



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนและก๊าซเรือนกระจก
ในการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

ภัทราพร สร้อยทอง
กรรณิการ์ จันทร์ชิดฟ้า
สุชาติ ชายหาด
นราธิป เพ่งพิศ

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้
(เงินอุดหนุนจากรัฐบาล)ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
มหาวิทยาลัยบูรพา

รหัสโครงการ 2560A10802079
สัญญาเลขที่ 54/2560

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนและก๊าซเรือนกระจก
ในการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

ภัทรพร สร้อยทอง
กรรณิการ์ จันทร์ชิดฟ้า
สุชาติ ชายหาด
นราธิป เฟ่งพิศ

คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)

ข้าพเจ้า ผศ.ดร.ภัทรพร สร้อยทอง ได้รับทุนสนับสนุนโครงการวิจัย จากมหาวิทยาลัยบูรพา ประเภทงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) มหาวิทยาลัยบูรพา โครงการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนและก๊าซเรือนกระจก ในการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

Urban Heat Island and Greenhouse effect in Eastern Seaboard Development of Thailand

รหัสโครงการ 2560A10802079/ สัญญาเลขที่ 54/2560 ได้รับงบประมาณรวมทั้งสิ้น 775,800 บาท (เจ็ดแสนเจ็ดหมื่นห้าพันแปดร้อยบาทถ้วน)

ระยะเวลาการดำเนินงาน 1 ปี (ระหว่างวัน 1 ตุลาคม พ.ศ. 2560-30 กันยายน พ.ศ. 2561 และ ขอยกเวลาเพิ่มระหว่างวัน 1 ตุลาคม พ.ศ. 2561-30 กันยายน พ.ศ. 2562)

- บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (2) ศึกษาสถานการณ์และปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนและวิเคราะห์ปรากฏการณ์เกาะความร้อน (3) ศึกษาสถานการณ์และปัจจัยที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกและวิเคราะห์ปรากฏการณ์เรือนกระจก (4) ประเมินผลกระทบของปรากฏการณ์เกาะความร้อนและภาวะเรือนกระจก (5) สร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อน สภาวะก๊าซเรือนกระจก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ประโยชน์ที่ดิน (6) ศึกษาแนวทางการแก้ไขและวิธีป้องกันปรากฏการณ์เกาะความร้อนและสภาวะก๊าซเรือนกระจกพร้อมทั้งจัดทำแผนการบริหารจัดการปรากฏการณ์เกาะความร้อนและสภาวะก๊าซเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก วิธีการศึกษาครั้งนี้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งแบบปฐมภูมิคือการเก็บข้อมูลภาคสนาม และข้อมูลทุติยภูมิร่วมกับข้อมูลทางกายภาพจากการศึกษาตามแผนภาพถ่ายดาวเทียมแล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลแบบผสมทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณโดยประยุกต์ร่วมกับเทคนิคทางภูมิศาสตร์สารสนเทศ โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 5, 8 และดาวเทียม GOSAT ในจังหวัดชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี จันทบุรี ตราด และสระแก้ว

ผลการศึกษา พบว่า (1) จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวและปรากฏการณ์เกาะความร้อนในพื้นที่ภาคตะวันออกพบว่าอุณหภูมิพื้นผิวมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะพื้นที่เมืองและอุตสาหกรรมเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่เกษตรกรรมโดยรอบ ความแตกต่างของอุณหภูมิก่อให้เกิดสภาวะปรากฏการณ์เกาะความร้อน ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าการเพิ่มขึ้นของระดับอุณหภูมิพื้นผิวและปรากฏการณ์เกาะความร้อน 5 จังหวัด คือ ชลบุรี ปราจีนบุรี สระแก้ว และฉะเชิงเทรา (2) ปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจกพบว่า พื้นที่ภาคตะวันออกมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กระจายตัวปกคลุมมากที่สุด ปี พ.ศ. 2552 คือพื้นที่บริเวณอำเภอสัตหีบกระจายออกมาถึงบางละมุง ศรีราชา จังหวัดชลบุรี ปี พ.ศ. 2557 คือ พื้นที่บริเวณกลางของภาคตะวันออก ได้แก่ พื้นที่จังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดฉะเชิงเทรา และบริเวณเหนือของจังหวัดสระแก้ว ปีพ.ศ. 2562

พื้นที่ตอนเหนือของภาคตะวันออกเฉียงใต้แก่ พื้นที่จังหวัดปราจีนบุรี พื้นที่บางส่วนของจังหวัดฉะเชิงเทรา และด้านตะวันตกของจังหวัดสระแก้ว และอำเภอเมืองจันทบุรี (3) จากความสัมพันธ์ดังกล่าวในพื้นที่ ภาคตะวันออกเฉียงใต้มีการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งการสร้างโครงสร้างสีเขียว เช่น การปลูก ต้นไม้ตามเกาะกลางถนน พื้นที่สีเขียวแนวตั้ง และอื่น ๆ

- ผลผลิต / ผลลัพธ์

ผลการวิจัยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศวิเคราะห์ลักษณะสภาพภูมิอากาศและเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับปรากฏการณ์เกาะความร้อนและก๊าซเรือนกระจก มลพิษ ชนิด CO₂ CH₄, SO₂, NO₂, CO, O₃, PM₁₀ สัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ชุมชนเมืองและอุตสาหกรรม และในพื้นที่เกษตรกรรมเป็นแหล่งที่มาของก๊าซเรือนกระจกในภาพรวมจากภาคการเกษตร ได้แก่ การทำนา แหล่งน้ำขัง รวมถึงการทำปศุสัตว์ การเผาวัชพืช เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่สำคัญคือ ป่าไม้ เมือง อุตสาหกรรม ของเสียที่เกิดขึ้น แหล่งผลิตและเผาผลาญพลังงานทำให้เกิดก๊าซมีเทน (CH₄) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ภาคตะวันออกเฉียงใต้กำลังมีการพัฒนา อุตสาหกรรมและชุมชนเมืองในหลายจังหวัดที่สำคัญคือ จังหวัดชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี ก่อให้เกิดมลพิษในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงใต้

วิเคราะห์ศักยภาพระดับความเสี่ยงของอุณหภูมิร้อนสูงกว่าปกติหรือเกิดก๊าซเรือนกระจกหรือเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนผสมกับมลพิษร่วมอยู่หรือเกิดเป็นบางครั้งของวันและฤดูกาลโดยเฉพาะฤดูร้อนในพื้นที่ชุมชนเมืองและอุตสาหกรรมและในพื้นที่เกษตรกรรมในภาคตะวันออกเฉียงใต้ปรากฏพื้นที่ที่มีความเสี่ยงระดับ 1) พื้นที่เสี่ยงสูงมากถึงมากที่สุดปรากฏในพื้นที่อำเภอเมืองและบ้านค่าย จังหวัดระยอง พื้นที่บางส่วนของจังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทราและปราจีนบุรี และพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงมาก มลพิษประเภท SO₂, NO₂, CO, O₃, PM₁₀ พื้นที่อำเภอเมืองและบ้านค่าย จังหวัดระยอง พื้นที่ บางส่วนของจังหวัดฉะเชิงเทราและปราจีนบุรี 2) พื้นที่ที่มีความเสี่ยงระดับปานกลางเกิดปรากฏการณ์ เกาะความร้อน/ก๊าซเรือนกระจกและมลพิษ คือ พื้นที่ที่ต้องเฝ้าระวัง ได้แก่ พื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา พื้นที่อำเภอเมือง บางละมุง จังหวัดชลบุรี พื้นที่อำเภอเมือง บ้านฉาง ปลวกแดง จังหวัดระยอง จังหวัด ปราจีนบุรี จันทบุรี ตราด 3) พื้นที่ที่มีความเสี่ยงระดับน้อยถึงน้อยที่สุดปรากฏทั้งอุณหภูมิสูง/ ปรากฏการณ์เกาะความร้อน/ก๊าซเรือนกระจกและมลพิษ ได้แก่ พื้นที่อำเภอสัตหีบ บางละมุง หนอง ใหญ่ จังหวัดชลบุรี พื้นที่จังหวัดสระแก้ว จันทบุรี และพื้นที่รอยต่อ 5 จังหวัดเป็นพื้นที่ป่าไม้ บางส่วน ของจังหวัดตราด ปราจีนบุรี

ผลการวิจัยได้เขียนเป็นฐานข้อมูลที่ใช้ในการวางแผนพัฒนาพื้นที่และบทความทางวิชาการที่นำไปเผยแพร่ทั้งในและต่างประเทศและที่สำคัญผลการวิจัยนี้นำไปสอนนิสิตระดับปริญญาตรี โทและ เอกสาขาภูมิสารสนเทศศาสตร์ ภูมิศาสตร์ สิ่งแวดล้อม ภูมิศาสตร์เมือง ภูมิศาสตร์ประเทศไทย และเป็นข้อมูลที่ใช้ในการทำวิจัยด้านการพัฒนาพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงใต้

- ข้อเสนอแนะ

ปัจจุบันการศึกษาประเด็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์เกาะความร้อนและปรากฏการณ์เรือน กระจกยังคงดำเนินการอยู่ ทั้งสาเหตุและแนวทางบรรเทาผลกระทบ สำหรับแนวทางการบรรเทา ผลกระทบที่ได้กล่าวมาแล้วเป็นแนวทางพื้นฐานซึ่งชุมชนหรือผู้เกี่ยวข้องสามารถนำมาเป็นจุดเริ่มต้น สำหรับการทำความเข้าใจและนำไปปฏิบัติเพื่อลดผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนและ

ปรากฏการณ์เรือนกระจก แนวทางที่สำคัญนอกจากเมืองสีเขียวและเมืองอนุรักษ์พลังงานแล้ว การส่งเสริมยุทธศาสตร์ในระดับนโยบายคือยุทธศาสตร์ในการปรับปรุงทรงของเมืองและดำเนินชีวิตของผู้คนในเมืองซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดความร้อน ให้มีรูปทรงของเมืองหรือรูปแบบการดำเนินชีวิตของผู้คนที่สอดคล้อง ช่วยลดการกำเนิดความร้อนและเก็บกักความร้อน

ข้อเสนอแนะในการดำเนินแนวทางเพื่อการบรรเทาปรากฏการณ์เกาะความร้อนและปรากฏการณ์เรือนกระจก

(1) ควรมีการศึกษาต้นแบบจากพื้นที่ที่ประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวเพื่อให้การปฏิบัติจริงมีประสิทธิภาพ

(2) ควรมีการสร้างการเมืองท้องถิ่นที่เข้มแข็ง มีความตระหนักถึงปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ให้บทบาทและอำนาจการเมืองท้องถิ่นในการจัดการปัญหาของตนเอง

(3) ควรสร้างเครือข่ายความร่วมมือคณะทำงาน กับหน่วยงานภาครัฐ และหน่วยงานหรือองค์กรวิชาชีพ ต่าง ๆ

(4) พัฒนาองค์ความรู้ในการออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน และอาคารสีเขียว

(5) เผยแพร่ ถ่ายทอด องค์ความรู้ เพื่อให้มีการนำไปปฏิบัติในวงกว้าง

การวิเคราะห์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนและก๊าซเรือนกระจก

ในการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

สัญญาเลขที่ 54/2560

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 54/2560

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติและกองบริหารการวิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยบูรพาที่สนับสนุนเงินทุนและประสานงาน ตรวจสอบ กลั่นกรองงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลายหน่วยงาน ซึ่งประกอบด้วย หน่วยงานภาครัฐ องค์กรภาคเอกชน กรมอุตุนิยมวิทยา สำนักงานเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Geological Survey) คณะผู้วิจัยขอขอบคุณในความเอื้อเฟื้อที่ได้ให้ข้อมูล

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาและเจ้าหน้าที่ ที่ให้การสนับสนุนการวิจัย ตลอดจนอำนวยความสะดวกให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยฉบับนี้จะมีประโยชน์ต่อสาธารณชน จึงขอมอบส่วนดีทั้งหมดนี้ให้แก่เหล่าคณาจารย์ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาจนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ประเทศชาติและขอแสดงความกตัญญูตเวทีตาคุณ แต่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น คณะผู้วิจัยขอน้อมรับผิดเพียงผู้เดียวและยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษาเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

คณะผู้จัดทำ
ภัทราพร สร้อยทอง
กรรณิการ์ จันทร์ชิดฟ้า
สุชาติ ชายหาด
นราทิป เฟ่งพิศ

ชื่องานวิจัย การวิเคราะห์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนและก๊าซเรือนกระจกในการพัฒนาพื้นที่
ชายฝั่งทะเลตะวันออก
ผู้วิจัย นางสาวภัทราพร สร้อยทอง นางสาวกรรณิการ์ จันทร์ชิตฟ้า นายสุชาติ ชายหาด
และ นายนราธิป เฟ่งพิศ
ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (2) ศึกษาสถานการณ์และปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนและวิเคราะห์ปรากฏการณ์เกาะความร้อน (3) ศึกษาสถานการณ์และปัจจัยที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกและวิเคราะห์ปรากฏการณ์เรือนกระจก (4) ประเมินผลกระทบของปรากฏการณ์เกาะความร้อนและภาวะเรือนกระจก (5) สร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อน สภาวะก๊าซเรือนกระจก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ประโยชน์ที่ดิน (6) ศึกษาแนวทางการแก้ไขและวิธีป้องกันปรากฏการณ์เกาะความร้อนและสภาวะก๊าซเรือนกระจกพร้อมทั้งจัดทำแผนการบริหารจัดการปรากฏการณ์เกาะความร้อนและสภาวะก๊าซเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก วิธีการศึกษานี้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งแบบปฐมภูมิคือการเก็บข้อมูลภาคสนาม และข้อมูลทุติยภูมิร่วมกับข้อมูลทางกายภาพจากการศึกษาตามแผนภาพถ่ายดาวเทียมแล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลแบบผสมทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณโดยประยุกต์ร่วมกับเทคนิคทางภูมิศาสตร์สารสนเทศ โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 5, 8 และดาวเทียม GOSAT ในจังหวัดชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี จันทบุรี ตราด และสระแก้ว

ผลการศึกษา พบว่า (1) จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวและปรากฏการณ์เกาะความร้อนในพื้นที่ภาคตะวันออกพบว่าอุณหภูมิพื้นผิวมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะพื้นที่เมืองและอุตสาหกรรมเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่เกษตรกรรมโดยรอบ ความแตกต่างของอุณหภูมิก่อให้เกิดสภาวะปรากฏการณ์เกาะความร้อน ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าการเพิ่มขึ้นของระดับอุณหภูมิพื้นผิวและปรากฏการณ์เกาะความร้อน 5 จังหวัด คือ ชลบุรี ปราจีนบุรี สระแก้ว และฉะเชิงเทรา (2) ปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจกพบว่า พื้นที่ภาคตะวันออกมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กระจายตัวปกคลุมมากที่สุด ปี พ.ศ. 2552 คือพื้นที่บริเวณอำเภอสัตหีบกระจายออกมาถึงบางละมุง ศรีราชา จังหวัดชลบุรี ปี พ.ศ. 2557 คือ พื้นที่บริเวณกลางของภาคตะวันออก ได้แก่ พื้นที่จังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดฉะเชิงเทรา และบริเวณเหนือของจังหวัดสระแก้ว ปีพ.ศ. 2562 พื้นที่ตอนเหนือของภาคตะวันออก ได้แก่ พื้นที่จังหวัดปราจีนบุรี พื้นที่บางส่วนของจังหวัดฉะเชิงเทรา และด้านตะวันตกของจังหวัดสระแก้ว และอำเภอเมืองจันทบุรี (3) จากความสัมพันธ์ดังกล่าวในพื้นที่ภาคตะวันออกมีการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งการสร้างโครงสร้างสีเขียว เช่น การปลูกต้นไม้ตามเกาะกลางถนน พื้นที่สีเขียวแนวตั้ง และอื่น ๆ

คำสำคัญ : ปรากฏการณ์เกาะความร้อน ก๊าซเรือนกระจก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ภูมิศาสตร์สารสนเทศ

Research Title: Urban Heat Island and Greenhouse effect in Eastern Seaboard
Development of Thailand

Researcher: Dr. Phattraporn Soyong, Miss Kannika Janchidfa,
Mr. Suchart Chayhard, Mr. Narathip Phengphit

Year: 2017

ABSTRACT

The principal objectives of this research are (1) to classify land use in the Eastern Region of Thailand (2) to introduce and study the characteristic and factors of what effect to Urban Heat Island (UHI) phenomenon and to analyze the UHI situation in the Eastern Region (3) to introduce and study the characteristic and factors of what effect to greenhouse effect phenomenon and to analyze the greenhouse effect situation in the Eastern Region (4) to assess the effects of UHI and greenhouse effect. (5) to mode the relationship among UHI, Greenhouse gas, Climate Change and Land Use (6) to suggest and recommend the mitigation for UHI situation and greenhouse effect in Eastern region. This research uses a mixed method research with the combination of qualitative and quantitative methods, applied with the GIS method. The data and information are collected and analyzed by primary data - fields data collection; secondary data; the physical data from the satellite imagery study. The analyzed is mixed by qualitative and quantitative methods combined with geographic information technique, using satellite data from Landsat 5, 8 satellites. and GOSAT satellite in Chonburi, Rayong, Chachoengsao, Prachinburi, Chanthaburi, Trat and Sa Kaeo.

Base on the finding, (1) there are a significant between LST and UHI of Eastern Region, urban and industrial areas was higher temperature when compared to the surrounding agricultural areas. These different temperatures cause the formation of UHI. The level of LST and UHI province increased to be the strongest in 5 provinces: Chon Buri, Prachin Buri, Sa Kaeo and Chachoengsao. (2) Greenhouse effect in Eastern region has the largest amount of CO₂ gas as following: Year 2009 found in the area of Sattahip District spread out to Bang Lamung, Si Racha, Chon Buri Province; Year 2014 mostly found the central area of the region such as Prachin Buri Province. Chachoengsao and the northern area of Sa Kaeo Province; Year 2019, the northern region of the region is Prachinburi Province, some parts of Chachoengsao province and the western part of Sa Kaeo province, and Mueang Chanthaburi District. (3) one of the significant causes for the UHI and Greenhouse effect is the heat factor, so there are many mitigations in the area such as green infrastructure methods and techniques, there are many ways practice in the Eastern to green the city and improving the urban climate.

Keywords : Urban Heat Island Effect, Greenhouse effect , Climate change, Geoinformatics

คำนำ

การศึกษาการวิเคราะห์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนและก๊าซเรือนกระจกในการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก (Urban Heat Island and Greenhouse effect in Eastern Seaboard Development of Thailand) ในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน สถานการณ์ปัจจัยและวิเคราะห์พร้อมทั้งประเมินผลกระทบการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนและก๊าซเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก การสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อน สภาวะก๊าซเรือนกระจก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก ศึกษาแนวทางการแก้ไขและวิธีป้องกันปรากฏการณ์เกาะความร้อนและสภาวะก๊าซเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก พร้อมทั้งจัดทำแผนการบริหารจัดการปรากฏการณ์เกาะความร้อนและสภาวะก๊าซเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

รายงานผลการวิจัยเรื่องปรากฏการณ์เกาะความร้อนและก๊าซเรือนกระจกในการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก ซึ่งจัดทำโดยคณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นโครงการศึกษาซึ่งได้รับเงินสนับสนุนจากทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปีงบประมาณ 2560 พื้นที่ที่ดำเนินการศึกษาคือพื้นที่ภาคตะวันออกซึ่งประกอบด้วยจังหวัดชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา จันทบุรี ตราด ปราจีนบุรีและสระแก้ว โดยคณะผู้วิจัยดำเนินการรวบรวมข้อมูลกรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา กรมควบคุมมลพิษ กรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลเอกสารจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและการสำรวจตรวจวัดภาคสนาม: การตรวจวัดอุณหภูมิ ก๊าซเรือนกระจกในภาคพื้นดินและกิจกรรมในพื้นที่ชุมชนเมืองและอุตสาหกรรม วิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศ สภาพภูมิอากาศและช่วงคลื่นความร้อนจากข้อมูลดาวเทียมและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อจัดทำฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศศาสตร์ จัดทำระบบฐานข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนพร้อมทั้งระดับความรุนแรงของอุณหภูมิ ระดับความร้อน ความชื้น ลม ที่เกิดในพื้นที่ชุมชนเมืองและอุตสาหกรรม วิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก รายงานปัจจัยและปริมาณที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกของพื้นที่อุตสาหกรรมและชุมชนเมือง ผลการวิเคราะห์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนและก๊าซเรือนกระจกของพื้นที่อุตสาหกรรมและชุมชนเมืองของพื้นที่อุตสาหกรรมและชุมชนเมืองในภาคตะวันออกด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลการประเมินผลกระทบและแบบจำลองของปรากฏการณ์เกาะความร้อนและภาวะเรือนกระจกเชื่อมโยงกับการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก แนวทางการแก้ไขและแผนการบริหารจัดการป้องกันปรากฏการณ์เกาะความร้อนและสภาวะก๊าซเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยบูรพาที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย หวังว่ารายงานฉบับนี้จะให้ความรู้และเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่านทุก ๆ ท่าน

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ง
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
คำนำ	ค
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 กรอบแนวความคิดในการวิจัย	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
2 การทบทวนวรรณกรรม	6
2.1 ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง	6
2.1.1 ความหมาย	6
2.1.2 สาเหตุของการเกิดเกาะความร้อน	7
2.2 ปรากฏการณ์ภาวะเรือนกระจก	8
2.2.1 ความหมาย	8
2.2.2 สาเหตุของการเกิดภาวะเรือนกระจก	10
2.2.3 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ และคาร์บอนเครดิต	10
2.2.4 ปริมาณและแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย	11
2.3 การวางแผนพัฒนาผังเมืองของประเทศไทยและภาคตะวันออก	12
2.3.1 นิยาม: ผังเมือง	12
2.3.2 การวางแผนพัฒนาผังเมืองของประเทศไทย	13
2.3.3 การวางแผนพัฒนาผังเมืองภาคตะวันออก	13
2.4 การพัฒนาภาคตะวันออก การกระจายการพัฒนาเศรษฐกิจอุตสาหกรรม สังคมและชุมชนเมืองในพื้นที่ภาคตะวันออก	13
2.5 ความเชื่อมโยงของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับการพัฒนา	15
2.6 มลพิษทางอากาศ	16
2.6.1 ความหมาย	16
2.6.2 มลพิษทางอากาศ	17
2.6.3 ดัชนีคุณภาพอากาศ	17
2.7 สถานการณ์คุณภาพอากาศของภาคตะวันออก	19

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	2.8 การรับรู้จากระยะไกล	20
	2.9 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการจัดทำฐานข้อมูล	20
	2.9.1 ความหมายระบบสารสนเทศ	20
	2.9.2 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	21
	2.9.3 ข้อมูลหรือสารสนเทศ	22
	2.9.4 เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล	23
	2.9.5 การทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	24
	2.10 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศศาสตร์	25
3	วิธีดำเนินงานวิจัย	34
	3.1 รูปแบบการวิจัย	34
	3.2 คำถามการวิจัยและการได้มาซึ่งข้อมูล	34
	3.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	36
	3.3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	39
	3.3.2 การศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน	39
	3.3.3 การศึกษาอุณหภูมิพื้นผิว	40
	3.3.4 การศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง	43
	3.3.5 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินกับอุณหภูมิพื้นผิวเพื่อสร้างสมการต้นแบบ	44
	3.4 ระยะเวลาทำการวิจัยและแผนการดำเนินงาน	45
	3.5 แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	45
	3.6 การเก็บข้อมูลค่าอุณหภูมิอากาศ	46
	3.6.1 อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัย	46
	3.7 การสร้างฐานข้อมูลภูมิศาสตร์	47
	3.8 การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	48
	3.9 การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย	49
4	การใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย	51
	4.1 สถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	51
	4.2 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดชลบุรี	54
	4.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดระยอง	56
	4.4 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดจันทบุรี	58
	4.5 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดตราด	60
	4.6 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดฉะเชิงเทรา	62
	4.7 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดปราจีนบุรี	64
	4.8 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดสระแก้ว	66
5	อุณหภูมิพื้นผิวดินและปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	68

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5.1 การศึกษาอุณหภูมิพื้นผิวดินพื้นที่ภาคตะวันออก	68
5.1.1 อุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดชลบุรี	71
5.1.2 อุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดระยอง	74
5.1.3 อุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดจันทบุรี	76
5.1.4 อุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดตราด	78
5.1.5 อุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดฉะเชิงเทรา	80
5.1.6 อุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดปราจีนบุรี	82
5.1.7 อุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดสระแก้ว	84
5.2 ปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ภาคตะวันออก	86
5.2.1 ปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ภาคตะวันออกปีพ.ศ. 2549	87
5.2.2 ปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ภาคตะวันออกปีพ.ศ. 2554	90
5.2.3 ปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ภาคตะวันออกปีพ.ศ. 2560	93
5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินและปรากฏการณ์เกาะความร้อน: อิทธิพลของสิ่งปกคลุมดินต่ออุณหภูมิพื้นผิวภาคตะวันออก	96
5.3.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและการใช้ประโยชน์ที่ดินใน แต่ละจังหวัดในพื้นที่ภาคตะวันออก ช่วงปี พ.ศ. 2549 และปี พ.ศ. 2560	97
5.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินและปรากฏการณ์เกาะ ความร้อน	99
6 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับปรากฏการณ์เกาะความร้อน และก๊าซเรือนกระจกและการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก	104
6.1 การทบทวนสถานการณ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทนในชั้น บรรยากาศ	104
6.1.1 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และมีเทนในชั้นบรรยากาศ ในภูมิภาคอาเซียน	104
6.2 การวิเคราะห์ปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจกจากดาวเทียม GOSAT ในภาค ตะวันออก	108
6.2.1 การวิเคราะห์ค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) ปี พ.ศ. 2552, 2557, 2562 จากดาวเทียมGOSAT	109
6.2.2 การวิเคราะห์ค่าปริมาณก๊าซมีเทน (CH ₄) ปี 2009, 2014, 2019 จาก ดาวเทียม GOSAT	112
6.3 การวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทน ในปีพ.ศ. 2552, 2557, 2562 กับการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ภาคตะวันออก	115
6.4 การวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงปริมาณไนตรัสออกไซด์ (N ₂ O) ปีพ.ศ. 1992- 2012 ในพื้นที่ประเทศไทยและภาคตะวันออก	117

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
6.5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ปรากฏการณ์เกาะความร้อน สภาวะก๊าซเรือนกระจกกับมลพิษทางอากาศ และการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ภาคตะวันออก	119
6.5.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และปรากฏการณ์เกาะความร้อน	119
6.5.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนหรือสภาวะก๊าซเรือนกระจก ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก	124
6.5.3 การวิเคราะห์ปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ปรากฏการณ์เกาะความร้อน ก๊าซเรือนกระจกและมลพิษจากการ เปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ภาคตะวันออก	126
7 การบรรเทาผลกระทบและข้อเสนอแนะ	128
7.1 ผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อน	128
7.2 ผลกระทบจากสภาวะก๊าซเรือนกระจก	131
7.3 แนวทางเพื่อบรรเทาปัญหาเกาะความร้อนเมืองและภาวะเรือนกระจกในเมือง	133
7.3.1 มาตรการและกลไกการส่งเสริมการลดก๊าซเรือนกระจก	134
7.3.2 การออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน	135
7.3.3 เมืองสีเขียวและความเขียวของเมือง	137
7.3.4 ทางเดินเย็น	137
7.4 ความจำเป็นของความเขียวของเมืองสำหรับการบรรเทาผลกระทบเกาะความร้อนและอุณหภูมิพื้นผิว	141
7.5 สสำรวจเมืองสีเขียวในพื้นที่ภาคตะวันออก	143
7.5.1 หลังคาเขียว และกำแพงเขียว	143
7.5.2 ต้นไม้ร่มเงา	144
7.5.3 ป่าในเมือง	146
7.5.4 พื้นที่เปิดโล่ง	148
7.5.5 การเกษตรกรรมในเมืองในภาคตะวันออก	149
7.6 ข้อเสนอแนะ	150
7.6.1 การวางผังเมือง: การวางแผนเพื่ออนาคต	151
7.6.2 บทบาทของการเมืองท้องถิ่น: การจัดการประเด็นการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ	151
7.6.3 ข้อเสนอแนะเพื่อบรรเทาผลกระทบ	153
บรรณานุกรม	154
ประวัตินักวิจัย	161

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก	9
2-2 เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศสำหรับประเทศไทย	18
2-3 ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เทียบเท่ากับค่าดัชนีคุณภาพอากาศ	19
2-4 การศึกษาในปัจจุบันเกี่ยวกับรูปแบบปรากฏการณ์เกาะความร้อนในต่างประเทศ	27
2-5 การศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์เกาะความร้อนในประเทศไทย	32
3-1 คำถามการวิจัยและการได้มาซึ่งข้อมูล	35
3-2 แสดงรายละเอียดข้อมูลดาวเทียม Landsat	39
3-3 ค่าคงที่ K1 และ K2 สำหรับข้อมูลจากดาวเทียม Landsat-5 และ 8	41
3-4 การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงคลื่นของข้อมูลดาวเทียม Landsat-5	42
3-5 แสดงค่าเกณฑ์สำหรับจัดชั้นข้อมูลปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง	43
3-6 ระยะเวลาทำการวิจัยและแผนการดำเนินงาน	45
4-1 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี พ.ศ. 2549 และ 2560	52
4-2 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินรายจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี พ.ศ. 2549 (ไร่)	54
4-3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินรายจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี พ.ศ. 2560 (ไร่)	54
4.4 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดชลบุรี ปี พ.ศ. 2549 และ 2560	55
4-5 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดระยอง ปี พ.ศ. 2549 และ 2560	57
4-6 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดจันทบุรี ปี พ.ศ. 2549 และ 2560	59
4-7 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดตราด ปี พ.ศ. 2549 และ 2560	61
4-8 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดฉะเชิงเทรา ปี พ.ศ. 2549 และ 2560	63
4-9 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดปราจีนบุรี ปี พ.ศ. 2549 และ 2560	65
4-10 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดสระแก้ว ปี พ.ศ. 2549 และ 2560	67
5-1 สถิติอุณหภูมิพื้นผิวรายจังหวัด ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี พ.ศ. 2549 2554 และ 2560	71
5-2 สถิติอุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดชลบุรี ปี พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2560	72
5-3 สถิติอุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดระยอง ปี พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2560	75
5-4 สถิติอุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดจันทบุรี ปี พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2560	77
5-5 สถิติอุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดตราด ปี พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2560	79
5-6 สถิติอุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดฉะเชิงเทรา ปี พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2560	81
5-7 สถิติอุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดปราจีนบุรี ปี พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2560	83
5-8 สถิติอุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดสระแก้ว ปี พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2560	85
5-9 ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2549 2554 และ 2560	87
5-10 ความแตกต่างของระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือช่วงปี 2549- 2560	87
5-11 ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง (ไร่) ปี 2549	90
5-12 ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง (ร้อยละ) ปี 2549	90
5-13 ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง (ไร่) ปี 2554	93

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5-14 ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง (ร้อยละ) ปี 2554	93
5-15 ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง (ไร่) ปี 2560	96
5-16 ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง (ร้อยละ) ปี 2560	96
5-17 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละจังหวัดในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงปี พ.ศ. 2549 และปี พ.ศ. 2560	98
5-18 ตารางแสดงค่าสหสัมพันธ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน	99
5-19 ส่วนตัดแกน x และสัมพันธ์ที่ถดถอยของสมการต้นแบบในการทำนายอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	100
6-1 แสดงการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั่วทั้งโลกจากข้อมูลจาก NOAA Earth System Research Laboratory ตั้งแต่ปี พ.ศ.2523 -2560	107

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 ไต่อะแกรมแสดงกรอบแนวความคิดของการวิจัย (Conceptual Framework)	4
2-1 โดมความร้อน: การไหลเวียนของอากาศร้อนและการกดของอากาศเย็น	6
2-2 ภาพตัดขวางการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเขตเมือง	7
3-1 ขั้นตอนการจัดทำปรากฏการณ์เกาะความร้อนและปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจกพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก	38
4-1 ภาพถ่ายดาวเทียม และ แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ภาคตะวันออกปีพ.ศ. 2549	52
4-2 ภาพถ่ายดาวเทียม และ แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ภาคตะวันออกปีพ.ศ. 2560	53
4-3 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดชลบุรี ปี พ.ศ. 2549 (ก) และ 2560 (ข)	56
4-4 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดระยองปี พ.ศ. 2549 (ก) และ 2560 (ข)	58
4-5 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดจันทบุรีปี พ.ศ. 2549 (ก) และ 2560 (ข)	60
4-6 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดตราดปี พ.ศ. 2549 (ก) และ 2560 (ข)	62
4-7 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดฉะเชิงเทราปี พ.ศ. 2549 (ก) และ 2560 (ข)	64
4-8 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดปราจีนบุรีปี พ.ศ. 2549 (ก) และ 2560 (ข)	66
4-9 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดสระแก้วปี พ.ศ. 2549 (ก) และ 2560 (ข)	68
5-1 อุณหภูมิพื้นผิวภาคตะวันออก ประเทศไทย ปี พ.ศ. 2549 2554 และ 2560	70
5-2 กราฟแสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิพื้นผิวดินเฉลี่ย รายจังหวัด	71
5-3 อุณหภูมิพื้นผิว จากข้อมูลดาวเทียม Landsat จังหวัดชลบุรี	74
5-4 อุณหภูมิพื้นผิว จากข้อมูลดาวเทียม Landsat จังหวัดระยอง	76
5-5 อุณหภูมิพื้นผิว จากข้อมูลดาวเทียม Landsat จังหวัดจันทบุรี	78
5-6 อุณหภูมิพื้นผิว จากข้อมูลดาวเทียม Landsat จังหวัดตราด	80
5-7 อุณหภูมิพื้นผิว จากข้อมูลดาวเทียม Landsat จังหวัดฉะเชิงเทรา	82
5-8 อุณหภูมิพื้นผิว จากข้อมูลดาวเทียม Landsat จังหวัดปราจีนบุรี	84
5-9 อุณหภูมิพื้นผิว จากข้อมูลดาวเทียม Landsat จังหวัดสระแก้ว	86
5-10 ปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ภาคตะวันออก ปี 2549	89
5-11 ปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ภาคตะวันออก ปี2554	92
5-12 ปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ภาคตะวันออก ปี2560	95
5-13 แผนภาพกระจายระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยกับร้อยละของพื้นที่ชุมชนเมืองและ สิ่งปลูกสร้างรวมถึงพื้นที่ป่าไม้	99

