูงเป็น ร้อยละ 30 ของอาคารบ้านเรือนในเขตเทศบาล (ประมาณ 65,000 อาคาร) หรือเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจำนวนปีละ 19,500 เครื่องเป็นเวลา 12 ปี จะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดประมาณ 1,300 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

มาตรการ		รายละเอียด
มาตรการส่งเสริมความร่วมมือกับภาคเอกชนและภาคีเครือข่าย เพื่อดำเนินมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (ต่อ)	การสนับสนุนการใช้เชื้อเพลิงโดยการใช้น้ำมันดีเซลประสิทธิภาพสูง (หน่วยงานรัฐ อาคารเอกชน และที่อยู่อาศัย)	เป็นมาตรการสนับสนุนการลดการใช้เชื้อเพลิงจากการเผาไหม้ในอาคารภาครัฐ ภาคเอกชน และที่อยู่อาศัย โดยสามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตั้งสมมติฐานได้ว่า ถ้าเทศบาลสามารถส่งเสริมให้อาคารภาครัฐ ภาคเอกชน และที่อยู่อาศัยใช้น้ำมันดีเซลประสิทธิภาพสูง ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือเตาแก๊สประสิทธิภาพสูงร้อยละ 30/ปี (19,500 เทา/ปี) เตาถ่านประสิทธิภาพสูงร้อยละ 10/ปี (6,500 เทา/ปี) และเตาไฟฟ้าร้อยละ 20/ปี (6,500 เทา/ปี) ของอาคารภาครัฐ ภาคเอกชน และที่อยู่อาศัยเป็นระยะเวลา 12 ปี ซึ่งจะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดประมาณ 8,400 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า
	โครงการสนับสนุนการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (หน่วยงานรัฐ อาคารเอกชน และที่อยู่อาศัย)	เป็นมาตรการสนับสนุนการเปลี่ยนเครื่องใช้ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงในอาคารภาครัฐ ภาคเอกชน และที่อยู่อาศัย โดยสามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตั้งสมมติฐานได้ว่า ถ้าเทศบาลสามารถส่งเสริมให้อาคารภาครัฐ ภาคเอกชน และที่อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเปลี่ยนเครื่องใช้ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (อาทิ โทรทัศน์ เครื่องซักผ้า) เป็นร้อยละ 20 ของอาคารภาครัฐ ภาคเอกชน และที่อยู่อาศัยในเขตเทศบาล (ประมาณ 65,000 อาคาร) หรือเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจำนวนปีละ 13,000 อาคารเป็นระยะเวลา 12 ปี ซึ่งจะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดประมาณ 2,500 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า
	การสนับสนุนการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงในการอุตสาหกรรม	เป็นมาตรการสนับสนุนการเปลี่ยนเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องจักรประสิทธิภาพสูงในการอุตสาหกรรม โดยสามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตั้งสมมติฐานได้ว่า ถ้าเทศบาลสามารถส่งเสริมให้โรงงานต่าง ๆ ในเขตเทศบาลเปลี่ยนเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องจักรประสิทธิภาพสูงจำนวนปีละ 2,000 ชิ้นเป็นระยะเวลา 12 ปี ซึ่งจะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดประมาณ 2,800 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า
AE: การพัฒนาพลังงานทางเลือก		
โครงการผลิตไบโอดีเซล		เป็นมาตรการผลิตเชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากน้ำมันใช้แล้วในโรงงานแปรรูปอาหารหรือร้านอาหารในชุมชน โดยคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาจากการตั้งสมมติฐานให้มีปริมาณน้ำมันใช้แล้วอยู่ที่ 3,000 – 4,000 ลิตรต่อวัน เพื่อนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงไบโอดีเซล เป็นระยะเวลา 12 ปี ซึ่งจะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดประมาณ 47,500 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า
โครงการไฟสาธารณะพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell)		เป็นมาตรการติดตั้งเสาไฟฟ้าพร้อมโคมแบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 124 วัตต์ จำนวนประมาณ 230 โคม โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 145 วัตต์ จำนวนประมาณ 470 แผง และมีการเปิดใช้งานวันละ 12 ชั่วโมงเป็นเวลา 12 ปี ซึ่งจะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดประมาณ 860 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

มาตรการ	รายละเอียด
การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง	เป็นมาตรการใช้ไฟฟ้าจากการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในอาคารภาครัฐ ภาคเอกชน และที่อยู่อาศัย โดยคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตั้งสมมติฐานให้อาคารภาครัฐ ภาคเอกชน และที่อยู่อาศัยในเขตเทศบาลติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 1,000 เมกะวัตต์ต่ออาคารเป็นร้อยละ 20 ของอาคารภาครัฐ ภาคเอกชน และที่อยู่อาศัยในเขตเทศบาล (ประมาณ 65,000 อาคาร) หรือติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์จำนวนปีละ 13,000 อาคารเป็นเวลา 12 ปี ซึ่งจะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดประมาณ 9,300 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า
WM: การจัดการขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูลและวัสดุเหลือใช้	
การจัดตั้งศูนย์คัดแยกขยะมูลฝอยและผลิตสารปรับปรุงดิน	เป็นมาตรการผลิตสารปรับปรุงดินจากการคัดแยกและหมักขยะอินทรีย์ในศูนย์คัดแยกขยะมูลฝอย โดยคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตั้งสมมติฐานให้ปริมาณการผลิตสารปรับปรุงดินจากขยะมูลฝอยมีปริมาณ 120 ตันต่อวันและนำไปฝังในหลุมฝังกลบ ซึ่งจะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดประมาณ 19,200 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า
การรณรงค์การลดขยะอินทรีย์โดยการหมักในครัวเรือน	เป็นมาตรการส่งเสริมการผลิตสารปรับปรุงดินจากการหมักขยะอินทรีย์ในครัวเรือนผ่านถังหมัก โดยสามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตั้งสมมติฐานได้ว่า ถ้าเทศบาลสามารถส่งเสริมให้ที่อยู่อาศัยติดตั้งถังหมักขยะจำนวนปีละ 6,500 ครัวเรือน เป็นระยะเวลา เป็นระยะเวลา 12 ปี ซึ่งจะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดประมาณ 120 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า
การรณรงค์การคัดแยกขยะโดยหลัก 3R	เป็นมาตรการส่งเสริมการสร้างจิตสำนึกและความตระหนักของประชาชนที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกได้ในปริมาณ 1,170 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า จากการตั้งสมมติฐานให้สามารถรณรงค์ประชากรร้อยละ 50 ของเทศบาลคัดแยกขยะตามหลัก 3R (อ้างอิงปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกจากแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ: NDCs)
TM: การจัดการในภาคขนส่ง	
การใช้รถขนส่งมวลชนสาธารณะพลังงานไฟฟ้า (ทุกชนิด)	เป็นมาตรการจัดตั้งรถขนส่งมวลชนสาธารณะพลังงานไฟฟ้า โดยคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตั้งสมมติฐานให้มีการจัดตั้งรถขนส่งมวลชนสาธารณะไฟฟ้าอย่างน้อย 6 คันในเขตเทศบาลและรอบนอกเขตเทศบาลเป็นระยะเวลา 12 ปี ซึ่งจะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดประมาณ 5,000 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า
การจัดตั้งระบบขนส่งสาธารณะระบบราง (LRT)	เป็นมาตรการจัดตั้งรถไฟรางเบาในระบบขนส่งสาธารณะระบบราง โดยคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตั้งสมมติฐานให้มีการสร้างรถไฟอย่างน้อย 5 ขบวนในเขตเทศบาลและรอบนอกเขตเทศบาลเป็นระยะเวลา 12 ปี ซึ่งจะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดประมาณ 16,000 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

มาตรการ	รายละเอียด
การสนับสนุน/สร้างแรงจูงใจในการใช้ไบโอดีเซลสำหรับยานพาหนะ	เป็นมาตรการส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลสำหรับยานพาหนะแทนการใช้เชื้อเพลิงดีเซล โดยสามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตั้งสมมติฐานได้ว่า ถ้าเทศบาลสามารถส่งเสริมให้ครัวเรือนในเขตเทศบาลมีรถยนต์โดยเฉลี่ย 2 คันต่อครัวเรือนในเขตเทศบาล (ประมาณ 65,000 ครัวเรือน) เป็นระยะเวลา 12 ปี ซึ่งจะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดประมาณ 15,800 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า
การสนับสนุน/สร้างแรงจูงใจในการใช้แก๊สโซฮอล์สำหรับยานพาหนะ	เป็นมาตรการส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์สำหรับยานพาหนะแทนการใช้เชื้อเพลิง โดยสามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตั้งสมมติฐานได้ว่า ถ้าเทศบาลสามารถส่งเสริมให้ครัวเรือนในเขตเทศบาลมีรถยนต์โดยเฉลี่ย 2 คันต่อครัวเรือนในเขตเทศบาล (ประมาณ 65,000 ครัวเรือน) เป็นระยะเวลา 12 ปี ซึ่งจะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดประมาณ 7,700 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า
การส่งเสริมการเดินเท้าและจักรยานในเทศบาล	เป็นมาตรการส่งเสริมการใช้การเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ อาทิ การเดินเท้าหรือการใช้จักรยาน โดยสามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตั้งสมมติฐานได้ว่า ถ้าเทศบาลสามารถส่งเสริมให้ร้อยละ 20 ของจำนวนประชากรในเขตเทศบาลเดินทางด้วยการเดินเท้าหรือจักรยานเป็นระยะทางเฉลี่ย 1 กิโลเมตรแทนการใช้รถยนต์เป็นระยะเวลา 12 ปี ซึ่งจะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดประมาณ 7,500 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า
ส่งเสริมการใช้รถไฟฟ้าส่วนบุคคล (EV car)	เป็นมาตรการส่งเสริมการใช้รถไฟฟ้าส่วนบุคคล โดยสามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตั้งสมมติฐานได้ว่า ถ้าเทศบาลสามารถส่งเสริมให้ครัวเรือนในเขตเทศบาลมีรถยนต์ไฟฟ้าโดยเฉลี่ยปีละ 100 คันในเขตเทศบาลเป็นระยะเวลา 12 ปี ซึ่งจะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดประมาณ 7,200 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

FOR/AGR: ป่าไม้และพื้นที่สีเขียว และการเกษตร

การเพิ่มพื้นที่สีเขียว ไม้แนวตั้งและพืชยึดติด ¹ (เช่น กล้วยไม้) ในพื้นที่เขตเทศบาล	เป็นมาตรการการเพิ่มพื้นที่สีเขียวด้วยการปลูกต้นไม้ใหญ่ตามแนวถนน เกาะกลางถนน หรือตามพื้นที่โล่งในเขตเทศบาล รวมถึงการปลูกไม้แนวตั้งและพืชยึดติดเช่น ¹ กล้วยไม้ โดยคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตั้งสมมติฐานให้มีการปลูกต้นราชพฤกษ์ จำนวน 128 ต้นต่อ 1 ไร่ เป็นจำนวน 50 ไร่ ในเขตเทศบาลเป็นระยะเวลา 12 ปี ซึ่งจะส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดประมาณ 1,400 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (เนื่องจากพืชแนวตั้งและพืชยึดติดมีปริมาณการดูดซับก๊าซเรือนกระจกที่ต่ำมาก จึงไม่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณหาปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกได้ ซึ่งถือเป็นมาตรการเพื่อความร่มรื่นภายในอาคารและปลูกจิตสำนึกให้ชุมชนตระหนักถึงสภาพสิ่งแวดล้อม)
---	--

หมายเหตุ ¹ เนื่องจากพืชแนวตั้งและพืชยึดติดมีปริมาณการดูดซับก๊าซเรือนกระจกที่ต่ำมาก จึงไม่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณหาปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกได้ ซึ่งถือเป็นมาตรการเพื่อความร่มรื่นภายในอาคารและปลูกจิตสำนึกให้ชุมชนตระหนักถึงสภาพสิ่งแวดล้อม

5.2 เกณฑ์การจัดลำดับมาตรการคาร์บอนต่ำ

เกณฑ์การพิจารณามาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกถูกนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดลำดับความสำคัญของมาตรการที่เหมาะสมกับเทศบาลนครขอนแก่นแบ่งออกเป็น 2 ประเด็นหลักและ 4 เกณฑ์ย่อย ซึ่งส่วนที่ดำเนินการประเมินโดยที่ปรึกษาจะถูกให้น้ำหนักอยู่ที่ร้อยละ 50 และส่วนที่ประเมินโดยผู้เกี่ยวข้องในเขตเทศบาลฯ จะถูกให้น้ำหนักอยู่ที่ร้อยละ 50 ดังแสดงในตารางที่ 5.3 และหัวข้อ 5.2.1 – 5.2.4

ตารางที่ 5.3 เกณฑ์การจัดลำดับมาตรการคาร์บอนต่ำ

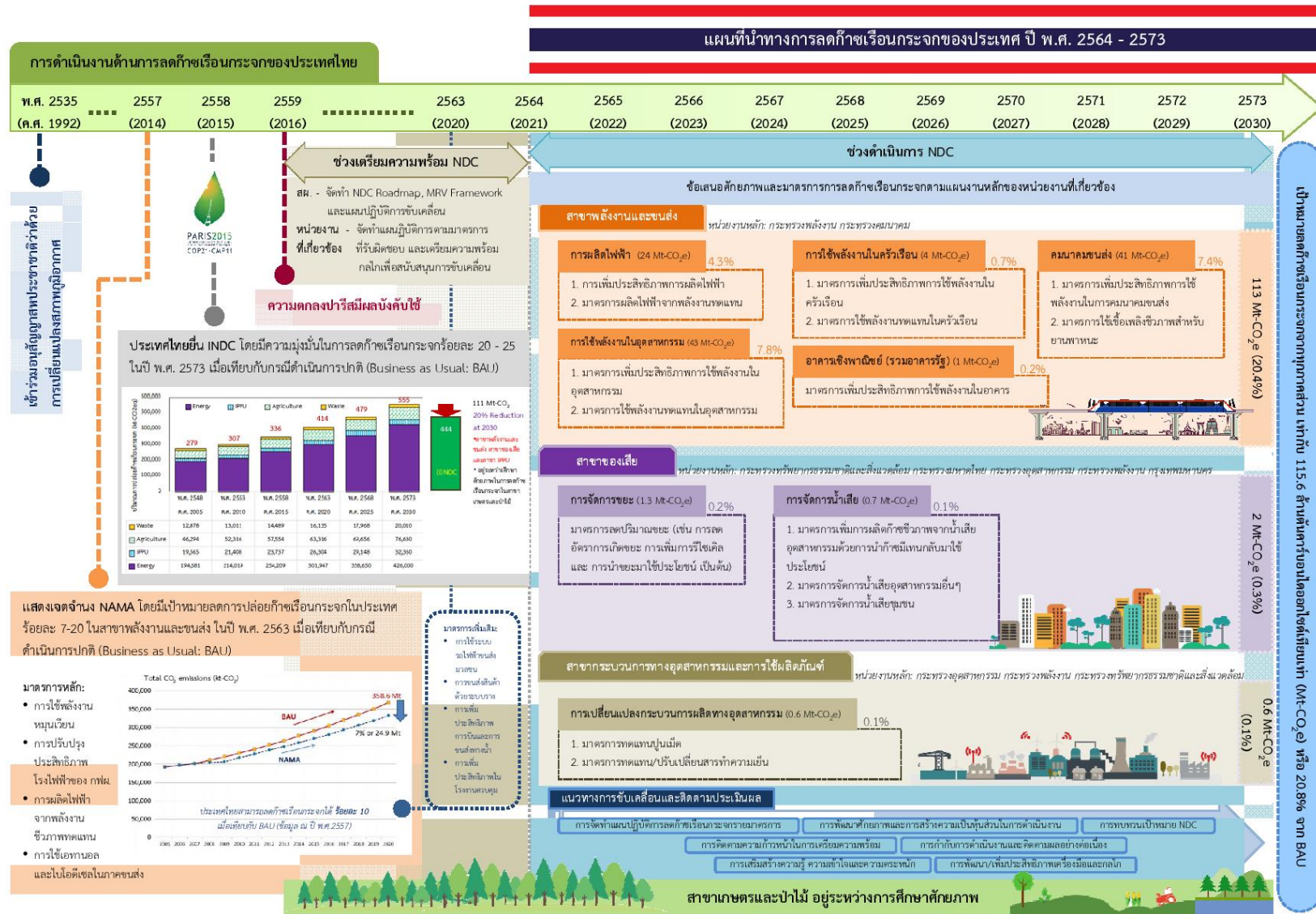
ส่วน	เกณฑ์	ผู้ประเมิน	น้ำหนักในการจัดลำดับความสำคัญ
ศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก	ความสอดคล้องของนโยบายระดับประเทศและเทศบาล	ที่ปรึกษาโครงการ	ร้อยละ 50
	ความสามารถในการลดก๊าซเรือนกระจก	ที่ปรึกษาโครงการ	
	ความสามารถทางการเงิน	ที่ปรึกษาโครงการ	
ความเป็นไปได้ในการดำเนินการ	ความสามารถในการผลักดันมาตรการของหน่วยงานในพื้นที่	ผู้เกี่ยวข้องในเขตเทศบาล ฯ	ร้อยละ 50

5.2.1 ความสอดคล้องของนโยบายระดับประเทศและเทศบาล

เป็นการวิเคราะห์ความสอดคล้องของมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกที่นำเสนอถึงความสอดคล้องกับแผนการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเทศบาลเพื่อให้สอดคล้องกับแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศปี พ.ศ. 2564-2573 เพื่อให้เป็นไปในทางเดียวกัน โดยแผนและนโยบายในระดับประเทศที่นำมาใช้ประกอบการพิจารณามาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในโครงการนี้คือ แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศปี พ.ศ. 2564-2573 (รูปที่ 5.1) ซึ่งนำเสนอมาตรการและการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุตามความตกลงปารีส ซึ่งประเทศไทยได้ตั้งเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ร้อยละ 20 จากกรณีปกติของการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในปี พ.ศ. 2573 โดยสรุปได้ว่า สาขาลังงาน สาขาการจัดการของเสีย และสาขากระบวนการทางอุตสาหกรรม เป็นสาขาที่มีความพร้อมและมีศักยภาพในการดำเนินงานที่สามารถสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจกได้ โดยมาตรการตามแผนงานที่นำทางประกอบด้วยมาตรการในสาขาลังงานรวม 9 มาตรการจากการผลิตไฟฟ้า การใช้พลังงานในครัวเรือน การใช้พลังงานในอาคารเชิงพาณิชย์ (รวมอาคารรัฐ) และการใช้พลังงานในการคมนาคมขนส่ง ส่วนมาตรการในสาขาการจัดการของเสีย 4 มาตรการจากการจัดการขยะและการจัดการน้ำเสีย และมาตรการในสาขากระบวนการทางอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ 2 มาตรการจากการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม รวมทั้งสิ้น 15 มาตรการ

นอกจากนี้การคัดเลือกมาตรการยังพิจารณาถึงความสอดคล้องกับแผนพัฒนาเทศบาลนครขอนแก่นห้าปี พ.ศ. 2561 – 2565 ที่ได้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทศบาลฯ ในระดับท้องถิ่นตามแผนยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเมืองคาร์บอนต่ำและการพัฒนาที่ยั่งยืนของเมืองเทศบาลนครขอนแก่น

เทศบาลนครขอนแก่น



รูปที่ 5.1 แผนโรดแมปการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศปี พ.ศ. 2564 - 2573

โดยเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อจัดทำแผนยุทธศาสตร์พัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำในประเด็นความสอดคล้องของมาตรการคาร์บอนต่ำกับแผนและนโยบายคาร์บอนต่ำระดับประเทศและระดับเทศบาลได้ระบุไว้ดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 เกณฑ์การให้คะแนนความสอดคล้องของมาตรการกับนโยบายคาร์บอนต่ำในระดับประเทศและเทศบาลฯ

เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
ไม่สอดคล้องกับนโยบายระดับประเทศ (NDCs) และระดับเทศบาล หรือมีสอดคล้องกับนโยบายระดับเทศบาลเพียงอย่างเดียว	1 (ต่ำ)
สอดคล้องกับนโยบายระดับประเทศ แต่ไม่สอดคล้องกับนโยบายระดับเทศบาล	2 (ปานกลาง)
สอดคล้องกับทั้งนโยบายระดับประเทศและระดับเทศบาล	3 (สูง)

5.2.2 ความสามารถในการลดก๊าซเรือนกระจก

เป็นการวิเคราะห์ศักยภาพในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ได้จากการดำเนินมาตรการนั้น ๆ โดยอาศัยระเบียบวิธีการคำนวณตามโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program: T-VER) กลไกเครดิตร่วม (Joint Crediting Mechanism) กลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) และระเบียบวิธีการคำนวณอื่น ๆ ที่เหมาะสมกับมาตรการที่นำเสนอ นอกจากนี้ยังอ้างอิงระเบียบวิธีการประเมินการลดก๊าซเรือนกระจก เช่น งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย หรืองานวิจัยของต่างประเทศ เพื่อใช้พิจารณาคัดเลือกมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกให้แก่เทศบาล โดยเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อจัดทำแผนยุทธศาสตร์พัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำในประเด็นความสามารถการลดก๊าซเรือนกระจกของมาตรการคาร์บอนต่ำ จะแบ่งตามความสามารถในการลดก๊าซเรือนกระจกต่อปีของแต่ละมาตรการออกเป็น 3 ช่วงพิสัยคะแนนเท่า ๆ กันโดยอิงจากปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกสูงสุดและต่ำสุดของมาตรการคาร์บอนต่ำดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการลดก๊าซเรือนกระจกของมาตรการ

เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
ปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกต่ำกว่า 15,800 tCO ₂ eq/ปี	1 (ต่ำ)
ปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกระหว่าง 15,800 - 31,600 tCO ₂ eq/ปี	2 (ปานกลาง)
ปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกสูงกว่า 31,600 tCO ₂ eq/ปี	3 (สูง)

5.2.3 ความสามารถทางการเงิน

เป็นการวิเคราะห์ สัดส่วนต้นทุนในการลงทุนต่อการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมถึงการวิเคราะห์เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจ ผลวิเคราะห์แสดงในรูปแบบของแผนภูมิผลการวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนหน่วยสุดท้าย (Marginal Abatement Cost Curve: MACC) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ในการแสดงข้อมูลการลงทุนของมาตรการคาร์บอนต่ำในรูปต้นทุนต่อหน่วยของก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ (บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ลดได้) การแสดงผลของแต่ละมาตรการจะเรียงลำดับจากมาตรการที่ให้สัดส่วนต้นทุนการลงทุนต่อการลดก๊าซเรือนกระจกต่ำสุดไปยังสูงสุด เพื่อจัดลำดับสัดส่วนต้นทุนในการลงทุนต่อการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อจัดทำแผนยุทธศาสตร์พัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำในประเด็นความสามารถด้านการเงินของมาตรการคาร์บอนต่ำ จะแบ่งเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 3 เกณฑ์ตามต้นทุนในการลงทุนต่อปริมาณการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 เกณฑ์การให้คะแนนความคุ้มค่าของมาตรการคาร์บอนต่ำ

เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
ความคุ้มค่ามากกว่า 5,000 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า	1 (ต่ำ)
ความคุ้มค่าระหว่าง 0 - 5,000 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า	2 (ปานกลาง)
ความคุ้มค่าน้อยกว่า 0 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า	3 (สูง)

5.2.4 ความสามารถในการผลักดันมาตรการของหน่วยงานในพื้นที่

เป็นการวิเคราะห์ความพร้อมและบทบาทหน้าที่ของหน่วยงานในการดำเนินการมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก โดยเลือกใช้วิธีการให้คะแนนในแต่ละประเด็นของมาตรการ และจัดเรียงความสำคัญและความเหมาะสมในการคัดเลือกมาตรการในการดำเนินการต่อไป ซึ่งประเด็นการให้คะแนนแบ่งได้เป็น 3 หัวข้อ ได้แก่

1. อำนาจหน้าที่ในการผลักดันโครงการ
2. ระยะเวลาในการเริ่มลดก๊าซเรือนกระจก
3. ข้อจำกัดอื่น ๆ เช่น ประมาณในการดำเนินโครงการและศักยภาพบุคลากร

ในส่วนความสามารถในการผลักดันการดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่ ทางผู้ทำการศึกษาได้พิจารณาแนวทางการรับฟังความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่และผู้มีส่วนได้เสียในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของเทศบาล (Stakeholder Engagement) เพื่อให้ทราบและเข้าใจถึงความพร้อมและความสามารถของประชาชนและหน่วยงานในเทศบาล และนำความคิดเห็นมาประมวลผลเพื่อใช้ในการตัดสินใจในการเลือกมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับเทศบาลนั้น ๆ โดยเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อจัดทำแผนยุทธศาสตร์พัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำในประเด็นความสามารถในการผลักดันมาตรการคาร์บอนต่ำของหน่วยงานในพื้นที่ เป็นการประเมินและการระดมความคิดเห็นจากการจัดทำกิจกรรมกับกลุ่มของเจ้าหน้าที่และผู้มีส่วนได้เสียในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของเทศบาลนครขอนแก่น โดยมีประเด็นการประเมินด้านอำนาจหน้าที่ในการผลักดันโครงการ ระยะเวลาในการเริ่มลดก๊าซเรือนกระจก ศักยภาพบุคลากร และงบประมาณของเทศบาลดังแสดงในตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการผลักดันมาตรการคาร์บอนต่ำของหน่วยงานในพื้นที่

ปัจจัยการดำเนินมาตรการ	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
อำนาจหน้าที่ในการผลักดันโครงการ	เทศบาล ไม่สามารถ ผลักดันหรือดำเนินโครงการคาร์บอนต่ำได้ภายใต้ขอบข่ายอำนาจหน้าที่ของเทศบาล	เทศบาลสามารถผลักดันหรือดำเนินโครงการได้บางส่วนแต่ ต้องอาศัยความร่วมมือและการสนับสนุน จากหน่วยงานภายนอก ทั้งระดับจังหวัด ประเทศและภาคเอกชน	เทศบาล สามารถ ผลักดันหรือดำเนินโครงการหรือกิจกรรมคาร์บอนต่ำ ได้ด้วยการตัดสินใจหรือหน้าที่ตามการปกครองของเทศบาลเอง
ระยะเวลาในการเริ่มลดก๊าซเรือนกระจกจากดำเนินมาตรการ	เทศบาล ไม่สามารถ กำหนดเวลาในการเริ่มลดก๊าซเรือนกระจกหรือกิจกรรมคาร์บอนต่ำด้วยตนเอง หรือระยะเวลาดำเนินโครงการมากกว่า 6 ปีขึ้นไป	เทศบาลสามารถกำหนดระยะเวลาในการเริ่มลดก๊าซเรือนกระจกภายใน 4 ถึง 6 ปี	เทศบาลสามารถในการเริ่มลดก๊าซเรือนกระจกภายใน 1 ถึง 3 ปี
ข้อจำกัดของเทศบาล - งบประมาณในการดำเนินโครงการ - ศักยภาพบุคลากร	- เทศบาลไม่มีงบประมาณในการดำเนินโครงการหรือกิจกรรมคาร์บอนต่ำ ไม่สามารถหรือขอรับงบประมาณสนับสนุนจากหน่วยงานอื่น - เทศบาลไม่มีบุคลากรในการดำเนินโครงการที่สามารถเพิ่มศักยภาพได้ เนื่องจากต้องใช้ความสามารถเฉพาะทางสูง	- เทศบาลต้องอาศัยการงบประมาณบางส่วนจากหน่วยงานภายนอกเทศบาล อาทิ หน่วยงานระดับจังหวัด/ระดับประเทศ หน่วยงานจากต่างประเทศ - เทศบาลต้องขอการสนับสนุนด้านการพัฒนาศักยภาพบุคลากรจากหน่วยงานภายนอก	- เทศบาลสามารถจัดสรรงบประมาณในการดำเนินโครงการได้ - เทศบาลมีบุคลากรที่มีศักยภาพเพียงพอในการดำเนินโครงการ