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5-15 ภาพแสดงอุณหภูมิพื้นผิวและปรากฏการณ์เกาะความร้อนในปี 2549	101
5-16 ภาพแสดงอุณหภูมิพื้นผิวและปรากฏการณ์เกาะความร้อนในปี 2554	102
5-17 ภาพแสดงอุณหภูมิพื้นผิวและปรากฏการณ์เกาะความร้อนในปี 2560	102
6-1 แผนที่ความเข้มข้นและการกระจายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภูมิภาคอาเซียนเดือน กันยายน 2552 รูปซ้าย และเมษายน พ.ศ. 2560 รูปขวา	105
6-2 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นและการกระจายและการกระจายของก๊าซ CO ₂ และก๊าซ CH ₄ ในเดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2553	106
6-3 แผนที่ความเข้มข้นและการกระจายของก๊าซมีเทนในภูมิภาคอาเซียนเดือนสิงหาคม 2553 รูปซ้าย และกุมภาพันธ์พ.ศ. 2554 รูปขวา	107
6-4 แสดงการทำนายการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 – 2569	108
6-5 ค่าปริมาณก๊าซ CO ₂ ปี 2009	111
6-6 ค่าปริมาณก๊าซ CO ₂ ปี 2014	111
6-7 ค่าปริมาณก๊าซก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) ปี 2019	112
6-8 ค่าปริมาณก๊าซมีเทน (CH ₄) ปี 2009	113
6-9 ค่าปริมาณก๊าซมีเทน (CH ₄) ปี 2014	114
6-10 ค่าปริมาณก๊าซมีเทน (CH ₄) ปี 2019	114
6-11 ระดับความเสี่ยงปริมาณ CO ₂ และ CH ₄ ในปีพ.ศ. 2009 (ก), 2014 (ข) ในพื้นที่ภาค ตะวันออก	115
6-12 ระดับความเสี่ยงปริมาณก๊าซ CO ₂ และ CH ₄ ในปีพ.ศ. 2019 (ค) ในพื้นที่ภาค ตะวันออก	116
6-13 การใช้ประโยชน์ที่ดินกับระดับ ความเสี่ยงปริมาณก๊าซ CO ₂ และ CH ₄	117
6-14 ก และ ข ระดับความเสี่ยงปริมาณไนตรัสออกไซด์ (N ₂ O) ปีพ.ศ. 2535-2555	118
6-15 ระดับความเสี่ยงปริมาณไนตรัสออกไซด์ (N ₂ O) ปีพ.ศ. 2535-2555 ในพื้นที่ภาค ตะวันออก	118
6-16 การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อ SO ₂ , NO ₂ , CO, O ₃ และ PM ₁₀ ปี พ.ศ. 2551 – 2557 ในภาคตะวันออก	120
6-17 พื้นที่เสี่ยงของอุณหภูมิที่สูงกว่าปกติ ก๊าซเรือนกระจกหรือปรากฏการณ์เกาะความร้อน และมลพิษ (N ₂ O, CH ₄ , CO ₂ , SO ₂ , NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀)	123
6-18 สถานการณ์อุณหภูมิและปรากฏการณ์เกาะความร้อน	124
6-19 พื้นที่แสดงระดับความเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิสูง ก๊าซเรือนกระจกและ/หรือ ปรากฏการณ์เกาะร้อนในพื้นที่ภาคตะวันออก	125
6-20 พื้นที่แสดงระดับความเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิสูง ก๊าซเรือนกระจกและ/หรือ ปรากฏการณ์เกาะร้อนและมลพิษสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ภาค ตะวันออก	127

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
7-1 กระบวนการของการก่อรูปปรากฏการณ์เกาะความร้อนและผลกระทบจากปรากฏการณ์	130
7-2 กลยุทธ์และกระบวนการ การบรรเทาผลกระทบเกาะความร้อน	134
7-3 กระบวนการคายระเหย และความแตกต่างระหว่างภูมิทัศน์ชนบทและเมือง	142
7-4 อาคารสีเขียวในภูมิภาคตะวันออก	144
7-5 การดำเนินการต้นไม้ร่มเงาในพื้นที่ภาคตะวันออก	145
7-6 การดำเนินการต้นไม้ร่มเงาในพื้นที่เกาะกลางถนนในพื้นที่ภาคตะวันออก	145
7-7 ภาพถ่ายเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของตัวเมืองระยอง	146
7-8 ภาพถ่ายเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด	146
7-9 ตัวอย่างป่าในเมืองในภาคตะวันออก	147
7-10 โครงการการอนุรักษ์ต้นไม้และการขึ้นทะเบียนต้นไม้ของเทศบาลเมืองพนัสนิคม	148
7-11 ลักษณะของพื้นที่เปิดโล่งในเมืองภาคตะวันออก	149
7-12 ตัวอย่างการทำเกษตรกรรมเมืองในภาคตะวันออก	150

สารบัญกราฟ

กราฟที่	หน้า
5-1	แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิพื้นผิวดินเฉลี่ย รายจังหวัด

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นภูมิภาคที่มีการพัฒนาของอุตสาหกรรมอย่างเข้มข้นสืบเนื่องจากแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกของรัฐบาลนับตั้งแต่ทศวรรษที่ 1980 เป็นต้นมา ส่งผลให้ภูมิภาคนี้มีการพัฒนาและขยายตัวความเป็นเมือง เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการตั้งถิ่นฐานของประชากรในภูมิภาค พื้นที่ว่างเปล่าและพื้นที่เกษตรกรรมถูกแทนที่ด้วยอาคาร ถนนและโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ ก่อให้เกิดเป็นลักษณะของชุมชนเมืองขนาดใหญ่และกลาง รวมทั้งชุมชนอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก กระจายตัวอยู่ทั่วทั้งภูมิภาค โดยเฉพาะในจังหวัด ฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง ซึ่งเป็นพื้นที่เป้าหมายหลักตามแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจึงเป็นภาคที่มีโอกาสเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนหรือที่เรียกกันว่าโดมความร้อน ได้โดยง่าย เนื่องจากการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของภาคเมืองส่งผลให้เกิดการรวมกลุ่มของประชากรที่อยู่อาศัยอย่างหนาแน่นในบางพื้นที่ มีการใช้ไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศ มีการก่อสร้างที่ใช้วัสดุเก็บกักความร้อนและการก่อสร้างตึกสูงหลากทิศทาง มีมลพิษประเภทต่างๆที่เกิดจากการเผาผลาญพลังงานเชื้อเพลิง การผลิตในภาคอุตสาหกรรม และมีแหล่งไอเสียที่มาจากรถยนต์ เป็นต้น ผลกระทบที่สามารถสังเกตเห็นได้คือ ความรู้สึกร้อนขึ้นในแต่ละช่วงเวลาและฤดูกาล โดยจากข้อมูลสถิติอุณหภูมิสูงสุดในช่วงฤดูร้อนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิระหว่างปี พ.ศ. 2494 ถึง พ.ศ. 2557 ซึ่งพบว่าในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ย 37.81, 38.5, 39.50, 36.41 องศาเซลเซียสและพื้นที่อำเภออินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุด ทั้ง 4 เดือน มีค่าเฉลี่ย 41.3 องศาเซลเซียส พื้นที่ชุมชนเมือง จังหวัดปราจีนบุรี มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุด ทั้ง 4 เดือน มีค่าเฉลี่ย 40.8 องศาเซลเซียส พื้นที่ชุมชนเมือง จังหวัดชลบุรี มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุด ทั้ง 4 เดือน มีค่าเฉลี่ย 38.72 องศาเซลเซียส พื้นที่ชุมชนเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุด ทั้ง 4 เดือน มีค่าเฉลี่ย 39.68 องศาเซลเซียส พื้นที่ชุมชนเมือง จังหวัดระยอง มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุด ทั้ง 4 เดือน มีค่าเฉลี่ย 38.73 องศาเซลเซียส พื้นที่ชุมชนเมือง จังหวัดจันทบุรี มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุด ทั้ง 4 เดือน มีค่าเฉลี่ย 37.63 องศาเซลเซียส (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2557) ซึ่งมีอากาศร้อนที่สุดเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ผลจากการที่เขตเมืองมีอุณหภูมิสูงขึ้นเมื่อเทียบกับพื้นที่การเกษตรโดยรอบ อุณหภูมิที่แตกต่างกันนี้ทำให้เกิดการกักตัวของปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเขตเมือง (Urban Heat Island, UHI) ขึ้นในภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

นอกจากนั้นเมื่ออุณหภูมิที่สูงขึ้นผสมกับหมอกควัน ฝุ่นละออง ไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ และมีเทน มลพิษทางอากาศชนิดต่าง ๆ แล้วสามารถดูดกลืนรังสีอินฟราเรดและทำให้โลกอบอุ่นกลายเป็นปรากฏการณ์ที่เรียกว่า ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse effect) คือ สภาพความร้อนภายในบรรยากาศผิวโลกถูกกักความร้อนไม่ให้แผ่สะท้อนออกสู่อวกาศนอกโลก ซึ่งมนุษย์เป็นตัวการทำให้ปริมาณก๊าซเพิ่มมากขึ้นและไม่สามารถเทความร้อนออกไปนอกโลกได้ประกออบกับไอโซนถูกทำลายจากสารเคมีที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์ทำให้ความร้อนของดวงอาทิตย์เข้ามาในบรรยากาศทำให้ความร้อนเพิ่มขึ้นเกิดภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก หรือที่เรียกว่าภาวะโลกร้อน ซึ่ง

กิจกรรมของมนุษย์ที่เกิดขึ้นในพื้นที่อุตสาหกรรมและเมืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะพื้นที่พัฒนาชายฝั่งทะเลตะวันออกอันประกอบด้วย กิจกรรมการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่าง ๆ การขนส่ง การผลิตในโรงงานการทำอุตสาหกรรม การก่อสร้าง การตัดไม้ทำลายป่าหรือการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ดินจากการเกษตรกรรมเป็นอุตสาหกรรมและเมือง กิจกรรมต่าง ๆ ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กลุ่มก๊าซไนตรัสออกไซด์ และคลอโรฟลูโอโรคาร์บอน (CFC) มลพิษอื่น ๆ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศด้านต่าง ๆ เช่น ความร้อน อุณหภูมิ ฝน ลม ความชื้น เป็นต้น

ปัจจุบันพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือกำลังเผชิญและต้องรับมือกับผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สภาพการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ-อุตสาหกรรมและสังคม อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังเห็นได้จากผลกระทบด้านกายภาพ เช่น การพังทลายและการยุบตัวของพื้นที่ชายฝั่ง ภูมิอากาศแปรปรวน ภาวะน้ำท่วมและภาวะน้ำแล้ง การรุกคืบของน้ำเค็มในพื้นที่ การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล การสูญเสียพื้นที่เกษตรกรรม อุณหภูมิค่อยทวีความร้อนสูงขึ้นในช่วงฤดูร้อนนานขึ้น เป็นต้น การพัฒนาพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือพัฒนาโดยเน้นการใช้ก๊าซธรรมชาติซึ่งมีอยู่ในอ่าวไทยเป็นฐานปัจจัยการผลิตที่สำคัญ ก๊าซธรรมชาติเหล่านี้ส่งผลให้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นแหล่งผลิตปิโตรเลียมและปิโตรเคมี และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งกิจกรรมการพัฒนาเหล่านี้เกิดขึ้นมากโดยเฉพาะในพื้นที่เมืองและอุตสาหกรรมในพื้นที่พัฒนาชายฝั่งทะเลตะวันออกตามแผนการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกในระยะที่ 1 : ซึ่งประกอบด้วยจังหวัดชลบุรี ระยอง และ ฉะเชิงเทรา ในขณะที่พื้นที่ชุมชนเมืองในจังหวัดปราจีนบุรี จันทบุรี ตราดและสระแก้วเกิดกิจกรรมการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมและความเป็นเมืองที่น้อยกว่า

ดังนั้นการพัฒนาเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม และชุมชนเมืองในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นตัวเร่งสำคัญที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มากกว่าการแปรปรวนตามธรรมชาติ ทำให้พื้นที่ชุมชนเมืองและอุตสาหกรรมมีอุณหภูมิสูงและร้อนกว่าปกติ ฝนตกหนักจนเป็นอุทกภัยหรือภัยแล้ง ลมพัดแรงแปรปรวนผิดธรรมชาติทำความเสียหายหลายพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความร้อนสูงที่เกิดในเขตพื้นที่อุตสาหกรรมและชุมชนเมืองโดยเฉพาะพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด แหลมฉบัง และนิคมอุตสาหกรรมอื่น ๆ อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาหรือการวิเคราะห์ถึงปรากฏการณ์เกาะความร้อนและปรากฏการณ์เรือนกระจกที่เกิดขึ้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นรูปธรรม การวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการวิเคราะห์และคาดการณ์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่ปกคลุมพื้นที่อุตสาหกรรมและเมืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือพื้นที่พัฒนาชายฝั่งทะเลตะวันออกโดยใช้แบบจำลองด้านภูมิอากาศในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ รวมถึงการวิเคราะห์ปรากฏการณ์ภาวะเรือนกระจกว่ามีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นในชั้นบรรยากาศที่ปกคลุมในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยการศึกษาสถานการณ์ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นก๊าซที่เกิดจากกิจกรรมการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม การใช้เชื้อเพลิง เช่น ก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน เป็นต้น โดยพิจารณาจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดจากการพัฒนาเมือง เศรษฐกิจ อุตสาหกรรม และเกษตรกรรมในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

2) เพื่อศึกษาสถานการณ์และปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก และวิเคราะห์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่เกิดขึ้นในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

3) เพื่อศึกษาสถานการณ์และปัจจัยที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก และวิเคราะห์ปรากฏการณ์เรือนกระจกที่เกิดขึ้นในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

4) เพื่อประเมินผลกระทบของปรากฏการณ์เกาะความร้อนและภาวะเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

5) เพื่อสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อน สภาวะก๊าซเรือนกระจก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก

6) เพื่อศึกษาแนวทางการแก้ไขและวิธีป้องกันปรากฏการณ์เกาะความร้อนและสภาวะก๊าซเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก พร้อมทั้งจัดทำแผนการบริหารจัดการปรากฏการณ์เกาะความร้อนและสภาวะก๊าซเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1) การสำรวจเก็บข้อมูลภาคสนาม: การตรวจวัดอุณหภูมิ ก๊าซเรือนกระจกในภาคพื้นดินและกิจกรรมในพื้นที่ชุมชนเมืองและอุตสาหกรรม

2) การเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพอากาศ สภาพภูมิอากาศและช่วงคลื่นความร้อนจากข้อมูลดาวเทียมและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อจัดทำฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3) การทบทวนเอกสารและงานวิจัย: แผนการแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ปรากฏการณ์เกาะความร้อน ปรากฏการณ์เรือนกระจก สภาวะโลกร้อน

4) ศึกษาและจัดทำระบบฐานข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนพร้อมทั้งระดับความรุนแรงของอุณหภูมิ ระดับความร้อน ความชื้น ลม ที่เกิดในพื้นที่ชุมชนเมืองและอุตสาหกรรมรวมถึงพื้นที่ใกล้เคียงโดยคัดเลือกและใช้ระบบที่เหมาะสมด้านในระบบภูมิสารสนเทศอันประกอบด้วยข้อมูลรีโมทเซนซิง ระบบบอกพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก แผนที่ภูมิประเทศและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

5) ศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

6) ศึกษาปัจจัยและปริมาณที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกของพื้นที่อุตสาหกรรมและชุมชนเมืองโดยคัดเลือกและใช้ระบบที่เหมาะสมในระบบภูมิสารสนเทศประกอบด้วยข้อมูลรีโมทเซนซิงระบบบอกพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก แผนที่ภูมิประเทศและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

7) ศึกษาและวิเคราะห์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนของพื้นที่อุตสาหกรรมและชุมชนเมืองในภาคตะวันออกด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยเน้นพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

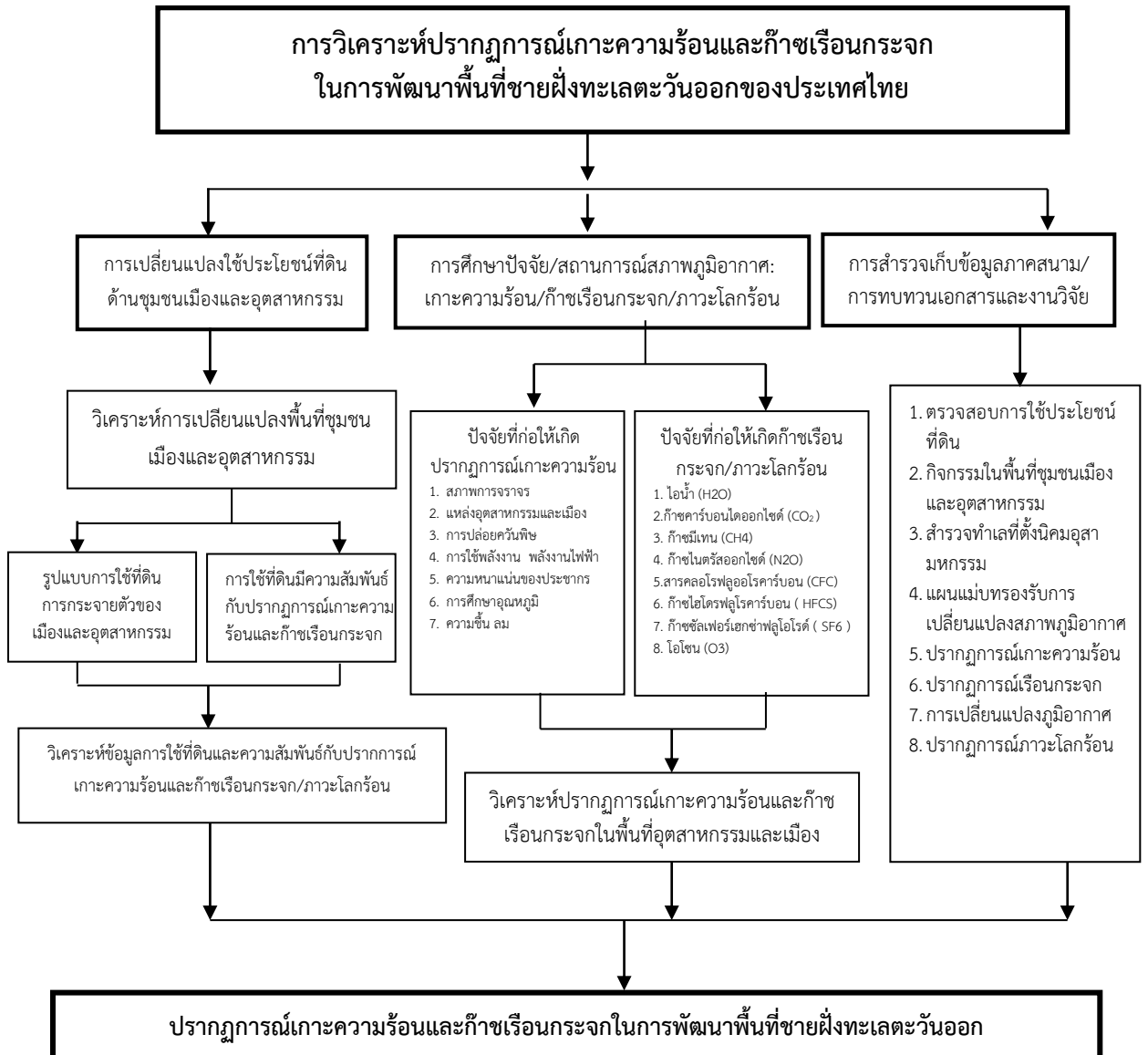
8) ศึกษาและวิเคราะห์ปรากฏการณ์เรือนกระจกของพื้นที่อุตสาหกรรมและชุมชนเมืองในภาคตะวันออกด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยเน้นพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

9) ทำประเมินผลกระทบของปรากฏการณ์เกาะความร้อนและภาวะเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

10) สร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อน สภาวะก๊าซเรือนกระจก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก โดยเน้นพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

- 11) ศึกษาแนวทางการแก้ไขและวิธีป้องกันการป้องกันปรากฏการณ์เกาะความร้อนและสภาวะก๊าซเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก
- 12) จัดทำแผนการบริหารจัดการปรากฏการณ์เกาะความร้อนและสภาวะก๊าซเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

1.4 กรอบแนวความคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1-1 ไดอะแกรมแสดงกรอบแนวความคิดของการวิจัย (Conceptual Framework)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับด้านวิชาการ คือ ผลการวิจัยเป็นองค์ความรู้ เป็นข้อมูลปรากฏการณ์หรือสถานการณ์/รูปแบบของเกาะความร้อนและก๊าซเรือนกระจกที่ปกคลุมชุมชนเมืองและอุตสาหกรรมในพื้นที่พัฒนาชายฝั่งทะเลตะวันออก โดยผลการวิจัยที่ได้จะนำไปเผยแพร่ในวารสารและ/หรือไปนำเสนอผลงานประชุมวิชาการในระดับชาติและนานาชาติ

2) ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับด้านนโยบาย คือ การนำผลการวิจัยไปกำหนดนโยบายและแนวทางการบริหารจัดการป้องกัน ฟื้นฟู อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3) ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับด้านชุมชนเมือง/เศรษฐกิจ/พาณิชย์/อุตสาหกรรม คือ ผลการวิจัยทำให้ผู้ประกอบการโดยเฉพาะภาคอุตสาหกรรม ผู้บริหารจัดการชุมชนเมือง กิจกรรมเชิงเศรษฐกิจ/พาณิชย์กรรมต้องมีการดำเนินงานกิจกรรมการผลิต บริโภคที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและบังคับใช้ให้ผู้ที่สร้างมลพิษทุกชนิดต้องเป็นผู้จ่ายค่ากำจัดของเสียและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

4) ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับด้านสังคมและชุมชน คือ ผลการวิจัยเป็นข้อมูลในการนำไปเผยแพร่ให้สังคม ชุมชน หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ใช้ในการรณรงค์การบริโภค การปลูกจิตสำนึก การช่วยกันฟื้นฟู อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ลดพฤติกรรมการใช้พลังงาน การผลิตที่ไม่สร้างผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

5) ผลของการวิจัยจะนำไปเป็นฐานข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมเมือง ชุมชนและอุตสาหกรรมระบบฐานข้อมูลนี้จะจัดเก็บเป็นศูนย์ข้อมูลภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อเผยแพร่ให้นิสิต หน่วยงานและบุคลากรที่สนใจนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ต่อและศึกษาวิจัยการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในการส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคมและการท่องเที่ยวของภาคตะวันออกเฉียงเหนือไปรวมถึงเป็นฐานข้อมูลสนับสนุนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อไป

6) ข้อมูลจากการสำรวจและผลการวิจัยจะนำไปเป็นฐานข้อมูลการติดตาม ตรวจสอบและหาวิธีการควบคุมมลพิษจากแหล่งต้นกำเนิดในพื้นที่ชุมชนเมืองและอุตสาหกรรมให้อยู่ในพิสัยมาตรฐานเพื่อสร้างชุมชนเมืองอยู่ร่วมกับอุตสาหกรรมได้อย่างสมดุลยั่งยืน

7) ผู้วิจัย สามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนในภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

8) หน่วยงานที่ใช้ประโยชน์จากผลการวิจัย คือ

- ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
- ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
- เทศบาล องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น ในจังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด สระแก้วและปราจีนบุรี
- สถาบันการศึกษาต่างๆ
- เอกชน/พัฒนากร/หอการค้าจังหวัด/อุตสาหกรรมจังหวัด
- สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
- สำนักงานโยธาธิการและผังเมือง
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคและจังหวัด
- การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยและกรมโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม
- กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ฯลฯ

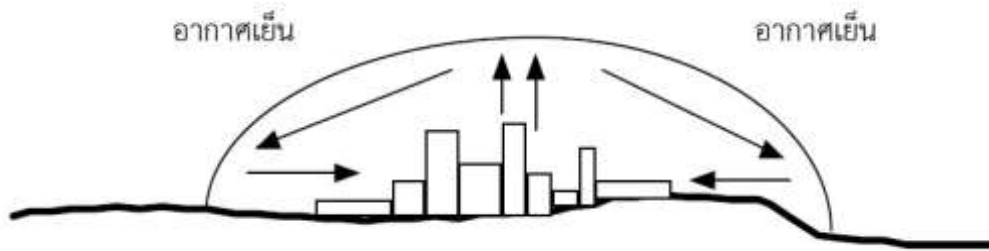
บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

2.1 ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง

2.1.1 ความหมาย

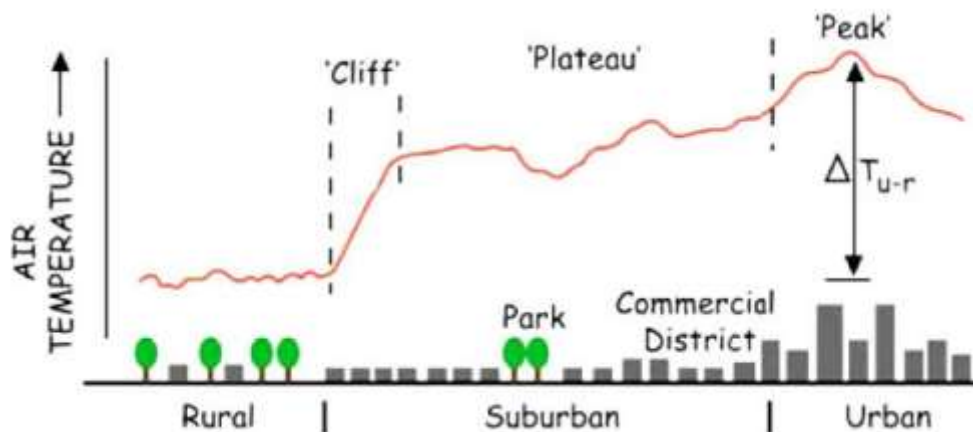
ปรากฏการณ์เกาะความร้อน ซึ่งบางคนให้คำนิยามเป็น “โดมความร้อน” ตามลักษณะของปรากฏการณ์นี้ ดังที่ ธนกุลต เทียนมณี (2545) ให้ความหมายว่า “เกาะความร้อน” เป็นปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิของบรรยากาศเหนือเมืองมีค่าสูงกว่าพื้นที่รอบนอกเมือง ลักษณะของเส้นอุณหภูมิมีลักษณะคล้ายเกาะหรือโดมขนาดใหญ่เหนือเมือง (อ้างอิงใน วิษณุ, 2556) ดังนั้นปรากฏการณ์เกาะความร้อน หรือ โดมความร้อนเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดในพื้นที่เขตเมืองใหญ่ เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิซึ่งเกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยอากาศใกล้พื้นดินในเขตชุมชนเมืองที่มีตึกสูงและอาคารบ้านเรือนตั้งอยู่หนาแน่นเป็นจำนวนมากมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณพื้นที่ชนบทโดยรอบ พื้นที่โดยชนบทหรือป่าบริเวณรอบเมืองจะมีอุณหภูมิที่เย็นกว่า ดังแสดงตามภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 โดมความร้อน: การไหลเวียนของอากาศร้อนและการกดของอากาศเย็น

ปรากฏการณ์เกาะความร้อน หรือ เกาะความร้อนเมือง หรือ ปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเขตเมือง (Urban Heat Island: UHI) คือ ปรากฏการณ์ที่พื้นที่ที่อุณหภูมิของชั้นอากาศใกล้พื้นดินในเขตชุมชน หรือ ในมหานคร มีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณโดยรอบอย่างมีนัยสำคัญ ความแตกต่างของอุณหภูมิที่สูงกว่าดังกล่าวจะชัดเจนในตอนกลางคืนมากกว่าตอนกลางวัน ในฤดูหนาวมากกว่าฤดูร้อน และเมื่อไม่มีลมหรือมีลมพัดอ่อน สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดเกาะความร้อนเมืองคือการเปลี่ยนแปลงพื้นผิวของแผ่นดินที่เกิดจากการพัฒนาเมืองซึ่งใช้วัสดุที่ทำให้เกิดการสะสมกันของความร้อนประกอบกับความร้อนที่ปล่อยออกจากการใช้พลังงานตามอาคารสถานที่ต่าง ๆ เมื่อศูนย์กลางประชากรของเมืองเพิ่ม การเปลี่ยนแปลงพื้นผิวแผ่นดินก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้นตามไปเรื่อย ๆ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเพิ่มอุณหภูมิทั่วไปโดยเฉลี่ย ผลของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองทำให้ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนในบริเวณใต้ลมที่ห่างจากใจกลางเมืองออกไปประมาณ 60 กิโลเมตรเพิ่มขึ้นจากปกติประมาณร้อยละ 28 เมื่อเทียบกับบริเวณพื้นที่เหนือลม (วิกิพีเดีย, 2558) ปรากฏการณ์เกาะร้อนได้เริ่มมีการศึกษาโดย ลุค ไฮเวิร์ด (Luke Howard) ในปี พ.ศ. 2353 โดยเป็นการศึกษาหาสาเหตุที่ตัวเมืองกรุงลอนดอนมีอุณหภูมิสูงกว่าชนบทโดยรอบ ซึ่ง อุณหภูมิส่วนต่างนี้ จะเห็นได้ชัดในตอนกลางคืน และในวันที่ลม

อ่อนตัว (สมพงษ์, 2556) ภาพที่ 2-2 เป็นภาพแสดงภาพตัดขวางการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเขตเมือง มีลักษณะเป็นเส้นโค้งที่ใช้แสดงความแตกต่างทางด้านภูมิศาสตร์มีความคล้ายคลึงกับรูปเกาะ เป็นความเกี่ยวข้องของอุณหภูมิที่มีความอบอุ่น (Warming) กับอุณหภูมิที่มีความเย็นที่อยู่รอบเมืองในเขตชนบท แสดงให้เห็นถึงเส้นอุณหภูมิเป็นรูปหน้าผา (Cliff) แสดงให้เห็นถึงความอบอุ่นของอากาศซึ่งมีแนวโน้มที่อุณหภูมิอากาศจะเพิ่มมากขึ้นในบริเวณพื้นที่เมือง รูปแบบของเส้นอุณหภูมิ (Isotherm) ของเส้นโค้งแบบที่ราบสูง (Plateau) เป็นรูปแบบของสิ่งที่רבกวนโดยอิทธิพลของความแตกต่างของอุณหภูมิที่ถูกปล่อยจากสิ่งปลูกสร้างและการใช้ที่ดินบริเวณตัวเมือง ในบริเวณใจกลางเมืองเส้นอุณหภูมิได้แสดงเส้นเป็นยอดภูเขาสูง (Peak) เป็นจุดสูงสุดของเส้นโค้ง ที่แสดงให้เห็นการก่อตัวของพลังงานความร้อน (ธนกฤต เทียนมณี, 2545 อ้างถึงใน วิษณุ, 2556)



ภาพที่ 2-2 แสดงภาพตัดขวางการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเขตเมือง

2.1.2 สาเหตุของการเกิดเกาะความร้อน

สำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐฯ (EPA) ได้ให้คำอธิบายเกี่ยวกับเรื่องนี้ไว้ว่า: เกาะความร้อนเกิดขึ้นเมื่อพืชพรรณถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลท์และคอนกรีตที่ใช้ทำถนน อาคารและโครงสร้างอื่นที่มีความจำเป็นสำหรับการเพิ่มที่อยู่อาศัยและที่ทำงานของประชากร ผิวพื้นเหล่านี้ดูดซับ – มากกว่าสะท้อนความร้อนจากแสงแดด ทำให้อุณหภูมิผิวพื้นและอุณหภูมิของอากาศเพิ่มขึ้น” การใช้วลี “เกาะความร้อน” อีกแนวหนึ่งได้แก่การใช้หมายถึงบริเวณใดๆ ก็ตาม ไม่ว่าจะมีการอยู่อาศัยหรืออาคารบ้านเรือนหรือไม่ก็ตาม แต่มีการเกิดความร้อนสูงกว่าบริเวณโดยรอบ ในบางเมืองอาจเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองสูงสุดในตอนกลางคืน โดยเฉพาะในเมืองที่มีฤดูหนาวที่หนาวมาก โดยมีความแตกต่างของอุณหภูมิหลายองศาระหว่างศูนย์กลางเมืองและบริเวณทุ่งชานเมือง ความแตกต่างของอุณหภูมิของสองบริเวณดังกล่าวนี้มักปรากฏในรายงานพยากรณ์อากาศของต่างประเทศ เช่น “อุณหภูมิกลางเมือง 68 องศา และชานเมือง 64 องศา” เป็นต้น สาเหตุการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์เกาะความร้อนสามารถแบ่งได้คร่าวๆ ดังนี้

1) การเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นความร้อนเพราะขาดร่มเงา ในเขตชุมชนมักจะขาดต้นไม้ ที่คอยดูดซับพลังงานแสง และเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์เคมีในกระบวนการสังเคราะห์แสง ทำให้แสงแดดกระทบกับพื้นดินและสิ่งก่อสร้างโดยตรง กลายเป็นความร้อนในวัตถุ และถ่ายเทออกสู่อากาศรอบ ๆ อีกที่

2) ความร้อนขึ้นในช่วงกลางคืนเกิดจากการที่อาคารต่าง ๆ ปิดกั้นความร้อนจากภาคพื้นดินไม่ให้แผ่ขึ้นสู่ท้องฟ้าตอนกลางคืน (ที่เย็นกว่า) (การแผ่รังสีความร้อน - thermal radiation)

3) คุณสมบัติด้านความร้อนของผิววัสดุของสิ่งปลูกสร้างและการขาดการระเหยคายน้ำ (evapotranspiration) ในบริเวณเมือง วัสดุที่ใช้โดยทั่วไปในเมือง เช่น คอนกรีตและแอสฟัลต์มีคุณสมบัติในการรับความร้อนที่ต่างกันมาก รวมทั้งคุณสมบัติในการจุความร้อนและคุณสมบัติในการนำความร้อน และคุณสมบัติของอัตราส่วนรังสีสะท้อน (albedo) และสภาพการเปล่งรังสี (emissivity) มากกว่าบริเวณโดยรอบเมือง ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนความสมดุลของพลังงาน (energy balance) ในเขตเมืองซึ่งเป็นเหตุให้อุณหภูมิในเมืองสูงกว่าพื้นที่ชานเมืองหรือพื้นที่ชนบท ความสมดุลของพลังงานยังถูกรบกวนจากการขาดพืชพรรณในพื้นที่ในเมืองที่จะช่วยให้เย็นลงจากการระเหยคายน้ำของต้นไม้

4) “ปรากฏการณ์เรขาคณิต” (geometric effects) นั่นคืออาคารสูงจำนวนมากในย่านกลางเมืองเป็น ผิวเชิงอเนก ที่รับการสะท้อนและการดูดซับแสงอาทิตย์ ทำให้บริเวณในเมืองร้อนขึ้น ซึ่งเรียกกันว่า “ปรากฏการณ์หุบผา” (canyon effect)

5) ความร้อนที่เกิดจากอาคารสูง ได้แก่การบังลมซึ่งทำให้ไม่เกิดความเย็นจากการพาความร้อน (convection) ความร้อนที่ปล่อยออกจากเครื่องปรับอากาศของอาคาร โรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งก่อความร้อนอื่นๆ ในเมืองมีส่วนทำให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองได้เช่นกัน รวมทั้งบริเวณที่มีประชากรหนาแน่นในเมืองก็มีส่วนด้วยเช่นกัน นอกจากนี้มลภาวะในรูปแบบต่างๆ ก็มีส่วนเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของบรรยากาศด้วย

6) การทิ้งพลังงานของมนุษย์ พลังงานทุกประเภท ทั้งจากแหล่งพลังงานสะอาด และเชื้อเพลิงฟอสซิล เมื่อถูกใช้ประโยชน์แล้ว มักจะกลายเป็นความร้อน ถูกทิ้งสู่บรรยากาศรอบตัว นอกจากนี้ในเมืองที่มีมลภาวะทางอากาศสูง ยังอาจเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกเฉพาะพื้นที่เกิดขึ้น เพราะหมอกควันและฝุ่นละอองที่แขวนลอยในอากาศ สามารถดูดซับรังสีความร้อนได้ดีมาก รวมทั้งอากาศในเขตเมืองก็มักจะมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าบรรยากาศหลายเท่าตัว เมืองที่มีปัญหามลภาวะทางอากาศสูง จึงอาจจะมีปรากฏการณ์เรือนกระจกเฉพาะพื้นที่เกิดขึ้นร่วมด้วย