5.3 ผลการประเมินมาตรการคาร์บอนต่ำ

5.3.1 ผลการประเมินศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก

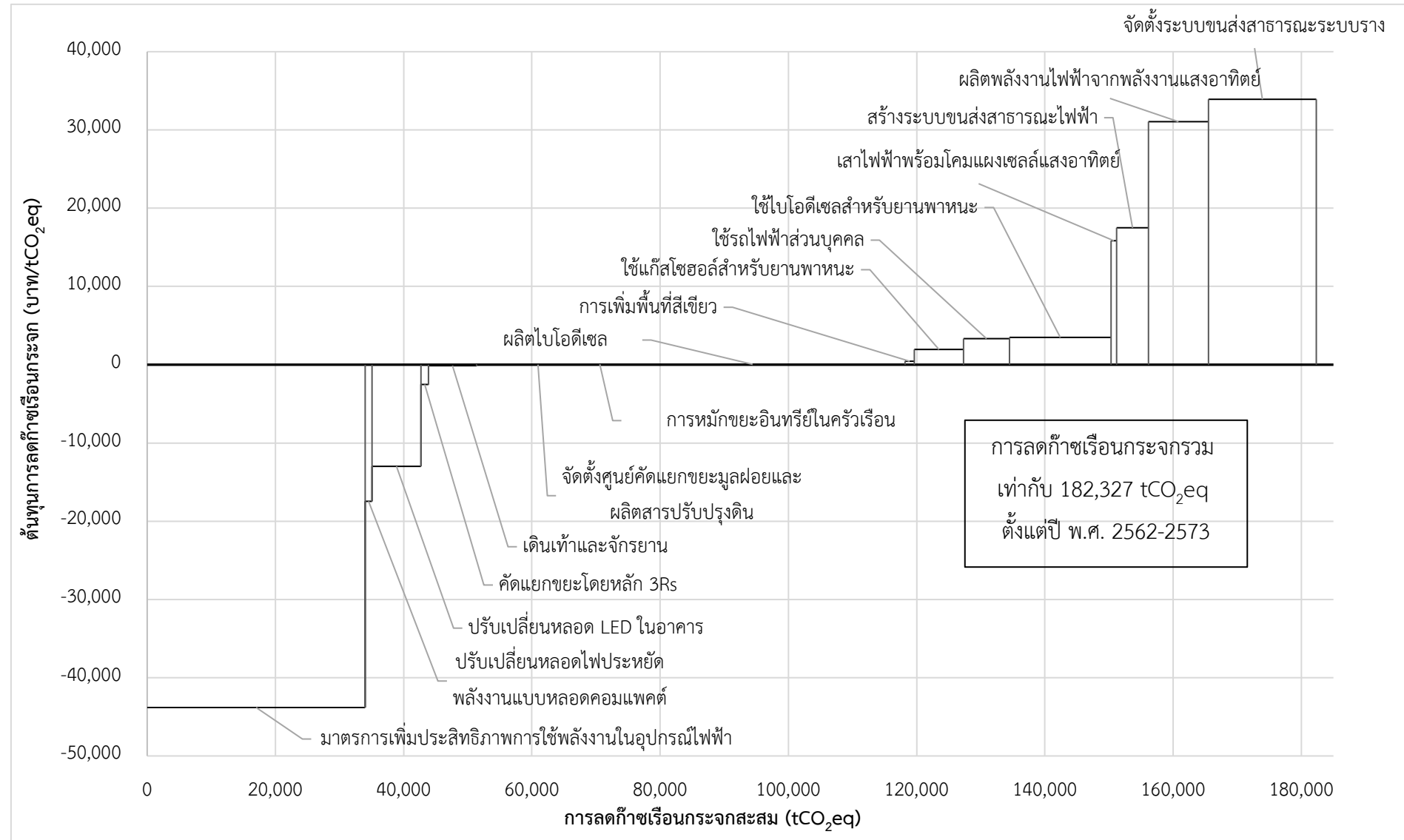
มาตรการที่นำเสนอทั้ง 16 มาตรการถูกนำมาวิเคราะห์ต้นทุนต่อหนึ่งหน่วยการลดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเมื่อนำแต่ละมาตรการมาจัดเรียงตามผลการวิเคราะห์ตามหลักการของ MACC สามารถวิเคราะห์ความคุ้มค่าของมาตรการได้ โดยพบว่ากลุ่มมาตรการ (จำแนกตามสาขา) ที่มีความคุ้มค่าสูง เป็นมาตรการในสาขาการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า และกลุ่มมาตรการที่มีความคุ้มค่าต่ำได้แก่ สาขาพลังงานทดแทนและสาขาการขนส่ง ดังแสดงในตารางที่ 5.8 และรูปที่ 5.2

ตารางที่ 5.8 ผลการประเมินการศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกของมาตรการคาร์บอนต่ำ

มาตรการ	ความสอดคล้องของนโยบายระดับประเทศและเทศบาล	การลดก๊าซเรือนกระจก (tCO ₂ eq)	ความคุ้มค่า (บาท/tCO ₂ eq)
EE: การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน			
การสนับสนุนการปรับเปลี่ยนหลอด LED (หน่วยงานรัฐ อาคารเอกชน และที่อยู่อาศัย)	สูง	7,632.01	-12,990.00
การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างทางสาธารณะเพื่อประหยัดพลังงาน	สูง	1,069.27	-17,460.00
มาตรการส่งเสริมความร่วมมือกับภาคเอกชน และภาคีเครือข่าย เพื่อดำเนินมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	สูง	33,994.07	-43,810.0
AE: การพัฒนาพลังงานทางเลือก			
โครงการผลิตไบโอดีเซล	ต่ำ	47,532.00	41.65
โครงการไฟสาธารณะพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell)	ต่ำ	864.00	15,844.90
การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง	ต่ำ	9,360.00	31,057.55
WM: การจัดการขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูลและวัสดุเหลือใช้			
การรณรงค์การลดขยะอินทรีย์โดยการหมักในครัวเรือน	ปานกลาง	119.19	36.00
การรณรงค์การคัดแยกขยะโดยหลัก 3Rs	สูง	1,172.93	-2,527.20
การจัดตั้งศูนย์คัดแยกขยะมูลฝอยและผลิตสารปรับปรุงดิน	สูง	19,176.00	9.87

มาตรการ	ความสอดคล้องของ นโยบายระดับประเทศ และเทศบาล	การลดก๊าซเรือน กระจก (tCO ₂ eq)	ความคุ้มค่า (บาท/tCO ₂ eq)
TM: การจัดการในภาคขนส่ง			
การใช้รถขนส่งมวลชนสาธารณะพลังงานไฟฟ้า (ทุกชนิด)	ต่ำ	4,968.00	17,499.06
การจัดตั้งระบบขนส่งสาธารณะระบบราง (LRT)	ปานกลาง	16,815.60	33,916.24
การสนับสนุน/สร้างแรงจูงใจในการใช้ไบโอดีเซลสำหรับ ยานพาหนะ	ปานกลาง	15,842.79	3,490.00
การสนับสนุน/สร้างแรงจูงใจในการใช้แก๊สโซฮอล์สำหรับ ยานพาหนะ	ปานกลาง	7,673.85	1,950.00
การส่งเสริมการเดินเท้าและจักรยานในเทศบาล	สูง	7,488.00	-126.30
ส่งเสริมการใช้รถไฟฟ้าส่วนบุคคล (EV car)	ต่ำ	7,167.31	3,330.00
FOR/AGR: ป่าไม้และพื้นที่สีเขียว และการเกษตร			
การเพิ่มพื้นที่สีเขียว ไม้แนวตั้งและพืชยึดติด ¹ (เช่น กล้วยไม้) ในพื้นที่เขตเทศบาล	ปานกลาง	1,452.00	440.77

เทศบาลนครขอนแก่น



รูปที่ 5.2 แผนภูมิการจัดทำแผนภูมิผลการวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนหน่วยสุดท้าย (MACC) มาตรการคาร์บอนต่ำของเทศบาลนครขอนแก่น

5.3.2 ผลการประเมินความเป็นไปได้ในการดำเนินมาตรการ

มาตรการข้างต้นได้ถูกนำมาใช้เพื่อจัดทำกิจกรรมการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อกำหนดทิศทางการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำเทศบาลนครขอนแก่น ณ ห้องประชุม โรงแรมนาดี 10 รีสอร์ทแอนด์โฮเทล จังหวัดนครขอนแก่น วันที่ 19 – 20 สิงหาคม พ.ศ. 2562 ซึ่งการจัดกิจกรรมดังกล่าวเป็นการประเมินและระดมความคิดจากการจัดทำกิจกรรมกลุ่มของเจ้าหน้าที่และผู้มีส่วนได้เสียในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของเทศบาลนครขอนแก่น โดยเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและผู้มีส่วนได้เสียต่าง ๆ ได้ร่วมแสดงความคิดเห็นและจัดลำดับความสำคัญของมาตรการ ตามหลักเกณฑ์ความสามารถในการผลักดันมาตรการของหน่วยงานในพื้นที่ รวมถึงการแสดงทัศนวิสัยและความคิดเห็นต่อแนวทางการจัดทำมาตรการในบางโครงการ (รูปที่ 5.3) โดยผลสรุปของการจัดกิจกรรมนี้ได้ถูกผนวกเข้ากับเกณฑ์ความสามารถอื่น ๆ ดังที่กล่าวไปแล้ว และแสดงผลออกมาในรูปแบบภูมิความสัมพันธ์ระหว่าง ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกและความเป็นไปได้ในการดำเนินการ ซึ่งช่วยให้สามารถแสดงระยะเวลาที่เหมาะสมในการดำเนินโครงการของเทศบาลฯ โดยแบ่งออกเป็น ระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาวดังตารางที่ 5.9



รูปที่ 5.3 บรรยากาศการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อกำหนดทิศทางการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ
เทศบาลนครขอนแก่น วันที่ 19-20 สิงหาคม พ.ศ. 2562

เทศบาลนครขอนแก่น

ตารางที่ 5.9 ผลการประเมินความเป็นไปได้ในการดำเนินมาตรการคาร์บอนต่ำจากการทำกิจกรรม

ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก		ระยะยาว		
		ระยะกลาง		ระยะสั้น
		ปานกลาง		
		ต่ำ		
ต่ำ	FOR – การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในพื้นที่เขตเทศบาล FOR – การปลูกต้นไม้แนวตั้ง/ในอาคาร	TM – การใช้รถขนส่งมวลชนสาธารณะพลังงานทดแทน AE – การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง	TM – การส่งเสริมการใช้รถไฟฟ้าส่วนบุคคล	
	ปานกลาง	WM – การรณรงค์การลดขยะอินทรีย์โดยการหมักในครัวเรือน WM – การรณรงค์การคัดแยกขยะโดยหลัก 3R AE – การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากการหมักขยะอินทรีย์ในเขตเทศบาล	TM – การส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลสำหรับยานพาหนะ TM – การส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์สำหรับยานพาหนะ WM – การจัดตั้งศูนย์คัดแยกขยะมูลฝอยและผลิตสารปรับปรุงดิน	TM - การจัดตั้งระบบขนส่งสาธารณะระบบราง AE – การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากวัสดุเหลือทิ้งในภาคการเกษตร WM – การจัดตั้งระบบจัดการขยะมูลฝอยเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิง RDF WM – การฝังกลบขยะมูลฝอยแบบไร้อากาศแบบมีระบบกักเก็บก๊าซชีวภาพ
		สูง	EE – การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างทางสาธารณะแบบประหยัดพลังงาน TM – การส่งเสริมการเดินเท้าและจักรยานในเทศบาล	EE – การสนับสนุนการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง EE – การสนับสนุนการปรับเปลี่ยนหลอด LED EE – การสนับสนุนการใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง EE – การสนับสนุนการใช้เครื่องทำความเย็นประสิทธิภาพสูง
		ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ
ความเป็นไปได้ในการดำเนินการ				

หลังจากการจัดลำดับความสำคัญและเพิ่มเติมมาตรการที่สอดคล้องกับการดำเนินงานของเทศบาลนครขอนแก่นแล้ว มาตรการดังกล่าวได้ถูกนำมาวิเคราะห์และคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกในระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาไปสู่เมืองคาร์บอนต่ำของเทศบาลนครขอนแก่นต่อไป ทั้งนี้ ผลสรุปของมาตรการถูกอธิบายในการประชุมคณะทำงานพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำเพื่อนำเสนอร่างยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำของเทศบาลนครขอนแก่น (รูปที่ 5.4) ให้กับเจ้าหน้าที่และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับเทศบาลนครขอนแก่นได้รับทราบ เพื่อนำมาพิจารณาคัดเลือกมาตรการไปบรรจุลงในแผนพัฒนาเทศบาลนครขอนแก่นในลำดับต่อไป โดยหลังจากการพิจารณาของคณะที่ประชุม ณ สำนักงานเทศบาลนครขอนแก่นเมื่อวันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562 ได้ผลสรุปมาตรการที่สามารถบรรจุเข้าไปในแผนแบ่งตามระยะดำเนินงานของเทศบาลได้ดังตารางที่ 5.10



รูปที่ 5.4 บรรยากาศการประชุมคณะทำงานพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำเพื่อนำเสนอร่างยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำของเทศบาลนครขอนแก่น วันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562

ตารางที่ 5.10 สรุปผลมาตรการคาร์บอนต่ำเพื่อพิจารณาบรรจุลงในแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ

ระยะสั้น		ระยะกลาง		ระยะยาว	
EE	การสนับสนุนการปรับเปลี่ยนหลอด LED	EE TM	มาตรการส่งเสริมความร่วมมือกับภาคเอกชนและภาคีเครือข่าย เพื่อดำเนินมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน การส่งเสริมการเดินเท้าและจักรยานในเทศบาล	TM	ส่งเสริมการใช้รถไฟฟ้าส่วนบุคคล (EV car)
EE	การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างทางสาธารณะแบบประหยัดพลังงาน			TM	การใช้รถขนส่งมวลชนสาธารณะพลังงานไฟฟ้า (ทุกชนิด)
AE	โครงการผลิตไบโอดีเซล				
AE	โครงการไฟสาธารณะพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell)				
AE	การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง				
WM	การจัดตั้งศูนย์คัดแยกขยะมูลฝอยและผลิตสารปรับปรุงดิน				
WM	การรณรงค์การลดขยะอินทรีย์โดยการหมักในครัวเรือน				
WM	การรณรงค์การคัดแยกขยะโดยหลัก 3R				
TM	การสนับสนุน/สร้างแรงจูงใจในการใช้ไบโอดีเซลสำหรับยานพาหนะ				
TM	การสนับสนุน/สร้างแรงจูงใจในการใช้แก๊สโซฮอล์สำหรับยานพาหนะ				
TM	การจัดตั้งระบบขนส่งสาธารณะระบบราง (LRT)				
FOR	การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในพื้นที่เขตเทศบาล				

5.4 การตั้งเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก

การตั้งเป้าหมายในการลดก๊าซเรือนกระจกมีด้วยกันหลายวิธี แต่วิธีที่นิยมกันและระบุไว้ใน GPC สามารถจำแนกออกเป็น 4 วิธี ได้แก่

1. ตั้งเป้าหมายเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปีฐาน (Base year emissions goal)
2. ตั้งเป้าหมายโดยกำหนดค่าคงที่ (Fixed-level goal)
3. ตั้งเป้าหมายโดยการใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยประชากร (Base year intensity goal)
4. ตั้งเป้าหมายเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีปกติ (Baseline scenario goal)

ในการศึกษาและเสนอแนะในการตั้งเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกในรายงานฉบับนี้จะเป็นการกำหนดเป้าหมายที่เทียบกับกรณีปกติในการตั้งเป้าหมาย (Baseline scenario goal) และใช้กรณีการภายใต้การเติบโตอย่างชาญฉลาดเป็นกรณีเป้าหมาย โดยเป้าหมายอาจจะแบ่งออกเป็น 3 ช่วงระยะเวลาเพื่อให้สอดคล้องกับแผนการลดก๊าซเรือนกระจก

จากศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลเมื่อเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีปกติสามารถนำมาใช้ในการกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลได้ หากเทศบาลนำมาตรการต่าง ๆ ที่เสนอมาใช้ทั้งหมดไปปฏิบัติจะส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลเป็นไปตามที่ได้ศึกษาไว้ ผลการตั้งเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลสามารถแสดงได้ในตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.11 ผลการทบทวนเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครขอนแก่น

ปี พ.ศ.	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีปกติ (tCO ₂ eq)	ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกของเทศบาล (tCO ₂ eq)	เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกเมื่อเทียบกับกรณีปกติ (ร้อยละ)
2565	482,668.77	42,903	8.89
2568	534,282.76	90,636	16.96
2573	644,475.58	182,327	28.29

6 แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเทศบาล

6.1 ผลการจัดทำแผนที่นำทาง

จากการให้คะแนนในเกณฑ์ต่าง ๆ และการจัดลำดับความสำคัญของมาตรการคาร์บอนต่ำที่ได้นำเสนอไว้ในบทที่ 5 นั้นทำให้สามารถจัดทำเป็นแผนที่นำทางในการดำเนินมาตรการคาร์บอนต่ำของเทศบาลนครขอนแก่นได้ โดยสามารถแบ่งระยะการเริ่มดำเนินการออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่

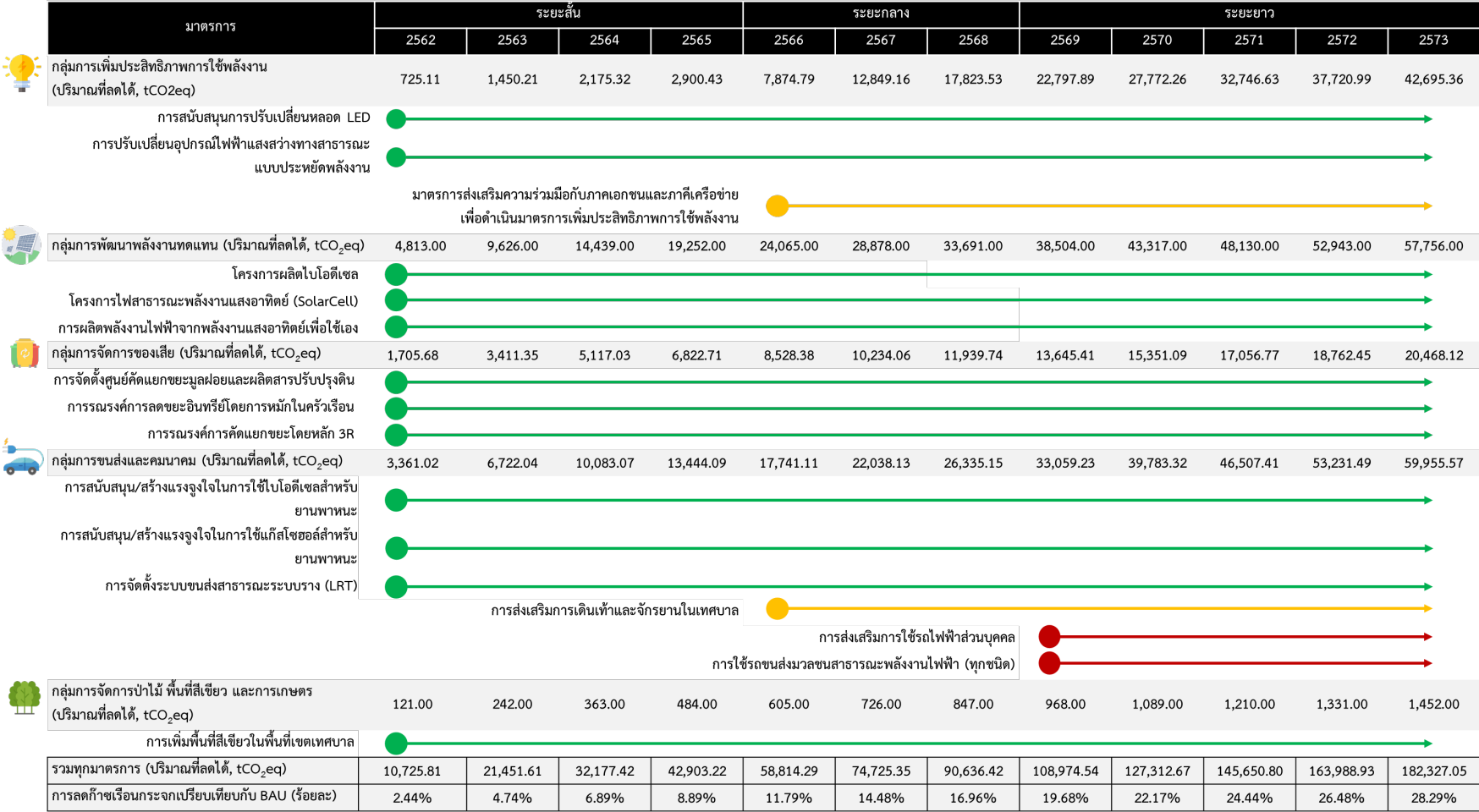
- ระยะสั้น (สามารถเริ่มดำเนินมาตรการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกภายในปี พ.ศ. 2562 - 2565)
- ระยะกลาง (สามารถเริ่มดำเนินมาตรการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกภายในปี พ.ศ. 2566 - 2568)
- ระยะยาว (สามารถเริ่มดำเนินมาตรการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกภายในปี พ.ศ. 2569 - 2573)

ดังแสดงในตารางที่ 6.1 และรูปที่ 6.1 โดยพบว่ามาตรการระยะสั้น (ในปีที่ 1 ถึงปีที่ 4) ที่สามารถเริ่มดำเนินการได้เลยมีจำนวน 12 มาตรการ มาตรการระยะกลางที่เหมาะสมที่จะเริ่มดำเนินการ (ในปีที่ 5-7) มีจำนวน 2 มาตรการ และมาตรการระยะยาวที่เหมาะสมในการเริ่มดำเนินการ (หลังจากปีที่ 7) มีจำนวน 2 มาตรการจากมาตรการทั้งสิ้น 16 มาตรการ โดยปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกของแต่ละมาตรการจำแนกตามระยะการเริ่มดำเนินการแสดงดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.1 สรุปมาตรการคาร์บอนต่ำ (จำแนกรายสาขา) ที่เหมาะสมในการดำเนินการ ณ ช่วงระยะเวลาต่าง ๆ

สาขา	จำนวนมาตรการที่ดำเนินการ		
	ระยะสั้น	ระยะกลาง	ระยะยาว
การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (EE)	2	1	-
การพัฒนาพลังงานทดแทน (AE)	3	-	-
การจัดการของเสีย (WM)	3	-	-
การขนส่งและคมนาคม (TM)	3	1	2
การจัดการป่าไม้ พื้นที่สีเขียว และการเกษตร (FOR/AGR)	1	-	-
รวมทั้งสิ้น	16		

แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจก เทศบาลนครขอนแก่น



● หมายถึง เริ่มดำเนินการในระยะสั้น (น้อยกว่า 3 ปี) ● หมายถึง เริ่มดำเนินการในระยะกลาง (4-6 ปี) ● หมายถึง เริ่มดำเนินการในระยะยาว (มากกว่า 6 ปี)

รูปที่ 6.1 แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกที่แสดงระยะเวลาที่เหมาะสมในการดำเนินมาตรการคาร์บอนต่ำของเทศบาลนครขอนแก่น

ตารางที่ 6.2 การจัดทำแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลฯ

มาตรการ	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ในระยะสั้น (tCO ₂ e)				ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ในระยะกลาง(tCO ₂ e)				ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ในระยะยาว(tCO ₂ e)			
	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573
สาขาการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	725.11	1,450.21	2,175.32	2,900.43	7,874.79	12,849.16	17,823.53	22,797.89	27,772.26	32,746.63	37,720.99	42,695.36
การสนับสนุนการปรับเปลี่ยนหลอด LED	636.00	1,272.00	1,908.00	2,544.00	3,180.00	3,816.00	4,452.00	5,088.00	5,724.00	6,360.00	6,996.00	7,632.00
การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างทางสาธารณะ แบบประหยัดพลังงาน	89.11	178.21	267.32	356.43	445.53	534.64	623.75	712.85	801.96	891.07	980.17	1,069.28
มาตรการส่งเสริมความร่วมมือกับภาคเอกชนและภาคี เครือข่าย เพื่อดำเนินมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ พลังงาน	-	-	-	-	4,249.26	8,498.52	12,747.78	16,997.04	21,246.30	25,495.56	29,744.82	33,994.08
สาขาการพัฒนาพลังงานทดแทน	4,813.00	9,626.00	14,439.00	19,252.00	24,065.00	28,878.00	33,691.00	38,504.00	43,317.00	48,130.00	52,943.00	57,756.00
โครงการผลิตไบโอดีเซล	3,961.00	7,922.00	11,883.00	15,844.00	19,805.00	23,766.00	27,727.00	31,688.00	35,649.00	39,610.00	43,571.00	47,532.00
โครงการไฟสาธารณะพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell)	72.00	144.00	216.00	288.00	360.00	432.00	504.00	576.00	648.00	720.00	792.00	864.00
การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง	780.00	1,560.00	2,340.00	3,120.00	3,900.00	4,680.00	5,460.00	6,240.00	7,020.00	7,800.00	8,580.00	9,360.00
สาขาการจัดการของเสีย	1,705.68	3,411.35	5,117.03	6,822.71	8,528.38	10,234.06	11,939.74	13,645.41	15,351.09	17,056.77	18,762.45	20,468.12
การจัดตั้งศูนย์คัดแยกขยะมูลฝอยและผลิต สารปรับปรุงดิน	1,598.00	3,196.00	4,794.00	6,392.00	7,990.00	9,588.00	11,186.00	12,784.00	14,382.00	15,980.00	17,578.00	19,176.00
การรณรงค์การลดขยะอินทรีย์โดยการหมักในครัวเรือน	9.93	19.87	29.80	39.73	49.66	59.60	69.53	79.46	89.39	99.33	109.26	119.19
การรณรงค์การคัดแยกขยะโดยหลัก 3R	97.74	195.49	293.23	390.98	488.72	586.47	684.21	781.95	879.70	977.44	1,075.19	1,172.93
สาขาการขนส่งและคมนาคม	3,361.02	6,722.04	10,083.07	13,444.09	17,741.11	22,038.13	26,335.15	33,059.23	39,783.32	46,507.41	53,231.49	59,955.57
การส่งเสริมการเดินเท้าและจักรยานในเทศบาล	1,320.23	2,640.47	3,960.70	5,280.93	6,601.17	7,921.40	9,241.63	10,561.87	11,882.10	13,202.33	14,522.57	15,842.80
การสนับสนุน/สร้างแรงจูงใจในการใช้ไบโอดีเซลสำหรับ ยานพาหนะ	639.49	1,278.98	1,918.47	2,557.95	3,197.44	3,836.93	4,476.42	5,115.91	5,755.40	6,394.88	7,034.37	7,673.86
การสนับสนุน/สร้างแรงจูงใจในการใช้แก๊สโซฮอล์สำหรับ ยานพาหนะ	1,401.30	2,802.60	4,203.90	5,605.20	7,006.50	8,407.80	9,809.10	11,210.40	12,611.70	14,013.00	15,414.30	16,815.60
การจัดตั้งระบบขนส่งสาธารณะระบบราง (LRT)	-	-	-	-	936.00	1,872.00	2,808.00	3,744.00	4,680.00	5,616.00	6,552.00	7,488.00

มาตรการ	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ในระยะสั้น (tCO ₂ e)				ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ในระยะกลาง(tCO ₂ e)				ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ในระยะยาว(tCO ₂ e)			
	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573
การส่งเสริมการใช้รถไฟฟ้าส่วนบุคคล (EV car)	-	-	-	-	-	-	-	1,433.46	2,866.92	4,300.39	5,733.85	7,167.31
การใช้รถขนส่งมวลชนสาธารณะพลังงานไฟฟ้า (ทุกชนิด)	-	-	-	-	-	-	-	993.60	1,987.20	2,980.80	3,974.40	4,968.00
สาขาการจัดการป่าไม้ พื้นที่สีเขียว และการเกษตร	121.00	242.00	363.00	484.00	605.00	726.00	847.00	968.00	1,089.00	1,210.00	1,331.00	1,452.00
การเพิ่มพื้นที่สีเขียว ไม้แนวตั้งและพืชยึดติด1 (เช่น กว้างไม้) ในพื้นที่เขตเทศบาล	121.00	242.00	363.00	484.00	605.00	726.00	847.00	968.00	1,089.00	1,210.00	1,331.00	1,452.00
รวมทุกมาตรการ	10,725.81	21,451.61	32,177.42	42,903.22	58,814.29	74,725.35	90,636.42	108,974.54	127,312.67	145,650.80	163,988.93	182,327.05
การคาดการณ์กรณี BAU	438,977.15	452,766.24	467,311.63	482,668.77	498,900.55	516,078.26	534,282.76	553,605.83	574,151.70	596,038.84	619,402.02	644,475.58
การเติบโตอย่างชาญฉลาด (Smart Growth)	428,251.35	431,314.63	435,134.21	439,765.55	440,086.27	441,352.91	443,646.35	444,631.29	446,839.03	450,388.03	455,413.09	462,148.53
การลดก๊าซเรือนกระจกเปรียบเทียบกับ BAU (ร้อยละ)	2.44%	4.74%	6.89%	8.89%	11.79%	14.48%	16.96%	19.68%	22.17%	24.44%	26.48%	28.29%