2.2 ปรากฏการณ์ภาวะเรือนกระจก

2.2.1 ความหมาย

ชั้นบรรยากาศทำหน้าที่เช่นเดียวกับเรือนกระจกในการเก็บกักความร้อนไว้ภายใน และตัวการสำคัญที่ช่วยเก็บกักความร้อนเรียกว่า “ก๊าซเรือนกระจก (Green House Gas)” แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกดังแสดงในตารางที่ 2-1 โดยมีก๊าซสำคัญ 6 ชนิดในกลุ่มก๊าซเรือนกระจก (green house gas) ก๊าซเหล่านี้เกิดทั้งตามธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ ส่วนใหญ่ได้มาจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิลในภาคพลังงาน การทำอุตสาหกรรม การตัดไม้ทำลายป่า หรือแม้กระทั่งการทำฟาร์มปศุสัตว์และการเพาะปลูก คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide) ส่วนใหญ่มาจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น น้ำมัน ถ่านหิน การเผาไม้ต่าง ๆ หรือแม้กระทั่งการตัดไม้ทำลายป่า มีเทน (Methane) เกิดจากกระบวนการหมักในธรรมชาติ เช่น บริเวณ พื้นที่ที่มีน้ำท่วมขัง เช่น การทำนา การทำเกษตรกรรม หรือแม้กระทั่งการทำปศุสัตว์ และจากการขุดเจาะก๊าซธรรมชาติและเหมืองต่าง ๆ ไนตรัสออกไซด์ (Nitrous Oxide) เกิดจากการเผาไหม้ในธรรมชาติ คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (Hydrofluorocarbon) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (Perfluocarbons) ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์

(Sulphur Hexafluoride) เป็นก๊าซที่เกิดขึ้นภายในช่วงระยะเวลาไม่นานเมื่อเทียบกับก๊าซ 3 ชนิดแรกที่มีการเกิดในธรรมชาติอยู่แล้ว ก๊าซพวกนี้เกิดขึ้นหลังจากที่มีการทำอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น สารทำความเย็น ตัวทำลายบางอย่างสารดับเพลิงชั้นบรรยากาศทำหน้าที่เก็บกักความร้อนบางส่วน ชั้นบรรยากาศที่ทำให้ก๊าซต่าง ๆ ที่อยู่ในชั้นบรรยากาศและทำให้เกิดเป็นปรากฏการณ์ที่เรียกว่า “ปรากฏการณ์เรือนกระจก”

ตารางที่ 2-1 แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจก	แหล่งกำเนิด
CO ₂ (Carbondioxide)	<ol style="list-style-type: none"> 1. การหายใจของคน สัตว์ พืช 2. การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ (NGV) ก๊าซหุงต้ม (LPG) 3. การเผาไหม้ของชีวมวล เช่น ไม้ แกลบ กะลา 4. เครื่องดับเพลิงชนิดคาร์บอนไดออกไซด์
CH ₄ (Methane)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ส่วนประกอบหลักของก๊าซชีวภาพ 2. การทับถมของซากสิ่งมีชีวิตเมื่อไม่มีออกซิเจน 3. การฝังกลบขยะ 4. การบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจน 5. การเลี้ยงสัตว์ 6. การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิลและชีวมวล
SF ₆ (Sulphurhexafluoride)	<ol style="list-style-type: none"> 1. การหล่อแมกนีเซียม 2. ใช้สำหรับ dry etching ในอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์ 3. หม้อแปลงไฟฟ้า และ Breaker ชนิด SF₆
PFCs (Perfluorocarbons)	<ol style="list-style-type: none"> 1. โรงงานผลิตอลูมิเนียม 2. ใช้สำหรับ dry etching ในอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์ 3. ใช้เป็นตัวละลาย
HFCs (Hydro Fluorocarbons)	สารทำความเย็น <ol style="list-style-type: none"> 1. R-134a (HFC - 134a) ในตู้เย็น ตู้แช่ และเครื่องปรับอากาศในรถยนต์ 2. R-410a (ประกอบด้วย HFC-32 และ HFC-125 อัตราส่วน 50:50) ในเครื่องปรับอากาศรุ่นใหม่
N ₂ O (Nitrousoxide)	<ol style="list-style-type: none"> 1. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีที่มีองค์ประกอบของไนโตรเจน 2. การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิลและชีวมวล
ชนิดอื่น ๆ	<ol style="list-style-type: none"> 1. สารทำความเย็น <ol style="list-style-type: none"> 1.1 R-22 (HCFC-22) ในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน 1.2 R-12 (CFC-12) ในเครื่องปรับอากาศรถยนต์รุ่นเก่า 2. สารดับเพลิง <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Halon-1211 (CBrClF₂) 2.2 Halon-1301 (CBrF₃) 2.3 Halotron I (HCFC-123) 2.4 Halotron II (HFC-134a + HFC-125+CO₂) 3. สารเคมี <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Carbon tetrachloride (CCl₄) 3.2 Methyl bromide (CH₃Br) 3.3 Methyl chloroform (CH₃CCl₃) 3.4 Nitrogen trifluoride (NF₃) 3.5 Dimethyl ether 3.6 Methylene chloride 3.7 Methyl chloride

ที่มา: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2018

2.1.2 สาเหตุของการเกิดภาวะเรือนกระจก

การเกิดปรากฏการณ์ภาวะเรือนกระจก (greenhouse effects) ซึ่งเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้น เกิดจากความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศที่เพิ่มขึ้น ก๊าซเรือนกระจกบางชนิดมีอายุในชั้นบรรยากาศสั้น เมื่อเราหยุดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังกล่าว จะสามารถทำให้ความเข้มข้นในชั้นบรรยากาศของก๊าซนั้น ๆ ลดลงได้ แต่ก๊าซเรือนกระจกบางชนิด เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีอายุในชั้นบรรยากาศยาวนาน ทำให้ถึงแม้จะลดปริมาณการปล่อยก๊าซนั้น ๆ ลงแล้ว ความเข้มข้นในชั้นบรรยากาศจะยังคงไม่ลดลงในทันที ประกอบกับความเฉื่อย (inertia) ของระบบภูมิอากาศ การส่งผ่านความร้อนผ่านมวลอันมหาศาลของมหาสมุทร การเปลี่ยนแปลงอย่างเชื่องช้าของแผ่นน้ำแข็ง ทำให้อุณหภูมิและระดับน้ำทะเลยังคงสามารถเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ถึงแม้ว่าความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศจะคงที่แล้วก็ตาม โดยคาดว่าจะใช้ระยะเวลานานหลายศตวรรษกว่า (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2556)

ข้อมูลจาก IPCC ปี 2557 ระบุว่า ทั่วโลกมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 49 พันล้านตัน สำหรับประเทศไทยก๊าซเรือนกระจกประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 17 ของโลก โดยประเทศไทยได้เข้าร่วมภาคอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยประเทศไทยจัดอยู่ในกลุ่มนอกภาคผนวกที่ 1 ไม่มีพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจกแต่ต้องจัดทำรายงานแห่งชาติ ซึ่งต้องมีข้อมูลบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย รายงานนี้นำเสนอต่อสำนักเลขาธิการสหประชาชาติภายในระยะเวลาที่เหมาะสม ประเทศไทยได้จัดทำรายงานแห่งชาติครั้งแรก ส่งเมื่อปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2553) รายงานแห่งชาติครั้งที่สอง เมื่อปี 2554 (ค.ศ. 2011) รายงานความก้าวหน้ารายสองปีครั้งแรก เมื่อปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015)

2.1.3 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ และคาร์บอนเครดิต

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การผลิต การใช้งาน และการจัดการซากหลังการใช้งาน

คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas emissions and removals) ที่เกิดจากกิจกรรมการดำเนินงานขององค์กร

จากการที่ก๊าซเรือนกระจกที่เป็นตัวการสำคัญในการทำให้โลกร้อน มีทั้งคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) มีเทน (CH₄) ไนตรัสออกไซด์ (N₂O) และก๊าซที่ใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ แต่ในการซื้อขายกันเพื่อให้เข้าใจกันให้ง่ายขึ้น จึงเรียกกันว่า “คาร์บอนเครดิต” ซึ่งจะใช้ปริมาณเทียบเท่าคาร์บอนไดออกไซด์กลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) เป็นกลไกหนึ่งที่กำหนดไว้ในพิธีสารเกียวโต เพื่อให้ประเทศที่พัฒนาแล้วสามารถเข้ามาลงทุนทำโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศกำลังพัฒนาได้ ปริมาณก๊าซที่ลดได้คิดเป็น “คาร์บอนเครดิต”

คาร์บอนเครดิต (Carbon Credit) สิ่งทดแทนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ส่วนใหญ่เกิดจากการเผาผลาญน้ำมันดิบในโรงงานอุตสาหกรรมหรือยานยนต์ หากประเทศพัฒนาไม่สามารถลดมลพิษของตนก็ต้องใช้วิธีช่วยเหลือประเทศด้อยพัฒนาให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเมื่อลดได้จะกลายเป็นคาร์บอนเครดิตของตนเอง

คาร์บอนเครดิต เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ผ่านกลไก สำคัญที่เรียกว่า Cap and Trade นั่นคือ การที่ประเทศพัฒนาแล้วต่าง ๆ ถูกกำหนดโควตาก๊าซเรือนกระจกที่ตนสามารถปล่อยได้ประเทศใดที่สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้มากกว่าโควตาของตนเองก็จะสามารถขายโควตาที่เหลือให้กับประเทศอื่น ๆ ที่ไม่สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ตามที่ ถูกกำหนดโควตาไว้ตลาดคาร์บอนแบบสมัครใจ (Voluntary Carbon Market: VCM) นั้นเกิดขึ้น โดยความร่วมมือระหว่างผู้ประกอบการ เป็นการดำเนินงานโดยภาคเอกชนตามความสมัครใจ

ดังนั้น ประโยชน์ของการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร คือ (1) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง อาจนำไปขายเป็นคาร์บอนเครดิต หรือทำการชดเชยคาร์บอนกับองค์กรอื่น ๆ (2) สามารถจำแนกสาเหตุของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และหาแนวทางเพื่อลดปริมาณของก๊าซเรือนกระจก (3) สามารถเป็นเกณฑ์หรือแนวทางให้กับองค์กรอื่นที่มีลักษณะขององค์กรที่จัดเป็นองค์กรเหมือนกัน

2.1.4 ปริมาณและแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2553). ได้จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย อธิบายถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไว้อย่างชัดเจน โดยแสดงให้เห็นถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 ของประเทศไทยว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศไทยรวมทั้งส่วนที่เกิดจากแหล่งปล่อย (Emission from Source) และส่วนที่ดูดกลับ (Removal by Sink) เท่ากับ 229.08 TgCO₂eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ภาคพลังงานเป็นภาคที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคิดเป็น 159.39 TgCO₂eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าหรือคิดเป็นร้อยละ 69.6 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศไทย รองลงมาคือภาคการเกษตร 51.88 TgCO₂ eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 22.6 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศไทย ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมมีปริมาณการปล่อยเท่ากับ 16.39TgCO₂eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 7.2 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศไทยตามลำดับ ภาคที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด คือ ภาคของเสีย คิดเป็นปริมาณการปล่อยเท่ากับ 9.32 TgCO₂eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 4.10 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศไทย สำหรับการปล่อยในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีน้อยกว่าปริมาณดูดกลับจึงทำให้ค่ารวมของภาคนี้ - 7.90 TgCO₂eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าคิดเป็นร้อยละ - 3.4 ของปริมาณการปล่อยทั้งหมดของประเทศไทย โดยไม่มีการปล่อยก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (Hydrofluorocarbon: HFC), เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (Perfluorocarbon: PFC) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SulfurHexafluoride: SF₆) เนื่องจากไม่พบข้อมูลเพื่อการคำนวณ

สาขาหลักที่ปล่อยส่วนใหญ่อยู่ในภาคพลังงานโดยเฉพาะสาขาขนส่งทางบกซึ่งมีปริมาณการปล่อยเป็นลำดับแรก สาขาการผลิตกำลังไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติมาเป็น ลำดับสองและสาขาการใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมมาเป็นลำดับสาม อย่างไรก็ตาม สำหรับสาขาการผลิตกำลังไฟฟ้านั้นหากรวมทั้งก๊าซธรรมชาติและลิกไนท์จะปล่อย ก๊าซเรือนกระจกออกมามากกว่าสาขาขนส่งทางบก ทั้งสามสาขามีความสำคัญในการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศเป็นหลัก

สาขาหลักที่ปล่อยก๊าซมีเทนมาก คือ สาขาการผลิตข้าวและสาขาการย่อยอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง ส่วนสาขาที่ปล่อยไนตรัสออกไซด์มากที่สุดคือสาขาการปล่อยโดยตรงและอ้อมจากดิน

เกษตร ประเทศไทยปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นทุกปีในอัตราร้อยละ 3.8 ต่อปีในปี พ.ศ. 2543 ถึง พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2000-ค.ศ. 2004) ซึ่งเป็นอัตราที่สูงกว่าการปล่อยในช่วง 10 ปีระหว่าง พ.ศ. 2537-2547 (ค.ศ. 1994-2004) ที่มีอัตราการเพิ่มปริมาณการปล่อยเท่ากับร้อยละ 2.0 ต่อปี ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้เป็นภาคที่มีการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 - 2547 เพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 260.8 หรือร้อยละ 66.8 ต่อปี

2.3 การวางแผนพัฒนาผังเมืองของประเทศไทยและภาคตะวันออก

2.3.1 นิยาม: ผังเมือง

“การผังเมือง” หมายถึง การวางจัดทำและดำเนินการให้เป็นไปตามผังเมืองรวมและผังเมืองเฉพาะในบริเวณเมืองและบริเวณที่เกี่ยวข้องหรือชนบท เพื่อสร้างหรือพัฒนาเมืองขึ้นใหม่หรือแทนเมืองหรือส่วนของเมืองที่ได้รับความเสียหาย เพื่อให้มีหรือทำให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสัญลักษณ์ความสะดวกสบาย ความเป็นระเบียบ ความสวยงาม การใช้ประโยชน์ในทรัพย์สิน ความปลอดภัยของประชาชนและสวัสดิภาพของสังคมเพื่อส่งเสริมการเศรษฐกิจสังคม และสภาพแวดล้อม เพื่อดำรงรักษาหรือบูรณะสถานที่และวัตถุที่มีประโยชน์หรือคุณค่าในทางศิลปกรรม สถาปัตยกรรม ประวัติศาสตร์ หรือโบราณคดีหรือเพื่อบำรุงรักษาทรัพยากรธรรมชาติ ภูมิประเทศที่งดงาม หรือมีคุณค่าในทางธรรมชาติ

“ผังเมืองรวม” หมายความว่า แผนผังนโยบายและโครงการ รวมทั้งมาตรการควบคุมโดยทั่วไปเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและการดำรงรักษาเมืองและบริเวณที่เกี่ยวข้องหรือชนบท ในด้านการใช้ประโยชน์ในทรัพย์สิน การคมนาคมและการขนส่ง การสาธารณสุข โภกกิจ บริการสาธารณะ และสภาพแวดล้อม

“ผังเมืองเฉพาะ” หมายความว่า แผนผังและโครงการดำเนินการเพื่อพัฒนา หรือดำรงรักษาบริเวณเฉพาะแห่ง หรือกิจการที่เกี่ยวข้องในเมืองและบริเวณที่เกี่ยวข้อง หรือชนบทเพื่อประโยชน์แก่การพัฒนา

“การใช้ที่ดิน” หมายถึง การใช้ประโยชน์จากที่ดินเพื่อประกอบกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น เพื่อที่อยู่อาศัย กิจกรรมทางธุรกิจการค้า การอุตสาหกรรม สถานที่ราชการ โรงเรียน ถนน หรือสาธารณสถานต่าง ๆ (Charles Abrams, 1971)

กำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในการวางผังเมืองที่ออกเป็นกฎกระทรวงบังคับใช้ตามที่ได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษาดังต่อไปนี้ (ราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษ เล่ม ๑๐๓)

- 1) กำหนดไว้เป็นสีเหลือง ให้เป็นที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย
- 2) กำหนดไว้เป็นสีส้ม ให้เป็นที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง
- 3) กำหนดไว้เป็นสีแดง ให้เป็นที่ดินประเภทพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก
- 4) กำหนดไว้เป็นสีม่วงอ่อน ให้เป็นที่ดินประเภทอุตสาหกรรมเฉพาะกิจ
- 5) กำหนดไว้เป็นสีเขียว ให้เป็นที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม
- 6) กำหนดไว้เป็นสีเขียวอ่อน ให้เป็นที่ดินประเภทที่โล่งเพื่อนันทนาการและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม
- 7) กำหนดไว้เป็นสีเขียวมะกอก ให้เป็นที่ดินประเภทสถาบันการศึกษา
- 8) กำหนดไว้เป็นสีเทาอ่อน ให้เป็นที่ดินประเภทสถาบันศาสนา

9) กำหนดไว้เป็นสีน้ำเงิน ให้เป็นที่ดินประเภทสถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ

2.3.2 การวางแผนพัฒนาผังเมืองของประเทศไทย

การผังเมืองของประเทศไทยก่อนการเปลี่ยนแปลงการปกครองเป็นระบอบประชาธิปไตยในปี พ.ศ. 2475 เป็นการดำเนินการโดยพระราชอำนาจของพระมหากษัตริย์ในการป้องกันภัยจากข้าศึกศัตรูและภัยทางธรรมชาติเป็นหลัก ในช่วงหลังการเปลี่ยนแปลงการปกครองรัฐบาลได้ดำเนินการด้านการผังเมืองอย่างต่อเนื่อง ซึ่งใช้เป็นเครื่องมือกำหนดนโยบายและชี้้นำการพัฒนาทางกายภาพที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินโครงสร้างพื้นฐาน เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม รวมถึงการสงวนรักษาพื้นที่ทางประวัติศาสตร์ ศิลปะ วัฒนธรรมและธรรมชาติ เพื่อความเป็นเมืองน่าอยู่และชุมชนน่าอยู่ เป็นการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดีให้กับคนในเมืองและชนบท ให้มีความสะดวกสบาย ความเป็นระเบียบเรียบร้อย สวยงาม มีการใช้ประโยชน์ทรัพย์สินอย่างเหมาะสม ปลอดภัย ถูกสุขลักษณะและอื่น ๆ การใช้บังคับผังเมืองรวมในพื้นที่ชุมชนเมืองโดยกรมโยธาธิการและผังเมืองจะประกอบด้วย การวาง จัดทำ และการดำเนินการให้เป็นไปตามผังเมืองรวมและผังเมืองเมืองเฉพาะ ปัจจุบันเป็นจำนวนรวมทั้งสิ้นถึง 152 บริเวณ ซึ่งในจำนวนนี้มีผังเมืองรวมกรุงเทพมหานครเพียงผังเดียวที่ได้วางและจัดทำโดยกรุงเทพมหานครซึ่งเป็นเจ้าพนักงานท้องถิ่นแต่การวางแผนผังพัฒนาเชิงพื้นที่ (Spatial Development Plan) จะต้องมีการวางและจัดทำผังภาค (Regional Plan) ที่ครอบคลุมพื้นที่เศรษฐกิจภูมิศาสตร์เพื่อผลต่อความสมดุลระหว่างพื้นที่ที่จำเป็นต่อการสงวนรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติกับพื้นที่การตั้งถิ่นฐานซึ่งประกอบด้วยเมือง เขตเศรษฐกิจอุตสาหกรรมและชนบท การควบคุมทางผังเมืองในปัจจุบันยังมีความคาบเกี่ยวกับกฎหมายควบคุมอาคาร กฎหมายควบคุมการจัดสรรที่ดิน และกฎหมายอื่น ๆ ส่วนการปรับปรุงที่สำคัญได้แก่กฎหมายการฟื้นฟูเมือง กฎหมายเมืองใหม่ เป็นต้น (กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2557)

2.3.3 การวางแผนพัฒนาผังเมืองภาคตะวันออก

ภาคตะวันออกมีศักยภาพในการพัฒนาเมืองทั้งทางด้านกายภาพและเศรษฐกิจ ระดับความเป็นเมืองของภาคตะวันออกพบว่ามีประชากรเมืองคิดเป็นร้อยละ 29 ของประชากรรวมทั้งภาค ประกอบด้วย 8 จังหวัด คือ นครนายก ปราจีนบุรี สระแก้ว ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด รวมพื้นที่ 36637.58 ตารางซึ่งมีจำนวน 1,240,575 คนจาก จำนวนรวม 4,272,995 คน และมีชุมชนเมือง 115 เมืองในปี พ.ศ. 2547 จำนวนประชากรมากที่สุด 3 อันดับแรกคือ ชลบุรี จำนวนประชากร 1,142,985 คน ความหนาแน่น 243.52 คน/ตารางกิโลเมตร ฉะเชิงเทรา มีความหนาแน่น 118.10 คน/ตารางกิโลเมตร และระยองมีความหนาแน่น 154.07 คน/ตารางกิโลเมตร (กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2549b) ซึ่งเป็นกลุ่มจังหวัดเป้าหมายการพัฒนาเป็นเขตเศรษฐกิจใหม่ที่มีกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่หลากหลายทั้งนิคมอุตสาหกรรมหลักทั้งหนักและเบา ท่าเรือ น้ำลึก แหล่งท่องเที่ยว สถานศึกษา จนทำให้พื้นที่ภาคตะวันออกมีการขยายตัวเศรษฐกิจ สังคม เมือง และอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว

2.4 การพัฒนาภาคตะวันออก การกระจายการพัฒนาเศรษฐกิจอุตสาหกรรม สังคม และชุมชนเมืองในพื้นที่ภาคตะวันออก

การพัฒนาประเทศไทยบนพื้นฐานของการส่งออกทางอุตสาหกรรมส่งผลให้เกิดการกลายเป็นเมืองในระดับภูมิภาคโดยเฉพาะการเกิดอุตสาหกรรมหนักในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก การลงทุนในโครงสร้างสาธารณูปโภคพื้นฐานของอุตสาหกรรมและเมืองเป็นภารกิจหลักของนโยบายรัฐบาลเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนผ่านจุดศูนย์รวมการพัฒนาของประเทศไปสู่ภูมิภาค โครงการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกทำให้เกิดการพัฒนาในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกของประเทศไทยซึ่งกลายเป็นที่รู้จักกันดีว่าเป็นพื้นที่การพัฒนาอุตสาหกรรมส่งออกแห่งแรกและเป็นพื้นที่รองรับการขยายตัวของกรุงเทพฯ และปริมณฑลกลายเป็นเขตเศรษฐกิจใหม่ของประเทศไทย แผนพัฒนาเศรษฐกิจที่ผลักดันให้รัฐบาลตั้งแต่ช่วงทศวรรษที่ 1980 ได้ริเริ่มโครงการการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก โดยช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจฉบับที่ 4 นับเป็นจุดเปลี่ยนที่สำคัญของนโยบายอุตสาหกรรมของไทยคือมีการวางแผนพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างเป็นทางการที่เรียกว่าแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก ซึ่งเริ่มมีการวางกรอบไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจฉบับที่ 5 ยิ่งไปกว่านั้นเนื่องจากการค้นพบก๊าซธรรมชาติในบริเวณอ่าวไทยในปี 2516 แผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกได้รับการส่งเสริมและเป็นจุดเริ่มต้นในการเร่งให้เกิดกระบวนการกลายเป็นอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการส่งเสริมแผนบูรณาการการพัฒนาภาคตะวันออก แผนหลักคือการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกและการพื้นที่ใกล้เคียงให้กลายเป็นศูนย์กลางการเจริญเติบโตและที่ตั้งอุตสาหกรรมพื้นฐาน มีการจัดตั้งคณะกรรมการการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก (Eastern Seaboard Development Committee : ESDC) ซึ่งมีนายกรัฐมนตรีเป็นประธานในคณะกรรมการ นับแต่ต้นทศวรรษที่ 1980 จนถึงต้นทศวรรษที่ 1990 แผนพัฒนาเศรษฐกิจได้กลายเป็นแผนพัฒนาทั้งด้านเศรษฐกิจ อุตสาหกรรมและสังคมของประเทศไทย

แผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกคือ แผนพัฒนาฉบับเข้มข้นที่เน้นการพัฒนาของภูมิภาคตะวันออกให้กลายเป็นการรวมกลุ่มทางด้านอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออกชั้นนำ มีการสร้างงานใหม่เพื่อแก้ไขปัญหาขาดแคลนแรงงานของประเทศในขณะนั้น แนวคิดหลักของแผนพัฒนาพื้นที่ฉบับนี้เริ่มขึ้นในปี 2524 ปัจจุบันประเทศไทยใช้แผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกเฟสที่สองซึ่งเริ่มใช้มาตั้งแต่ปี 2538

ตั้งแต่ปี 2524 สัดส่วนของผลประโยชน์ด้านอุตสาหกรรมประมาณร้อยละ 70 ของประเทศไทยมีฐานการผลิตในพื้นที่กรุงเทพมหานครตอนนั้นมีการศึกษาจำนวนมากเรียกร้องให้เห็นถึงข้อจำกัดของสาธารณูปโภคเกี่ยวกับท่าเรือคลองเตยในกรุงเทพฯ เพื่อหลีกเลี่ยงสถานการณ์ความแออัดของประชากรและอุตสาหกรรมในกรุงเทพฯ และเป็นการกระจายความเจริญและกิจกรรมทางเศรษฐกิจออกจากกรุงเทพฯ ไปสู่ภูมิภาคในพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออก ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายแรงงานและผู้คน que เข้ามาทำงานเป็นแหล่งจ้างงานและที่พักอาศัยใหม่ จากกรุงเทพฯ และจากส่วนภูมิภาคอื่น ๆ ของประเทศไทยสู่พื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก อุตสาหกรรมใหม่ในเขตพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกจึงเกิดขึ้น แผนพัฒนาพื้นที่นี้ให้ความสำคัญกับการสร้างโครงสร้างสาธารณูปโภคพื้นฐานในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกห่างออกไปจากกรุงเทพฯ 80-200 กิโลเมตร พื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกได้เป็นพื้นที่ทางเลือกสำหรับรองรับอุตสาหกรรมให้กับมหานครกรุงเทพฯ รวมถึงเป็นประตูสู่การพัฒนาภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างของประเทศไทย

พื้นที่พัฒนาหลักในแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกเฟสที่หนึ่งประกอบด้วยจังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทราและระยองเป็นพื้นที่ยุทธศาสตร์ในการพัฒนาอุตสาหกรรมระดับภูมิภาคและการลงทุนขนาดใหญ่ พื้นที่หลักที่ได้รับการพัฒนาตามแผนคือ เขตอุตสาหกรรมแหลมฉบังและมาบตาพุด

รวมถึงท่าเรือน้ำลึก กล่าวคือ พื้นที่แหลมฉบัง ในจังหวัดชลบุรี ได้รับการออกแบบเพื่อรองรับอุตสาหกรรมส่งออกประเภทเบา อุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานชนิดเบาและการสร้างโครงสร้างสาธารณูปโภคต่าง ๆ เช่น ท่าเรือ ถนน เขื่อน และระบบส่งน้ำ เป็นต้น ส่วนในพื้นที่จังหวัดระยองเป็นพื้นที่ตั้งของอุตสาหกรรมปิโตรเคมีหนัก ซึ่งเน้นการพัฒนาพื้นที่ปิโตรเคมีครบวงจรที่มาบตาพุด เนื่องจากก๊าซธรรมชาติจากอ่าวไทย

ส่วนพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทราเป็นที่ตั้งของอุตสาหกรรมเกษตรเป็นหลัก โดยในแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกเฟสที่สองได้ออกแบบให้มีพื้นที่ขนาดใหญ่ขึ้นครอบคลุมพื้นที่ชานเมืองมากขึ้น ขยายเป็น 11 จังหวัดได้แก่ ชลบุรี ฉะเชิงเทรา ระยอง จันทบุรี ตราด ปราจีนบุรี สระแก้ว นครนายก ลพบุรี และสระบุรี จากการประเมินของ JICA (2001) พบว่าผลกระทบของพื้นที่ภูมิภาคชายฝั่งทะเลตะวันออกมีนัยสำคัญต่อกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ช่วยการกระจายของเศรษฐกิจของไทยในจังหวัดระยองและชลบุรี การเพิ่มขึ้นของการลงทุนของเอกชนและการจ้างงาน ผลผลิตจากอุตสาหกรรมของพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกสามจังหวัดเติบโตขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 9 ระหว่างปี 2524 - 2537 อัตราการเติบโตนี้สูงกว่าค่าเฉลี่ยอัตราการเติบโตของประเทศ

นับตั้งแต่แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 5 เป็นต้นมา ด้วยการมีแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกเฟสที่หนึ่งและเฟสที่สอง ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามกระแสการพัฒนาเศรษฐกิจ ขบวนการพัฒนาเป็นเมืองและอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วมากเพิ่มรุกร้าพื้นที่เกษตรกรรมโดยเฉพาะพื้นที่จังหวัดชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา และปราจีนบุรี อัตราการขยายตัวของพื้นที่เมืองและอุตสาหกรรม รวมถึงจำนวนโรงงานและผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดตลอดจนถึงประเทศเพิ่มขึ้น ภาคตะวันออกมีความเหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นศูนย์กลางความเจริญทั้งทางด้านอุตสาหกรรม การค้า การบริหารและการท่องเที่ยวและเกิดการเคลื่อนย้ายแรงงานเข้ามาหางานทำรองรับความแออัดจากกรุงเทพฯ มาสู่พื้นที่ภาคตะวันออก ตามแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกรัฐบาลจึงมีการลงทุนในระบบโครงสร้างพื้นฐานและระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ เพื่อให้ภาคตะวันออกโดยเฉพาะสามจังหวัดหลักของแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก ชลบุรี ระยอง และ ฉะเชิงเทรา กลายเป็นศูนย์กลางการพัฒนาเศรษฐกิจอุตสาหกรรมและชุมชนเมืองเจริญเติบโตและขยายตัว แม้ว่าจะมีแผนในการพัฒนาพื้นที่อย่างชัดเจน แต่ในทางปฏิบัติปรากฏว่าความเจริญและการขยายตัวของอุตสาหกรรมและเมืองในพื้นที่เป็นอย่างไรไม่เป็นแบบแผน มีการปล่อยมลพิษ ทิ้งน้ำเสีย กากสารพิษสู่สภาพแวดล้อม การปนเปื้อนและมีพิษในน้ำ อากาศและ ดิน และส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ ทำลายสิ่งแวดล้อมชุมชนเมืองทำให้การดำรงชีวิตไม่ปลอดภัยและยั่งยืน

2.5 ความเชื่อมโยงของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับการพัฒนา

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์นับเป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ภาวะเรือนกระจกและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเราสามารถจำแนกสาขาของกิจกรรมมนุษย์ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบ่งเป็น 7 สาขา ได้แก่ (1) การผลิตและจัดหาพลังงาน (2) การคมนาคมขนส่ง (3) อุตสาหกรรม (4) เกษตรกรรม (5) การใช้พลังงานในอาคารที่พักอาศัยและอาคารพาณิชย์ (6) ป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และ (7) ขยะและน้ำเสีย (IPCC 2007 อ้างถึงใน กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2556) ซึ่งสาขาเหล่านี้ล้วนแล้วแต่เป็นกิจกรรมการพัฒนาหรือเป็นผลมาจากกิจกรรมการพัฒนาทั้งสิ้น

ที่ผ่านมา ประเทศมุ่งเน้นการพัฒนาเศรษฐกิจเป็นหลัก ทำให้มีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มสูงอย่างต่อเนื่อง จากการขยายตัวของเมือง การเติบโตทางเศรษฐกิจ และรายได้ประชากรที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดช่องว่างในการพัฒนาด้านอื่นๆ โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่ยั่งยืน ทำให้คุณภาพสิ่งแวดล้อมมีความเสื่อมโทรมอย่างรุนแรงในหลายพื้นที่ ทำให้มีความเปราะบางเสี่ยงต่อการเกิดผลกระทบรุนแรงจากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทางภูมิอากาศ ดังนั้นเมืองที่กลายเป็นเมืองอุตสาหกรรมจะมีอัตราการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องกลายเป็นเมืองในระดับภูมิภาค มีศูนย์กลางความเจริญและมีพื้นที่ชานเมืองกินบริเวณกว้างเป็นสัดส่วนตามอัตราการเจริญ แต่เมืองเหล่านี้มักต้องเผชิญกับปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมอย่างหลีกเลี่ยงได้ยาก ทั้งระบบนิเวศ แหล่งทรัพยากร ถูกคุกคาม ทำลายและเป็นมลพิษ เป็นความท้าทายของเมืองขนาดใหญ่ที่เป็นลักษณะภูมิภาค โรงงานอุตสาหกรรมที่เป็นหน่วยผลิตสำคัญของเมืองซึ่งก่อให้เกิดเศรษฐกิจในเมืองเหล่านี้จะมีระดับของการบริโภค น้ำ อากาศและทรัพยากรมากกว่าเมืองทั่วไป รวมไปถึงผลิตขยะเป็นพิษเป็นจำนวนมาก การทำให้เมืองสีเขียวหรือเมืองปลอดภัยเป็นความท้าทายของเมือง เห็นได้ชัดว่ารูปแบบกิจกรรมเศรษฐกิจของเมืองมีบทบาทสำคัญต่อรูปแบบของความเป็นเมือง (Marcotullio, 2003) เมืองส่วนมากต้องเผชิญกับความขัดแย้งในการใช้ทรัพยากรโดยเฉพาะกับภาคเกษตรกรรมกว่าครึ่งศตวรรษของการพัฒนาเศรษฐกิจและการเติบโตของเมืองทั่วโลก ได้ขยายพื้นที่ซอันทับพื้นที่ชุ่มน้ำกว่าครึ่งหนึ่งของโลก (Johnston, 2004)

มลพิษที่เกิดจากอุตสาหกรรมและภาคเกษตรขนาดใหญ่ ทำให้ปริมาณน้ำสะอาดที่มีในโลกลดลงอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ขยะที่เกิดจากอุตสาหกรรมยังทำให้เกิดมลพิษทั้งในน้ำและดิน เป็นที่แน่ชัดว่าการกลายเป็นเมืองเป็นหลักฐานสำคัญของกระบวนการพัฒนา แต่จะเป็นไปได้หรือไม่ที่จะให้อัตราการพัฒนานั้นมีผลกระทบในเชิงลบน้อยหรือลดลงกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน การเจริญเติบโตที่มุ่งเน้นด้านเศรษฐกิจโดยมองข้ามระดับความสามารถในการรองรับของทรัพยากรธรรมชาติจะก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ เช่นความขัดแย้งในการแย่งใช้ทรัพยากร นโยบายของรัฐมุ่งเพียงส่งเสริมความเจริญทางเศรษฐกิจในระยะสั้นอาจจะต้องแลกกับความสูญเสียอื่นในระยะยาว ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และ คุณภาพสิ่งแวดล้อม ควรมีการประเมินถึงความคุ้มค่าและความเสียหาย การประเมินความเสียหายทางสิ่งแวดล้อม มีความสำคัญเทียบเท่ากับการวัดมูลค่าทางเศรษฐกิจ หากจะวัดถึงรายได้มวลรวมประชากร ก็ควรมีการวัดถึงสถิติความยากจนและความไม่เท่าเทียมกันที่เกิดขึ้นด้วย ตอนนี้ประเทศพัฒนาแล้วทั้งหลายกำลังเผชิญกับการพัฒนาประเทศโดยไม่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมโดยปล่อยให้อัตราการกลายเป็นอุตสาหกรรมเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและไม่มีการตรวจสอบ สิ่งแวดล้อมเมืองเป็นความท้าทายร่วมกันไม่เพียงระดับชาติ แต่เป็นในระดับโลก Houghton & Hunter (1994) กล่าวว่า เมืองที่ประสบความสำเร็จควรเป็นเมืองมีค่าถึงสิ่งแวดล้อมการใช้ทรัพยากรให้น้อยที่สุด