หมายเหตุ: ปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกได้จากการจัดตั้งสมมติฐานโดยใช้เกณฑ์ในหัวข้อ 5.2.2 ซึ่งกำหนดให้ทุกมาตรการเริ่มดำเนินการในปี พ.ศ. 2562 – 2573 เป็นระยะเวลา 12 ปี

จากแผนที่นำทางในการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเทศบาลในตารางที่ 6.2 ที่กำหนดมาตรการต่าง ๆ จำแนกตามสาขา ซึ่งแบ่งมาตรการออกเป็น 3 ระยะเวลาในการนำมาตรการไปปฏิบัติ ได้แก่ มาตรการระยะสั้น (พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2565) มาตรการระยะกลาง (พ.ศ. 2566 ถึง พ.ศ. 2568) และมาตรการระยะยาว (พ.ศ. 2569 ถึง พ.ศ. 2573) ทั้งนี้ การแบ่งมาตรการตามระยะเวลาในการดำเนินการนั้น จะช่วยให้เทศบาลฯ สามารถมองภาพรวมในระยะยาวเพื่อวางแผนงบประมาณได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ สำหรับ มาตรการที่นำเสนอ พบว่า มาตรการส่วนใหญ่เป็นมาตรการระยะสั้น ซึ่งเทศบาลฯ สามารถดำเนินการได้ด้วยตนเองโดยใช้งบประมาณของเทศบาลฯ และของจังหวัดโดยตรง เช่น มาตรการการสนับสนุนการปรับเปลี่ยนหลอด LED มาตรการการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างทางสาธารณะแบบประหยัดพลังงาน มาตรการส่งเสริมความร่วมมือกับภาคเอกชนและภาคีเครือข่ายเพื่อดำเนินมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน มาตรการการรณรงค์การลดขยะอินทรีย์โดยการหมักในครัวเรือน เป็นต้น สำหรับมาตรการระยะสั้นที่นำเสนอ นั้นครอบคลุมเกือบทุกกิจกรรมในสาขาต่าง ๆ (สาขาการใช้พลังงาน สาขาการจัดการของเสีย และสาขาการขนส่ง) จากแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญในเขตเทศบาลฯ ซึ่งสอดคล้องกับผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปฐฐาน และเมื่อพิจารณาผลการคาดการณ์ลดก๊าซเรือนกระจกในมาตรการต่าง ๆ พบว่า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงส่วนใหญ่มาจากมาตรการในสาขาการขนส่ง อาทิ มาตรการการส่งเสริมการเดินเท้าและจักรยานในเทศบาล มาตรการการส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลสำหรับยานพาหนะ มาตรการการส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์สำหรับยานพาหนะ เป็นมาตรการที่เทศบาลฯ สามารถดำเนินการได้ทันทีอย่างมีประสิทธิภาพ และส่งผลให้สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ในปริมาณที่สูง ทั้งนี้ ปัจจัยสำคัญต่อการปฏิบัติตามมาตรการ คือ ความร่วมมือและสมัครใจของประชาชน และภาคเอกชน โดยเทศบาลฯ ควรให้ผู้มีส่วนได้เสียทุกภาคส่วนเข้ามามีส่วนร่วมในการกำหนดแผนปฏิบัติการของมาตรการดังกล่าว ส่วนการปฏิบัติตามมาตรการนั้น เทศบาลฯ ต้องวางแผนการบริหารทรัพยากรบุคคลและจัดสรรงบประมาณให้เพียงพอ อย่างไรก็ตาม มีบางมาตรการต้องได้รับความร่วมมือและการสนับสนุนจากภาครัฐในระดับกระทรวง เพื่อให้สอดคล้องตามกฎหมายระเบียบที่เกี่ยวข้องของภาครัฐ เช่น มาตรการการส่งเสริมการใช้รถไฟฟ้าส่วนบุคคล โดยเทศบาลฯ สามารถร่วมมือกับภาคเอกชน (อาทิ ห้างสรรพสินค้า) ในการจัดพื้นที่ให้บริการสำหรับชาร์จแบตเตอรี่ รวมถึงจัดพื้นที่ให้บริการในเขตพื้นที่ความรับผิดชอบของเทศบาลฯ เอง มาตรการการใช้รถขนส่งมวลชนสาธารณะพลังงานไฟฟ้า ทางเทศบาลฯ สามารถร่วมมือกับบริษัทขนส่งเอกชนที่ดำเนินการอยู่ในพื้นที่ โดยพิจารณาสิทธิพิเศษต่าง ๆ ให้กับบริษัทที่สามารถดำเนินการตามมาตรการดังกล่าวได้ เป็นต้น

6.2 มาตรการเพิ่มเติมอื่น ๆ

ในการดำเนินการเมืองคาร์บอนต่ำนี้ยังมีมาตรการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องและมีความน่าสนใจที่สามารถให้ผลประโยชน์ทางตรงในด้านการลดก๊าซเรือนกระจก รวมถึงผลประโยชน์ร่วมอื่น ๆ ในพื้นที่อีกหลายมาตรการที่ทางเทศบาลนครขอนแก่น สามารถพิจารณานำไปปรับใช้ได้ในอนาคต โดยมีตัวอย่างดังนี้

สาขาการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (EE)

- การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 40 ปี

สาขาการพัฒนาพลังงานทดแทน (AE)

- การใช้พลังงานที่ผลิตจากเชื้อเพลิงทดแทนอย่างหลากหลาย เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ ชยะ ความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น
- การใช้เชื้อเพลิงทางเลือกสำหรับยานยนต์แทนเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น เอทานอล เมทานอล ก๊าซ บีโตรเลียมเหลว ก๊าซธรรมชาติอัด ไฟฟ้า ไฮโดรเจน ไบโอดีเซล เป็นต้น

สาขาการขนส่งและคมนาคม (TM)

- โครงการระบบขนส่งมวลชนระบบรางและพลังงานไฟฟ้า
- โครงการติดตั้งสถานีจอด/เข้าจักรยานและจุดชาร์จไฟสำหรับรถยนต์ไฟฟ้าให้ครอบคลุมทุกพื้นที่
- ระบบการแบ่งปันยานพาหนะร่วมในเส้นทางเดียวกัน

สาขาการจัดการของเสีย (WM)

- โครงการเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular economy)
- โครงการขยะเหลือศูนย์ (Zero waste)

สาขาการจัดการป่าไม้ พื้นที่สีเขียว และการเกษตร (FOR/AGR)

- โครงการเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farm) โดยให้นำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการเกษตร
- โครงการผลิตพืชและฟาร์มขนาดเล็กในเขตเมือง (Indoor and Outdoor Plant Factories and Microfarms)

นอกจากนี้ เทศบาลยังสามารถพิจารณาจัดทำแผนการปรับตัวเพื่อรับมือกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ตัวอย่างเช่น

การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

- โครงการอุตสาหกรรมการผลิตอาหารจากแมลง
- การวางผังเมืองและการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อรองรับต่อผลกระทบด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- การพัฒนาระบบสาธารณสุขภาคต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต
- การทำแผนรับมือและเตรียมความพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่รุนแรง
- การปกป้องและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ
- การบริหารและจัดสรรทรัพยากรน้ำ เป็นต้น

7 แหล่งเงินทุนสนับสนุนมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจก

เงินสนับสนุนการลงทุนโครงการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การอนุรักษ์พลังงาน และการป้องกันและแก้ไขคุณภาพสิ่งแวดล้อม เป็นกลไกทางการเงินเพื่อสร้างแรงจูงใจให้ส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์กรบริหารส่วนท้องถิ่น ภาคเอกชน รวมถึงหน่วยงานเทศบาล เข้ามามีส่วนร่วมในการป้องกัน และรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม รวมทั้งพัฒนาอุปกรณ์และสิ่งติดตั้งต่าง ๆ เพื่อดำเนินโครงการที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งต่าง ๆ โดยสามารถขอรับเงินทุนสนับสนุนได้จากแหล่งเงินทุนทั้งในและต่างประเทศผ่านองค์กรที่รับผิดชอบดูแลเงินทุน อาทิ

7.1 แหล่งเงินทุนสนับสนุนมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกระดับนานาชาติ

7.1.1 กองทุนสิ่งแวดล้อมโลก (Global Environmental Facility :GEF)



กองทุนสิ่งแวดล้อมโลก (GEF) เป็นกลไกทางการเงินระหว่างประเทศที่จัดตั้งขึ้นในปีพ.ศ. 2535 เพื่อสนับสนุนทางการเงินกับประเทศที่ขอรับการสนับสนุนทางด้านสิ่งแวดล้อมในลักษณะให้เปล่าหรือเงินกู้ที่มีเงื่อนไขผ่อนปรน โดยมีจุดประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมโลกในหลายสาขา ซึ่งหนึ่งในปัญหาทางสิ่งแวดล้อม คือ การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) และ การลดลงของชั้นโอโซนในบรรยากาศ (Ozone Depleting Layer Substances) ที่เกิดจากการปล่อยมลสารทางอากาศจากกิจกรรมในชีวิตประจำวันของมนุษย์ โดยการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change Mitigation) มีเป้าหมายในการสนับสนุน 3 ด้านหลัก ดังนี้

1. สนับสนุนนวัตกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี นโยบาย และแผนยุทธศาสตร์
2. นำเสนอทางเลือกในการลดผลกระทบอย่างเป็นระบบ
3. สนับสนุนปัจจัยแวดล้อมที่เป็นไปได้เกี่ยวกับการลดผลกระทบในยุทธศาสตร์การพัฒนาที่ยั่งยืน

ทั้งนี้ การดำเนินการของงบประมาณสนับสนุนของโครงการจากกองทุนสิ่งแวดล้อมโลก จำเป็นต้องประสานงานผ่านหน่วยงานรับผิดชอบโครงการที่มีหน้าที่ในการจัดทำข้อเสนอและบริหารโครงการ รวมถึงบทบาทในการช่วยหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน สถาบันการศึกษา และองค์กรภาคประชาสังคมในการพัฒนาดำเนินงาน และบริหารจัดการของโครงการที่ได้เสนอขอรับการสนับสนุนจากกองทุนสิ่งแวดล้อมโลก โดยตัวอย่างรายชื่อหน่วยงานรับผิดชอบโครงการมีดังนี้โครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ (United Nations Development Programme: UNDP)

- โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme: UNEP)
 - ธนาคารโลก (The World Bank)
 - ธนาคารพัฒนาเอเชีย (Asian Development Bank: ADB)
 - องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations: FAO)
 - กองทุนระหว่างประเทศเพื่อพัฒนาเกษตรกรรม (International Fund for agriculture and Development: IFAD)
 - กองทุนสัตว์ป่าโลก (World Wild life Fund: WWF)
 - องค์การอนุรักษ์สากล (Conservation International: CI) และ
 - สหภาพสากลว่าด้วยการอนุรักษ์ (International Union for Conservation of Nature: IUCN) เป็นต้น
- สำหรับกรอบการสนับสนุนเงินทุนที่เกี่ยวข้องกับเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีดังนี้

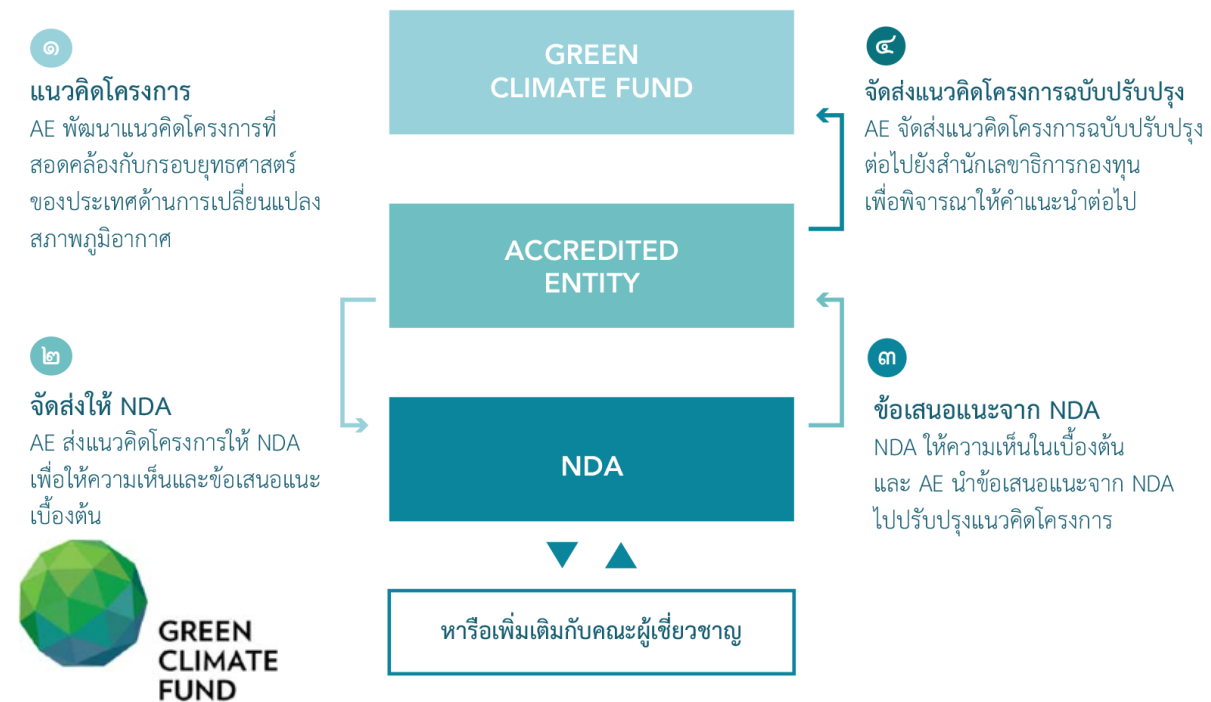
1. ด้านการส่งเสริมนวัตกรรมและเทคโนโลยีสำหรับการพัฒนาความยั่งยืน
 - เพิ่มแหล่งการผลิตพลังงาน
 - เทคโนโลยีการคมนาคมแบบใช้ไฟฟ้า
 - การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเทคโนโลยี
 - นวัตกรรมเทคโนโลยีสะอาด
2. ด้านการจัดทำทางเลือกการลดผลกระทบจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเชิงระบบ
 - จัดทำโปรแกรมเมืองยั่งยืน
 - จัดทำโปรแกรมสำหรับระบบอาหาร การใช้ประโยชน์ที่ดิน และการฟื้นฟูผลกระทบ
 - โปรแกรมป่าไม้ยั่งยืนด้านการจัดการผลกระทบ
3. ด้านการพัฒนาข้อกังวลจากการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้เป็นแผนพัฒนายุทธศาสตร์ที่ยั่งยืน
 - ผ่านสถาบันและเสริมสร้างศักยภาพทางเทคนิคในการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับความโปร่งใส
 - ผ่านการจัดทำแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

ในประเทศไทยสามารถติดต่อสอบถามเพื่อเสนอขอเงินทุนสนับสนุนโครงการผ่านทางสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) ซึ่งจะเป็นผู้พิจารณาโครงการก่อนจะมีการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานสนับสนุนโครงการข้างต้น ทั้งนี้ ตามนโยบายการขอเงินทุนสนับสนุนจาก GEF ทุกโครงการจำเป็นต้องมีการดำเนินงานร่วมกับหน่วยงานสนับสนุนโครงการข้างต้น โดยหน่วยงานดังกล่าวจะได้ค่าตอบแทนในการบริหารโครงการจาก GEF

7.1.2 กองทุนภูมิอากาศสีเขียว (Green Climate Fund: GCF)

กองทุนภูมิอากาศสีเขียว (Green Climate Funds: GCF) เป็นกองทุนว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไปสู่แนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับต่ำ เพื่อพัฒนาความสามารถในการรับมือและปรับตัวต่อผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตามบริบทของการพัฒนาที่ยั่งยืน กองทุนนี้เป็นกองทุนสนับสนุนทางการเงินสำหรับโครงการที่มีมาตรการในการลดผลกระทบด้านลบต่อสภาพภูมิอากาศ ซึ่งรูปแบบการให้การสนับสนุนเงินกองทุนภูมิอากาศสีเขียวได้กำหนดให้เป็นการสนับสนุนในรูปแบบของเงินอุดหนุน เงินกู้แบบผ่อนปรน เงินค้ำประกัน และตราสารทุน โดยในปัจจุบัน ประเทศไทยได้มีหน่วยงานที่เข้ารับการประเมินความพร้อมเบื้องต้นและได้รับการรับรองเป็นหน่วยดำเนินงานระดับประเทศไปแล้วทั้งสิ้น จำนวน 4 หน่วยงาน ได้แก่ มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มูลนิธิริษัทไทย และศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย โดยการสนับสนุนการยื่นข้อเสนอโครงการเพื่อขอรับทุนสนับสนุนจากกองทุนภูมิอากาศสีเขียวจะดำเนินการภายใต้กระบวนการพิจารณาข้อเสนอโครงการและออกหนังสือรับรองรายโครงการเพื่อแสดงว่าประเทศไทยไม่มีข้อคัดค้านต่อข้อเสนอโครงการที่จะขอรับการสนับสนุนจากกองทุนภูมิอากาศสีเขียว เพื่อเตรียมความพร้อมในการดำเนินงานของประเทศไทยกับกองทุนภูมิอากาศสีเขียว โดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมร่วมกับองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (German International Cooperation: GIZ) โดยระบุในเบื้องต้นให้องค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน GIZ เป็นหน่วยดำเนินงาน เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการดำเนินงานร่วมกับกองทุนภูมิอากาศสีเขียวให้แก่ประเทศไทย นอกจากนี้ กองทุนยังจะได้รับประโยชน์จากการปฏิบัติงานที่มีเครือข่ายเป็นแหล่งเงินทุนจากองค์กรระหว่างประเทศ ซึ่งกระบวนการและขั้นตอนการสนับสนุนเงินทุนของกองทุนภูมิอากาศสีเขียวจำเป็นต้องมี หน่วยปฏิบัติที่ได้รับการรับรอง (Accredited Entity) เพื่อทำหน้าที่ในการคัดกรองโครงการ และรับเงินจากหน่วยชำนาญการระดับประเทศ (NDA) ซึ่งประเทศไทยได้มอบหมายให้สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเป็นหน่วยประสานงานหลัก ของกองทุนภูมิอากาศสีเขียวประเทศไทย เพื่อทำหน้าที่ประสานและติดต่อสื่อสารกับกองทุน โดยแผนภูมิกระบวนการขอเงินทุนสนับสนุนกองทุน GCF โดยสังเขป แสดงดังรูปที่ 7.1

ขั้นตอนการจัดส่งแนวคิดโครงการ (ภาคสมัครใจ)



รูปที่ 7.1 แผนภูมิกระบวนการขอเงินสนับสนุนกองทุน GCF

เข้าถึงจาก: <http://gcf.onep.go.th/th/access-to-gcf/>

7.1.3 กองทุนด้านการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Adaptation Fund: AF)



ADAPTATION FUND

กองทุนด้านการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จัดตั้งขึ้นโดยรัฐภาคีของพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนเงินทุนในลักษณะเงินสนับสนุนให้เปล่า สำหรับดำเนินโครงการหรือแผนงานด้านการปรับตัวที่เป็นรูปธรรมเพื่อรองรับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยแหล่งเงินทุนหลักของกองทุนด้านการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มาจากการขายก๊าซเรือนกระจกตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) ซึ่งเป็นกระบวนการที่สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ และได้รับรองจากคณะกรรมการบริหารกลไกพัฒนาที่สะอาด (CDM Executive Board: CDMEB) รายได้ที่ได้ที่สมทบเข้าสู่กองทุนด้านการปรับตัวต่อผลกระทบจากการ

เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะได้รับการจัดสรรจากร้อยละ 2 ของการซื้อขาย “คาร์บอนเครดิต” ประเภท Certified Emissions Reductions หรือ CERs ซึ่งอยู่ภายใต้ CDM

ประเทศไทยได้มีการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับกองทุนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยมี ปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทำหน้าที่เป็นตัวแทนรัฐบาลไทยในการรับรองโครงการและ คัดเลือกหน่วยปฏิบัติงานหลักของประเทศ (National Implementing Entities: NIEs) ที่ดำเนินโครงการตาม นโยบายของรัฐบาลในการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพื่อที่จะขอรับเงินสนับสนุนจาก กองทุนด้านการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และให้สำนักงานนโยบายและแผน ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทำหน้าที่ในฐานะหน่วยชำนาญการระดับประเทศ (National Designated Authority: NDA) ของกองทุนด้านการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สำหรับ ขั้นตอนการพิจารณาข้อเสนอโครงการเพื่อขอรับการสนับสนุนจากกองทุนด้านการปรับตัวต่อผลกระทบจาก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จะมีขั้นตอนการดำเนินการพิจารณาข้อเสนอโครงการในรูปแบบเดียวกันกับ กองทุนภูมิอากาศสีเขียว (GCF)

7.2 แหล่งเงินทุนสนับสนุนมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกระดับชาติ

7.2.1 กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานเป็นกองทุนที่สนับสนุนการอนุรักษ์พลังงานตามมาตรา 25 และ 26 แห่งพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งผู้มีสิทธิได้รับการสนับสนุนได้แก่หน่วยงาน ราชการ รัฐวิสาหกิจ สถาบันการศึกษา และองค์กรเอกชนที่ไม่มุ่งค้าผลกำไร และต้องมีฐานะเป็นนิติบุคคลตาม กฎหมายไทย โดยประเภทโครงการที่เข้าข่ายการรับทุนสนับสนุนต้องเป็นโครงการที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์ พลังงาน ทั้งในด้านการลงทุนและดำเนินงานในการอนุรักษ์พลังงาน ตลอดจนเงินช่วยเหลือหรือเงินอุดหนุน โครงการด้านการอนุรักษ์พลังงาน การค้นคว้าวิจัย การศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนา การส่งเสริมและอนุรักษ์ พลังงาน การป้องกันและแก้ไขปัญหาสีเขียวจากการอนุรักษ์พลังงาน การศึกษา การฝึกอบรม และการ ประชุมเกี่ยวกับพลังงาน การโฆษณา การเผยแพร่ข้อมูล และการประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการพัฒนาการส่งเสริม การอนุรักษ์พลังงาน และการป้องกันสิ่งแวดล้อมจากการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งผู้สนใจยื่นข้อเสนอขอรับทุน สนับสนุนต้องยื่นภายในระยะเวลาประกาศ และจะใช้ระยะเวลาการพิจารณา รวมถึงระยะเวลาการแจ้งมติและ ปรับปรุงข้อเสนอ และพิจารณาลงนามในหนังสือยืนยันการขอรับทุนสนับสนุนประมาณ 5 เดือนครึ่ง (รายละเอียดกระบวนการดังแสดงในรูปที่ 7.2) โดยงบประมาณของแต่ละประเภทโครงการได้ถูกจัดสรรตาม ประเภทโครงการและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ตามกรอบแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 – 2579 ซึ่งปัจจุบัน ผู้ดูแล บริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน คือ สำนักงานบริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ส.กทอ.) โดยรายละเอียดสามารถเข้าไปติดตามสอบถามได้กับสำนักงานบริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์ พลังงาน ทางเว็บไซต์ของทางเว็บไซต์ของสำนักงาน หรือโทรศัพท์ 02-140-6312

```
graph TD; A[ผู้สนใจยื่นข้อเสนอขอรับทุนสนับสนุนจากกองทุนฯ] --> B[พิจารณาความครบถ้วนของข้อเสนอ]; B --> C[คณะกรรมการ/ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาและให้ความเห็นข้อเสนอ]; C --> D[สรุปผลการพิจารณาและความเห็นของคณะกรรมการ/ผู้เชี่ยวชาญ]; D --> E[คณะอนุกรรมการฯ/คณะกรรมการกองทุนฯพิจารณา]; E --> F[แจ้งมติการพิจารณาให้หน่วยงานทราบ]; F --> G[หน่วยงานที่ผ่านการพิจารณาปรับปรุงข้อเสนอ]; G --> H[หน่วยงานที่ผ่านการพิจารณาลงนามในหนังสือยืนยันการขอรับทุนสนับสนุน]; H --> I[จบขั้นตอน]; B -->|ไม่ครบถ้วน| A; E -->|ไม่ผ่าน| A; E -->|ผ่าน| F;
```

ผู้สนใจยื่นข้อเสนอขอรับทุนสนับสนุนจากกองทุนฯ

ภายใน 30 วัน

พิจารณาความครบถ้วนของข้อเสนอ

ครบถ้วน

ภายใน 60 วันหลังปิดรับสมัคร

คณะกรรมการ/ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาและให้ความเห็นข้อเสนอ

ภายใน 14 วัน

สรุปผลการพิจารณาและความเห็นของคณะกรรมการ/ผู้เชี่ยวชาญ

ภายใน 14 วัน

คณะอนุกรรมการฯ/คณะกรรมการกองทุนฯพิจารณา

ผ่าน

แจ้งมติการพิจารณาให้หน่วยงานทราบ

ภายใน 45 วัน

หน่วยงานที่ผ่านการพิจารณาปรับปรุงข้อเสนอ

หน่วยงานที่ผ่านการพิจารณาลงนามในหนังสือยืนยันการขอรับทุนสนับสนุน

จบขั้นตอน

ไม่ครบถ้วน

ไม่ผ่าน

ผ่าน

ภายใน 30 วัน

ภายใน 60 วันหลังปิดรับสมัคร

ภายใน 14 วัน

ภายใน 14 วัน

ภายใน 45 วัน

กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

ที่มา: ค่มือผู้รับบริการขอรับการสนับสนุนจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน 2556

กองทุนสิ่งแวดล้อมจัดตั้งขึ้นในกระทรวงการคลังตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 ภายใต้สำนักงานสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) เพื่อเป็นกลไกทางการเงินที่สร้างแรงจูงใจให้ส่วนราชการ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ และภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการป้องกันและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติของประเทศ ตามหลักการผู้ก่อให้เกิดมลพิษ โดยหลักการของกองทุนสิ่งแวดล้อมจะมุ่งเน้นการใช้จ่ายในลักษณะที่สามารถมีเงินหมุนเวียนกลับเข้ากองทุนสิ่งแวดล้อมในสัดส่วนที่เหมาะสม ซึ่งลักษณะกองทุนสามารถแบ่งได้เป็นกองทุน

เงินกู้และกองทุนเงินอุดหนุน โดยโครงการที่ขอรับการสนับสนุนจะถูกพิจารณาให้รับเงินทุนในลักษณะเงินกู้ ดอกเบี้ยต่ำเป็นอันดับแรก สำหรับการให้การสนับสนุนเงินอุดหนุนนั้น ควรจะให้ได้ในกรณีที่มีความจำเป็นและไม่สามารถแสวงหาเงินจากแหล่งอื่นได้เท่านั้น ทั้งนี้ โครงการด้านการจัดการมลพิษสามารถยื่นรับการสนับสนุนจาก สผ. ได้ตลอดปี เมื่อโครงการผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติก่อน จึงจะสามารถนำเสนอคณะกรรมการกองทุนสิ่งแวดล้อมเพื่อพิจารณาได้ โดยงบประมาณของแต่ละประเภทโครงการได้ถูกจัดสรรตามประเภทโครงการและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยรายละเอียดเพิ่มเติมของกองทุนสามารถแสดงได้ที่เว็บไซต์ <http://envfund.onep.go.th/>

7.2.3 เงินทุนสนับสนุนโครงการของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

เป็นกองทุนสนับสนุนการลงทุนรายโครงการในด้านพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อพัฒนา ปรับเปลี่ยน ปรับปรุง เครื่องจักร อุปกรณ์ และระบบให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งนี้ โครงการที่ต้องการเสนอของบประมาณสนับสนุนจากทาง พพ. จำเป็นต้องทำตามระเบียบข้อกำหนดและเป็นโครงการประเภทเดียวกับกองทุนสนับสนุนนั้น ๆ โดยระยะเวลาและจำนวนเงินทุนสนับสนุนการขอเงินทุนสนับสนุนของแต่ละประเภทโครงการจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับการกำหนดงบประมาณของประเภทโครงการนั้น ๆ จาก พพ. โดยตัวอย่างของโครงการที่มีเงินทุนสนับสนุนมีดังนี้