2.6 มลพิษทางอากาศ

2.6.1 ความหมายมลพิษ

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ได้ให้คำจำกัดความของคำว่า “มลพิษ” “ภาวะมลพิษ” ดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2558)

“มลพิษ” หมายความว่า ของเสีย วัตถุอันตรายและมลสารอื่นๆ รวมทั้งกากตะกอนหรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น ที่ถูกปล่อยทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษ หรือที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ

ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพ สิ่งแวดล้อมหรือภาวะที่เป็นพิษภัยอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนได้ และให้หมายความรวมถึง รังสี ความร้อน เสียง แสง กลิ่น ความสั่นสะเทือนหรือเหตุรำคาญอื่น ๆ ที่เกิดหรือถูกปล่อยจากแหล่งกำเนิดมลพิษด้วย

“ภาวะมลพิษ” หมายความว่า สภาวะที่สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงหรือปนเปื้อนโดยมลพิษ ซึ่งทำให้คุณภาพของสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมลง เช่น มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ และมลพิษในดิน

มลพิษ (Pollutions) หมายถึง ของเสีย วัตถุอันตราย และมลสารอื่น ๆ รวมทั้งกากตะกอนหรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้นที่ถูกปล่อยทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษหรือที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติซึ่งก่อให้เกิดหรืออาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมหรือภาวะที่เป็นภัยอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน และหมายความรวมถึงรังสีความร้อน แสง เสียง กลิ่น ความสั่นสะเทือนหรือเหตุรำคาญอื่น ๆ ที่เกิดหรือถูกปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดมลพิษด้วย ดังนั้นภาวะมลพิษคือ สภาวะที่สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงหรือปนเปื้อนโดยมลพิษซึ่งทำให้คุณภาพของสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมลง เช่น มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ มลพิษในดิน

2.6.2 มลพิษทางอากาศ

ชั้นบรรยากาศ Troposphere เป็นชั้นบรรยากาศที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของประชากรบนโลก โดยอากาศปกติจะมีก๊าซดังนี้ $N_2 \sim 78\%$, $O_2 \sim 21\%$, Ar, CO, $CO_2 \sim 1\%$ เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างอากาศดีกับอากาศเสีย ความแตกต่างกันที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นของ CO_2 , CO, HC, NO, SO_2 แต่ปริมาณ O_2 ลดน้อยลงอย่างมาก แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ คือ จากธรรมชาติ เช่น ลมและแสงแดด และจากการกระทำของมนุษย์ ซึ่งเป็นต้นเหตุสำคัญที่สุด เช่น การคมนาคม-ขนส่ง, โรงงานอุตสาหกรรม, เหมืองแร่-แหล่งก่อสร้าง, กิจกรรมด้านเกษตร, การใช้เคมีภัณฑ์ต่าง ๆ, การเผาไหม้วัสดุต่าง ๆ, การทิ้งขยะมูลฝอย-ของเสีย เป็นต้น โดยรถยนต์และโรงงานอุตสาหกรรมเป็นแหล่งใหญ่ของปัญหาทำให้เกิดเขม่าออกไซด์ของไนโตรเจน ออกไซด์ของซัลเฟอร์ ออกไซด์ของคาร์บอนถือว่าเป็นสารพิษหลักไฮโดรคาร์บอน ซึ่งมีผลต่อชั้นโอโซนโลกและมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น การเผาเปื้อยของพืชและสัตว์ ได้แก่ สมิเทน, การเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง ถ่านหิน ถ่านไม้, การระเหยของตัวทำละลายอินทรีย์ (Volatile Organic Compounds: VOCs), ในอากาศเกิดจาก เผาไหม้ การจราจร ปล่อยโรงงาน คิวบุนหรี, ในอาหาร เกิดจาก เนื้อที่มีไขมันติด เช่น เนื้อย่างเกาหลี, ในน้ำธรรมชาติ เกิดจาก น้ำฝนชะล้างพวกฝุ่น คิวบุนหมา, สมอก (Smog) เกิดจาก คิวบุน (Smoke) และ หมอก (Fog) มักจะเกิดเฉพาะในเมืองใหญ่ ๆ หรือเมืองอุตสาหกรรม

2.6.3 ดัชนีคุณภาพอากาศ

ดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index: AQI) เป็นการรายงานข้อมูลคุณภาพอากาศในรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจของประชาชนทั่วไป เพื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้สาธารณชนได้รับทราบถึงสถานการณ์มลพิษทางอากาศในแต่ละพื้นที่ว่าอยู่ในระดับใด มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยหรือไม่ ซึ่งดัชนีคุณภาพอากาศเป็นรูปแบบสากลที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย สิงคโปร์ มาเลเซีย และประเทศไทย เป็นต้น ดัชนีคุณภาพอากาศที่ใช้อยู่ในประเทศไทย ดังแสดงในตารางที่ 2-1 คำนวณโดยเทียบจากมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของสารมลพิษทางอากาศ 5 ประเภท ได้แก่ ก๊าซโอโซน (O_3) เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เฉลี่ย 8 ชั่วโมง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

เฉลี่ย 24 ชั่วโมง และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ทั้งนี้ ดัชนีคุณภาพอากาศที่คำนวณได้ของสารมลพิษทางอากาศประเภทใดมีค่าสูงสุดจะใช้เป็นดัชนีคุณภาพอากาศของวันนั้น

ตารางที่ 2-2 เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศสำหรับประเทศไทย

AQI	ความหมาย	สีที่ใช้	แนวทางการป้องกันผลกระทบ
0-50	คุณภาพดี	ฟ้า	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
51-100	คุณภาพปานกลาง	เขียว	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
101-200	มีผลกระทบต่อสุขภาพ	เหลือง	ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังกายนอกอาคารบุคคลทั่วไป โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ ไม่ควรทำกิจกรรมภายนอกอาคารเป็นเวลานาน
201-300	มีผลกระทบสุขภาพมาก	ส้ม	ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมภายนอกอาคาร บุคคลทั่วไป โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ ควรจำกัดการออกกำลังกายนอกอาคาร
> 300	อันตราย	แดง	บุคคลทั่วไป ควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังกายนอกอาคาร สำหรับผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ควรอยู่ในอาคาร

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2558a

ดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ตั้งแต่ 0 ถึง มากกว่า 300 ซึ่งแต่ละระดับจะใช้สีเป็นสัญลักษณ์เปรียบเทียบกับระดับของผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย (ตารางที่ 2-1) โดยดัชนีคุณภาพอากาศ 100 จะมีค่าเทียบเท่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป หากดัชนีคุณภาพอากาศมีค่าสูงเกินกว่า 100 แสดงว่าค่าความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศมีค่าเกินมาตรฐาน และคุณภาพอากาศในวันนั้นจะเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน การคำนวณดัชนีคุณภาพอากาศรายวันของสารมลพิษทางอากาศแต่ละประเภท (i) จะคำนวณจากค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศจากข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ โดยแต่ละระดับของค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศเทียบกับค่าดัชนีคุณภาพอากาศที่ระดับต่าง ๆ ตารางที่ 2-2 และมีสูตรการคำนวณ ดังสมการ 2.1

$$I_i = \frac{I_{ij+1} - I_{ij}}{X_{ij+1} - X_{ij}} (X_i - X_{ij}) + I_{ij}$$

----- สมการ 2.1

- X_i = ความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศจากผลการตรวจวัด
 X_{ij} = ความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เป็นค่าต่ำสุดของช่วงพิสัยที่มีค่า X_i นั้น
 X_{ij+1} = ความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เป็นค่าสูงสุดของช่วงพิสัยที่มีค่า X_i นั้น
 I_i = ค่าดัชนีย่อยคุณภาพอากาศ
 I_{ij} = ค่าดัชนีย่อยคุณภาพอากาศที่เป็นค่าต่ำสุดของช่วงพิสัยที่มีค่า I_i นั้น

$$I_{ij+1} = \text{ค่าดัชนีย่อยคุณภาพอากาศที่เป็นค่าสูงสุดของช่วงพิสัยที่มีค่า } I_i \text{ นั้น}$$

$$AQI = \text{ค่าดัชนีคุณภาพอากาศ}$$

ตารางที่ 2-3 ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เทียบเท่ากับค่าดัชนีคุณภาพอากาศ

AQI	PM ₁₀ (24 hr.)	O ₃ (1 hr.)		SO ₂ (24 hr.)		NO ₂ (1 hr.)		CO (8 hr.)	
	µg./m ³	µg./m ³	ppb	µg./m ³	ppb	µg./m ³	ppb	µg./m ³	ppb
50	40	100	51	65	25	160	85	5.13	4.48
100	120	200	100	300	120	320	170	10.26	9.00
200	350	400	203	800	305	1,130	600	17.00	14.84
300	420	800	405	1,600	610	2,260	1,202	34.00	29.69
400	500	1,000	509	2,100	802	3,000	1,594	46.00	40.17
500	600	1,200	611	2,620	1,000	3,750	1,993	57.50	50.21

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2558a

2.7 สถานการณ์คุณภาพอากาศของภาคตะวันออก

คุณภาพอากาศของภาคตะวันออกในปัจจุบัน พบว่า สถานการณ์สภาพอากาศภายในตัวเมืองมีความร้อน แห้งแล้ง ฝุ่นละออง และความเนี่ยวเหนอะหนะรวมถึงมีกลิ่นอันเป็นมลพิษเพิ่มขึ้นทุกปี น้ำในแม่น้ำลำคลองมีตะกอนปน สีนํ้าขุ่น มีกลิ่นเพิ่มปริมาณความหนาแน่นในแหล่งน้ำธรรมชาติมากขึ้นทุกปี ดินมีความแข็ง ปลูกอะไรไม่ค่อยขึ้นหรือให้ผลผลิตไม่ดีเท่าอดีตที่มีความอุดมสมบูรณ์นี้เป็นความรู้สึกของประชากรเมืองส่วนใหญ่ในภาคตะวันออก

คุณภาพอากาศของภาคตะวันออกในปัจจุบันตามรายงานของกรมควบคุมมลพิษและสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 13 พบว่ามีสารมลพิษเกินมาตรฐาน เช่น ฝุ่นขนาดเล็ก ก๊าซโอโซน ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ สารตะกั่ว ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในบางพื้นที่ของมาบตาพุด และเกิดอุบัติเหตุสารรั่วไหลในเขตโรงงาน เป็นต้น การตรวจวัดได้ติดตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพเป็นบางพื้นที่โดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ระยอง และฉะเชิงเทรา (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 13, 2549, 2550, 2552 และ 2553)

ชุมชนเมืองมีปัญหาด้วยกันหลายประการ โดยเฉพาะปัญหา “อากาศร้อนและมลพิษทางอากาศ” ซึ่งหมายถึง สภาวะอากาศร้อนเหนียว อุณหภูมิสูง มีสารมลพิษเจือปนอยู่ในปริมาณมาก จนเป็นอันตรายต่อชีวิตผู้คน สัตว์ พืช ตลอดจนหาความเสียหายให้เกิดขึ้นกับสภาพบ้านเรือน และทรัพย์สิน สารมลพิษเหล่านี้ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ละอองตะกั่ว ไฮโดรคาร์บอน ฝุ่นละออง และเขม่าควัน เป็นต้น สำหรับภาคตะวันออกสถานการณ์สภาพอากาศภายในตัวเมืองมีความร้อน แห้งแล้ง ฝุ่นละออง และความเนี่ยวเหนอะหนะรวมถึงมีกลิ่นอันเป็นมลพิษเพิ่มขึ้นทุกปี น้ำในแม่น้ำลำคลองมีตะกอนปน สีนํ้าขุ่น มีกลิ่นเพิ่มปริมาณความหนาแน่นในแหล่งน้ำธรรมชาติมากขึ้นทุกปี ดินมีความแข็ง ปลูกอะไรไม่ค่อยขึ้นหรือให้ผลผลิตไม่ดีเท่าอดีตที่มีความอุดมสมบูรณ์นี้เป็นความรู้สึกของประชากรเมืองส่วนใหญ่ในภาคตะวันออก สาเหตุของปัญหามาจากยานพาหนะต่าง ๆ ที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง เช่น รถยนต์

รถบรรทุก รถจักรยานยนต์ การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจะทำให้สารพิษหลายชนิดถูกปล่อยออกมาทางท่อไอเสีย โดยจะมีปริมาณสารมลพิษออกมามากที่สุดในขณะที่เครื่องยนต์เดินในเกียร์ว่าง ซึ่งมักเกิดในช่วงการจราจรติดขัด นอกจากนี้ โรงงานอุตสาหกรรม ก็เป็นแหล่งสำคัญอีกแห่งหนึ่งที่ทำให้เกิดอากาศเสีย เนื่องจากพื้นที่ภาคตะวันออกมีโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรม สวนอุตสาหกรรม ตั้งอยู่โดยรอบโดยเฉพาะในจังหวัดระยอง ชลบุรี ฉะเชิงเทรา และปราจีนบุรี จึงพบว่าในพื้นที่หลายแห่งมีค่าปริมาณสารพิษในอากาศสูงมาก ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนที่อาศัยในบริเวณนั้นๆ ได้การขาดแคลนพื้นที่สีเขียวและพื้นที่เพื่อการนันทนาการ สำหรับพื้นที่ในเมืองนั้น จะมีประชาชนอยู่กันอย่างหนาแน่นแออัด ที่ดินส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัย และการประกอบอาชีพ ฉะนั้น พื้นที่สีเขียว และพื้นที่เพื่อการนันทนาการ อันได้แก่ สวนหย่อม สนามเด็กเล่น สนามหญ้า สวนสาธารณะ และสนามกีฬา จึงมีน้อย ไม่เพียงพอต่อความต้องการของประชาชน

2.8 การรับรู้จากระยะไกล

ทรงกต (2550) ให้ความหมายไว้ว่า เป็นศาสตร์ของการศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบของพื้นผิวและบรรยากาศโลกจากระยะไกล โดยอาศัยอุปกรณ์ตรวจจับ ซึ่งมักใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อในการได้มาซึ่งข้อมูล อาทิเช่น กล้องถ่ายภาพจากทางอากาศ หรือเครื่องกวาดภาพที่ติดตั้งไว้บนดาวเทียม (อ้างถึงใน วิษณุ, 2556)

สุภี อิงคากุล (2548) “ระบบสัมผัสระยะไกล” เป็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการจำแนกหรือวิเคราะห์วัตถุเป้าหมายโดยไม่มีการสัมผัสโดยตรง การเก็บข้อมูลใช้พลังงานรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Energy) เช่น แสง ความร้อน คลื่นวิทยุ เป็นตัวการในการสำรวจจับเป้าหมาย พลังงานที่สะท้อนหรือแผ่ออกจากวัตถุ (อ้างถึงใน วิษณุ, 2556)

สุรัชย์ (2546) ให้ความหมายว่า “การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล” เป็นวิทยาศาสตร์และศิลปะของการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ พื้นที่และปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล ซึ่งเครื่องมือบันทึกข้อมูลโดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสกับวัตถุเป้าหมาย ทั้งนี้อาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นสื่อการได้มาซึ่งข้อมูลใน 3 ลักษณะคือ ช่วงคลื่น (Spectral) รูปทรงสัณฐานของวัตถุบนพื้นผิวโลก (Spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (Temporal) (อ้างถึงใน วิษณุ, 2556)

2.9 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการจัดทำฐานข้อมูล

2.9.1 ความหมายระบบสารสนเทศ

ความหมายระบบสารสนเทศ (Information System) หมายถึง การนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรมนุษย์ (Human Resources) ผสมผสานกับข้อมูลทรัพยากรด้านต่าง ๆ (Technical Resources) แล้วผ่านกระบวนการข้อมูล โดยที่สารสนเทศ (Information) เป็นข้อมูลที่น่ามาประมวล (เรียงลำดับ แยกประเภท เชื่อมโยง คำนวณหรือสรุปผล) เพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่ชัดเจน ง่ายต่อการนำไปใช้ประโยชน์ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information System: GIS คือกระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศ เพื่อช่วยในการนำเข้า จัดเก็บ จัดเตรียม ดัดแปลง แก้ไข จัดการและวิเคราะห์ พร้อมทั้งแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ ตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ โดยมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่งเส้นละติจูด เส้นลองจิจูด ประกอบด้วย

1) Spatial Information Systems (ระบบข้อมูลเชิงพื้นที่) ได้แก่ ระบบสารสนเทศด้านทรัพยากร (Resource Information Systems) อัดประกอบไปด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems หรือ GIS) ระบบสารสนเทศที่ดิน (Land Information Systems หรือ LIS)

2) Non-Spatial Information Systems (ระบบข้อมูลอธิบายพื้นที่) ได้แก่ ระบบสารสนเทศในลักษณะของการจัดการในด้านต่าง ๆ เป็นข้อมูลบรรยายลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่

2.9.2 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีองค์ประกอบหลักจัดแบ่งออกเป็น 5 ส่วนใหญ่ ๆ คือ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Hardware) โปรแกรม (Software) ขั้นตอนการทำงาน (Methods) ข้อมูล (Data) และบุคลากร (People) มีรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1) อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ รวมเรียกว่า ระบบฮาร์ดแวร์ จะประกอบด้วยคอมพิวเตอร์อุปกรณ์การนำเข้า เช่น Digitizer, Scanner, Plotter, Printer หรืออื่น ๆ ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชนิดจะมีหน้าที่และคุณภาพแตกต่างกัน เพื่อใช้ในการนำเข้าข้อมูล ประมวลผล แสดงผล และผลิตผลลัพธ์ของการทำงาน

2) โปรแกรมหรือระบบซอฟต์แวร์ หมายถึง โปรแกรมที่ใช้ในการจัดการระบบและสิ่งงานต่าง ๆ เพื่อให้ระบบฮาร์ดแวร์ทำงานหรือเรียกใช้ข้อมูลที่จัดเก็บในระบบฐานข้อมูลทำงานตามวัตถุประสงค์นั้นโดยทั่วไปชุดคำสั่งสำเร็จรูป เช่น โปรแกรม Arc/Info, MapInfo ฯลฯ หรือโปรแกรมของสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชัน การทำงานและเครื่องมือที่จำเป็นต่าง ๆ ประกอบด้วยหน่วยนำเข้าข้อมูล หน่วยเก็บข้อมูลและการจัดการข้อมูล หน่วยวิเคราะห์แสดงผล หน่วยแปลงข้อมูล และหน่วยโต้ตอบกับผู้ใช้ เพื่อให้สำหรับนำเข้าและปรับแต่งข้อมูล, จัดการระบบฐานข้อมูล, เรียกค้น, วิเคราะห์ และจำลองภาพ

3) ข้อมูล คือ ข้อมูลต่าง ๆ ที่จะนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และถูกจัดเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูลโดยได้รับการดูแลจากระบบจัดการฐานข้อมูลหรือ DBMS ข้อมูลควรเป็นข้อมูลเฉพาะเรื่องและเป็นข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการตอบคำถามต่าง ๆ ได้ตรงตามวัตถุประสงค์เป็นข้อมูลที่มีความถูกต้องและเชื่อถือได้และเป็นปัจจุบันมากที่สุด

4) บุคลากร คือ ผู้ปฏิบัติงานซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น ผู้นำเข้าข้อมูลช่างเทคนิค ผู้ดูแลระบบฐานข้อมูล ผู้เชี่ยวชาญสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล ผู้บริหารซึ่งต้องใช้ข้อมูลในการตัดสินใจ ผู้ใช้ระบบหรือผู้ชำนาญการ GIS จะต้องมีความชำนาญในหน้าที่ โดยทั่วไปผู้ใช้ระบบจะเป็นผู้เลือกระบบฮาร์ดแวร์และระบบซอฟต์แวร์เพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์ และสนองตอบตามความต้องการของหน่วยงาน ส่วนผู้ใช้สารสนเทศ คือ นักวางแผน หรือผู้มีอำนาจตัดสินใจ (Decision-maker) เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ บุคลากรจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในระบบ GIS เนื่องจากถ้าขาดบุคลากร ข้อมูลที่มีอยู่มากมายมหาศาลนั้น ก็จะเป็นเพียงขยะไม่มีคุณค่าใดเลยเพราะไม่ได้ถูกนำไปใช้งาน อาจกล่าวได้ว่า ถ้าขาดบุคลากรก็จะไม่มีระบบ GIS

5) วิธีการหรือขั้นตอนการทำงาน คือ วิธีการที่องค์กรนั้น ๆ นำเอาระบบ GIS ไปใช้งานโดยแต่ละระบบแต่ละองค์กรย่อมมีความแตกต่างกันออกไป ฉะนั้นผู้ปฏิบัติงานต้องเลือกวิธีการในการจัดการกับปัญหาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับของหน่วยงานนั้น ๆ เอง

2.9.3 ข้อมูลหรือสารสนเทศ

ข้อมูลหรือสารสนเทศ แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) ข้อมูลอธิบายพื้นที่ (Non-spatial data or attribute data) และฐานข้อมูล (Database)

1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) เป็นข้อมูลที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ (Geo-reference data) ของรูปลักษณะของพื้นที่ (Graphic feature) ซึ่งมีอยู่ 2 แบบ คือ

1.1) ข้อมูลที่แสดงทิศทางหรือข้อมูลเชิงเส้น (Vector data) ประกอบด้วยลักษณะ 3 แบบคือ ข้อมูลจุด (point) เช่น ที่ตั้งหมู่บ้าน โรงเรียน เป็นต้น ข้อมูลเส้น (Arc or line) เช่น ถนน แม่น้ำ ท่อประปา เป็นต้น ข้อมูลพื้นที่หรือเส้นรอบรูป (Polygon) เช่น พื้นที่ป่าไม้ ตัวเมือง เป็นต้น รูปแบบของข้อมูลเชิงเส้นค่าพิกัดที่ต่อเนื่องของจุดในการกำหนดขอบเขตของวัตถุที่สนใจ การเก็บข้อมูลในรูปแบบเส้นจะมีข้อดีคือ ขนาดของพื้นที่เก็บข้อมูลไม่ใหญ่มากนักและรูปลักษณะของข้อมูลจะใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงซอฟต์แวร์หลักที่ใช้กันระบบนี้ได้แก่ ARC/INFO เป็นต้น

1.2) ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นกริด หรือข้อมูลเชิงภาพ หรือข้อมูลราสเตอร์ (Raster data) จะเป็นลักษณะตารางสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ที่เรียกว่า “กริด” (Grid cell or pixel) โดยส่วนใหญ่จะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่เท่ากันและต่อเนื่อง ซึ่งสามารถอ้างอิงค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ได้ ขนาดของตารางกริด หรือความละเอียด (Resolution) เช่น ข้อมูลดาวเทียม เป็นต้น ในแต่ละกริดจะบรรจุตัวเลข ซึ่งแทนค่าหรือชนิดของข้อมูลที่จะนำมาทำแผนที่โดยมีแถวแนวนอน (Row) และแถวแนวตั้ง (Column) เป็นตัวกำหนดตัวตำแหน่งและทิศทางตัวอย่างข้อมูลที่จัดเก็บโดยใช้ตารางกริด เช่น ภาพถ่าย ดาวเทียม Landsat หรือข้อมูลระดับค่าความสูง (Digital elevation model: DEM) เป็นต้น ลักษณะของข้อมูลแบบจุดจะถูกแทนค่าด้วยกริดเดียว ข้อมูลแบบเส้นแทนค่าด้วยจำนวนกริดที่อยู่ใกล้เคียงและอยู่ต่อเนื่องกันตามแนวที่กำหนดและข้อมูลแบบพื้นที่จะแทนค่าด้วยความสัมพันธ์และปริมาณการกระจายไปยังกริดใกล้เคียง ลักษณะเด่นของข้อมูลเชิงภาพคือ การเปลี่ยนแปลงข้อมูล (Manipulation) สามารถทำการคำนวณได้ง่ายและง่ายสำหรับการใช้กับคอมพิวเตอร์ในการจัดเก็บ การคำนวณและการแสดงผล ตัวอย่างซอฟต์แวร์ของระบบนี้ ได้แก่ ILWIS (Integrated Land and Watershed Management Information System), SPANS, IDRISI, ERDAS เป็นต้น แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่เก็บข้อมูลต้องมีขนาดใหญ่

2) ข้อมูลอธิบายพื้นที่หรือข้อมูลเชิงบรรยาย เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะของพื้นที่นั้น (attribute) อาจเป็นค่าเชิงปริมาณหรือตารางเพื่ออธิบายถึงสภาพพื้นที่ได้เด่นชัดเพื่อการจัดการทรัพยากรต่าง ๆ เช่น ข้อมูลประชากรในพื้นที่ป่า ข้อมูลด้านอุทกนิยมนิเวศวิทยา คุณภาพของน้ำและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น การป้อนข้อมูลชนิดนี้มักนิยามกำหนดเป็นรหัสและจัดเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลที่เรียกว่า Topology File ซึ่งเป็นการแสดงที่เกี่ยวข้องกันระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่และคุณลักษณะที่มีเวลามาเกี่ยวข้องด้วย ข้อมูลที่ไม่อยู่ในพื้นที่ (Non-spatial Data) เป็นข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะต่างๆ (Attribute Data) ที่เกี่ยวกับพื้นที่นั้น ๆ เช่น คุณสมบัติของดิน ลักษณะของการเกษตร การใช้ที่ดิน หรือเป็นข้อมูลสถิติต่าง ๆ เป็นต้น

3) ฐานข้อมูล (Database) เป็นโครงสร้างของสารสนเทศ (Information) หรือ การเก็บข้อมูลจำนวนมากโดยการจัดหมวดหมู่เอาไว้ เพื่อสามารถแสดงผล แก้ไขปรับปรุงและเรียกค้นเพื่อนำมาใช้ได้อย่างรวดเร็วหรือเป็นกลุ่มของข้อมูลเฉพาะทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยายที่มีความสัมพันธ์กันซึ่งอยู่ภายใต้โครงสร้างของระบบโปรแกรม ซึ่งการจัดการหรือการเรียกใช้ฐานข้อมูลจะถูกควบคุมโดยโปรแกรมด้านการจัดการฐานข้อมูล โปรแกรม GIS

ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้งสองประเภทนั้น ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่จะแสดงภาพหรือตำแหน่งของจุด เส้น หรือพื้นที่ที่เป็นองค์ประกอบของแผนที่นั้น ส่วนข้อมูลที่ไม่อยู่ในเชิงพื้นที่ที่จะแสดงคุณลักษณะหรือรายละเอียดที่มีความสัมพันธ์กับจุด เส้นหรือพื้นที่นั้น เช่น แปลงที่ดินจะแสดงชื่อเจ้าของกรรมสิทธิ์ เนื้อที่ทั้งหมด ราคาที่ดิน เป็นต้น ข้อมูลทั้งสองประเภทนี้ถูกเก็บไว้ในรูปแบบของฐานข้อมูล

2.9.4 เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลและแผนที่ใน GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของตารางข้อมูลและฐานข้อมูลที่มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS และทำให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับเวลาได้ เช่น การแพร่ขยายของโรคระบาด การเคลื่อนย้าย ถิ่นฐาน การเปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้ เมื่อปรากฏบนแผนที่ทำให้สามารถแปลและสื่อความหมายใช้งานได้ง่าย โดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลที่สำคัญ ได้แก่ การวิเคราะห์ การซ้อนทับ (Overlay analysis) การสร้างแบบจำลอง (Modeling) การทำบัฟเฟอร์ (Buffering) และการวิเคราะห์โครงข่าย (Network analysis) มีรายละเอียดดังนี้

1) การวิเคราะห์การซ้อนทับ (Overlay analysis) เป็นการสร้างข้อมูลใหม่ที่ได้มาจากการซ้อนทับ ชั้นข้อมูลที่มีอยู่จำนวน 2 ชั้นหรือมากกว่าหรืออาจมาจากการผสมผสานข้อมูลสารสนเทศใหม่กับข้อมูลสารสนเทศอื่นจากในชั้นของข้อมูลเดิม การวิเคราะห์การซ้อนทับสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทคือ การปฏิบัติการแบบจุด (Point operation) และการปฏิบัติการแบบบริเวณข้างเคียงหรือพื้นที่ (Neighborhood or region operation) การปฏิบัติการแบบจุดจะรวมถึงวิธีการใช้เงื่อนไขทางพีชคณิต ตลอดจนวิธีการแบบจุดสามารถรวมถึงความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน การวิเคราะห์การซ้อนทับแบ่งเป็น

ก) พื้นที่กันชน (Buffer) การสร้างแนวพื้นที่รอบสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นระยะทางตามที่กำหนด เรียกว่า การสร้างพื้นที่กันชน สำหรับข้อมูลแบบเวกเตอร์ สามารถสร้างพื้นที่กันชนรอบจุด เส้นและพื้นที่ได้ ส่วนข้อมูลราสเตอร์ก็สามารถสร้างพื้นที่กันชนได้เช่นกัน แต่ด้วยลักษณะโครงสร้างข้อมูลซึ่งเป็นกริดเซลล์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ากริดเซลล์มีขนาดใหญ่ การสร้างพื้นที่กันชนก็จะมีผลคลาดเคลื่อนเชิง ระยะทาง ดังนั้นการสร้างพื้นที่กันชนจึงมักจะใช้สำหรับข้อมูลแบบเวกเตอร์ สำหรับข้อมูลประเภท หนึ่ง ๆ สามารถสร้างพื้นที่กันชนได้หลายช่วง (Ring) ตามระยะทางที่กำหนด

ข) การซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่ การซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลหลายชั้นข้อมูลร่วมกัน โดยข้อมูลเหล่านั้นต้องอยู่ในบริเวณเดียวกันและมีคุณลักษณะต่างกัน ผลการวิเคราะห์จะทำให้ได้ชั้นข้อมูลใหม่ เช่น การวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต A โดยชั้นข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ร่วมกัน ประกอบด้วย การกระจายของสิ่งมีชีวิตชนิด X, Y และ Z ซึ่งอิทธิพลของสิ่งมีชีวิต A ชั้นข้อมูล ภูมิประเทศ ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชั้นข้อมูลการถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดิน และชั้นข้อมูล พื้นที่อนุรักษ์ ดังตัวอย่างการซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งแสดงในภาพที่ 5

2) การสร้างแบบจำลอง (Modeling)

3) การทำบัฟเฟอร์ (Buffering) เป็นเทคนิคการสร้างขอบเขตพื้นที่ตามระยะที่กำหนดเพื่อปิดล้อมข้อมูลจุดหรือเส้นตรง ตัวอย่างเช่น การกำหนดพื้นที่ขอบแม่น้ำเพื่อมิให้มีการทำไม้ เป็นต้น

4) การวิเคราะห์โครงข่าย (Network analysis) หรือทางเดิน (Corridor analysis) เป็นการวิเคราะห์หาแนวทางเดินของเส้นที่แสดงถึงการเคลื่อนที่ของวัตถุผ่านพื้นที่ เช่น ในสาขาอุทกวิทยา เป็นต้น

2.9.5 การทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS Operation System) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1) การกำหนดวัตถุประสงค์ (Determine objective) เป็นขั้นตอนแรกและสำคัญที่สุดในการดำเนินงานที่เกี่ยวกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทั้งนี้การวิเคราะห์ GIS ต้องทราบวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนก่อนการดำเนินงานในขั้นตอนต่าง ๆ ว่าต้องการแก้ปัญหาอะไร ปัญหาดังกล่าวสามารถตอบได้โดย GIS หรือไม่และผลที่คาดว่าจะได้รับจากการวิเคราะห์คืออะไรและใครจะเป็นผู้นำผลการวิเคราะห์ไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

2) การจัดเตรียมข้อมูล (Database preparation)

2.1) การนำเข้าข้อมูล (Data input) สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ การนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลทั่วไป ก่อนที่ข้อมูลทางภูมิศาสตร์จะถูกใช้งานได้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูลจะต้องได้รับการแปลงข้อมูลเชิงพื้นที่ให้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital data) ก่อน ซึ่งสามารถนำเข้าได้หลายวิธี เช่น จากแผนที่กระดาษไปสู่ข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลหรือเพิ่มข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเข้าเช่น digitizing table, คีย์บอร์ด (Computer keyboard) สแกนเนอร์ (Scanner) นำเข้าข้อมูลแผ่นฟิล์ม (file importation) การแปลงค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ ที่จัดเก็บจากเครื่อง Global Positioning System (GPS) เป็นต้น ทั้งนี้โปรแกรม (Software) ที่ใช้ในการนำเข้ามีหลายโปรแกรม เช่น Arc Info, Arc View, SPAN, ERDAS เป็นต้น ส่วนการนำเข้าฐานข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่สามารถนำเข้าโดยโปรแกรม Spreadsheet หรือโปรแกรมทั่วไป เช่น Excel, Lotus, FoxPro, Word, หรือโปรแกรม GIS

2.2) การจัดเก็บข้อมูลพื้นที่ในระบบ GIS ข้อมูลพื้นที่ที่แสดงทิศทางประกอบด้วยข้อมูล 3 ประเภท คือ จุด ลายเส้น และพื้นที่ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกเก็บโดยอ้างอิงจากค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ ทั้งนี้รหัสของข้อมูลอาจเรียงตามลำดับของการนำเข้าหรือเรียงตามค่ารหัสที่ถูกกำหนดโดยผู้ใช้ระบบ (User ID) ยกเว้นข้อมูลกริดที่จัดเก็บตามตำแหน่งของแนวตั้งและแนวนอน

2.3) ความสัมพันธ์ทางพื้นที่ (Spatial topology) ข้อมูลพื้นที่ที่แสดงทิศทาง โดยทั่วไปจะมีระบบการจัดเก็บข้อมูลเฉพาะของข้อมูลแต่ละลักษณะ (Each graphic object) ซึ่งลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูลพื้นที่และระบบการจัดเก็บนี้เรียกว่า ความสัมพันธ์ทางพื้นที่ โดยการจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวใช้เนื้อที่น้อย (Minimize size) วิเคราะห์ข้อมูลได้รวดเร็วและหลังจากได้สร้าง Topology เรียบร้อยแล้ว ข้อมูลต่าง ๆ สามารถนำมาวิเคราะห์เชิงพื้นที่ได้ หลักเกณฑ์ในการจัดเก็บข้อมูลกำหนดว่า จุด (Point) แสดงด้วยค่าพิกัด เส้น (Arcs) แต่ละเส้นจะเชื่อมต่อกันโดย Nodes พื้นที่ (Polygon) ประกอบด้วยเส้นที่เชื่อมต่อกันมาอย่างจุดเดิม

2.4) การจัดเก็บและเรียกค้นตารางฐานข้อมูล ฐานข้อมูลที่ใช้อธิบายข้อมูลพื้นที่ (Attributes) จะถูกจัดเก็บในรูปแบบที่สัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ ทั้งนี้ข้อมูลแต่ละเรื่องควรแยกเก็บไว้เป็นคนละแฟ้มข้อมูล (File) และแยกจากข้อมูลแผนที่ แต่ต้องมีรายละเอียดในรายการใด รายการ

หนึ่ง (Field) ที่มีค่าและคุณลักษณะ (ตัวเลขหรือตัวอักษร) ที่เหมือนกัน เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อฐานข้อมูลเข้ากับข้อมูลพื้นที่หรือเชื่อมตารางฐานข้อมูลหนึ่งกับอีกตารางฐานข้อมูลหนึ่ง

3) การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีความสามารถในการนำข้อมูลเชิงพื้นที่หลาย ๆ ชั้นข้อมูล (Layers) มาซ้อนทับกัน เพื่อทำการวิเคราะห์และกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ โดยใช้คอมพิวเตอร์ตามวัตถุประสงค์หรือตามแบบจำลอง (Model) ต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นการเรียกค้นข้อมูลอย่างง่ายหรือซับซ้อน เช่น โมเดลทางสถิติ หรือโมเดลทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากชั้นข้อมูลต่าง ๆ ถูกจัดเก็บโดยอ้างอิงค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์และมีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบและประมวลผลโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ผลที่ได้รับจากการวิเคราะห์จะเป็นชั้นข้อมูลอีกลักษณะหนึ่งที่แตกต่างไปจากชั้นข้อมูลเดิม