(1) โครงการด้านพลังงานทดแทน

- โครงการสนับสนุนการใช้พลังงานทดแทนในภาคความร้อน (เงินทุนสนับสนุนไม่เกินร้อยละ 40 ของเงินลงทุนและไม่เกิน 3 ล้านบาทต่อโครงการ)
- โครงการส่งเสริมการผลิตไบโอมีเทนอัด (CBG) ในสถานประกอบการที่มีระบบก๊าซชีวภาพ (วงเงินรวมทั้งโครงการไม่เกิน 18 ล้านบาท)

(2) โครงการด้านอนุรักษ์พลังงาน

- โครงการสนับสนุนการลงทุนการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ในโรงพยาบาลของรัฐ (Matching Fund) (เงินทุนสนับสนุนไม่เกินร้อยละ 70 ของเงินลงทุนและไม่เกิน 70 ล้านบาทต่อราย)
- โครงการสนับสนุนการลงทุนเพื่อปรับเปลี่ยน ปรับปรุง เครื่องจักร และอุปกรณ์ เพื่อการอนุรักษ์พลังงานในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานควบคุม (เงินทุนสนับสนุนไม่เกินร้อยละ 20 ของเงินลงทุนและไม่เกิน 500,000 บาท)

7.2.4 กองทุนอื่น ๆ

- กองทุนสนับสนุนจากการดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมของประเทศ (Nationally Appropriate Mitigation Action Facility: NAMA Facility)
- โครงการส่งเสริมการลงทุนด้านอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนด้วยเงินทุนหมุนเวียน (ESCO Revolving Fund) โดยเป็นทุนจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ภายใต้การสนับสนุนทางการเงินจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
- กองทุนส่งเสริมการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ (Public Private Partnership: PPP)
- กองทุนรวมเพื่อลดก๊าซเรือนกระจก (Carbon fund)
 - กองทุนคาร์บอนเครดิต (Carbon Credit Fund)
 - กองทุนคาร์บอนทั่วไป (General Carbon Fund)

7.3 การเข้าถึงแหล่งเงินทุนในการดำเนินมาตรการ

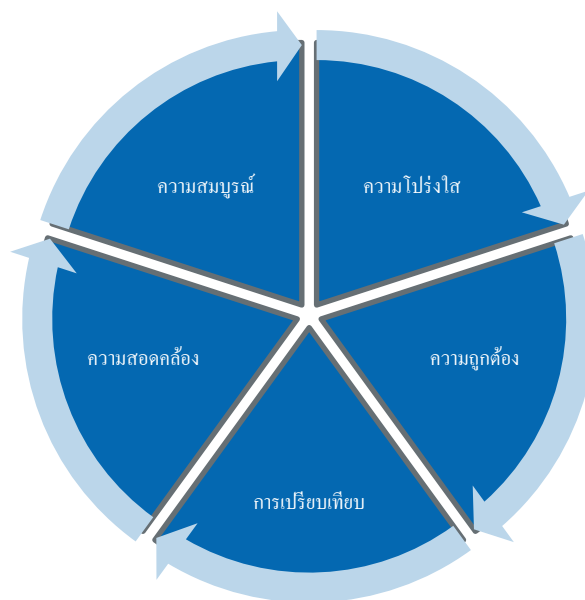
เทศบาลฯ ควรให้ความสำคัญกับการเข้าถึงแหล่งเงินทุนที่เหมาะสมกับประเภทของมาตรการคาร์บอนต่ำที่จะดำเนินการ โดยศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมและติดต่อกับหน่วยงานที่รับผิดชอบกับแหล่งเงินทุนนั้น ๆ เพื่อเป็นอีกแนวทางสนับสนุนให้การดำเนินมาตรการคาร์บอนต่ำมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยสรุปประเภทของมาตรการที่เหมาะสมกับกองทุนต่าง ๆ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 แหล่งเงินทุนที่เหมาะสมกับมาตรการในแต่ละสาขา

มาตรการในสาขา	แหล่งเงินทุนสนับสนุน					
	กองทุนสิ่งแวดล้อมโลก (GEF)	กองทุนภูมิอากาศสีเขียว (Green Climate Funds: GCF)	กองทุนด้านการปรับตัวต่อ ผลกระทบจากการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Adaptation Fund: AF)	กองทุนเพื่อส่งเสริม การอนุรักษ์ พลังงาน	กองทุนสิ่งแวดล้อม	เงินทุนสนับสนุน โครงการของกรมพัฒนา พลังงานทดแทนและ อนุรักษ์พลังงาน (พพ.)
การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ พลังงาน (EE)	✓	✓		✓	✓	✓
การพัฒนาพลังงานทดแทน (AE)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การจัดการของเสีย (WM)	✓	✓	✓		✓	
การขนส่งและคมนาคม (TM)	✓	✓				
การจัดการป่าไม้ พื้นที่สีเขียว และการเกษตร (FOR/AGR)	✓	✓	✓		✓	

8 การตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ (MRV)

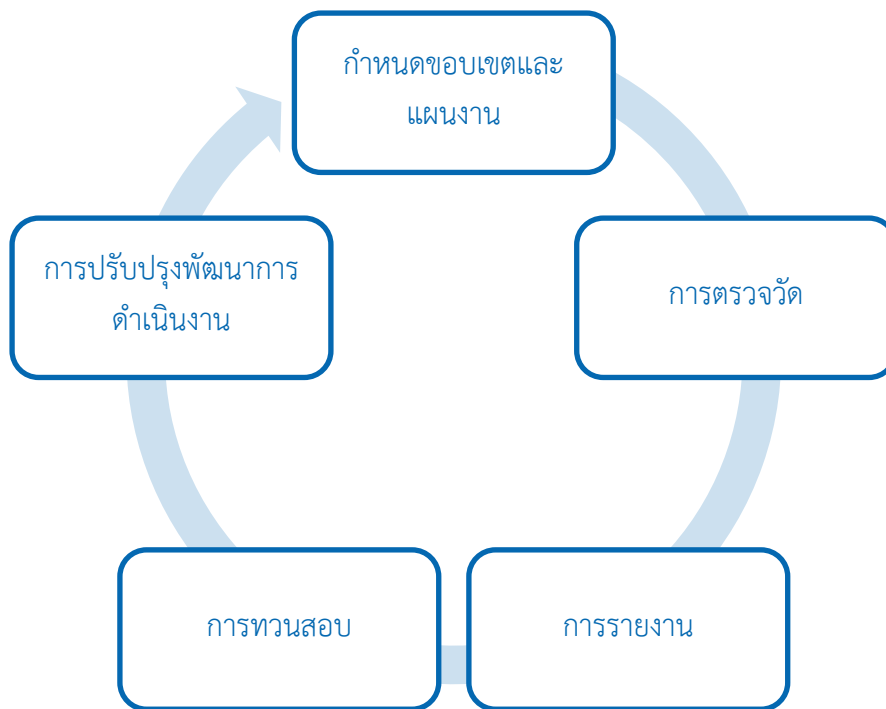
เพื่อเป็นการกำหนดแนวทางให้แผนเมืองคาร์บอนต่ำสามารถบรรลุตามผลลัพธ์ที่คาดหวังไว้ กระบวนการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ (MRV) เป็นสิ่งที่ต้องดำเนินการควบคู่กัน เพื่อให้มาตรการและกิจกรรมที่ดำเนินการ สามารถมีระบบการติดตามตรวจวัด รายงานผลที่มีความน่าเชื่อถืออย่างเป็นสากล อีกทั้งยังแสดงความโปร่งใส ในโครงการซึ่งนำไปสู่ความไว้วางใจต่อสาธารณชน โดยหลักเกณฑ์สำหรับการดำเนินการ MRV จำเป็นต้องมีกรอบการดำเนินงานที่เหมาะสม สามารถใช้งานได้จริง ง่ายต่อการใช้งาน และสามารถนำผลลัพธ์มาเปรียบเทียบได้ นอกจากนี้ กระบวนการ MRV ยังสามารถแสดงถึงจุดปรับปรุงการดำเนินงานที่สามารถทำให้โครงการสามารถพัฒนาต่อยอดให้ดีขึ้นได้ในอนาคต โดยหลักการพื้นฐานของ MRV ประกอบด้วย 5 หลักดังรูปที่ 8.1



รูปที่ 8.1 หลักการพื้นฐานของกระบวนการ MRV

1. **ความโปร่งใส (Transparency):** ข้อมูลมีความเหมาะสม เพียงพอ และสามารถตรวจสอบได้
2. **ความถูกต้อง (Accuracy):** ลดความไม่แน่นอนของข้อมูลและรักษาระดับความถูกต้องให้ได้มากที่สุด
3. **การเปรียบเทียบ (Comparability):** แหล่งของข้อมูล วิธีการตรวจวัด คำนวณ ช่วงเวลาสามารถเปรียบเทียบกับผลการตรวจวัดอื่น ๆ ได้
4. **ความสอดคล้อง (Consistency):** ทุก ๆ การเปลี่ยนแปลงข้อมูล ขอบเขต วิธีการ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรวบรวมข้อมูลต้องไม่ขัดแย้งกัน
5. **ความสมบูรณ์ (Completeness):** ตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลจากทุกแหล่งตามขอบเขตมีความสมบูรณ์ครบถ้วน

8.1 กระบวนการ MRV



รูปที่ 8.2 กระบวนการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ (MRV)

จากรูปที่ 8.2 กระบวนการดำเนินงานด้าน MRV เริ่มตั้งแต่การกำหนดขอบเขตและแผนงานการตรวจวัดตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ขอบเขตการดำเนินงานที่จะตรวจติดตาม การประเมินข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่ ได้แก่ โครงสร้างสถาบันการดำเนินโครงการ ระเบียบวิธีการ กระบวนการการจัดเก็บข้อมูล รวมถึงคุณภาพของข้อมูลในการตรวจวัด นอกจากนี้ยังควรระบุจุดด้อยของโครงการในด้านต่าง ๆ เช่น ความสามารถสูงสุดที่รองรับได้ของเครื่องจักรและอุปกรณ์โครงการ ทักษะของผู้ปฏิบัติงาน การเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ เป็นต้น ในขั้นตอนนี้กรอบการดำเนินงานต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน อาทิ UNFCCC IPCC CDM J-VER ISO-14064 รวมถึงกรณีศึกษาต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศสามารถนำมาปรับใช้ในการดำเนินงานภายในเทศบาลฯ ได้

การตรวจวัด (Measurement) ควรพิจารณากิจกรรมที่ครอบคลุมกับกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งส่วนที่เป็นการปลดปล่อยและส่วนที่สามารถลดได้เพื่อแสดงถึงความถูกต้องและโปร่งใสในการดำเนินงาน โดยใช้วิธีการที่เป็นสากลในการตรวจวัดกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Activity data) ที่แหล่งการปล่อย (Point source) ของโครงการ จากนั้นจึงนำค่ามาใช้ในการคำนวณตามหลักและวิธีการที่เหมาะสมกับกิจกรรมการปล่อยนั้น ๆ ในกระบวนการตรวจวัดนี้ควรมีการร่วมมือกับหลายภาคส่วน เนื่องจากในโครงการทั่วไปมักจะมีผู้ดูแลที่เกี่ยวข้องในหลายส่วน เช่น หน่วยงานผู้ดำเนินโครงการหลัก หน่วยงานสนับสนุน หน่วยงานด้านการศึกษา ภาคเอกชน เป็นต้น

รายงาน (Reporting) เป็นกระบวนการที่นำข้อมูลกิจกรรมที่ตรวจวัดได้มารายงานผลการดำเนินงานตามหลักเกณฑ์และระยะเวลาที่ได้กำหนดไว้ โดยประกอบด้วยข้อมูล ดังนี้

- กลุ่มกิจกรรม และประเภทก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อย/ลดลงได้
- หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
- ระเบียบวิธีการที่ใช้ แหล่งการเก็บข้อมูล สมมติฐาน และคุณภาพของข้อมูล
- ระดับชั้นของข้อมูลและความไม่แน่นอนของข้อมูล
- วิธีการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน (Baseline) (ถ้ามี)

การทวนสอบ (Verification) เป็นกระบวนการในด้านการควบคุมคุณภาพของข้อมูลให้มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ และโปร่งใส รวมถึงการพัฒนาการดำเนินงานให้มีความสมบูรณ์ครบถ้วน และสอดคล้องกันตลอดการดำเนินโครงการ การดำเนินการทวนสอบที่ทั้งผู้ให้ข้อมูลและผู้รายงานข้อมูลเป็นวิธีการที่จะช่วยให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

หลังจากการดำเนินการตรวจวัด รายงานและทวนสอบข้อมูลแล้ว ผู้ดำเนินโครงการยังควรมองหาช่องว่างและโอกาสในการปรับปรุงพัฒนาการดำเนินงานให้ดียิ่งขึ้น โดยสามารถจัดตั้งเป็นแผนปรับปรุงพัฒนาโครงการ เพื่อช่วยให้สามารถจัดสรรทรัพยากรต่าง ๆ ในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การแบ่งปันความรู้และประสบการณ์กับหน่วยงานภายนอกหรือพื้นที่การดำเนินงานอื่นยังช่วยให้ผู้ดำเนินโครงการมองเห็นโอกาสในการพัฒนาโครงการมากยิ่งขึ้น โดยอาจพิจารณาขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

- การทบทวนการดำเนินงานตั้งแต่กระบวนการแรกในการดำเนินโครงการ
- การระบุประเด็นหลักและจัดประเภทในการพัฒนาโครงการ
- การจัดลำดับความสำคัญในการพัฒนาโครงการ
- การระบุความเป็นไปได้ในการพัฒนาโครงสร้างเชิงสถาบัน
- การพัฒนาแผนกิจกรรมการดำเนินงานที่เป็นไปได้
- การจัดทำเอกสารแผนการพัฒนาโครงการ