4) การแสดงผล (Data display) ผลที่ได้รับจากการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถนำเสนอหรือแสดงผลได้ทั้งบนจอคอมพิวเตอร์ (Monitor) ผลิตออกเป็นเอกสาร (แผนที่และตาราง) โดยใช้เครื่องพิมพ์หรือ Plotter หรือสามารถแปลงข้อมูลเหล่านั้นไปสู่ระบบการทำงานในโปรแกรมอื่น ๆ ในรูปแบบของแผนที่ (Map) แผนภูมิ (Chart) หรือตาราง (Table)

GIS เป็นระบบข้อมูลข่าวสารที่เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์แต่สามารถแปลความหมายเชื่อมโยงกับสภาพภูมิศาสตร์อื่น ๆ สภาพท้องที่ สภาพการทำงานของระบบสัมพันธ์กับสัดส่วนระยะทางและพื้นที่จริงบนแผนที่ ข้อแตกต่างระหว่าง GIS กับ MIS นั้นสามารถพิจารณาได้จากลักษณะของข้อมูล คือข้อมูลที่จัดเก็บใน GIS มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ที่แสดงในรูปของภาพ (Graphic) แผนที่ (Map) ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) หรือฐานข้อมูล (Database) การเชื่อมโยงข้อมูลทั้งสองประเภทเข้าด้วยกัน จะทำให้ผู้ใช้สามารถที่จะแสดงข้อมูลทั้งสองประเภทได้พร้อม ๆ กัน เช่นสามารถจะค้นหาตำแหน่งของจุดตรวจวัดควินดำ-ควินขาวได้โดยการระบุชื่อจุดตรวจ หรือในทางตรงกันข้าม สามารถที่จะสอบถามรายละเอียดของ จุดตรวจจากตำแหน่งที่เลือกขึ้นมา ซึ่งจะต่างจาก MIS ที่แสดง ภาพเพียงอย่างเดียว โดยจะขาดการเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงกับรูปภาพนั้น เช่นใน CAD (Computer Aid Design) จะเป็นภาพเพียงอย่างเดียว แต่แผนที่ใน GIS จะมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ คือ ค่าพิกัดที่แน่นอน ข้อมูลใน GIS ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยายสามารถอ้างอิงถึงตำแหน่งที่มีอยู่จริงบนพื้นโลกได้โดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geocode) ซึ่งจะสามารถอ้างอิงได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ข้อมูลใน GIS ที่อ้างอิงกับพื้นผิวโลกโดยตรง หมายถึง ข้อมูลที่มีค่าพิกัดหรือมีตำแหน่งจริงบนพื้นโลกหรือในแผนที่ เช่น ตำแหน่งอาคาร ถนน ฯลฯ สำหรับข้อมูล GIS ที่จะอ้างอิงกับข้อมูลบนพื้นโลกได้โดยทางอ้อมได้แก่ ข้อมูลของบ้าน (รวมถึงบ้านเลขที่ ซอย เขต แขวง จังหวัดและรหัสไปรษณีย์) โดยจากข้อมูลที่อยู่ เราสามารถทราบได้ว่าบ้านหลังนี้มีตำแหน่งอยู่ ณ ที่ใดบนพื้นโลก เนื่องจากบ้านทุกหลังจะมีที่อยู่ไม่ซ้ำกัน

2.10 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศศาสตร์

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเป็นกระบวนการประยุกต์ผสมผสานเทคโนโลยีหลัก 4 ศาสตร์ ระหว่างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ระบบการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล ระบบตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลก และระบบภูมิศาสตร์กายภาพและภูมิประเทศและการสำรวจเพื่อกระทำกับข้อมูลในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งที่ปรากฏบนโลก การปรับแก้และบันทึก การวิเคราะห์และการแสดงผลลัพธ์

เทคโนโลยีสารสนเทศจึงเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์เพื่อใช้ในการจัดการและบริหารการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงข้อมูลด้านพื้นที่ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับระบบการไหลเวียนของข้อมูลและการผสมผสานข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) หรือข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เพื่อให้ได้สารสนเทศที่มีคุณค่าและสามารถนำไปใช้ในการบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผลที่ได้รับจากการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถนำเสนอหรือแสดงผลได้ทั้งบนจอคอมพิวเตอร์ (Monitor) ผลิตออกเป็นเอกสาร (แผนที่และตาราง) โดยใช้เครื่องพิมพ์ หรือสามารถแปลงข้อมูลเหล่านั้นไปสู่ระบบการทำงานในโปรแกรมอื่น ๆ ในรูปแบบของแผนที่ (Map) แผนภูมิ (Chart) หรือตาราง (Table) ได้ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ประยุกต์ใช้ในประเมินปรากฏการณ์เกาะความร้อนในพื้นที่เมือง ชุมชนและอุตสาหกรรม พื้นที่ที่มีมลพิษและแนวโน้มการแพร่กระจาย รวมถึงวิเคราะห์แนวโน้มต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และจัดทำฐานข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์พร้อมแสดงผลการวิจัย

จากการทบทวนงานวิจัยที่นำ GIS มาประยุกต์ใช้ในงานด้านสิ่งแวดล้อมที่ผ่านมาพบว่ามีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้เกี่ยวกับปรากฏการณ์เกาะความร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ยังพบอยู่จำนวนไม่มากนัก ทั้งในต่างประเทศและในประเทศไทย โดยการศึกษาส่วนใหญ่เป็นการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเพียงอย่างเดียว งานวิจัยที่ดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์เกาะความร้อน พบว่าเป็นงานวิจัยที่ดำเนินงานในพื้นที่ต่างๆ ในต่างประเทศ สามารถจำแนกได้เป็น 1) การศึกษาเกี่ยวกับการระบายอากาศในเขตเมืองและการเปลี่ยนแปลงวัสดุพื้นผิว 2) การศึกษาเกี่ยวกับสุขภาพและความสะดวกสบาย 3) การศึกษาความแปรผันเชิงอุณหภูมิ-เชิงพื้นที่ ในปรากฏการณ์เกาะความร้อน (UHI spatial-temporal variation) 4) การประเมินและเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดล 5) การพยากรณ์อุณหภูมิในอนาคต 5) การประหยัดพลังงานของอาคาร รายละเอียดของการศึกษาและข้อค้นพบสำคัญของการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-4 การศึกษาในปัจจุบันเกี่ยวกับรูปแบบปรากฏการณ์เกาะความร้อนในต่างประเทศ

ชื่อเรื่อง	วัตถุประสงค์	ที่ตั้ง	วิธีการดำเนินการ	ข้อค้นพบสำคัญ
การระบายอากาศในเขตเมืองและการเปลี่ยนแปลงวัสดุพื้นผิว (Urban ventilation and surface material alteration)				
Doick KJ, Peace A, Hutchings TR: The role of one large greenspace in mitigating London's nocturnal urban heat island. Sci Total Environ 2014, 493:662-671.	ผลกระทบของพื้นที่สีเขียวในการลดความเข้มของปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเวลา กลางคืน	ลอนดอน ประเทศอังกฤษ (London, UK)	Mobile measurement + a developed correlation	การใช้สถานีอุตุนิยมวิทยาที่อยู่ใกล้กับพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองสามารถประมาณความเข้มของเกาะความร้อนในเขตเมืองได้เนื่องจากผลของความเย็นของพื้นที่สีเขียว
Wong JKW, Lau LS-K: From the 'urban heat island' to the 'green island'? A preliminary investigation into the potential of retrofitting green roofs in Mongkok district of Hong Kong. Habitat Int 2013, 39:25-35.	ประโยชน์ที่เป็นไปได้ของการติดตั้งหลังคาสีเขียวในเขตเมืองที่หนาแน่น	ฮ่องกง ประเทศจีน (Hong Kong, China)	3D sun-path and shading models	การศึกษาเบื้องต้นนี้แสดงให้เห็นว่าการติดตั้งหลังคาหลังคาเขียวสามารถทำได้ใน เขตมก๊ก (Mongkok) ประเทศจีน
Taha H: The potential for air-temperature impact from large-scale deployment of solar photovoltaic arrays in urban areas. Sol Energy 2013,91:358-367.	การประเมินผลกระทบของชั้นบรรยากาศที่เป็นไปได้ในการติดตั้ง PV Solar	ลอสแอนเจลิส ประเทศสหรัฐอเมริกา (Los Angeles, USA)	MM (MM5)	ไม่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิของอากาศและ ปรากฏการณ์เกาะความร้อนได้รับการคาดการณ์ได้จาก การติดตั้ง PV ขนาดใหญ่
Rajagopalan P, Lim KC, Jamei E: Urban heat island and wind flow characteristics of a tropical city. Sol Energy 2014, 107:159-170.	ผลของรูปร่างเรขาคณิตในเขตเมืองต่อการระบายอากาศในเมือง	มัวร์ ประเทศมาเลเซีย (Muar, Malaysia)	MCM-CFD (IES)	การปรับตั้งค่าขั้นสูงพบว่า มีประสิทธิภาพมากที่สุดใน การปรับปรุงการระบายอากาศตามธรรมชาติโดยรวม
Hedquist BC, Brazel AJ: Seasonal variability of temperatures and outdoor human comfort in Phoenix, Arizona, U.S.A.. Build Environ 2014, 72:377-388.	การตรวจสอบสถานการณ์แบบต่างๆ ของการบรรเทาผลกระทบของปรากฏการณ์เกาะความร้อน	ฟีนิกซ์ ประเทศสหรัฐอเมริกา (Phoenix, USA)	MCM-CFD (ENVI-met)	การเพิ่มจำนวนของร่มเงาของต้นไม้ พืช และพื้นผิวที่ซึมผ่านสามารถลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนได้
สุขภาพและความสะดวกสบาย (Health and comfort)				
vanHove LWA, JacobsCMJ,HeusinkveldBG, Elbers JA,vanDrielBL,HoltstlagAAM: Temporal and spatial variability of urban heat island and thermal comfort within the Rotterdam agglomeration. Build Environ 2015, 83:91-103.	ความสะดวกสบายจากความร้อนกลางแจ้ง	รอตเตอร์ดัม ประเทศเนเธอร์แลนด์ (Rotterdam, Netherlands)	A network of 14 weather stations + PET evaluation	ความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์และรังสีโลกในเขตเมืองค่อนข้างเล็กและไม่มีอิทธิพลต่อขนาดของ PET
Kruger E, Drach P, Emmanuel R, Corbella O: Urban heat island and differences in outdoor comfort levels in Glasgow, UK. Theor Appl Climatol 2013, 112(1-2):127-141.	ความสะดวกสบายกลางแจ้ง พื้นที่เขตเมืองจะมีวันที่รู้สึกหนาวเย็นแบบไม่สบายน้อยลง และวันที่รู้สึกร้อนแบบไม่สบายเป็นเวลานานขึ้น	กลาสโกว์ ประเทศอังกฤษ (Glasgow, UK)	Mobile	การวัดค่า อุณหภูมิ ความชื้น ลม ดวงอาทิตย์และการประเมินผล PET
Chen D,Wang X, Thatcher M, Barnett G, Kachenko A, Prince R: Urban vegetation for reducing heat related mortality. Environ Pollut 2014, 192:275-284.	ประโยชน์ที่เป็นไปได้ของการปลูกพืชในเมืองต่อการลดอัตราการตายที่เกี่ยวข้องกับความ ร้อน	เมลเบิร์น ประเทศออสเตรเลีย (Melbourne, Australia BES)	(AccuRate) +UCM+MM (TAPM)	คาดว่า การลดอัตราการตายที่เกี่ยวข้องกับความ ร้อนประมาณ 5-28% สามารถทำได้โดยการเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของความคุ้มครองของพืชเมือง

ชื่อเรื่อง	วัตถุประสงค์	ที่ตั้ง	วิธีการดำเนินการ	ข้อค้นพบสำคัญ
Taleghani M, Kleerekoper L, Tenpierik M, van den Dobbelsteen A: Outdoor thermal comfort within five different urban forms in the Netherlands. Build Environ 2015, 83:65-78.	ความสะดวกสบายจากความร้อนกลางแจ้ง	เมือง De Bilt ประเทศเนเธอร์แลนด์ (De Bilt, Netherlands)	MCM-CFD (ENVImet + RayMan) + field measurement + PET evaluation	พื้นที่เป็นลานได้ทำให้เกิดบรรยากาศที่มีการป้องกันสภาพอากาศขนาดเล็กมากขึ้น จากรังสีความร้อนขนาดเล็กในช่วงฤดูร้อน
ความแปรผันเชิงอุณหภูมิ-เชิงพื้นที่ ในปรากฏการณ์เกาะความร้อน (UHI spatial-temporal variation)				
Guo G, Wu Z, Xiao R, Chen Y, Liu X, Zhang X: Impacts of urban biophysical composition on land surface temperature in urban heat island clusters. Landscape Urban Plann 2015, 135:1-10.	การสำรวจความสัมพันธ์แบบไม่เชิงเส้นระหว่างลักษณะของLST กับลักษณะภูมิประเทศ	กวางโจว ประเทศจีน (Guangzhou, China)	Satellite remote sensing + regression method	อธิบายลักษณะความสัมพันธ์ระหว่าง LST กับองค์ประกอบชีวฟิสิกส์ในเมือง
Ivajnsic D, Kaligarić M, Ziberna I: Geographically weighted regression of the urban heat island of a small city. Appl Geogr 2014, 53:341-353.	การสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศและปัจจัยที่มีผลกระทบอื่นๆ	เมือง Ljutomer ประเทศสโลวีเนีย (Ljutomer, Slovenia)	Stationary and mobile measurement + regression method	ตัวแปร ได้แก่ ระยะทางไปยังพื้นที่เขตเมือง ดัชนีตำแหน่งภูมิประเทศ ความหลากหลายของสิ่งปกคลุมพื้นดิน จำนวนอาคาร/พื้นที่ และทิศเหนือช่วยเชิงพื้นที่สร้างปรากฏการณ์เกาะความร้อน
Quan J, Chen Y, Zhan W, Wang J, Voogt J, Wang M: Multi-temporal trajectory of the urban heat island centroid in Beijing: China based on a Gaussian volume model. Remote Sens Environ 2014, 149:33-46.	การสำรวจความผันแปรโดยรวมของความเข้มและการกระจายตัวของปรากฏการณ์เกาะความร้อน	ปักกิ่ง ประเทศจีน (Beijing, China)	Satellite remote sensing (MODIS-Terra/Aqua) + Gaussian volume model	วิถีของ UHI centroid ทำให้เห็นข้อมูลเชิงลึกสำหรับความแปรปรวนเชิงพื้นที่และอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมในเขตร้อนเมือง
Su Y-F, Foody GM, Cheng K-S: Spatial non-stationarity in the relationships between land cover and surface temperature in an urban heat island and its impacts on thermally sensitive populations. Landscape Urban Plann 2012, 107(2):172-180.	การสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างชุดของประเภทสิ่งปกคลุมดินกับอุณหภูมิพื้นผิว	เถาหยวน ประเทศไต้หวัน (TaoYuan, Taiwan)	Satellite remote sensing (SPOT and NOAA)	แบบจำลองการถดถอยถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์ที่มีการพัฒนาขึ้นใหม่ (geographically weighted regression: GWR) มีประสิทธิภาพดีกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบเดิม
Hu L, Brunsell NA: A new perspective to assess the urban heat island through remotely sensed atmospheric profiles. Remote Sens Environ 2015, 158:393-406.	การประมาณอุณหภูมิในอากาศและอุณหภูมิจุดน้ำค้าง	ฟีนิกซ์ ฮูสตัน และชิคาโก ประเทศสหรัฐอเมริกา และ โตรอนโต ประเทศแคนาดา (Phoenix, Houston, and Chicago, USA - Toronto, Canada)	Satellite remote sensing (MODIS-Terra/Aqua) + ground observations	การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของอากาศและเศษส่วนเมืองจะถูกตรวจสอบ

ชื่อเรื่อง	วัตถุประสงค์	ที่ตั้ง	วิธีการดำเนินการ	ข้อค้นพบสำคัญ
Ho HC, Knudby A, Sirovyak P, Xub Y, Hodul M, Henderson SB: Mapping maximum urban air temperature on hot summer days. Remote Sens Environ 2014, 154:38-45.	การทำนายอุณหภูมิอากาศสูงสุดในตอนกลางวัน	แวนคูเวอร์ ประเทศแคนาดา (Vancouver, Canada)	Satellite remote sensing (TM/ETM) + regression method + ground observations	การจัดทำแผนที่ปีงของการกระจายพื้นที่ของ Tmax ในพื้นที่มหานครขนาดใหญ่
Coseo P, Larsen L: How factors of land use/land cover, building configuration, and adjacent heat sources and sinks explain Urban Heat Islands in Chicago. Landscape Urban Plann 2014, 125:117-129.	การสำรวจความเข้มของปรากฏการณ์เกาะความร้อน	ชิคาโก ประเทศสหรัฐอเมริกา (Chicago, USA)	Weather stations + stationary measurement	การศึกษาผลกระทบของตัวแปร 14 ตัวแปรที่มีต่อความแปรปรวนเชิงพื้นที่-ความร้อนของอุณหภูมิอากาศ
Chen F, Yang X, Zhu W: WRF simulations of urban heat island under hotweather synoptic conditions: the case study of Hangzhou City, China. Atmos Res 2014, 138:364-377.	การจำลองปรากฏการณ์เกาะความร้อนระหว่างคลื่นความร้อน	หังโจว ประเทศจีน (Hangzhou, China)	Satellite remote sensing (MODIS) +MM (WRF) +UCM+ ground observations	บริเวณเมืองมีอุณหภูมิอากาศบริเวณใกล้พื้นผิวสูงกว่าในช่วงคลื่นความร้อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลากลางคืน
Chun B, Guldmann JM: Spatial statistical analysis and simulation of the urban heat island in high-density central cities. Landscape Urban Plann 2014, 125:76-88.	การสำรวจปัจจัยในเขตเมืองของปรากฏการณ์เกาะความร้อน	โคลัมบัส ประเทศสหรัฐอเมริกา (Columbus, USA)	Satellite remote sensing (Landsat) + LIDAR + spatial regression	ผลกระทบของ 5 ลักษณะเมือง ที่จับได้จากกริดทั่วไป ได้แก่ พื้นที่บนดาดฟ้าของอาคาร ดัชนีพืช การแผ่รังสีแสงอาทิตย์ ปัจจัยมุมมองท้องฟ้า และน้ำ
Tam BY, Gough WA, Mohsin T: The impact of urbanization and the urban heat island effect on day to day temperature variation. Urban Climate 2015, 12:1-10.	ความแปรผันของอุณหภูมิรายวัน	หลายเมืองในทวีปอเมริกาเหนือ (Multiple North American cities)	Weather station (National Climate Data and Information Archive)	การระบุถึงผลกระทบของเมืองจากการใช้การตอบสนองทางความร้อนของพื้นผิวดินที่ดัดแปลง
การประเมินและเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดล (Model evaluation and enhancement)				
Chow WTL, Salamanca F, Georgescu M, Mahalov A, Milne JM, Ruddell BL: A multi-method and multi-scale approach for estimating city-wide anthropogenic heat fluxes. Atmos Environ 2014, 99:64-76.	การประมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงฤดูร้อนจากกิจกรรมที่เกิดจากมนุษย์	ฟีนิกซ์ ประเทศสหรัฐอเมริกา (Phoenix, USA)	BEM and UCM (BEP/BEM) +MM (WRF)	การวิเคราะห์เชิงพื้นที่-ความร้อนจากความร้อนของมนุษย์ที่อาจมีผลต่อรูปแบบและความรุนแรงของปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองฟีนิกซ์
Giannaros TM, Melas D, Daglis Ioannis A, Keramitsoglou I, Kourtidis K: Numerical study of the urban heat island over Athens (Greece) with the WRF model. Atmos Environ 2013, 73:103-111.	การสร้างแบบจำลองของความหลากหลายเชิงพื้นที่และเวลาของปรากฏการณ์เกาะความร้อน	เอเธน ประเทศกรีซ (Athens, Greece)	Satellite remote sensing (MODIS) +MM(WRF) + ground observation	การประเมินประสิทธิภาพการดำเนินการของระบบการสร้างแบบจำลอง

ชื่อเรื่อง	วัตถุประสงค์	ที่ตั้ง	วิธีการดำเนินการ	ข้อค้นพบสำคัญ
Maragkogiannis K, Kolokotsa D, Maravelakis E, Konstantaras A: Combining terrestrial laser scanning and computational fluid dynamics for the study of the urban thermal environment. Sustain Cities Soc 2014, 13: 207-216.	การตรวจสอบลักษณะความร้อนของพื้นที่กลางแจ้ง	ฮาเนีย ประเทศกรีซ (Chania, Greece)	MCM (PHOENICS) + terrestrial -- Laser Scanners (TLS)	การพัฒนาแบบจำลองขึ้นบนพื้นฐานของการบูรณาการของเครื่องสแกนด้วยเลเซอร์ภาคพื้นดิน (Terrestrial Laser Scanners: TLS) ออร์โธกราฟฟีลิกส์ทางอากาศ (aerial ortho-photography) และการเปลี่ยนแปลงของพลศาสตร์ของไหลคอมพิวเตอร์ (computational fluid dynamics: CFD)
Schrijvers PJC, Jonker HJJ, Kenjere S, de Roode SR: Breakdown of the night time urban heat island energy budget. Build Environ 2015, 83:50-64.	การระบุปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเวลากลางคืนของปรากฏการณ์เกาะความร้อน	N/A	MCM-CFD+ radiative model	การสังเกตของปฏิสัมพันธ์ที่ละเอียดและซับซ้อนระหว่างกระบวนการทางกายภาพทั้งหมด
การพยากรณ์อุณหภูมิในอนาคต (Future temperature forecast)				
Ketterer C, Matzarakis A: Human-biometeorological assessment of the urban heat island in a city with complex topography – the case of Stuttgart, Germany. Urban Climate 2014, 10:573-584 Part 3.	การสำรวจเชิงพื้นที่และอุณหภูมิของปรากฏการณ์เกาะความร้อนในอนาคต	สตูดการ์ท ประเทศเยอรมนี (Stuttgart, Germany)	5 weather stations + climate change model (RT2B)	จำนวนวันที่มีความเครียดจากความร้อน (PET P 35 C) คาดว่าจะเพิ่มขึ้นประมาณ 17 วันจนถึงสิ้นศตวรรษที่ 21
Sailor DJ: Risks of summertime extreme thermal conditions in buildings as a result of climate change and exacerbation of urban heat islands. Build Environ 2014, 78:81-88.	การสำรวจบทบาทในปัจจุบันและอนาคตของภาวะโลก (ห้องถิ่น) ร้อน และสภาพแวดล้อมความร้อนในร่ม	ชิคาโก และ ฮูสตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา (Chicago and Houston, USA)	BEM (EnergyPlus) + global climate projections dataset	ภายใต้สภาวะอากาศร้อนของช่วงฤดูร้อน อุณหภูมิภายในอาคารสูงซึ่งระดับที่รู้สึกถึงความไม่สะดวกสบายมากภายในวันแรกของความล้มเหลวของระบบปรับอากาศ
Mirzaei PA, Haghghat F, Nakhaie AA, Yagouti A, Gigue`re M, Kusseyan R et al.: Indoor thermal condition in urban heat Island – development of a predictive tool. Build Environ 2012, 57:7-17.	การทำนายอุณหภูมิอากาศในร่มระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อน	มอนทรีออล ประเทศแคนาดา (Montreal, Canada)	Indoor temperature measurement +ANN	พื้นที่ที่เสี่ยงต่อความร้อนสามารถระบุได้ในระหว่างที่มาจากสาเหตุรุนแรงของปรากฏการณ์เกาะความร้อน
Bueno B, Roth M, Norford L, Li R: Computationally efficient prediction of canopy level urban air temperature at the neighbourhood scale. Urban Climate 2014, 9:35-53.	การทำนายระดับอุณหภูมิอากาศในท้องฟ้าในเมือง	สิงคโปร์ ประเทศสิงคโปร์ (Singapore, Singapore)	Weather station +UCM	การประเมินการปรับปรุงรุ่นของเครื่องตรวจวัดสภาพอากาศเมือง (Urban Weather Generator: UWG)
Nastos PT, Paliatsos AG, Koukouletsos KV, Larissi IK, Moustris KP: Artificial neural networks modeling for forecasting the maximum daily total precipitation at Athens: Greece. Atmos Res 2014, 144:141-150.	การพยากรณ์ค่าหยาดน้ำฟ้ารายวันสูงสุดสำหรับปีถัดไป	เอเธนส์ ประเทศกรีซ (Athens, Greece)	National Observatory of Athens (NOA) +ANN	การพัฒนา ANN ดูเหมือนว่าจะประเมินค่ายอดรวมประจำวันที่สูงที่สุดในปี 2531 มีการประมาณการณ์ที่มากเกินไปกว่าค่าสูงสุด ในขณะที่ประเมินค่าสูงสุดในปี 2542 มีการประมาณการณ์ต่ำกว่าค่าสูงสุด

ชื่อเรื่อง	วัตถุประสงค์	ที่ตั้ง	วิธีการดำเนินการ	ข้อค้นพบสำคัญ
การประหยัดพลังงานของอาคาร (Building energy saving)				
Sun Y, Augenbroe G: Urban heat island effect on energy application studies of office buildings. Energy Build 2014, 77:171-179.	การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพของอาคารในช่วงปรากฏการณ์เกาะความร้อน	15 เมืองในพื้นที่ที่มีความแตกต่างของสภาพอากาศในประเทศสหรัฐอเมริกา	BEM (EnergyPlus) +UCM (TEB-ISBA)	ปรากฏการณ์เกาะความร้อนนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของความเย็นของอาคารและการใช้และความต้องการพลังงานความร้อน
Ramponi R, Gaetani I, Angelotti A: Influence of the urban environment on the effectiveness of natural night-ventilation of an office building. Energy Build 2014, 78:25-34.	การประหยัดพลังงานความเย็นเนื่องจากการระบายความร้อนช่วงกลางคืนในปรากฏการณ์เกาะความร้อน	อัมสเตอร์ดัม ประเทศ เนเธอร์แลนด์, มิลาน และ โรม ประเทศอิตาลี (Amsterdam, Netherland, Milan and Rome, Italy)	BEM (EnergyPlus) +MCM (AFN)	การศึกษาสรุปว่ารายละเอียดของสภาพแวดล้อมเป็นสิ่งสำคัญเพื่อประเมินความเหมาะสมของโซลูชันการระบายความร้อนแบบพาสซีฟ
Pigeon G, Zibouche K, Bueno B, Le Bras J, Masson V: Improving the capabilities of the Town Energy Balance model with up-to-date building energy simulation algorithms: [43TDSDIF]an application to a set of representative buildings in Paris. Energy Build 2014, 76:1-14.	การประเมินการดำเนินงานของ BEM ในแบบจำลอง UCM	ปารีส ประเทศฝรั่งเศส (Paris, France)	UCM (TEB) +BEM (EnergyPlus)	การตรวจสอบความอ่อนไหวของแบบจำลองพลังงานอาคารต่อความสมดุลพลังงานกลางแจ้ง
Berger T, Amann C, Formayer H, Korjenic A, Pospichal B, Neururer C et al.: Impacts of urban location and climate change upon energy demand of office buildings in Vienna, Austria. Build Environ 2014, 81:258.	การเปรียบเทียบความต้องการทั้งความร้อนและความเย็นภายใต้เงื่อนไขในปัจจุบันและในอนาคต	เวียนนา ประเทศออสเตรีย (Vienna, Austria)	BEM (TAS)	การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพของเปลือกอาคารและสภาพภูมิอากาศซึ่งได้นำมาพิจารณาร่วมกันเพื่อให้ได้ภาพที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับการใช้พลังงานประสิทธิภาพในอนาคตของอาคาร
Magli S, Lodi C, Lombroso L, Muscio A, Teggi S: Analysis of the urban heat island effects on building energy consumption. Int J Energy Environ Eng 2014:1-9.	การคำนวณพลังงานความร้อนและความเย็นของอาคารของมหาวิทยาลัย	โมเดนา ประเทศอิตาลี (Modena, Italy)	BEM (TRNSYS) + two weather stations	การบรรเทาผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนซึ่งอาจทำให้เกิดการประหยัดพลังงานอย่างมีนัยสำคัญในความต้องการพลังงานความร้อนในช่วงฤดูร้อน

ที่มา: ปรับปรุงจาก Mirzaei, Parham A. (2015)

สำหรับการศึกษาประเทศไทยปรากฏการณ์เกาะความร้อนในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาประเภทความแปรผันเชิงอุณหภูมิ-เชิงพื้นที่ ในปรากฏการณ์เกาะความร้อน (UHI spatial-temporal variation) รายละเอียดในการศึกษาและข้อค้นพบสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 2-4 ซึ่งงานวิจัยจำนวนมากเน้นดำเนินงานในพื้นที่กรุงเทพฯเป็นหลัก อาจมีงานวิจัยหรือศึกษาในพื้นที่อื่นๆบ้าง เช่น เชียงใหม่ มหาสารคาม เป็นต้น แต่ยังไม่พบงานวิจัยในพื้นที่ภาคตะวันออก โดยเฉพาะยังไม่มีการศึกษาในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก และงานวิจัยที่เชื่อมโยงระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยมีน้อยมาก

ตารางที่ 2-5 การศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์เกาะความร้อนในประเทศไทย

ชื่อเรื่อง	วัตถุประสงค์	ที่ตั้ง	วิธีการดำเนินการ	ข้อค้นพบสำคัญ
ความแปรผันเชิงอุณหภูมิ-เชิงพื้นที่ ในปรากฏการณ์เกาะความร้อน (UHI spatial-temporal variation)				
ธนกฤต เทียนมณี. (2545). ปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับสภาพทางกายภาพของเมือง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.	การศึกษาปัจจัยที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน	กรุงเทพฯ (Bangkok)	Floor Area Ration	อุณหภูมิอากาศที่สูง และปรากฏการณ์เกาะความร้อนจะปรากฏในบริเวณที่มีสิ่งก่อสร้างอยู่รวมกันอย่างหนาแน่น ซึ่งได้แก่บริเวณที่พักอาศัย บริเวณธุรกิจการค้า และบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น
Srivanit, Manat & Hokao, Kazunori. (2012). Thermal Infrared Remote Sensing for Urban Climate and Environmental Studies: An Application for the City of Bangkok, Thailand. Journal of Architectural/Planning Research and Studies. 9(1).	ลักษณะปรากฏการณ์เกาะความร้อน และเพื่อทำความเข้าใจวิธีการต่างๆที่ใช้ในการพัฒนาตัวบ่งชี้วัด	กรุงเทพฯ (Bangkok)	weather stations + Remote Sensing + LST + LANDSAT TM + (ETM+) thermal infrared (TIR)	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน และเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นผิว ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 ถึงปี พ.ศ. 2552 อุณหภูมิพื้นผิวในเมืองหรือในตัวเพิ่มขึ้นในเขตพื้นที่ทั้งหมดของกรุงเทพฯ และยังคงเพิ่มขึ้น ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างเขตเมืองกับพื้นที่โดยรอบในชนบทยังคงเพิ่มขึ้นอย่างมาก
Srivanit, Manat., Hokao, Kazunori., & Phonekeo, Vivarad. (2012). Assessing the Impact of Urbanization on Urban Thermal Environment: A Case Study of Bangkok Metropolitan. International Journal of Applied Science and Technology. 2 (7)	การประเมินลักษณะความร้อนในเขตเมือง โดยการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวดิน	กรุงเทพฯ (Bangkok)	LANDSAT TM + LST + Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	พื้นที่ในเมืองมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างมากในขณะที่ดิน การเกษตรลดลง การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินส่วนใหญ่ส่วนใหญ่มาจากแรงกดดันทางประชากรในเมืองที่การเติบโตอย่างรวดเร็วทางเศรษฐกิจและการวางแผนการใช้ที่ดินที่ไม่เอื้ออำนวย ส่งผลให้สภาพภูมิอากาศในเมืองหรืออุณหภูมิสูงขึ้นและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในกรุงเทพฯ
Chayaponga, Parinya & Dasananda, Songkot. (2012). Analysis of Urban Heat Island Phenomenon and Its Relationships with Land Use/Land Cover Characteristics: Case Study in Bangkok Metropolitan Administration Area. The 33rd Asian Conference on Remote Sensing, November 26-30, 2012. Thailand.	การศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่เกิดขึ้นในพื้นที่และ ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้อยู่อาศัยที่ที่ดินและสิ่งปกคลุมพื้นดิน	กรุงเทพฯ และปริมณฑล (Five provinces within the BMA region)	Landsat-5 TM + LULC + LST	ในปี 2535 ค่าอุณหภูมิที่สูงที่สุดส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณศูนย์กลางหลักของกรุงเทพฯ แต่ในปี 2552 ค่าสูงสุดมีการกระจายตัวไปในบริเวณต่างๆทั่วกรุงเทพฯ และพื้นที่ปริมณฑลรอบกรุงเทพฯ โดยเฉพาะในพื้นที่นนทบุรีและสมุทรปราการ

ชื่อเรื่อง	วัตถุประสงค์	ที่ตั้ง	วิธีการดำเนินการ	ข้อค้นพบสำคัญ
Arifwidoa, S.D. & Tanaka, Takahiro. (2015). The Characteristics of Urban Heat Island in Bangkok, Thailand. Procedia - Social and Behavioral Sciences 195 423 – 428.	ลักษณะและความเข้มข้นของเกาะความร้อนในเขตเมืองในกรุงเทพฯ	กรุงเทพฯ และปทุมธานี (Bangkok and Pathumthani)	Weather station	ช่วง 30 ปีที่ผ่านมา ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศมีค่าสูงขึ้น พื้นที่ กรุงเทพฯ มีอุณหภูมิที่สูงกว่าพื้นที่อื่น ความรุนแรงของปรากฏการณ์เกาะความร้อนมีสูงขึ้นเมื่อเทียบกับเมืองอื่นๆ ทั่วโลก เช่น เมืองเซี่ยงไฮ้ เมืองซานฟรานซิสโก และมีช่วงเดียวกับเมืองโตเกียว
จากรุธรรม ทองมีแสง. (2554). การวิเคราะห์ปัจจัยการเกิดเกาะความร้อนในเมืองเชียงใหม่ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.	การศึกษาการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมืองเชียงใหม่ และการวิเคราะห์ปัจจัยปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองเชียงใหม่	เมืองเชียงใหม่ (Chiang Mai)	Weather stations + Mobile station	เมืองเชียงใหม่มีระดับความเสี่ยงที่จะเกิดเกาะความร้อนและพบว่าปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนคือ สภาพการจราจร, การใช้พลังงาน, ความหนาแน่นของประชากรซึ่งปัจจัยต่างๆ ยังมีความเกี่ยวเนื่องกันและส่งผลร่วมกันอีกด้วย
Laosuan, Teerawong & Sangpradit, Satith. (2012). Urban heat island monitoring and analysis by using integration of satellite data and knowledge based method. International Journal of Development and Sustainability. Vol. 1 (2). pp 99-110.	ผลกระทบของเกาะความร้อนในเขตเมือง พ.ศ. 2549 และ พ.ศ. 2552	อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม (Kantarawichai District, Mahasarakham)	Landsat-5 TM + SRT + LST + Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) + Normalized Difference Build-up Index - NDBI	ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าวิธี Landsat-5 TM และ knowledge based method เป็นแนวทางที่เหมาะสมในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและที่ดิน