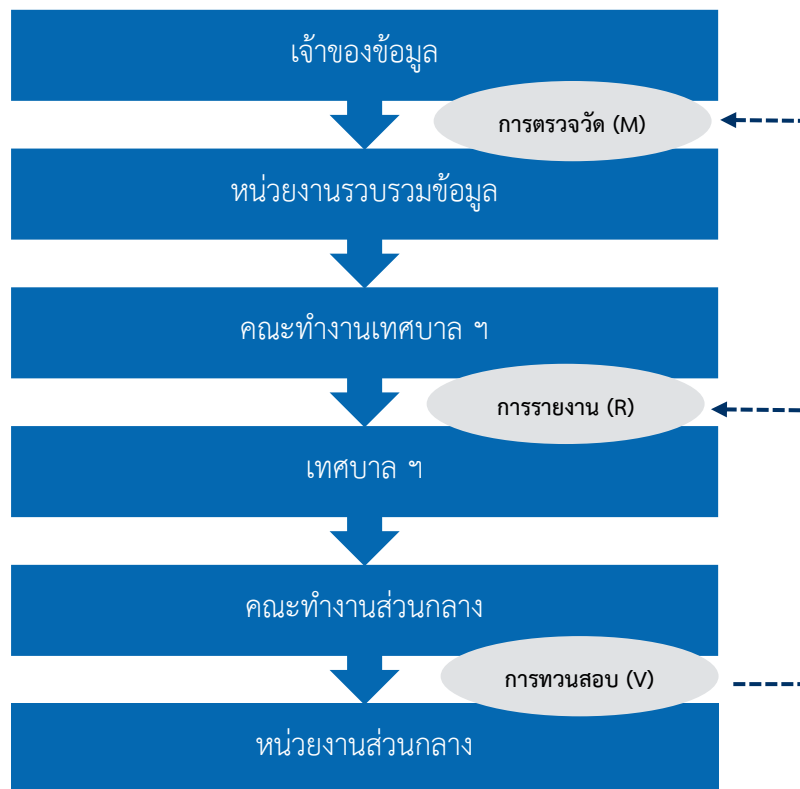
ในกระบวนการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบสามารถใช้หลักการการตั้งคำถาม ใคร อะไร อย่างไร และเมื่อไร ดังแสดงในตารางที่ 8.1

ตารางที่ 8.1 การใช้หลักการการตั้งคำถามในกระบวนการ MRV

กระบวนการ	อะไร (What)	ใคร (Who)	อย่างไร (How)	เมื่อไร (When)
การตรวจวัด (M)	กิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยและลด ก๊าซเรือนกระจกของโครงการ โดย อ้างอิงจากกิจกรรมต่าง ๆ ในโครงการ (Activity data)	หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบในการ ตรวจวัด บุคคลที่รับผิดชอบในการ ตรวจวัดข้อมูล	การตรวจวัดที่จุดกำเนิดของการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก หรือใช้ข้อมูลทุติยภูมิ ที่มีการจัดบันทึกข้อมูลไว้แล้ว	ตามกรอบการดำเนินการที่ได้กำหนดไว้ ในแผนการดำเนินการ MRV
การรายงาน (R)	กลุ่มกิจกรรม และประเภทก๊าซเรือน กระจกที่ปลดปล่อย/ลดลงได้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ระเบียบวิธีการที่ ใช้ แหล่งการเก็บข้อมูล สมมติฐาน คุณภาพของข้อมูล ระดับชั้นของข้อมูล และความไม่แน่นอนของข้อมูล	หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบในการ รายงาน บุคคลที่รับผิดชอบในการ รายงานข้อมูล	รายงานตามหลักการรายงานการ ปล่อยก๊าซเรือนกระจก	
การทวนสอบ (V)	ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณการ ปล่อยก๊าซเรือนกระจก วิธีการคำนวณ สมมติฐาน ค่าคงที่	หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบในการทวน สอบภายใน หรือ หน่วยงานภายนอก	การทวนสอบตามหลักการทวนสอบ การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	

8.2 โครงสร้างเชิงสถาบัน

ตัวอย่างโครงสร้างเชิงสถาบันในการดำเนินงานเมืองคาร์บอนต่ำของเทศบาลฯ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 8.3 ซึ่งแสดงภาพรวมของการทำ MRV ที่แสดงขั้นตอนและหน่วยงานที่ควรมีการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบข้อมูลของโครงการ นอกจากนี้ตัวอย่างการดำเนินมาตรการคาร์บอนต่ำที่นำเสนอในรายงานได้แสดงดังตารางที่ 8.2



รูปที่ 8.3 โครงสร้างเชิงสถาบันในการดำเนินการโครงการเมืองคาร์บอนต่ำ

ตารางที่ 8.2 ตัวอย่างข้อมูลในกระบวนการ MRV ของมาตรการคาร์บอนต่ำ

ตัวอย่างมาตรการ	หน่วยงานเก็บและรวบรวมข้อมูล	ข้อมูลที่ตรวจวัด (M)	ข้อมูลที่รายงาน (R)	ข้อมูลที่ทวนสอบ (V)
การสนับสนุนการปรับเปลี่ยนหลอด LED	- สำนักงานช่าง ส่วนช่างโยธา - ประชาสัมพันธ์เทศบาล	- จำนวนหลอดไฟ LED - ค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟเดิมและหลอด LED - ระยะเวลาการใช้งานของหลอด LED	- สรุปข้อมูลที่ตรวจวัดได้ - ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน การดำเนินโครงการ และปริมาณที่ลดลงได้	- ข้อมูลทำการตรวจวัด - วิธีการคำนวณ - ค่าคงที่ที่ใช้ - เอกสาร/ภาพถ่ายที่ใช้อ้างอิง
การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เอง	สำนักงานช่าง	- ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในโครงการ - ค่าพลังงานของอุปกรณ์ - ระยะเวลาการผลิตต่อวัน - ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการดำเนินโครงการ	- สรุปข้อมูลที่ตรวจวัดได้ - ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน การดำเนินโครงการ และปริมาณที่ลดลงได้	- ข้อมูลทำการตรวจวัด - วิธีการคำนวณ - ค่าคงที่ที่ใช้ - เอกสาร/ภาพถ่ายที่ใช้อ้างอิง
การจัดตั้งศูนย์คัดแยกขยะมูลฝอยและผลิตสารปรับปรุงดิน	- สำนักงานช่าง - สำนักงานสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม	- ปริมาณขยะที่นำเข้าไปโครงการ - สัดส่วนของขยะที่เข้าไปโครงการ - ปริมาณพลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิงที่ใช้ในการดำเนินโครงการ	- สรุปข้อมูลที่ตรวจวัดได้ - ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน การดำเนินโครงการ และปริมาณที่ลดลงได้	- ข้อมูลทำการตรวจวัด - วิธีการคำนวณ - ค่าคงที่ที่ใช้ - เอกสาร/ภาพถ่ายที่ใช้อ้างอิง

8.3 ข้อเสนอแนะด้านการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ (MRV)

โดยทั่วไปการดำเนินการด้าน MRV เป็นส่วนหนึ่งที่ใช้ทรัพยากรในหลายด้านในการดำเนินการที่นอกเหนือจากการดำเนินมาตรการคาร์บอนต่ำ ทั้งด้านงบประมาณ ระยะเวลา อุปกรณ์เครื่องจักร หรือแม้แต่การสร้างความร่วมมือเพิ่มเติมกับหน่วยงานภายนอก ดังนั้นการดำเนินการเมืองคาร์บอนต่ำที่ดีนั้น ควรได้รับความร่วมมือจากหลายภาคส่วนรวมถึงความพร้อมของหน่วยงานเทศบาลฯ เพื่อให้โครงการสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้ อย่างไรก็ตามข้อเสนอแนะที่อาจเป็นประโยชน์ในการดำเนินการด้าน MRV มีดังนี้

ข้อเสนอแนะในการตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูล

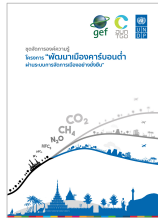
ในกระบวนการตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูลดิบในการดำเนินการคาร์บอนต่ำนั้น ควรมีการจัดการอย่างเป็นระบบเพื่อให้ผู้รับผิดชอบสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายและลดความผิดพลาดในการรายงานผลในขั้นตอนต่อไป โดยในการตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูลนั้น ข้อมูลที่เกี่ยวข้องควรได้รับการจัดเก็บอย่างเป็นระเบียบ กำหนดหน่วยงานที่รับผิดชอบและจัดทำเอกสารเกี่ยวกับวิธีการตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูลให้ชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้ผู้ดำเนินงานสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและป้องกันความผิดพลาดในการปฏิบัติงานได้ กระบวนการนี้ควรได้รับความร่วมมือจากหลายภาคส่วนในการรับผิดชอบในข้อมูลของตนและสามารถรายงานให้หน่วยงานกลางรับทราบข้อมูลเมื่อต้องการข้อมูล

ข้อเสนอแนะในการรายงานข้อมูล

ในกระบวนการรายงานข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดนั้น ผู้รายงานข้อมูลควรทำความเข้าใจถึงแหล่งและวิธีการตรวจวัดข้อมูลก่อนนำข้อมูลไปประมวลผลและรายงาน โดยควรทำการสอบถามหรือสัมภาษณ์กับผู้ตรวจวัดข้อมูลเบื้องต้นเพื่อให้มีความเข้าใจในข้อมูลและนำข้อมูลไปใช้งานได้อย่างถูกต้อง ผู้รายงานข้อมูลควรเลือกใช้วิธีหรือแนวทางการคำนวณ/รายงานผลที่เป็นสากลและเป็นที่ยอมรับเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องและสามารถนำไปเปรียบเทียบกับโครงการอื่นได้

ข้อเสนอแนะในการทวนสอบข้อมูล

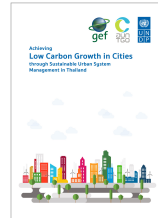
กระบวนการทวนสอบข้อมูล เป็นส่วนที่มีความสำคัญที่ช่วยให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือและมีความโปร่งใส หน่วยงานควรดำเนินการทวนสอบข้อมูลเบื้องต้นและทำการทวนสอบข้อมูลโดยหน่วยงานภายนอกเพื่อเพิ่มความโปร่งใสของข้อมูล ในกระบวนการนี้ควรมีการจัดเก็บหลักฐานที่ใช้อ้างอิงและยืนยันความถูกต้องของข้อมูล ซึ่งสามารถแสดงอยู่ในรูปเอกสาร ภาพถ่าย และบันทึกจากการสัมภาษณ์



ชุดจัดการองค์ความรู้
โครงการ “พัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ
ผ่านระบบการจัดการเมืองอย่างยั่งยืน”
(ภาษาไทย / English)



โครงการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ
ผ่านระบบการจัดการเมืองอย่างยั่งยืน
(ภาษาไทย)



Achieving Low Carbon Growth
in Cities through Sustainable Urban
System Management in Thailand
(English)



คู่มือการจัดทำข้อมูลปริมาณ
ก๊าซเรือนกระจกระดับเทศบาลเมือง
(ภาษาไทย)



ข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง
(City Carbon Footprint: CCF)
เทศบาลนครเกาะสมุย
(ภาษาไทย / English (Executive Summary))



ข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง
(City Carbon Footprint: CCF)
เทศบาลนครขอนแก่น
(ภาษาไทย / English (Executive Summary))



ข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง
(City Carbon Footprint: CCF)
เทศบาลนครเชียงใหม่
(ภาษาไทย / English (Executive Summary))



ข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง
(City Carbon Footprint: CCF)
เทศบาลนครนครราชสีมา
(ภาษาไทย / English (Executive Summary))



แผนการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำที่ยั่งยืน
(Low Carbon Sustainable Urban
Development Plan)
เทศบาลนครเกาะสมุย
(ภาษาไทย / English (Executive Summary))



แผนการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำที่ยั่งยืน
(Low Carbon Sustainable Urban
Development Plan)
เทศบาลนครขอนแก่น
(ภาษาไทย / English (Executive Summary))



แผนการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำที่ยั่งยืน
(Low Carbon Sustainable Urban
Development Plan)
เทศบาลนครเชียงใหม่
(ภาษาไทย / English (Executive Summary))



แผนการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำที่ยั่งยืน
(Low Carbon Sustainable Urban
Development Plan)
เทศบาลนครนครราชสีมา
(ภาษาไทย / English (Executive Summary))



คู่มือการจัดการขยะอินทรีย์
ในสถานประกอบการ
(ภาษาไทย)



คู่มือบ้านคาร์บอนต่ำ
Low Carbon Home
(ภาษาไทย)



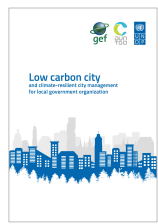
โครงการพัฒนาโครงการ T-VER
สำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
(ภาษาไทย)



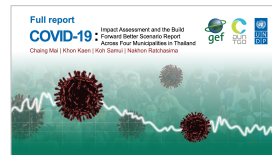
คู่มือการอบรมเชิงปฏิบัติการ
การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ
ผ่านระบบการจัดการเมืองอย่างยั่งยืน
(ภาษาไทย)



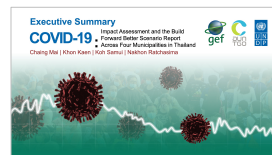
การจัดการเมืองคาร์บอนต่ำ
และรับมือกับผลกระทบการเปลี่ยนแปลง
สภาพภูมิอากาศอย่างยั่งยืนสำหรับ
องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
(ภาษาไทย)



Low Carbon city and
climate-resilient city
management for local
government organization
(English)



Full report
COVID-19: Impact Assessment
and the Build Forward Better
Scenario Report Across
Four Municipalities in Thailand
(English)



Executive Summary
COVID-19: Impact Assessment
and the Build Forward Better
Scenario Report Across
Four Municipalities in Thailand
(English)



รายงานฉบับสมบูรณ์
การดำเนินงานโครงการคาร์บอนต่ำสาธิต
เทศบาลนครเกาะสมุย
(ภาษาไทย / English (Executive Summary))



รายงานฉบับสมบูรณ์
การดำเนินงานโครงการคาร์บอนต่ำสาธิต
เทศบาลนครขอนแก่น
(ภาษาไทย / English (Executive Summary))



รายงานฉบับสมบูรณ์
การดำเนินงานโครงการคาร์บอนต่ำสาธิต
เทศบาลนครเชียงใหม่
(ภาษาไทย / English (Executive Summary))



รายงานฉบับสมบูรณ์
การดำเนินงานโครงการคาร์บอนต่ำสาธิต
เทศบาลนครนครราชสีมา
(ภาษาไทย)

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

120 หมู่ที่ 3 ชั้น 9 อาคารรัฐประศาสนภักดี ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติฯ

ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210 ประเทศไทย

โทร: +66 2141 9790 | อีเมล: info@tgo.or.th

www.tgo.or.th

โครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติในประเทศไทย

อาคารสหประชาชาติชั้น 12 ถนนราชดำเนินนอก กรุงเทพมหานคร 10200 ประเทศไทย

โทร: +66 2304 9191 | อีเมล: undp.thailand@undp.org

www.th.undp.org