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ดำเนินการวิจัยโดยใช้วิธีการแบบผสมทั้งการวิจัยเชิงคุณภาพและการวิจัยเชิงปริมาณในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อให้สามารถตอบคำถามการวิจัยที่มีลักษณะแตกต่างและซับซ้อนได้อย่างถูกต้องและเชื่อถือได้ การวิจัยครั้งนี้จึงนำวิธีการที่แตกต่างกันมาใช้ทั้งในการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ได้คำตอบครอบคลุมวัตถุประสงค์การวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้ดำเนินการวิจัยโดยใช้รูปแบบผสม (Mixed method research) คือ การใช้วิธีวิจัยแบบผสมผสานทั้งการวิจัยเชิงคุณภาพและการวิจัยเชิงปริมาณ โดยมีการเก็บตัวอย่างการตรวจวัดค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ สารที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจกและเกาะความร้อนในชั้นบรรยากาศพื้นผิวที่ปกคลุมพื้นที่ภาคตะวันออก การศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินและชุมชนเมืองเพื่อนำข้อมูลมาบูรณาการร่วมกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการวิจัยครั้งนี้อาศัยทั้งข้อมูลปฐมภูมิและทุติภูมิในการเก็บรวบรวมข้อมูล สำรวจ และดำเนินการวิเคราะห์และประเมินผลพร้อมการนำเสนอด้วยวิธีการวิจัยเชิงพรรณนาร่วมกับการใช้วิธีวิจัยทางสารสนเทศภูมิศาสตร์

3.2 คำถามการวิจัยและการได้มาซึ่งข้อมูล

การดำเนินการศึกษาสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่วางไว้ คณะผู้วิจัยได้จำแนกข้อคำถามการวิจัยในการศึกษาครั้งนี้ และชุดข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้เพื่อตอบคำถามการวิจัย โดยต้องใช้แหล่งข้อมูลในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่แตกต่างกัน และมีวิธีการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน ดังแสดงตารางที่ 3-1 คำถามการวิจัยและการได้มาซึ่งข้อมูล

ตารางที่ 3-1 คำถามการวิจัยและการได้มาซึ่งข้อมูล

คำถามการวิจัย	ชุดข้อมูล	แหล่งข้อมูล	วิธีการเก็บข้อมูล
Q1: จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ชายฝั่งทะเลและวันออก	- ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	- กรมโยธาธิการและผังเมือง - สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดในภาคตะวันออก	- ข้อมูลปฐมภูมิ - สืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูลเอกสารทุติยภูมิ
Q2: ศึกษาสถานการณ์และปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก และวิเคราะห์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่เกิดขึ้นในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก	- ค่าอุณหภูมิอากาศในปัจจุบัน - Thermal Infrared Band - ปัจจัยที่เกี่ยวข้องฯ (จำนวนประชากร ความหนาแน่นกิจกรรม ฯลฯ) - แบบจำลองเกาะความร้อน - การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก	- การติดตั้งเครื่องวัดค่าอุณหภูมิอากาศ - ข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะกรมอุตุนิยมวิทยา - จากดาวเทียม LANDSAT 8 ช่วงคลื่น 10 และ LANDSAT 5 ช่วงคลื่นที่ 6	- ข้อมูลปฐมภูมิ - สืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูลเอกสารทุติยภูมิ
Q3: ศึกษาสถานการณ์และปัจจัยที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก และวิเคราะห์ปรากฏการณ์เรือนกระจกที่เกิดขึ้นในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก	- การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก - N ₂ O / CO / CO ₂ / O ₃ / NH ₄ / SO ₂ / H ₂ SO ₄ / Halocarbons(HC) / CFC / PFC / SF ₆	- ข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะสิ่งแวดล้อมภาค 13 ชลบุรี กรมควบคุมมลพิษ กรมโรงงานอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อมจังหวัด สำนักงานสถิติจังหวัด ฯลฯ	- ข้อมูลปฐมภูมิ - สืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูลเอกสารทุติยภูมิ
Q4: ประเมินผลกระทบของปรากฏการณ์เกาะความร้อนและภาวะเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก	- ผลกระทบของปรากฏการณ์เกาะความร้อนและภาวะเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก - การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก	- ข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะสิ่งแวดล้อมภาค 13 ชลบุรี กรมควบคุมมลพิษ กรมโรงงานอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อมจังหวัด สำนักงานสถิติจังหวัด ฯลฯ - การติดตั้งเครื่องวัดค่าอุณหภูมิอากาศ - ข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะกรมอุตุนิยมวิทยา - จากดาวเทียม LANDSAT 8 ช่วงคลื่นแบนด์ 10	- ข้อมูลปฐมภูมิ - สืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูลเอกสารทุติยภูมิ - การสัมภาษณ์
Q5: แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อน สภาพอากาศเรือนกระจก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก	- ค่าอุณหภูมิอากาศในปัจจุบัน - Thermal Infrared Band - การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก - ปัจจัยที่เกี่ยวข้องฯ (จำนวนประชากร ความหนาแน่นกิจกรรม ฯลฯ)	- การจัดทำแผนที่อุณหภูมิของอากาศด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม NOAA พร้อมทั้งวิเคราะห์เปรียบเทียบกับข้อมูลอุณหภูมิที่จัดเก็บในภาคพื้นดินในช่วงเวลาเดียวกัน	- ข้อมูลปฐมภูมิ - สืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูลเอกสารทุติยภูมิ - การสร้างแบบจำลอง
Q6: แนวทางการแก้ไขและวิธีป้องกันปรากฏการณ์เกาะความร้อนและสภาพอากาศเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก พร้อมทั้งจัดทำแผนการบริหารจัดการปรากฏการณ์เกาะความร้อนและสภาพอากาศเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก	- แนวทางการแก้ไขและวิธีป้องกันปรากฏการณ์เกาะความร้อนและสภาพอากาศเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก - แผนการบริหารจัดการปรากฏการณ์เกาะความร้อนและสภาพอากาศเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก	- ข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการแก้ไขและวิธีป้องกันปรากฏการณ์เกาะความร้อนและสภาพอากาศเรือนกระจก - เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแนวทาง มาตรการ และกลยุทธ์ในการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมและลดมลพิษจากชุมชนเมืองและอุตสาหกรรม - ความคิดเห็นจากผู้เกี่ยวข้อง	- สืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูลเอกสารทุติยภูมิ - การสัมภาษณ์

3.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

ดำเนินการศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลและสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลเชิงปริมาณด้านสภาพภูมิอากาศที่สำคัญได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ลม ข้อมูลคุณภาพอากาศในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด สระแก้วและปราจีนบุรี ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานจากกรมอุตุนิยมวิทยา กรมควบคุมมลพิษ สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 13 และ จากหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อน ปรากฏการณ์เกาะความร้อนและภาวะเรือนกระจกจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก รวมถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียมและการใช้ที่ดิน การศึกษาพื้นที่ชุมชนเมืองและการเจริญเติบโตเมืองและอุตสาหกรรม

ขั้นตอนการดำเนินการเพื่อการศึกษและการสำรวจ (แสดงดังภาพที่ 3-1) ประกอบด้วย

1) ทำการศึกษาและสำรวจการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชุมชนเมือง อุตสาหกรรม ป่าไม้ เกษตรกรรม การผลิตไฟฟ้า ปศุสัตว์ในพื้นที่ประกอบการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงและแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจากการจำแนกข้อมูลจากดาวเทียม Landsat หรือ/และ ข้อมูลจาก Google earth ในบริเวณพื้นที่เมืองและอุตสาหกรรมที่คาดว่าจะปรากฏการณ์เกาะความร้อนและปรากฏการณ์สภาวะเรือนกระจกและแหล่งกำหนดมลพิษในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

2) ทำการสำรวจพื้นที่เมืองและอุตสาหกรรมโดยระบุตำแหน่งพิกัดบนพื้นที่ภาคตะวันออกด้วยเครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS) เพื่อสำรวจสิ่งปกคลุมดินวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง วิเคราะห์ระยะห่างและรูปร่างของเมืองและพื้นที่อุตสาหกรรมเพื่อจัดทำเป็นแผนที่แสดงตำแหน่งจุดตรวจวัดและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนและสภาพภูมิอากาศ

3) ตรวจวัดข้อมูลสภาพภูมิอากาศประกอบด้วย

3.1) ตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะอุณหภูมิที่แตกต่างกันทั้งช่วงกลางคืนและกลางวัน ช่วงฤดูกาลต่าง ๆ กัน ช่วงที่มีลมพัดหรือช่วงลมพัดน้อย ๆ ศึกษาข้อมูลปริมาณฝน โดยข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาที่ใช้เครื่องมือติดตั้งตามพื้นที่เป้าหมายที่กำหนดตำแหน่งการตรวจวัดไว้แล้ว

3.2) ข้อมูลคลื่นอินฟราเรดความร้อน (Thermal Infrared Band) จากดาวเทียม LANDSAT 8 ช่วงคลื่นแบนด์ 6

3.3) ข้อมูลก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ ปริมาณก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซโอโซน (O_3) ก๊าซมีเทน (NH_4) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) (เป็นสารตั้งต้นของละอองกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) เป็นแหล่งเกิดฝนกรดและตะกอนกรด) และก๊าซเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรมและชุมชนเมือง ได้แก่ ก๊าซฮาโลคาร์บอน (Halocarbons: HC) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (Chlorofluorocarbon: CFC) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (Perfluoromethane: PFC) และก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SulphurHexafluoride: SF_6) เป็นต้น ตามพื้นที่เป้าหมายที่กำหนดตำแหน่งการตรวจวัดไว้แล้ว

4) พื้นที่ในการสำรวจประชากรในด้านจำนวน ความหนาแน่น กิจกรรม กำหนดพื้นที่เป้าหมายหลักของการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก ได้แก่ พื้นที่ภายในชุมชนเมืองและอุตสาหกรรมพร้อมทั้งขยายตัวออกในระยะรัศมี 5 กิโลเมตรและ 10 กิโลเมตร ตัวอย่างเช่น ตัวเมืองชลบุรีและพื้นที่เขตอุตสาหกรรมตามความเหมาะสมของขนาดพื้นที่และความหนาแน่นของเมือง และตรวจวัดจากตัวขอบเขตของเมืองและอุตสาหกรรมชั้นนอกออกไปตามรัศมีที่กล่าวมาแล้ว โดยเฉพาะ

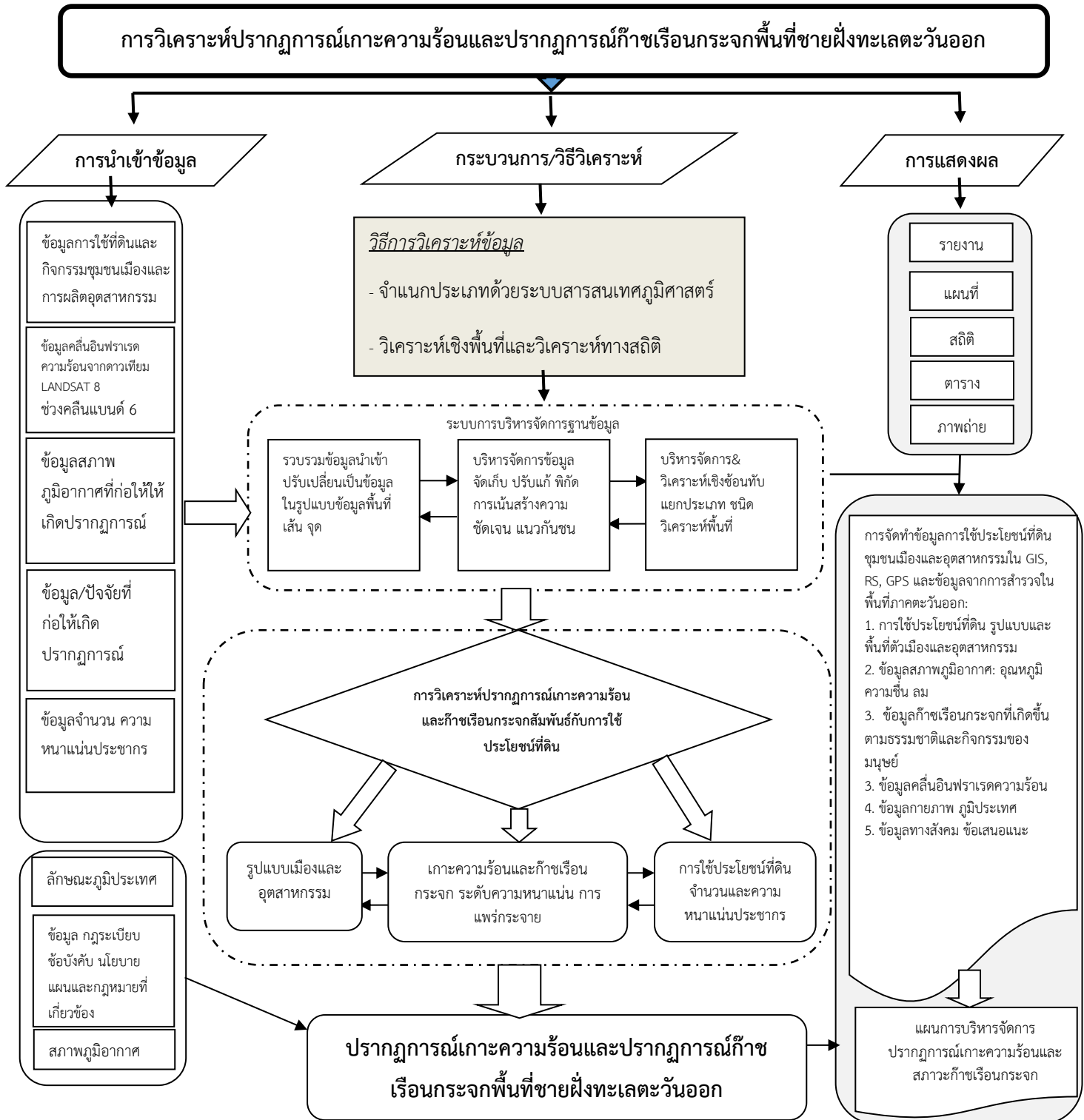
จังหวัดที่กำหนดจุดตรวจวัดละเอียดมากเป็นพิเศษคือ จังหวัดชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทราและปราจีนบุรี เป็นพื้นที่เป้าหมายหลักของการพัฒนาอุตสาหกรรมตามโครงการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของการวิจัยนี้

5) สํารวจและเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศและก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกที่ได้ดำเนินการมาแล้วและกำลังดำเนินการในปัจจุบันจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะกรมอุตุนิยมวิทยา กรมควบคุมมลพิษ สิ่งแวดล้อมภาค 13 ชลบุรีโดยเฉพาะข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจสอบช่วง มกราคม-มีนาคม เมษายน-มิถุนายน กรกฎาคม-กันยายน และ ตุลาคม-ธันวาคม ของปี พ.ศ. 2557 - 2559 รวมถึงข้อมูลอื่น ๆ จาก กรมโรงงานอุตสาหกรรมและหน่วยงานสิ่งแวดล้อมจังหวัด สำนักงานสถิติจังหวัด ฯลฯ โดยจัดทำเป็นฐานข้อมูลและวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน กิจกรรม พื้นที่เมืองและอุตสาหกรรม

6) วิเคราะห์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนและปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่ชุมชนเมืองและอุตสาหกรรมรวมทั้งการแพร่กระจายสู่พื้นที่โดยรอบโดยนำข้อมูลจากข้อ 1-2 มาใช้ประกอบการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของกิจกรรม การใช้ประโยชน์ที่ดิน จำนวนและความหนาแน่นประชากรที่ส่งผลต่อปรากฏการณ์เกาะความร้อนและปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจกในการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก โดยการจัดทำแผนที่อุณหภูมิของอากาศด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม NOAA พร้อมทำวิเคราะห์เปรียบเทียบกับข้อมูลอุณหภูมิที่จัดเก็บในภาคพื้นดินในช่วงเวลาเดียวกัน

7) ศึกษาภาวะเป็ยบ ข้อบังคับ นโยบายและกฎหมายที่มีผลบังคับใช้ในพื้นที่ศึกษา ที่เกี่ยวข้องในประเด็นมาตรการ แผน การดำเนินงานการป้องกัน ลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนและปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทย

8) รวบรวมและเสนอแนวทางการ หรือมาตรการในการปรับปรุงแก้ไขปรากฏการณ์เกาะความร้อนและปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจกดีขึ้น รวมทั้งวิธีการเพิ่มศักยภาพในการบริหารจัดการปรากฏการณ์เกาะความร้อนและปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจกพื้นที่ชุมชนเมืองและอุตสาหกรรมให้สมดุลกับพื้นที่โดยรอบและชนบทอย่างยั่งยืนกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดทำฐานข้อมูลเพื่อให้คุณภาพสิ่งแวดล้อมชุมชนเมืองและอุตสาหกรรมในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการจัดทำปรากฏการณ์เกาะความร้อนและปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจกพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

3.3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

1. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 และ Landsat-8 บันทึกข้อมูลปี พ.ศ. 2549 2554 และ 2559 รายละเอียดดังตารางที่ 3-2
2. ข้อมูลขอบเขตการปกครอง จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)
3. ข้อมูลรายละเอียดไอน้ำในชั้นบรรยากาศ จากเว็บไซต์ <https://atmcorr.gsfc.nasa.gov/> รายละเอียด

ตารางที่ 3-2 แสดงรายละเอียดข้อมูลดาวเทียม Landsat

ตำแหน่ง Path/Row	ปี เดือน วัน
127/51	15 ธันวาคม พ.ศ. 2549 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560
127/52	15 ธันวาคม พ.ศ. 2549 27 มกราคม พ.ศ. 2554 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560
128/50	4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2549 18 มกราคม พ.ศ. 2554 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560
128/51	4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2549 18 มกราคม พ.ศ. 2554 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560
128/52	4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2549 18 มกราคม พ.ศ. 2554 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560
129/50	13 ธันวาคม พ.ศ. 2549 25 มกราคม พ.ศ. 2554 25 มกราคม พ.ศ. 2560
129/51	13 ธันวาคม พ.ศ. 2549 25 มกราคม พ.ศ. 2554 25 มกราคม พ.ศ. 2560

3.3.2 การศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน

1. การเตรียมข้อมูลก่อนการประมวลผลภาพ

- 1.1 การรวมช่วงคลื่น (Composite Band) จากข้อมูลจากดาวเทียมช่วงคลื่นที่ 1-5, 7 สำหรับข้อมูลดาวเทียม Landsat-5 ปี พ.ศ. 2549 และ 2554 และช่วงคลื่นที่ 2-5 สำหรับข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 ปี พ.ศ. 2560 ของแต่ละ Path/Row

1.2 การต่อภาพ (Mosaic Image) จากข้อมูลที่ได้ผ่านการรวมช่วงคลื่นในขั้นตอนที่ 1 ในแต่ละตำแหน่ง Path/Row ให้เป็นภาพพื้นเดียวกัน

1.3 การตัดภาพ (Clip Image) ถ่ายดาวเทียมที่ผ่านกระบวนการต่อภาพด้วยขอบเขตการปกครองภายในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2.1 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification) โดยเทคนิค ISODATA ซึ่งเป็นเทคนิคที่ให้คอมพิวเตอร์จัดกลุ่มของข้อมูลจากค่าเชิงเลข (Digital Number: DN) โดยกำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูลออกเป็น 40 กลุ่มและมาจัดชั้นข้อมูลใหม่ (Reclassify) เป็นการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน 5 ประเภท ได้แก่

- พื้นที่แหล่งน้ำ (Water)
- พื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้าง (Urban)
- พื้นที่ป่าไม้ (Forest)
- พื้นที่เกษตรกรรม (Agriculture)
- พื้นที่ว่างอื่น ๆ (Other)

3.3.3 การศึกษาอุณหภูมิพื้นผิว

การประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิว

การประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลจากดาวเทียม Landsat ปี พ.ศ. 2549, 2554 และ 2560 ด้วยวิธีการแบบช่องสัญญาณเดี่ยว (Single Chanel) ช่วงคลื่นที่ 6 สำหรับข้อมูลจากดาวเทียม Landsat-5 และช่วงคลื่นที่ 10 สำหรับข้อมูลจากดาวเทียม Landsat-8 ซึ่งแบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ 1. การศึกษาอุณหภูมิความสว่าง (Brightness Temperature) 2. การศึกษาสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Land Surface Emissivity) 3. การประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวแบบช่องสัญญาณเดี่ยว

1. การศึกษาอุณหภูมิความสว่าง

การศึกษาอุณหภูมิความสว่าง จากข้อมูลอินฟราเรดความร้อนช่วงคลื่นที่ 6 และช่วงคลื่นที่ 10 ต้องแปลงข้อมูลเชิงเลข (Digital Number: DN) ไปสู่ข้อมูลการแผ่รังสีเชิงสเปกตรัม (Spectral Radiance) เพื่อประมวลผลอุณหภูมิความสว่าง ดังสมการที่ 1

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} \quad \text{สมการที่ 1}$$

เมื่อ T คือ อุณหภูมิความสว่าง หน่วย °K

K_1 และ K_2 คือ ค่าคงที่ ดังตารางที่ 1

L_λ คือ การแผ่รังสีเชิงสเปกตรัม สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2 สำหรับดาวเทียม Landsat-5 และ 7 (NASA, nd) และสมการที่ 3 สำหรับข้อมูลจากดาวเทียม Landsat-8 (USGS, 2013)

$$L_\lambda = \left(\frac{LMAX_\lambda - LMIN_\lambda}{QCALMAX - QCALMIN} \right) * (QCAL - QCALMIN) + LMIN_\lambda \quad \text{สมการที่ 2}$$

เมื่อ QCAL คือ ค่าเชิงเลขของแต่ละจุดภาพ

$LMAX_\lambda$ คือ ค่าการแผ่รังสีสูงสุด หน่วย $Watts \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot \mu m^{-1}$

$LMIN_\lambda$ คือ ค่าการแผ่รังสีต่ำสุด หน่วย $Watts \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot \mu m^{-1}$

$QCALMAX$ คือ ค่าเชิงเลขสูงสุด มีค่าเท่ากับ 255

$QCALMIN$ คือ ค่าเชิงเลขต่ำสุด มีค่าเท่ากับ 1

และ

$$L_\lambda = M_L Q_{cal} + A_L \quad \text{สมการที่ 2}$$

เมื่อ M_L คือ ค่า Radiance Multi Band มีค่าเท่ากับ 0.0003342

A_L คือ ค่า Radiance Add Band มีค่าเท่ากับ 0.10000

Q_{cal} คือ ค่าเชิงเลขของแต่ละจุดภาพ

ตารางที่ 3-3 ค่าคงที่ K_1 และ K_2 สำหรับข้อมูลจากดาวเทียม Landsat-5 และ 8

	Landsat-5	Landsat-8
K_1	607.76	774.89
K_2	1260.56	1321.08

2. การศึกษาสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว

การประมาณค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิวด้วยวิธี NDVI Base เป็นวิธีการได้มาซึ่งสภาพเปล่งรังสีจริงของพื้นผิวหรือสิ่งปกคลุมดิน ต้องแปลงข้อมูลเชิงเลขไปสู่ข้อมูลการสะท้อนแสง (Reflectance) ของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near-infrared Band) และช่วงคลื่นสีแดง (Red Band) เพื่อศึกษาค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) สัดส่วนของพืชพรรณที่ปกคลุมดิน (Fraction Vegetation Cover) และสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3 (Sorbrino et. al., 2008)

$$LSE = \epsilon_s(1 - FVC) + \epsilon_v * FVC \quad \text{สมการที่ 3}$$

เมื่อ LSE คือ สภาพเปล่งรังสี

ϵ_v คือ สภาพเปล่งรังสีของพืชพรรณ

ϵ_s คือ สภาพเปล่งรังสีของดิน

FVC คือ สัดส่วนของพืชพรรณที่ปกคลุมดินของแต่ละจุดภาพ จากค่าดัชนีพืชพรรณในแต่ละจุดภาพและค่าสูงสุดและต่ำสุดของค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4

$$FVC = \frac{NDVI - NDVI_s}{NDVI_v - NDVI_s} \quad \text{สมการที่ 4}$$

เมื่อ $NDVI_v$ คือ ค่าสูงสุดของดัชนีพืชพรรณ NDVI ในพื้นที่ศึกษา

$NDVI_s$ คือ ค่าต่ำสุดของดัชนีพืชพรรณ NDVI ในพื้นที่ศึกษา

NDVI คือ ค่าดัชนีความพืชพรรณในแต่ละจุดภาพ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 5

$$\frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + \rho_{Red}} \quad \text{สมการที่ 5}$$

เมื่อ ρ_{NIR} คือ การสะท้อนของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้
 ρ_{RED} คือ การสะท้อนของช่วงคลื่นสีแดง
 ρ คือ การสะท้อนของช่วงคลื่นสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 6 สำหรับข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 5 (NASA, nd) และสมการที่ 7 สำหรับข้อมูลจากดาวเทียม Landsat-8 (USGS, 2013)

$$\rho = \frac{\pi \cdot L_\lambda \cdot d^2}{ESUN_\lambda \cdot \cos\theta_s} \quad \text{สมการที่ 6}$$

เมื่อ d^2 คือ ระยะทางของโลกและดวงอาทิตย์ (Earth-Sun Distance)
 $ESUN_\lambda$ คือ การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ของแต่ละช่วงคลื่น แสดงได้ดังตารางที่ 2
 θ_s คือ มุมระหว่างแนวตั้งฉากกับระนาบระดับและแนวลำแสงดวงอาทิตย์ (Solar Zenith Angle)
 L_λ คือ การแผ่รังสีเชิงสเปกตรัมของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ และช่วงคลื่นสีแดง และ

$$\rho = M_\rho Q_{cal} + A_\rho \quad \text{สมการที่ 7}$$

เมื่อ ρ คือ ค่าการสะท้อน
 M_ρ คือ ค่า Reflectance Multi Band มีค่าคงที่เท่ากับ 0.00002
 A_ρ คือ ค่า Reflectance Add Band มีค่าคงที่เท่ากับ -0.1
 Q_{cal} คือ ค่าเชิงเลขของแต่ละจุดภาพ

ตารางที่ 3-4 การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงคลื่นของข้อมูลดาวเทียม Landsat-5

Band	ESUN λ (Watts·m ⁻² ·sr ⁻¹ · μ m ⁻¹)
	Landsat-5
3	1536
4	1031

3. การศึกษาอุณหภูมิพื้นผิวแบบช่องสัญญาณเดี่ยว จากข้อมูลอุณหภูมิความสว่าง สภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว และรายละเอียดเกี่ยวกับชั้นของข้อมูลดาวเทียม Landsat-5 และ 8 สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 8 (Jimenez-Munoz, J. C. and Sobrino, J. A., 2003)

$$T_s = \gamma \left[\frac{1}{\epsilon} (\varphi_1 L_{sen} + \varphi_2) + \varphi_3 \right] + \delta \quad \text{สมการที่ 8}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ} \quad \gamma &\approx \frac{T_{sen}^2}{b_\gamma L_{sen}} \\ \delta &\approx T_{sen} - \frac{T_{sen}^2}{b_\gamma} \\ \varphi_1 &= \frac{1}{\tau}; \varphi_2 = -L_d - \frac{L_u}{\tau}; \varphi_3 = L_d \end{aligned}$$

เมื่อ L_{sen} คือ การแผ่รังสีเชิงสเปกตรัมในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน

ε คือ สภาพเปล่งรังสี

τ คือ การส่งผ่านชั้นบรรยากาศ (Atmospheric Transmittance)

L_d คือ การแผ่รังสีลงมายังชั้นบรรยากาศ (Downward Atmospheric Radiance)

L_u คือ การแผ่รังสีขึ้นไปยังชั้นบรรยากาศ (Upward Atmospheric Radiance)

3.3.4 การศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง

การศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง ผู้วิจัยได้เลือกดัชนีความแปรปรวนความร้อนในเขตเมือง (Urban Thermal Field Variance: UTFVI) มาใช้ในการศึกษา โดยใช้ค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยของภาคตะวันออกและค่าอุณหภูมิพื้นผิวของแต่ละพิกเซลเป็นตัวแปรในการบอกระดับการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 9 ซึ่งแบ่งปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมืองออกเป็น 5 ระดับ ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 แสดงค่าเกณฑ์สำหรับจัดชั้นข้อมูลปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง

ลำดับ	ความหมาย	ค่าเกณฑ์
1	ไม่เกิดปรากฏการณ์	$X \leq \bar{X} - 2SD.$
2	ระดับต่ำ	$\bar{X} - 2SD. < X \leq \bar{X} - SD.$
3	ระดับปานกลาง	$\bar{X} - SD. < X \leq \bar{X}$
4	ระดับสูง	$\bar{X} < X \leq \bar{X} + SD.$
5	ระดับสูงที่สุด	$X > \bar{X} + SD.$

$$UTFVI = \frac{T_s - T_{mean}}{T_{mean}}$$

สมการที่ 9

เมื่อ T_s คือ อุณหภูมิพื้นผิวแบบช่องสัญญาณเดี่ยวของแต่ละพิกเซล หน่วย °C

T_{mean} คือ อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยของภาคตะวันออก หน่วย °C

3.3.5 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินกับอุณหภูมิพื้นผิวเพื่อสร้างสมการต้นแบบ

1. การศึกษาความสัมพันธ์ด้วยวิธีวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร โดยมีร้อยละของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทเป็นตัวแปรต้น (X) และอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยเป็นตัวแปรตาม (Y) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หรือที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

สมการที่ 10

- เมื่อ r คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน
 X คือ ร้อยละการใช้ประโยชน์ที่ดินของแต่ละประเภทในแต่ละจังหวัด
 Y คือ อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยในแต่ละจังหวัด

2. การวิเคราะห์พหุคูณถดถอยเชิงเส้น เพื่อสร้างสมการต้นแบบสำหรับทำนายอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงร้อยละของการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละประเภทที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สามารถคำนวณจากสมการต่อไปนี้

$$Y = \beta_0 + \beta_1(X_1) + \dots + \beta_n(X_n)$$

สมการที่ 11

- เมื่อ Y คือ อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยในภาคตะวันออก
 X คือ ร้อยละของการใช้ประโยชน์ที่ดินของภาคตะวันออก
 β_0 ถึง β_n คือ สัมประสิทธิ์ถดถอย

3.4 ระยะเวลาทำการวิจัยและแผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 3-6 ระยะเวลาทำการวิจัยและแผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	เดือน												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1) สำรวจและรวบรวมข้อมูลคุณภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ภาคตะวันออก (ทุติยภูมิ)													
2) เตรียมแบบสำรวจและข้อมูลที่ต้องการสำรวจ													
3) ศึกษาภาวะเทียบ ข้อบังคับ นโยบาย และกฎหมายที่มีผลบังคับใช้ในพื้นที่ศึกษา													
4) ทำการสำรวจและวิเคราะห์													
● ตรวจสอบวัดสภาพภูมิอากาศ													
● ตรวจสอบวัดก๊าซเรือนกระจก													
5) จัดทำระบบฐานข้อมูล													
6) ศึกษาวิเคราะห์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองและอุตสาหกรรมและก๊าซเรือนกระจก การประเมินผลกระทบเกาะความร้อน													
7) ดำเนินการนำเสนอผลการวิจัยและแสดงระบบฐานข้อมูล													
8) จัดทำรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์													

3.5 แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิและข้อมูลปฐมภูมิ ซึ่งมีทั้งข้อมูลเชิงบรรยาย ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงพื้นที่ ประกอบด้วย

1) ข้อมูลปฐมภูมิ

1.1) ข้อมูลเชิงปริมาณจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิเก็บรวบรวมโดยการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามตรวจวัดค่าอุณหภูมิอากาศ ในจังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด สระแก้ว และปราจีนบุรี ด้วยเครื่องมือตรวจวัดอุณหภูมิอากาศแบบพกพาพร้อมระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ด้วยเครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS)

1.2) ข้อมูลเชิงปริมาณจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิเก็บรวบรวมโดยการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามตรวจวัดคุณภาพอากาศ และก๊าซเรือนกระจก ในจังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี

ตราด สระแก้วและปราจีนบุรี ด้วยเครื่องมือตรวจวัดอากาศแบบพกพาพร้อมระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ ด้วยเครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS)

2) ข้อมูลทุติยภูมิ

2.1) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน การวางผังชุมชนเมืองและจำนวนประชากรในพื้นที่ภาคตะวันออกจากสำนักงานโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย กรมพัฒนาที่ดินสำนักงานสถิติแห่งชาติและสำนักงานจังหวัด โดยใช้ทั้งข้อมูลเชิงบรรยายและข้อมูลเชิงปริมาณ

2.2) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ลม จากกรมอุตุนิยมวิทยา และจากหน่วยงานอื่น ๆ และจากการตรวจวัดเองในพื้นที่ภาคตะวันออก โดยการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลที่ได้จากการเก็บอุณหภูมิ ณ เวลาเดียวกันในแต่ละพื้นที่ โดยใช้ทั้งข้อมูลเชิงบรรยายและข้อมูลเชิงปริมาณ

2.3) ข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ แผนการบริหารจัดการมลพิษ ลักษณะทางกายภาพ รายงานเศรษฐกิจ และอุตสาหกรรม ข้อมูลสถิติ ข้อมูลทางสังคมโครงสร้างพื้นฐาน การพัฒนาพื้นที่ กฎระเบียบข้อบังคับ นโยบายการพัฒนาพื้นที่และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง โดยการสืบค้นจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากบุคคลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเช่น สำนักงานพัฒนาพื้นที่ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เป็นต้น โดยใช้ทั้งข้อมูลเชิงบรรยายและข้อมูลเชิงปริมาณ

2.4) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) จากแหล่งข้อมูลข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่แผนที่เฉพาะแสดงข้อมูลประกอบการวิจัยดังนี้

2.4.1) แผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Map) แสดงชุมชนและเมือง อุตสาหกรรม การใช้ประโยชน์ที่ดิน วัด โรงเรียน จัดทำโดยกรมแผนที่ทหารเป็นแผนที่ฐาน (Base Map)

2.4.2) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 5, 8 ระบบทีเอ็มและการจัดทำฐานการใช้ประโยชน์ที่ดิน พร้อมทั้งเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากดาวเทียมรายละเอียดสูง Google Earth บริเวณจังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด สระแก้วและปราจีนบุรี

2.4.3) ข้อมูลแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จัดทำโดยกรมพัฒนาที่ดิน

2.4.4) แผนที่แสดงเส้นทางคมนาคม ได้จากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราที่ดิน มาตราส่วน 1: 50,000 จัดทำโดยกรมแผนที่ทหาร

3.6 การเก็บข้อมูลค่าอุณหภูมิอากาศ

3.6.1 อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัย

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์การศึกษานี้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบด้วย

1) เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างชั้นข้อมูลและประมวลผลข้อมูลเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดส่วนบุคคล (Personal Computer)

2) ซอฟต์แวร์โปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อทำการสำรวจการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของพื้นที่ร่วมกับการใช้โปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้แก่ PCI, ArcGIS 10.2 สำหรับการจัดการข้อมูลคุณลักษณะ (Features) ที่อยู่ในรูปตัวเลข (Digital) และใช้ในการทำแผนที่

3) โปรแกรมสำหรับจัดการฐานข้อมูลในตาราง เช่น Photoshop, MicrosoftWord, Microsoft Excel เป็นต้น

4) เครื่องบอกพิกัดทางภูมิศาสตร์ด้วยดาวเทียม (Global Positioning System: GPS) ยี่ห้อ GARMIN รุ่น eTrex 10 ทำการสำรวจ โดยระบุตำแหน่งพิกัดค่าละติจูดและลองจิจูดร่วมกับใช้แบบสำรวจเพื่อบันทึกผลการวัดต่าง ๆ ณ ตำแหน่งจริง ในการออกภาคสนาม

5) กล้องถ่ายรูป Digital สำหรับบันทึกภาพภูมิประเทศในการออกภาคสนาม

6) เครื่องมือสำหรับเก็บและวัดคุณภาพอากาศและก๊าซเรือนกระจกในภาคสนาม ประกอบด้วย

6.1) เครื่องมือที่ใช้ในวัดคุณภาพอากาศ

เครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบพกพา ยี่ห้อ Aeroqual Series 500 พร้อมหัววัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ก๊าซโอโซน (O₃) และสารระเหยอินทรีย์ (VOCs) เครื่องตรวจวัดก๊าซมีเทน และก๊าซเรือนกระจก และอุณหภูมิ ความชื้น ตามพื้นที่ที่วางแผนจุดเป้าหมาย

6.2) เครื่องมือที่ใช้ในวัดก๊าซเรือนกระจก ได้แก่

- เครื่องวัดอุณหภูมิพื้นผิวแบบอินฟราเรด MS6520A Infrared Thermometer Non Contact ยี่ห้อ MASTECH รุ่น MS6520A 2 เครื่อง

- เครื่องวัดค่ามีเทน (CH₄) BX615 Multi Gas Detector

- เครื่องวัด PGM-IR Portable Gas Analyzer วัดก๊าซ CFC, HFC, HCFC, SF₆, CO₂, N₂O

- เครื่องวัดอุณหภูมิ HOBO Pendant Temperature/Light Data Logger 64K – UA-002-64 ใช้วัดอุณหภูมิในพื้นที่ชุมชนเมืองและอุตสาหกรรม

3.7 การสร้างฐานข้อมูลภูมิศาสตร์

การดำเนินการจัดทำระบบฐานข้อมูลและระบบการติดตามประเมินผลคุณภาพทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของชุมชนเมืองและอุตสาหกรรมที่ในการศึกษาครั้งนี้ดำเนินการโดยการจัดสร้างชุดข้อมูลจากแผนที่เฉพาะทางและข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลโดยมีขั้นตอนดังนี้

1) การออกแบบฐานข้อมูลภูมิศาสตร์ในการออกแบบฐานข้อมูลภูมิศาสตร์จะจัดเก็บข้อมูลอยู่ในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute data) โดยมีการเชื่อมโยงข้อมูลทั้งสองประเภทเข้าด้วยกันเป็นลักษณะระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational database) โดยรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่นั้นได้กำหนดลักษณะทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ จุด (Point) เส้น (Line) และรูปหลายเหลี่ยม (Polygon) โดยแต่ละประเภทจะมีความเหมาะสมกับประเภทของข้อมูลที่ต้องการบันทึกและสอดคล้องวัตถุประสงค์ของการนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ต่อไปส่วนข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute data) จะถูกจัดเก็บในรูปแบบของตาราง (Attribute table) ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลเชิงพื้นที่

2) การจัดเตรียมข้อมูลแผนที่พื้นฐานเป็นการรวบรวมข้อมูลแผนที่เฉพาะทางแต่ละประเภทจากหน่วยงานต่าง ๆ เช่น แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร (Topographic map) มาตรฐาน 1:50,000 ระวังพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาทั้งภาคตะวันออกเฉียงเหนือรวมทั้งปรับปรุงข้อมูลในพื้นที่ศึกษาด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความทันสมัยมากที่สุด เป็นต้น

3) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่โดยการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic information system) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยพิจารณาจากเกณฑ์ (Criteria) ที่กำหนดไว้แล้วข้างต้นของแต่ละชั้นข้อมูลซึ่งประกอบด้วยข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) และจัดทำข้อมูลการกระจายตัวของสารแต่ละประเภท โดยการใช้เทคนิคการ Interpolation ของแต่ละสารจากข้อมูลที่ได้ทำการตรวจวัดในสถานที่จริง โดยแบ่งสารออกเป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่

3.1) สารที่ตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2560 ได้แก่ CH₄, CFC, HFC, HCFC, CO₂ PFC และ SF₆

3.2) สารที่ตรวจวัดจากอากาศในพื้นที่ศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตรวจวัดในปี พ.ศ. 2551-2557 ได้แก่ SO₂, NO₂, CO, O₃ และ PM₁₀

โดยการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงของสารพิษแต่ละประเภท โดยจำแนกรายปี และภาพรวมของทั้งหมด ด้วยเทคนิคการซ้อนทับข้อมูล (Overlay Technique) และสร้งแบบจำลองปรากฏการณ์เกาะความร้อนและก๊าซเรือนกระจก

3.3) การนำเสนอข้อมูล การศึกษาครั้งนี้นำเสนอผลการศึกษาในลักษณะของแผนที่เสี่ยงและแผนที่การกระจายตัวของสารแต่ละประเภท พร้อมทั้งภาพถ่ายและตารางข้อมูลการตรวจวัด ซึ่งอยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับข้อมูลเชิงบรรยายที่เกี่ยวข้องกับการกระจายตัวของสารในพื้นที่ศึกษา

3.8 การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม ดำเนินการหลังจากขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลภาคสนามร่วมกับข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อมและเอกสารจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยการวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1) การนำเข้าข้อมูล (Data input) สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute data) หรือข้อมูลทั่วไป โดยการนำเข้าข้อมูลเชิงดังกล่าวเป็นการแปลงข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยายให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital data) ซึ่งมี 2 วิธีการ ได้แก่

1.1) การนำเข้าโดยการ Digitizing คือ การแปลงข้อมูลแผนที่ให้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Data) โดยอาศัยโปรแกรมประยุกต์ทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการศึกษาครั้งนี้ใช้โปรแกรมประยุกต์ ArcGIS 10 ในการทำงาน ซึ่งข้อมูลเชิงพื้นที่ดังกล่าวจะถูกแปลงเข้าสู่คอมพิวเตอร์เป็นข้อมูลประเภทเชิงเส้น (Vector data) ประกอบด้วยข้อมูล 3 ลักษณะ ได้แก่ จุด (Point) เส้น (Line) และรูปหลายเหลี่ยม (Polygon) ข้อมูลดังกล่าวจะถูกจัดเก็บโดยการอ้างอิงค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดยผู้วิจัยทำการนำเข้าสู่คอมพิวเตอร์ด้วยมือ เรียกว่า Head-up digitizing

1.2) การนำเข้าโดยแป้นพิมพ์อักษร (Computer keyboard) ใช้สำหรับการแปลงข้อมูลเชิงบรรยาย และข้อมูลทั่วไปให้อยู่ในรูปแบบโปรแกรมประยุกต์ทั่วไป ได้แก่ Microsoft Word, Microsoft Excel และ ArcGIS 10 โดยข้อมูลดังกล่าวอยู่ในรูปแบบกระดาษ (Hardcopy) และรูปแบบของไฟล์เอกสาร pdf จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการจัดเก็บและการจัดการฐานข้อมูล โดยใช้โครงสร้างตามหลักการของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational database) ในการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยาย

2) การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถนำข้อมูลเชิงพื้นที่หลายชั้นข้อมูล (Layer) มาซ้อนทับกัน (Overlay) เพื่อทำการวิเคราะห์และกำหนดเกณฑ์ (Criteria) ต่าง ๆ โดยใช้โปรแกรมประยุกต์ทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้แก่ ArcGIS 10 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1) การแปลงข้อมูลตารางจากโปรแกรมประยุกต์ Excel เข้าสู่โปรแกรม ArcGIS 10 โดยตารางดังกล่าวประกอบด้วยข้อมูลดังนี้ ลำดับที่, จังหวัด, รายชื่อสถานีตรวจวัด, รหัสสถานี, ระบบพิกัด, พิกัดแกน X, พิกัดแกน Y, วันที่ทำการบันทึกข้อมูล, เวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล, และสารประเภทต่างๆ โดยใช้คำสั่ง Display XY Data ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้จะได้ชั้นข้อมูลแสดงจุด (Point) ตำแหน่งที่ทำการตรวจบันทึกข้อมูล ซึ่งตำแหน่งดังกล่าวจะสัมพันธ์กับข้อมูลตาราง (Attribute table) ที่บรรจุค่าจากการตรวจวัดของสารแต่ละประเภทไว้

2.2) การ Interpolation เป็นขั้นตอนการแปลงข้อมูลเชิงเส้น (Vector data) เป็นข้อมูลกริด (Raster data) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ ชั้นข้อมูลแสดงตำแหน่งที่ทำการตรวจบันทึกข้อมูลโดยจำแนกแยกตามประเภทของแต่ละสาร โดยใช้คำสั่ง Spatial Analysis Tools --> Interpolation --> IDW กำหนดค่าขนาดกริด (Output cell size) เท่ากับ 100 ผลลัพธ์คือชั้นข้อมูลกริดที่แสดงความหนาแน่นของสารแต่ละประเภทครอบคลุมพื้นที่ทั้งภาคตะวันออกเฉียง

2.3) การตัดชั้นข้อมูล (Cropping) คือการตัดชั้นข้อมูลกริดที่แสดงความหนาแน่นของสารแต่ละประเภทด้วยขอบเขตของพื้นที่ศึกษา โดยใช้คำสั่ง Spatial Analysis Tools --> Extraction --> Extract by Mask ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กำหนดขอบเขตการศึกษาครอบคลุมจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงรวมทั้งสิ้น 7 จังหวัด ได้แก่ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด สระแก้ว ฉะเชิงเทรา และปราจีนบุรี

2.4) การซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นการนำข้อมูลหลายชั้นข้อมูลมาวิเคราะห์ร่วมกัน โดยข้อมูลเหล่านี้จำเป็นต้องอยู่ในรูปแบบเดียวกันและมีตำแหน่งตรงกัน โดยใช้คำสั่ง Spatial Analysis Tools --> Map Algebra --> Raster Calculator ซึ่งผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการนี้จะได้ชั้นข้อมูลใหม่ ซึ่งผลลัพธ์ดังกล่าวนี้จะแตกต่างกันเนื่องจากการกำหนดค่าการกำหนดเกณฑ์หรือปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นหลัก ได้แก่ แผนที่ความหนาแน่นของสารทุกประเภทครอบคลุมทั้งสารที่ตรวจวัดในอากาศและแหล่งน้ำผิวดินในพื้นที่ศึกษา

2.5) การแสดงผลข้อมูล ผลที่ได้รับจากการวิเคราะห์ข้อมูลจะถูกแสดงในรูปแบบของแผนที่และตาราง แบบจำลอง โดยสามารถนำเสนอได้ทั้งในรูปแบบข้อมูลเชิงตัวเลขซึ่งสามารถดูได้จากจอคอมพิวเตอร์ (Monitor) และจัดพิมพ์เป็นเอกสารโดยใช้เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการทำงานวิจัยต่อไป

3.9 การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการวิจัยเชิงพรรณนาร่วมกับข้อมูลจากการวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังนี้

1) วิเคราะห์ข้อมูลจากการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลภาคสนามร่วมกับข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2) ดำเนินการศึกษาเชิงพรรณนา (Descriptive Research) โดยนำข้อมูลจากการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ได้ดำเนินการ นำมาเปรียบเทียบข้อมูลโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตามแต่ละพารามิเตอร์เพื่อประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อม ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลทฤษฎีที่ได้รวบรวมมาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ทั้งจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้ที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอด้วยการอธิบายลักษณะทั่วไป ลักษณะจำเพาะ ความสัมพันธ์ ผลการตรวจสอบและประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยนำเสนอในรูปแบบการบรรยายเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นที่จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อแสดงถึง คุณภาพสิ่งแวดล้อมเมือง ชุมชนและอุตสาหกรรมในภาคตะวันออก

3) ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลปฐมภูมิ ข้อมูลทฤษฎีและข้อมูลการวิเคราะห์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนและก๊าซเรือนกระจกกับความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดินและทฤษฎีชววนการเป็นเมืองและอุตสาหกรรม (Urbanization and Industrialization Theory) โดยนำเสนอในรูปแบบการบรรยายเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นที่จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

4) วิเคราะห์ความคิดเห็นและจากการปรากฏการณ์เกาะความร้อนและก๊าซเรือนกระจก ร่วมกับการเอกสารที่เกี่ยวข้องนำมาวิเคราะห์เพื่อนำเสนอเชิงบรรยาย เกี่ยวกับข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแผนการบริหารจัดการ แนวทาง มาตรการและกลยุทธ์ในการลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนและก๊าซเรือนกระจกจากชุมชนเมืองและอุตสาหกรรม

บทที่ 4

การใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทย

การพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศทำให้เกิดการพัฒนาของหลาย ๆ พื้นที่ในพื้นที่ภาคตะวันออก เพื่อตอบสนองต่อนโยบายการขยายพื้นที่พัฒนาจากกรุงเทพฯ และปริมณฑลสู่พื้นที่เศรษฐกิจและอุตสาหกรรมใหม่ที่เกิดขึ้นตั้งแต่ช่วงต้นทศวรรษที่ 1980 ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ทำให้เกิดการขยายตัวของพื้นที่อุตสาหกรรมและเมืองไปทั่วภูมิภาคตะวันออก และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและการพัฒนาพลังงานเพื่อสนับสนุนการพัฒนาของพื้นที่ภาคตะวันออก ซึ่งเป็นผลจากการพัฒนาตามแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 ทำให้เกิดการพัฒนาก่ออุตสาหกรรมอย่างเข้มข้นและมีส่วนอย่างมากในการสร้างเศรษฐกิจของประเทศ นอกจากนี้ยังส่งผลต่อการพัฒนาเมืองและเกิดการกลายเป็นเมืองมากกว่าภูมิภาคอื่น รวมถึงการเพิ่มขึ้นของประชากรที่เข้ามาทั้งเพื่อการอยู่อาศัยและการทำงานจากการกลายเป็นอุตสาหกรรมและการกลายเป็นเมืองของภูมิภาคนี้ โดยความเป็นเมืองของภูมิภาคตะวันออกมีการขยายออกไปอย่างมากเนื่องจากการอพยพเข้ามาของประชากรจากทั่วประเทศ เนื่องจากภาคตะวันออกกลายเป็นศูนย์กลางสำหรับการทำงาน การค้า และอุตสาหกรรม การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินมีส่วนอย่างมากที่สะท้อนให้เห็นถึงลักษณะความเป็นเมืองและอุตสาหกรรมของภูมิภาค

4.1 สถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินพื้นที่ภาคตะวันออก

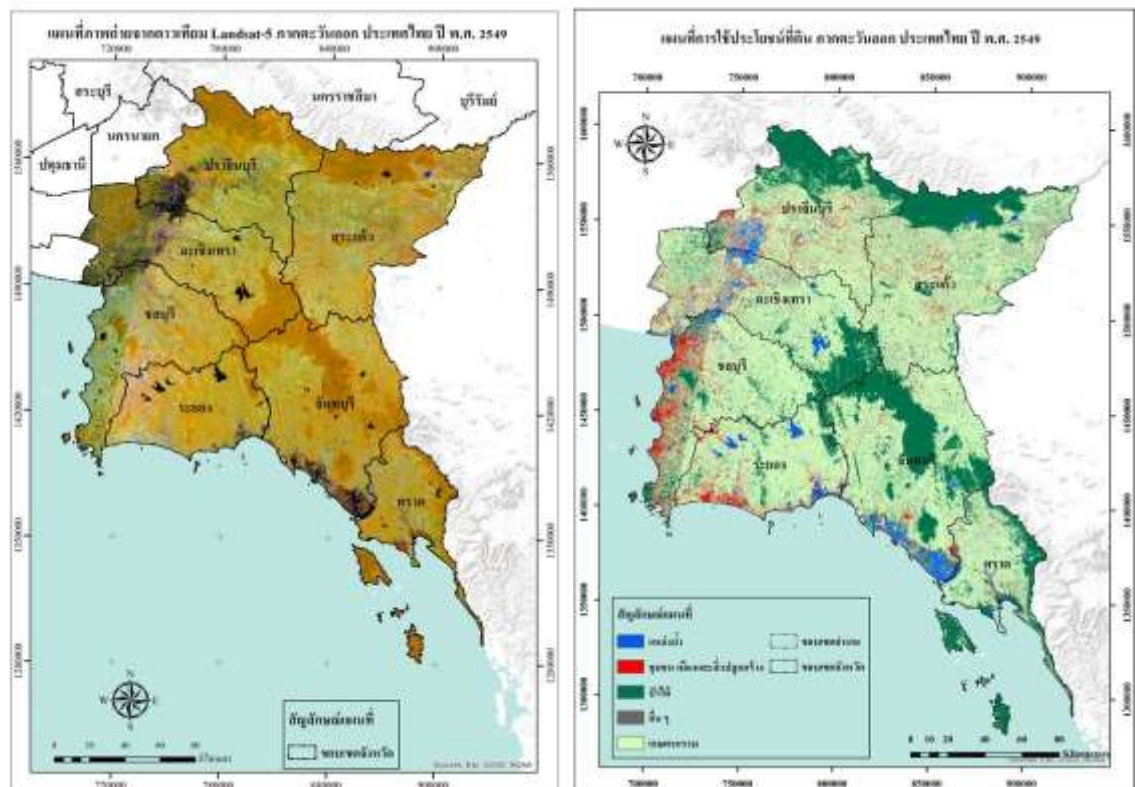
การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ แหล่งน้ำ เกษตรกรรม ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้าง และพื้นที่ว่างเปล่า เมื่อใช้ภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินภาคตะวันออกด้วยเทคนิคการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification) ในปี พ.ศ. 2549 และ ปี 2560 พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ยังคงเป็นพื้นที่เกษตรกรรม แสดงแทนด้วยสีเขียวอ่อน รองลงมาคือป่าไม้ แสดงแทนด้วยสีเขียวเข้ม ชุมชน เมืองและสิ่งปลูกสร้าง แสดงแทนด้วยสีแดง ส่วนพื้นที่แหล่งน้ำและพื้นที่ว่างเปล่า แสดงแทนด้วยสีน้ำเงินและสีเทา ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4-1 และ 4-2 และตารางที่ 4-1

จากตารางที่ 4-1 สามารถอธิบายได้ว่า ในปี พ.ศ. 2549 ภาคตะวันออก มีพื้นที่เกษตรกรรม เท่ากับ 13,367,370 ไร่ หรือร้อยละ 62.21 ของพื้นที่ทั้งหมด และลดลงเป็น 13,234,421 ไร่ ในปี พ.ศ. 2560 จำนวน 132,948 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.62 ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งพืชที่นิยมปลูกในภาคตะวันออก คือ ข้าว มันสำปะหลัง อ้อย ยางพารา ปาล์มน้ำมัน ยูคาลิปตัส และผลไม้ ในขณะที่พื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่เท่ากับ 5,024,052 ไร่ ในปี พ.ศ. 2549 คิดเป็นร้อยละ 23.38 ของพื้นที่ทั้งหมด และลดลงเป็น 4,801,498 ไร่ในปี พ.ศ. 2560 จำนวน 222,555 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.04 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนพื้นที่ชุมชน เมือง อุตสาหกรรมและสิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ มีพื้นที่เท่ากับ 1,290,781 ไร่ ในปี พ.ศ. 2549 คิดเป็นร้อยละ 6.01 ของพื้นที่ทั้งหมด และเพิ่มขึ้นเป็น 1,637,983 ไร่ในปี พ.ศ. 2560 จำนวน 347,202 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.62 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยที่พื้นที่แหล่งน้ำมีพื้นที่เท่ากับ 752,434 ไร่ ในปี พ.ศ. 2549 คิดเป็นร้อยละ 3.50 ของพื้นที่ทั้งหมด และลดลงเป็น 752,227 ไร่ในปี พ.ศ. 2560

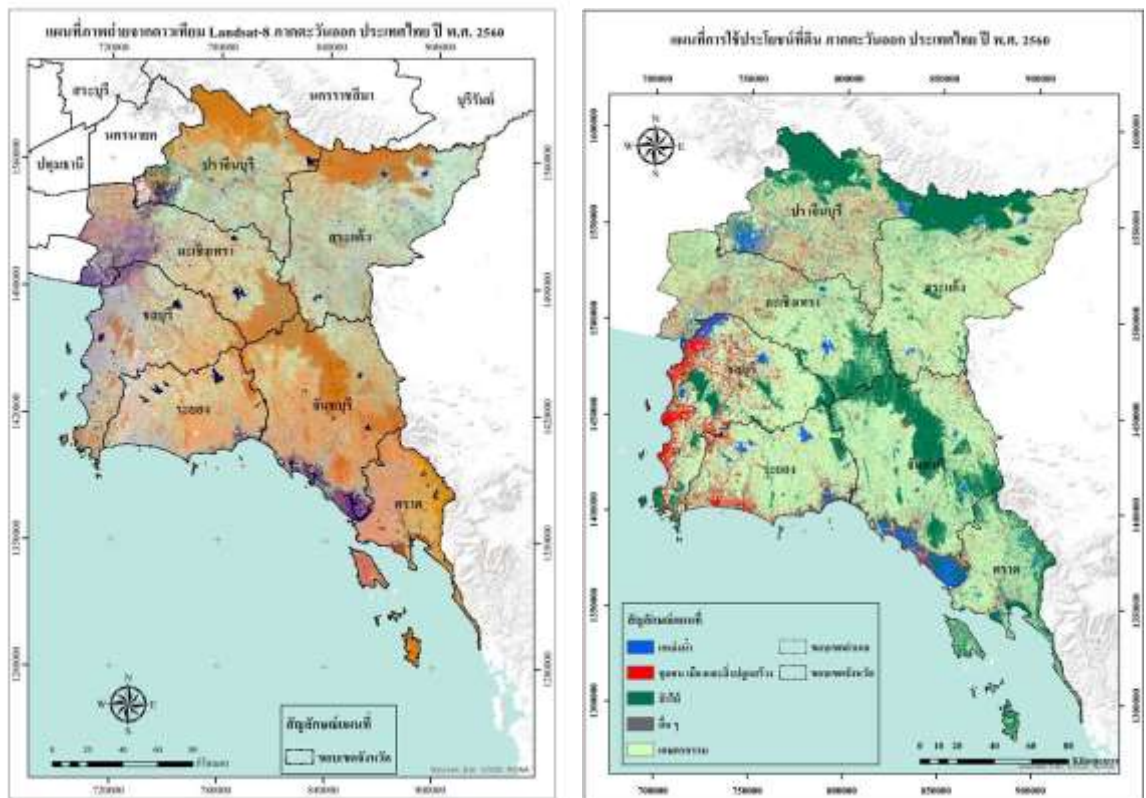
จำนวน -207ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.00 ของพื้นที่ทั้งหมด และพื้นที่ว่างเปล่ามีพื้นที่เท่ากับ 1,053,174 ไร่ ในปี พ.ศ. 2549 คิดเป็นร้อยละ 4.90 ของพื้นที่ทั้งหมด และเพิ่มขึ้นเป็น 1,061,683 ไร่ในปี พ.ศ. 2560 จำนวน 8509 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.04 ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งพื้นที่แหล่งน้ำและที่ว่างเปล่ามีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยต่อพื้นที่ทั้งหมด

ตารางที่ 4-1 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี พ.ศ. 2549 และ 2560

สิ่งปกคลุมดิน	ปี พ.ศ. 2549		ปี พ.ศ. 2560		ความแตกต่าง	
	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
แหล่งน้ำ	752,434	3.50	752,227	3.50	-207	0.00
เมือง สิ่งปลูกสร้าง	1,290,781	6.01	1,637,983	7.62	347,202	1.62
เกษตรกรรม	13,367,370	62.21	13,234,421	61.59	-132,948	-0.62
ว่างเปล่า	1,053,174	4.90	1,061,683	4.94	8,509	0.04
ป่าไม้	5,024,052	23.38	4,801,498	22.35	-222,555	-1.04
รวม	21,487,811	100.00	21,487,811	100.00		



ภาพที่ 4-1 ภาพถ่ายดาวเทียม และ แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือปีพ.ศ. 2549



ภาพที่ 4-2 ภาพถ่ายดาวเทียม และ แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ภาคตะวันออกปีพ.ศ. 2560

การกลายเป็นเมืองและการเป็นอุตสาหกรรมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของพื้นที่ภาคตะวันออก เมื่อเปรียบเทียบการใช้ที่ดินในพื้นที่ภาคตะวันออกทั้งหมดระหว่างปี 2549 และ 2560 ผลแสดงตามตารางที่ 4-1 จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินพื้นที่ภาคตะวันออก โดยในปี 2560 มีการเพิ่มขึ้นของอาคารและเพิ่มขึ้นของพื้นที่เมือง ขณะที่พื้นที่ส่วนที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมมีขนาดลดลง โดยในปี 2549 มีพื้นที่เกษตรกรรมร้อยละ 62.21 มีพื้นที่ป่าครอบคลุมร้อยละ 23.38 ส่วนในปี 2560 พื้นที่การเกษตรกรรมลดลงร้อยละ 0.62 และพื้นที่ป่าลดลงประมาณร้อยละ 1.04 เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ปี 2549 ดังแสดงในภาพที่ 4-1 และ ภาพที่ 4-2

เมื่อพิจารณาการใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินรายจังหวัดในภาคตะวันออก พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างจากปี 2549 ที่มีพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างรายจังหวัดดังนี้ ชลบุรี 356,055 ไร่ ระยอง 178,758 ไร่ จันทบุรี 111,485 ไร่ ตราด 45,168 ไร่ สระแก้ว 173,784 ไร่ ปราจีนบุรี 214,828 ไร่ และ ฉะเชิงเทรา 210,702 ไร่ ในปี 2560เปลี่ยนแปลงเป็น ชลบุรี 482,527 ไร่ ระยอง 231,785 ไร่ จันทบุรี 149,174 ไร่ ตราด 58,471 ไร่ สระแก้ว 192,704 ไร่ ปราจีนบุรี 266,072 ไร่ และ ฉะเชิงเทรา 257,250 ไร่ ดังแสดงในตารางที่ 4-2 และ 4-3 จะเห็นได้ว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมทั้งภาคตะวันออกในปี 2560 พื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างเพิ่มขึ้นเป็น 1,637,983 ไร่ หรือร้อยละ 7.62 จาก 1,290,781 ไร่ หรือ ร้อยละ 6.00 ของพื้นที่ทั้งหมด ในปี 2549 รายละเอียดของการใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินที่วิเคราะห์เป็นรายจังหวัดซึ่งจะอธิบายในส่วนถัดไป

ตารางที่ 4-2 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปลูกคลุมดินรายจังหวัดในภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2549 (ไร่)

สิ่งปลูกคลุมดิน	ชลบุรี	ระยอง	จันทบุรี	ตราด	สระแก้ว	ปราจีนบุรี	ฉะเชิงเทรา	รวม
แหล่งน้ำ	83,137	117,996	175,283	81,440	32,955	93,987	167,635	752,434 (3.50%)
เมืองและสิ่งปลูกสร้าง	356,055	178,758	111,485	45,168	173,784	214,828	210,702	1,290,781 (6.00%)
เกษตรกรรม	1,778,716	1,659,690	2,228,019	964,812	2,895,706	1,666,980	2,173,447	13,367,370 (62.20%)
ว่างเปล่า	118,714	71,722	140,318	115,771	288,231	133,463	184,956	1,053,174 (4.90%)
ป่าไม้	390,252	191,834	1,306,146	554,683	1,106,284	867,218	607,635	5,024,052 (23.38%)
รวม	2,726,875	2,220,000	3,961,250	1,761,875	4,496,961	2,976,476	3,344,375	21,487,811 (100%)

ตารางที่ 4-3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปลูกคลุมดินรายจังหวัดในภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2560 (ไร่)

สิ่งปลูกคลุมดิน	ชลบุรี	ระยอง	จันทบุรี	ตราด	สระแก้ว	ปราจีนบุรี	ฉะเชิงเทรา	รวม
แหล่งน้ำ	151,450	82,803	172,807	111,839	36,578	117,049	79,702	752,227 (3.50%)
เมืองและสิ่งปลูกสร้าง	482,527	231,785	149,174	58,471	192,704	266,072	257,250	1,637,983 (7.62%)
เกษตรกรรม	1,615,067	1,603,787	2,236,006	1,003,262	3,024,895	1,457,376	2,294,028	13,234,421 (61.59%)
ว่างเปล่า	131,577	136,875	117,778	47,484	212,580	257,632	157,757	1,061,683 (4.94%)
ป่าไม้	346,254	164,751	1,285,485	540,819	1,030,205	878,347	555,639	4,801,498 (22.34%)
รวม	2,726,875	2,220,000	3,961,250	1,761,875	4,496,961	2,976,476	3,344,375	21,487,811 (100%)

4.2 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปลูกคลุมดิน จังหวัดชลบุรี

จังหวัดชลบุรีเป็นจังหวัดที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจของภาคตะวันออกและทั้งในด้านพาณิชยกรรม อุตสาหกรรม การเกษตรกรรม และการท่องเที่ยว การวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียมระหว่างปี พ.ศ. 2549 และ 2560 ดังแสดงในตารางที่ 4-4 และภาพที่ 4-3 พบว่าในปี พ.ศ. 2560 พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดเป็นพื้นที่เกษตรกรรมเท่ากับ 1,615,067 ไร่ หรือร้อยละ 59.23 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด ซึ่งลดลงจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 163,649 ไร่ หรือร้อยละ 6 โดยมีการปลูกพืชเศรษฐกิจสำคัญ เช่น ข้าว มันสำปะหลัง สับปะรด ปาล์มน้ำมันและยางพารากระจายในอำเภอพนัสนิคม บ้านบึง บ่อทอง หนองใหญ่ และเกาะจันทร์

พื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้าง ในปี พ.ศ. 2560 มีจำนวนเท่ากับ 482,527 ไร่ หรือร้อยละ 17.70 ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 126,472 ไร่ หรือร้อยละ 4.64 โดยมีนิคมอุตสาหกรรมหลักคือ นิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง นิคมอุตสาหกรรมปิ่นทอง นิคมอุตสาหกรรมเหมราช ชลบุรีในอำเภอศรีราชา นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร ชลบุรี ในอำเภอเมืองชลบุรี และมีที่อยู่อาศัยกระจายอยู่โดยรอบนิคมอุตสาหกรรมและเมืองท่องเที่ยวต่าง ๆ เช่น อำเภอเมืองชลบุรี อำเภอศรีราชาและสัตหีบ และเขตปกครองพิเศษพัทยา

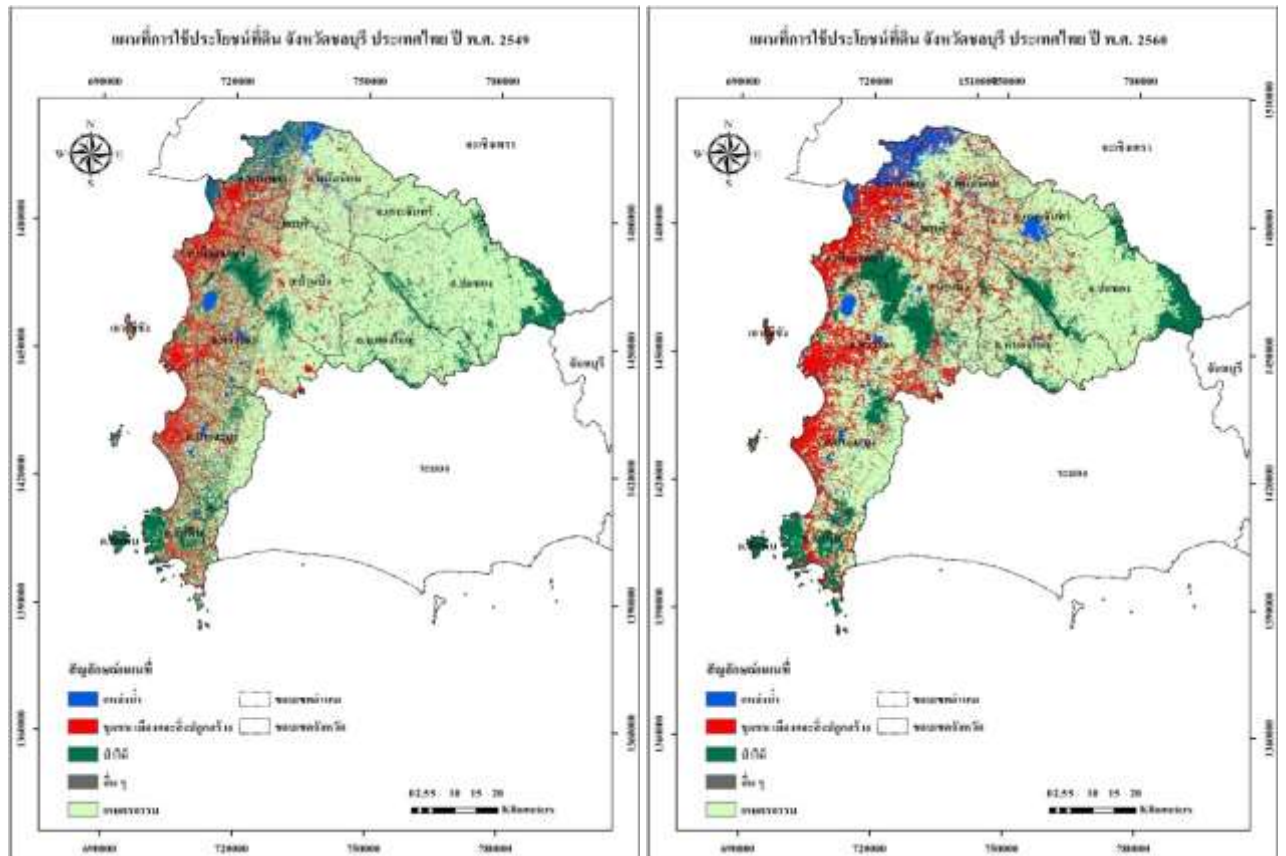
พื้นที่ป่าไม้ในปี พ.ศ. 2560 คงเหลือ 346,254 ไร่ หรือร้อยละ 12.70 ซึ่งลดลงจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 43,999 ไร่ หรือร้อยละ 1.61 พบมากในอำเภอบ้านบึง อำเภอบ่อทอง อำเภอสัตหีบ บางส่วนของอำเภอเมืองและอำเภอศรีราชา ส่วนใหญ่เป็นป่าไม้ประเภทป่าดิบแล้ง

พื้นที่แหล่งน้ำในมี พ.ศ. 2560 มีจำนวน 151,450 หรือร้อยละ 5.55 เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 68,312 หรือร้อยละ 2.51 มีทั้งอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก รวมกว่า 50 แห่ง เช่นอ่างเก็บน้ำบางพระ ในอำเภอเมืองชลบุรี อ่างเก็บน้ำหนองค้อ ในอำเภอศรีราชา และอ่างเก็บน้ำมาบประชัน ในอำเภอสัตหีบ

พื้นที่ว่างเปล่า ในปี พ.ศ. 2560 มีจำนวน 131,577 ไร่ หรือร้อยละ 4.83 โดยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 1,2863 ไร่ หรือร้อยละ 0.47 ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรที่เก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว พื้นที่รกร้างว่างเปล่าที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ หรือพื้นที่ว่างเปล่าที่เตรียมปรับพื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้าง

ตารางที่ 4.4 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปลูกคลุมดิน จังหวัดชลบุรี ปี พ.ศ. 2549 และ 2560

สิ่งปลูกคลุมดิน	ปี พ.ศ. 2549		ปี พ.ศ. 2560		ความแตกต่าง	
	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
แหล่งน้ำ	83,137	3.05	151,450	5.55	68,312	2.51
เมือง สิ่งปลูกสร้าง	356,055	13.06	482,527	17.70	126,472	4.64
เกษตรกรรม	1,778,716	65.23	1,615,067	59.23	-163,649	-6.00
ว่างเปล่า	118,714	4.35	131,577	4.83	1,2863	0.47
ป่าไม้	390,252	14.31	346,254	12.70	-43,999	-1.61
รวม	2,726,875	100.00	2,726,875	100.00		



(ก) 2549

(ข) 2560

ภาพที่ 4-3 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดชลบุรี ปี พ.ศ. 2549 (ก) และ 2560 (ข)

4.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดระยอง

จังหวัดระยอง เป็นอีกหนึ่งจังหวัดที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจของภาคตะวันออก ทั้งในด้านอุตสาหกรรม การเกษตรกรรม และการท่องเที่ยว เช่นเดียวกับจังหวัดชลบุรี การวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียมระหว่างปี พ.ศ. 2549 และ 2560 ดังตารางที่ 4-5 และภาพที่ 4-4 พบว่าในปี พ.ศ. 2560 พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดเป็นพื้นที่เกษตรกรรมเท่ากับ 1,603,787 ไร่ หรือร้อยละ 72.24 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยลดลงจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 53,027 ไร่ หรือร้อยละ 2.52 ซึ่งมีการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจจำนวนมาก ทั้งมันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะยางพาราที่มีเนื้อที่เพาะปลูกมากที่สุดในภาคตะวันออก

พื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้าง ในปี พ.ศ. 2560 มีจำนวนเท่ากับ 231,785 ไร่ หรือร้อยละ 10.44 โดยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 53,027 ไร่ หรือร้อยละ 2.39 ซึ่งมีนิคมอุตสาหกรรมหลักคือ นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด นิคมอุตสาหกรรมผาแดง นิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด ในอำเภอเมืองระยอง นิคมอุตสาหกรรมเหมราชอีสเทิร์นซีบอร์ด และนิคมอุตสาหกรรมอมตะซิตี้ในอำเภอลวกแดง

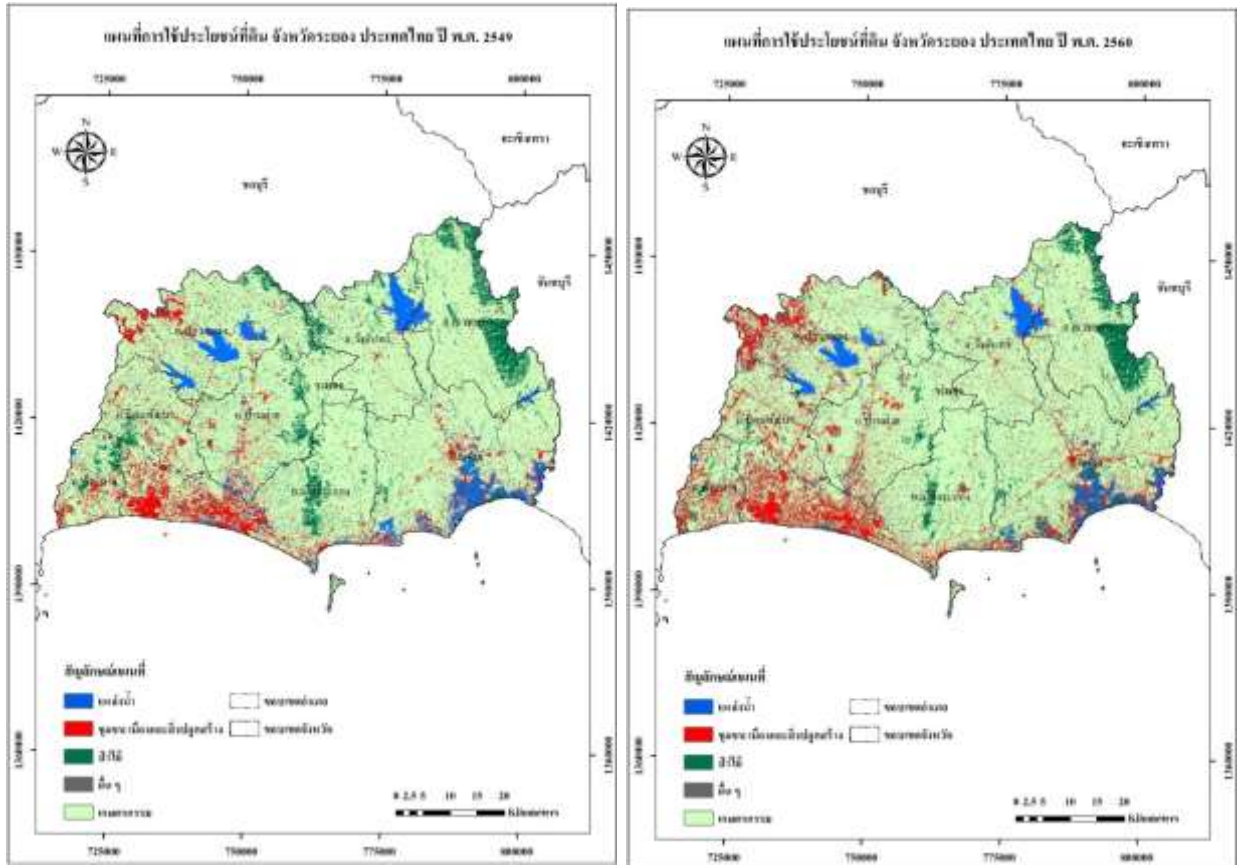
พื้นที่ป่าไม้ในปี พ.ศ. 2560 คงเหลือ 164,751 ไร่ หรือร้อยละ 7.42 โดยลดลงจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 27,083 ไร่ หรือร้อยละ 1.22 ซึ่งพื้นที่ป่าไม้พบในอำเภอเมืองระยอง อำเภอเขาชะเมา และบางส่วนของอำเภอบ้านค่าย รวมถึงป่าชายเลนในอำเภอแกลง

พื้นที่แหล่งน้ำมีจำนวนพื้นที่น้อยที่สุดในปี พ.ศ. 2560 เท่ากับ 82,803 ไร่ หรือร้อยละ 3.73 โดยมีแม่น้ำที่สำคัญได้แก่ แม่น้ำระยอง ในอำเภอเมืองระยอง แม่น้ำประแสร์ ในอำเภอแกลง อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล อ่างเก็บน้ำดอกกราย และอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ ในอำเภอลวกแดง อ่างเก็บน้ำประแส ในอำเภอวังจันทร์

พื้นที่ว่างเปล่า ในปี พ.ศ. 2560 มีจำนวน 136,875 ไร่ หรือร้อยละ 6.17 เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 65,153 ไร่ หรือร้อยละ 2.93 ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรที่เก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว หรือพื้นที่รกร้างว่างเปล่าที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์

ตารางที่ 4-5 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดระยอง ปี พ.ศ. 2549 และ 2560

สิ่งปกคลุมดิน	ปี พ.ศ. 2549		ปี พ.ศ. 2560		ความแตกต่าง	
	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
แหล่งน้ำ	117,996	5.32	82,803	3.73	-35,194	-1.59
เมืองและสิ่งปลูกสร้าง	178,758	8.05	231,785	10.44	53,027	2.39
เกษตรกรรม	1,659,690	74.76	1,603,787	72.24	-55,903	-2.52
ว่างเปล่า	71,722	3.23	136,875	6.17	65,153	2.93
ป่าไม้	191,834	8.64	164,751	7.42	-27,083	-1.22
รวม	2,220,000	100.00	2,220,000	100.00		



(ก) 2549

(ข) 2560

ภาพที่ 4-4 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดระยองปี พ.ศ. 2549 (ก) และ 2560 (ข)

4.4 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดจันทบุรี

การวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียมจังหวัดจันทบุรีระหว่างปี พ.ศ. 2549 และ 2560 ดังตารางที่ 4-6 และภาพที่ 4-5 จังหวัดจันทบุรี พบว่า ในปี พ.ศ. 2560 พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดเป็นพื้นที่เกษตรกรรม จำนวน 2,236,006 ไร่ หรือร้อยละ 56.45 ของพื้นที่จังหวัด โดยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 7,988 ไร่ หรือร้อยละ 0.20 ดังตารางที่ 4 และภาพที่ 5 ซึ่งมีพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เช่น มันสำปะหลัง ยางพารา มังคุด ทุเรียน เงาะ เพาะปลูกกระจายในแต่ละอำเภอ

พื้นที่ป่าไม้ ในปี พ.ศ. 2560 คงเหลือ 1,285,485 ไร่ หรือร้อยละ 32.45 โดยลดลงจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 20,661 ไร่ หรือร้อยละ 0.52 พบมากในอำเภอแก่งหางแมว เขาคิชฌกูฏ เขาสอยดาว และอำเภอโป่งน้ำร้อน ส่วนใหญ่เป็นป่าดิบแล้ง ป่าดิบชื้น และป่าชายเลน

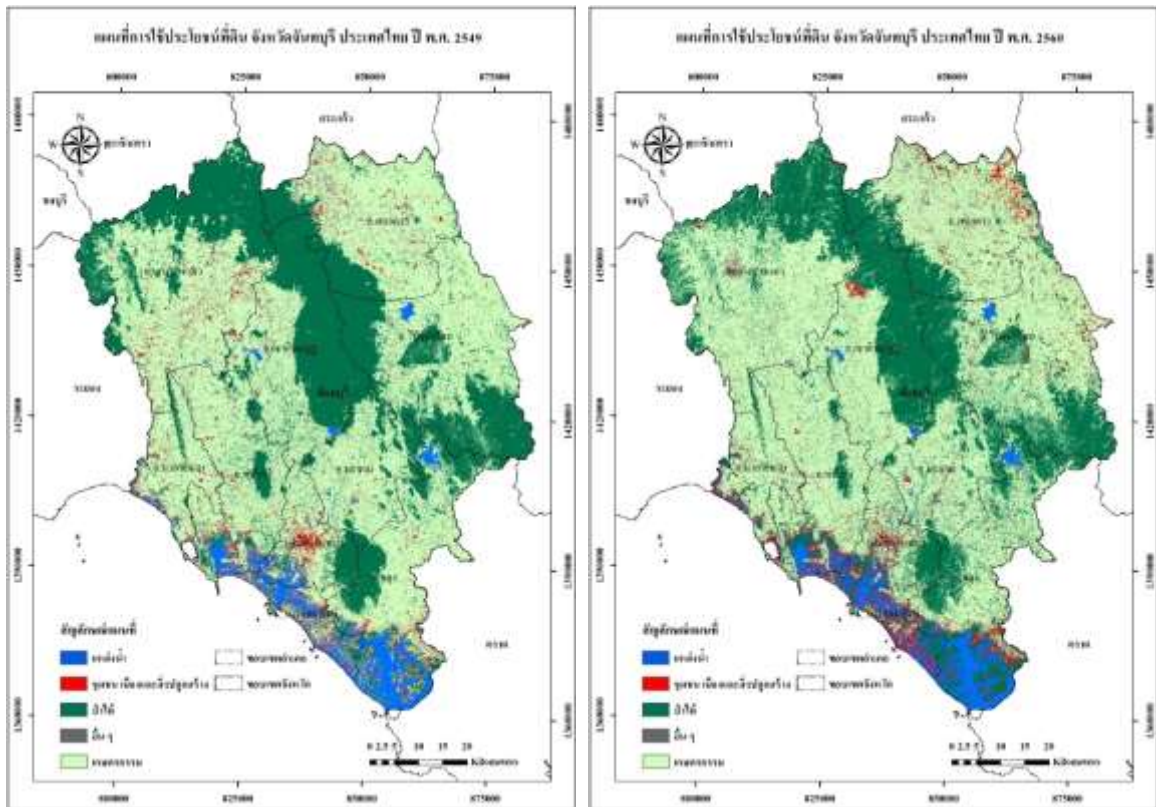
พื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้าง ในปี พ.ศ. 2560 มีจำนวน 149,174 ไร่ หรือร้อยละ 3.77 โดยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 37,689 ไร่ หรือร้อยละ 0.95 พบกระจายในตัวเมืองของอำเภอต่าง ๆ ซึ่งจังหวัดจันทบุรีเป็นจังหวัดที่ไม่มีนิคมอุตสาหกรรมภายใต้พื้นที่จังหวัด แต่จะมีโรงงานอุตสาหกรรมจำพวกอุตสาหกรรมกระดาษและอุตสาหกรรมอาหารเป็นหลัก

พื้นที่แหล่งน้ำ ในปี พ.ศ. 2560 คงเหลือ 172,807 ไร่ หรือร้อยละ 4.36 ลดลงจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 2,476 ไร่ หรือร้อยละ 0.06 โดยมีแม่น้ำที่สำคัญ คือ แม่น้ำพังราด แม่น้ำวังโตนด แม่น้ำจันทบุรี และแม่น้ำเวฬุ ส่วนอ่างเก็บน้ำที่สำคัญ คือ อ่างเก็บน้ำคลองศาลทราย อ่างเก็บน้ำบ้านพลวง ในอำเภอเขาคิชฌกูฏ อ่างเก็บน้ำคลองบอน อ่างเก็บน้ำคลองพระพุทธร ในอำเภอโป่งน้ำร้อน และอ่างเก็บน้ำศรีธาร ในอำเภอมะขาม

พื้นที่ว่างเปล่า ในปี พ.ศ. 2560 มีจำนวน 117,778 ไร่ หรือร้อยละ 2.97 ลดลงจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 22,540 ไร่ หรือร้อยละ 0.95 ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรที่เก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว หรือพื้นที่รกร้างว่างเปล่าที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์

ตารางที่ 4-6 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดจันทบุรี ปี พ.ศ. 2549 และ 2560

สิ่งปกคลุมดิน	ปี พ.ศ. 2549		ปี พ.ศ. 2560		ความแตกต่าง	
	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
แหล่งน้ำ	175,283	4.42	172,807	4.36	-2,476	-0.06
เมืองและสิ่งปลูกสร้าง	111,485	2.81	149,174	3.77	37,689	0.95
เกษตรกรรม	2,228,019	56.25	2,236,006	56.45	7,988	0.20
ว่างเปล่า	140,318	3.54	117,778	2.97	-22,540	-0.57
ป่าไม้	1,306,146	32.97	1,285,485	32.45	-20,661	-0.52
รวม	3,961,250	100.00	3,961,250	100.00		



(ก) 2549

(ข) 2560

ภาพที่ 4-5 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดจันทบุรีปี พ.ศ. 2549 (ก) และ 2560 (ข)

4.5 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดตราด

การวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียมจังหวัดตราดระหว่างปี พ.ศ. 2549 และ 2560 ดังตารางที่ 4-7 และภาพที่ 4-6 พบว่า ในปี พ.ศ. 2560 พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดเป็นพื้นที่เกษตรกรรม จำนวน 1,003,262 ไร่ หรือร้อยละ 56.94 ของพื้นที่จังหวัด โดยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 38,450 ไร่ หรือร้อยละ 2.18 ดังตารางที่ 5 และภาพที่ 6 ซึ่งมีพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน เงาะ มังคุด ทุเรียน สับปะรด ข้าว และลองกอง กระจายในแต่ละอำเภอ

พื้นที่ป่าไม้ ในปี พ.ศ. 2560 คงเหลือ 540,819 ไร่ หรือร้อยละ 30.70 โดยลดลงจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 13,864 ไร่ หรือร้อยละ 0.79 พบมากในอำเภอเมืองตราด อำเภอบ่อไร่ อำเภอเกาะช้าง อำเภอเกาะกูดและอำเภอโป่งน้ำร้อน และอำเภอคลองใหญ่ ส่วนใหญ่เป็นป่าเบญจพรรณ ป่าดิบชื้น และป่าชายเลน

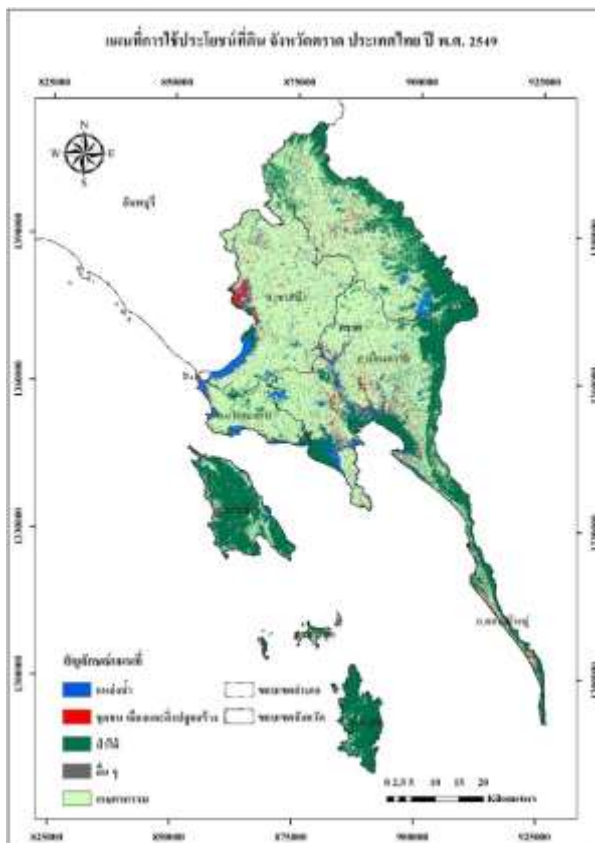
พื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้าง ในปี พ.ศ. 2560 มีจำนวน 58,471 ไร่ หรือร้อยละ 3.32 โดยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 13,303 ไร่ หรือร้อยละ 0.76 พบกระจายในตัวเมืองของอำเภอต่าง ๆ ซึ่งจังหวัดตราดเป็นจังหวัดที่ไม่มีนิคมอุตสาหกรรมภายใต้พื้นที่จังหวัด แต่จะมีสถานประกอบอุตสาหกรรมจำพวกอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมเกษตร เป็นหลัก

พื้นที่แหล่งน้ำ ในปี พ.ศ. 2560 จำนวน 111,839 ไร่ หรือร้อยละ 6.35 เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 30,399 ไร่ หรือร้อยละ 0.76 โดยมีแม่น้ำที่สำคัญ คือ แม่น้ำตราด ซึ่งเป็นแม่น้ำที่ใหญ่ที่สุด ไหลผ่านอำเภอคลองใหญ่ อำเภอบ่อไร่ อำเภอเขาสมิง และอำเภอเมือง และแม่น้ำเวฬุ ซึ่งแบ่งเขตแดนระหว่างจังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด ส่วนอ่างเก็บน้ำที่สำคัญ คือ อ่างเก็บน้ำด่านชุมพล อ่างเก็บน้ำบ้านมะนาว อ่างเก็บน้ำคลองโสน ในอำเภอบ่อไร่ อ่างเก็บน้ำห้วยแร้ง อ่างเก็บน้ำวังปลาหมอ อ่างเก็บน้ำเขาระกำ ในอำเภอเมืองตราด

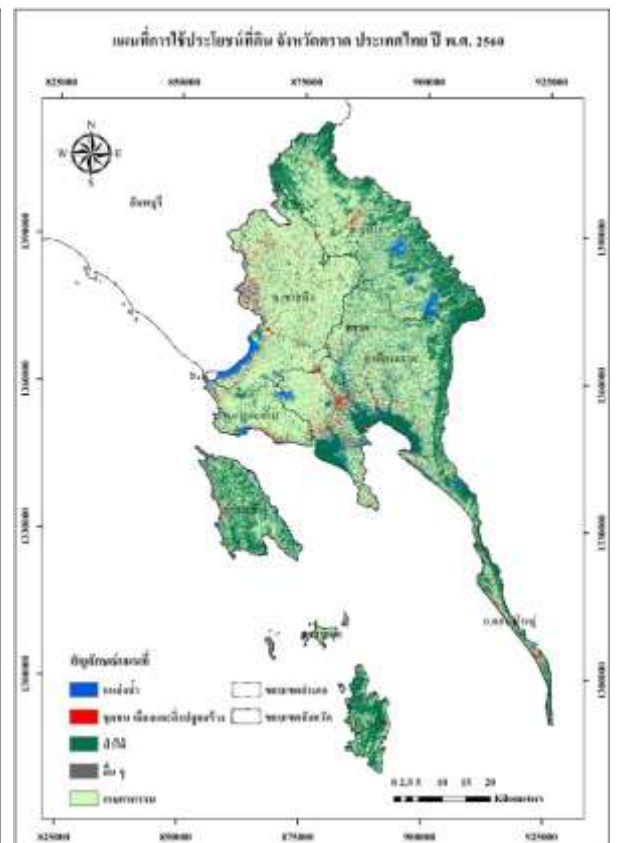
พื้นที่ว่างเปล่า ในปี พ.ศ. 2560 คงเหลือ 47,484 ไร่ หรือร้อยละ 2.70 ลดลงจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 68,267 ไร่ หรือร้อยละ 3.88 ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรที่เก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว หรือพื้นที่รกร้างว่างเปล่าที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์

ตารางที่ 4-7 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดตราด ปี พ.ศ. 2549 และ 2560

สิ่งปกคลุมดิน	ปี พ.ศ. 2549		ปี พ.ศ. 2560		ความแตกต่าง	
	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
แหล่งน้ำ	81,440	4.62	111,839	6.35	30,399	1.73
เมืองและสิ่งปลูกสร้าง	45,168	2.56	58,471	3.32	13,303	0.76
เกษตรกรรม	964,812	54.76	1,003,262	56.94	38,450	2.18
ว่างเปล่า	115,771	6.57	47,484	2.70	-68,287	-3.88
ป่าไม้	554,683	31.48	540,819	30.70	-13,864	-0.79
รวม	1,761,875	100.00	1,761,875	100.00		



(ก) 2549



(ข) 2560

ภาพที่ 4-6 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดตราดปี พ.ศ. 2549 (ก) และ 2560 (ข)

4.6 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดฉะเชิงเทรา

การวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียม จังหวัดฉะเชิงเทรา ระหว่างปี พ.ศ. 2549 และ 2560 ดังตารางที่ 4-8 และภาพที่ 4-7 พบว่า ในปี พ.ศ. 2560 พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดเป็นพื้นที่เกษตรกรรม จำนวน 2,294,028 ไร่ หรือร้อยละ 68.59 ของพื้นที่จังหวัด โดยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 120,581 ไร่ หรือร้อยละ 3.61 ดังตารางที่ 6 และภาพที่ 7 ซึ่งมีพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เช่น นาข้าว มันสำปะหลัง ยางพารา และ ยูคาลิปตัส

พื้นที่ป่าไม้ ในปี พ.ศ. 2560 คงเหลือ 555,639 ไร่ หรือร้อยละ 16.61 โดยลดลงจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 51,996 ไร่ หรือร้อยละ 1.55 พบมากในอำเภอท่าตะเกียบ อำเภอสนามชัยเขต ส่วนป่าชายเลน พบมากในอำเภอบางปะกง อำเภอบ้านโพธิ์ และอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา ส่วนใหญ่เป็นประเภทป่าดิบแล้ง และป่าชายเลน

พื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้าง ในปี พ.ศ. 2560 มีจำนวน 257,250 ไร่ หรือร้อยละ 7.69 โดยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 46,549 ไร่ หรือร้อยละ 1.39 พบกระจายในตัวเมืองของอำเภอต่าง ๆ ซึ่งจังหวัดฉะเชิงเทรามีนิคมอุตสาหกรรมสำคัญ คือ นิคมอุตสาหกรรมเวลโกรว์ นิคมอุตสาหกรรม ที เอฟ ดี ในอำเภอบางปะกง และนิคมอุตสาหกรรมเกตเวย์ซิตี้ ฉะเชิงเทรา ในอำเภอ

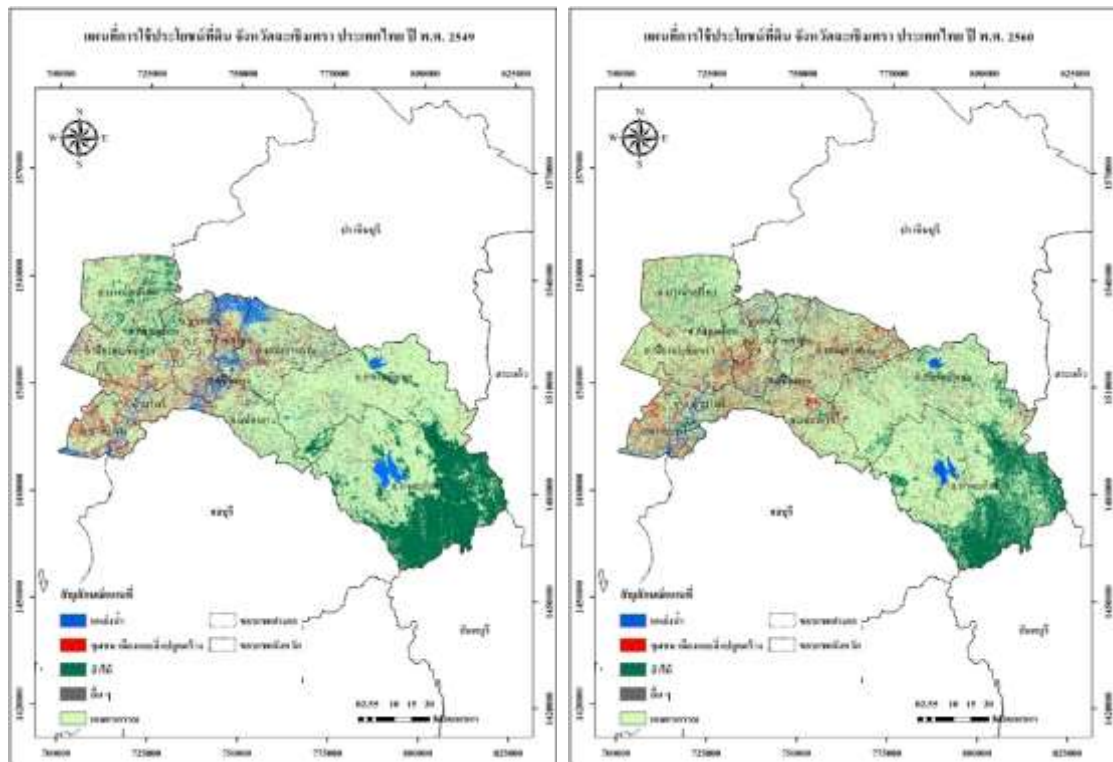
แปลงยาว ส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมทางการเกษตร อุปกรณ์ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ขึ้นส่วนรถยนต์และประกอบรถยนต์ เป็นต้น

พื้นที่แหล่งน้ำ ในปี พ.ศ. 2560 คงเหลือ 79,702 ไร่ หรือร้อยละ 2.38 ลดลงจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 87,933 ไร่ หรือร้อยละ 2.63 โดยมีแม่น้ำที่สำคัญ คือ แม่น้ำบางปะกง ซึ่งเป็นแม่น้ำที่ใหญ่ที่สุด ไหลผ่านอำเภอบางคล้า อำเภอลองเขื่อน อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา อำเภอบ้านโพธิ์ และบางปะกง ส่วนอ่างเก็บน้ำที่สำคัญ คือ อ่างเก็บน้ำคลองระบม อ่างเก็บน้ำลาดกระทิง ในอำเภอสนามชัย เขต และเขื่อนสิียด (อ่างเก็บน้ำสิียด) ในอำเภอนาทะเกษียบ

พื้นที่ว่างเปล่า ในปี พ.ศ. 2560 คงเหลือ 157,757 ไร่ หรือร้อยละ 4.72 ลดลงจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 27,199 ไร่ หรือร้อยละ 0.81 ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรที่เก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว พื้นที่รกร้างว่างเปล่าที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ หรือพื้นที่ว่างเปล่าที่เตรียมปรับพื้นที่เป็นอุตสาหกรรม

ตารางที่ 4-8 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดฉะเชิงเทรา ปี พ.ศ. 2549 และ 2560

สิ่งปกคลุมดิน	ปี พ.ศ. 2549		ปี พ.ศ. 2560		ความแตกต่าง	
	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
แหล่งน้ำ	167,635	5.01	79,702	2.38	-87,933	-2.63
เมืองและสิ่งปลูกสร้าง	210,702	6.30	257,250	7.69	46,549	1.39
เกษตรกรรม	2,173,447	64.99	2,294,028	68.59	120,581	3.61
ว่างเปล่า	184,956	5.53	157,757	4.72	-27,199	-0.81
ป่าไม้	607,635	18.17	555,639	16.61	-51,996	-1.55
รวม	3,344,375	100.00	3,344,375	100.00		



(ก) 2549

(ข) 2560

ภาพที่ 4-7 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดฉะเชิงเทราปี พ.ศ. 2549 (ก) และ 2560 (ข)

4.7 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดปราจีนบุรี

การวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียม จังหวัดปราจีนบุรี ระหว่างปี พ.ศ. 2549 และ 2560 ดังตารางที่ 4-9 และภาพที่ 4-8 พบว่า ในปี พ.ศ. 2560 พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดเป็นพื้นที่เกษตรกรรม จำนวน 1,457,376 ไร่ หรือร้อยละ 48.96 ของพื้นที่จังหวัด โดยลดลงจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 209,603 ไร่ หรือร้อยละ -7.04 ดังตารางที่ 7 และภาพที่ 8 ซึ่งมีพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เช่น ข้าว มันสำปะหลัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อยโรงงาน ไม้ตรง และยางพารา

พื้นที่ป่าไม้ ในปี พ.ศ. 2560 มีจำนวน 878,347 ไร่ หรือร้อยละ 29.51 โดยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 11,129 ไร่ หรือร้อยละ 0.37 พบมากในอำเภอประจันตคาม และอำเภอนาคี ส่วนใหญ่เป็นประเภทป่าดิบแล้ง

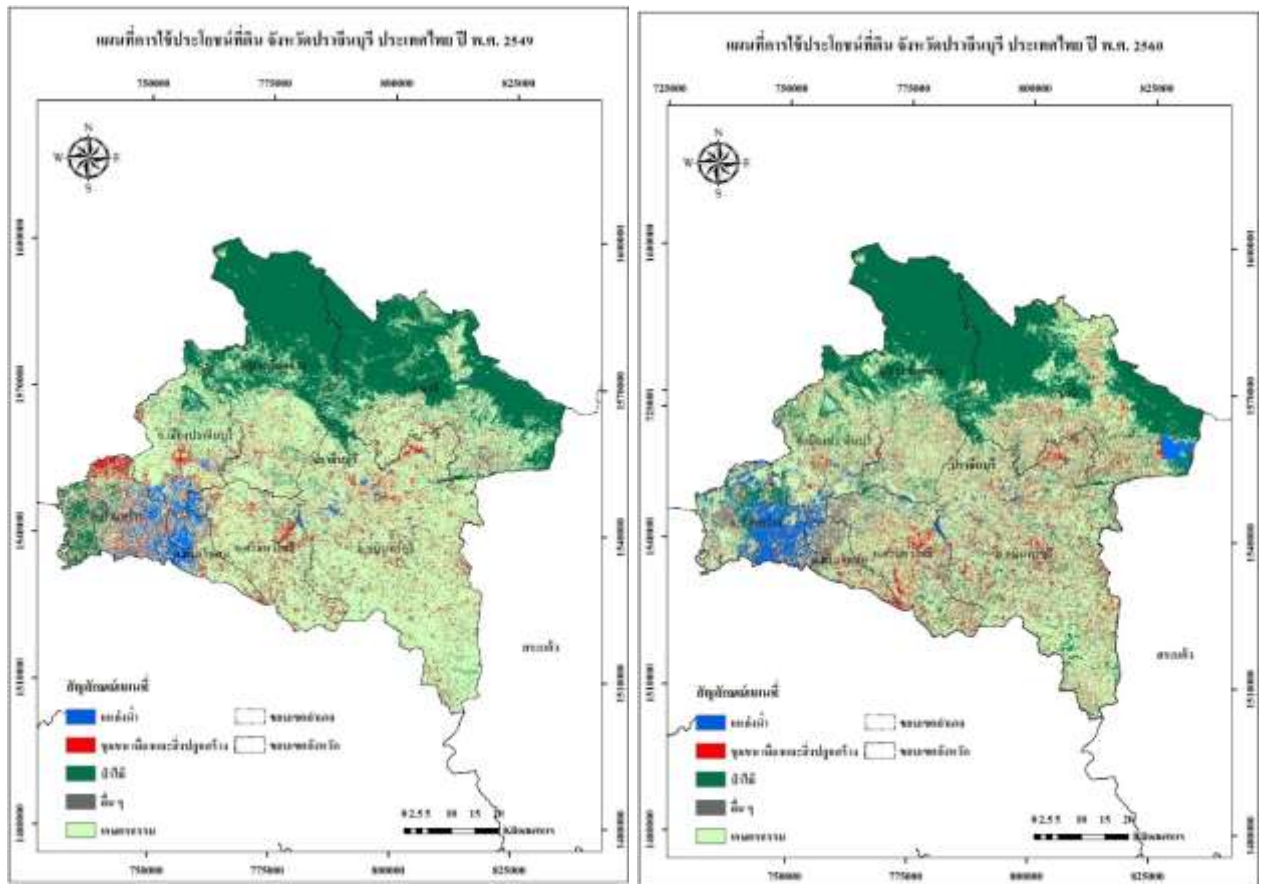
พื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้าง ในปี พ.ศ. 2560 มีจำนวน 266,072 ไร่ หรือร้อยละ 8.94 โดยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 51,243 ไร่ หรือร้อยละ 1.72 พบกระจายในตัวเมืองของอำเภอต่าง ๆ ซึ่งจังหวัดปราจีนบุรีมีนิคมอุตสาหกรรมสำคัญ คือ นิคมอุตสาหกรรม 304 ปราจีนบุรี ในอำเภอศรีมหาโพธิ์ และนิคมอุตสาหกรรมกบินทร์บุรี ในอำเภอกบินทร์บุรี ส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมทางการเกษตร อาหาร อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมกระดาษและผลิตภัณฑ์จากการดาช เป็นต้น

พื้นที่แหล่งน้ำ ในปี พ.ศ. 2560 มีจำนวน 117,049 ไร่ หรือร้อยละ 3.93 เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 23,061 ไร่ หรือร้อยละ 0.77 โดยมีแม่น้ำที่สำคัญ คือ แม่น้ำปราจีนบุรี ส่วนอ่างเก็บน้ำที่สำคัญ คือ อ่างเก็บน้ำค่ายจักรพงษ์ ในอำเภอเมืองปราจีนบุรี และอ่างเก็บน้ำทับลาน ในอำเภอนาดี

พื้นที่ว่างเปล่า ในปี พ.ศ. 2560 มีจำนวน 257,632 ไร่ หรือร้อยละ 8.66 เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 124,169 ไร่ หรือร้อยละ 4.17 ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรที่เก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว พื้นที่รกร้างว่างเปล่าที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ หรือพื้นที่ว่างเปล่าที่เตรียมปรับพื้นที่เป็นอุตสาหกรรม

ตารางที่ 4-9 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดปราจีนบุรี ปี พ.ศ. 2549 และ 2560

สิ่งปกคลุมดิน	ปี พ.ศ. 2549		ปี พ.ศ. 2560		ความแตกต่าง	
	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
แหล่งน้ำ	93,987	3.16	117,049	3.93	23,061	0.77
เมืองและสิ่งปลูกสร้าง	214,828	7.22	266,072	8.94	51,243	1.72
เกษตรกรรม	1,666,980	56.01	1,457,376	48.96	-209,603	-7.04
ว่างเปล่า	133,463	4.48	257,632	8.66	124,169	4.17
ป่าไม้	867,218	29.14	878,347	29.51	11,129	0.37
รวม	2,976,476	100.00	2,976,476	100.00		



(ก) 2549

(ข) 2560

ภาพที่ 4-8 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดปราจีนบุรีปี พ.ศ. 2549 (ก) และ 2560 (ข)

4.8 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดสระแก้ว

จังหวัดสระแก้วเป็นจังหวัดที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตร การวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียมจังหวัดจันทบุรีระหว่างปี พ.ศ. 2549 และ 2560 ดังตารางที่ 4-10 และภาพที่ 4-9 พบว่า ในปี พ.ศ. 2560 พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดเป็นพื้นที่เกษตรกรรม จำนวน 3,024,895 ไร่ หรือร้อยละ 67.27 ของพื้นที่จังหวัด โดยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 129,189 ไร่ หรือร้อยละ 2.87 ดังตารางที่ 8 และภาพที่ 9 ซึ่งมีพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เช่น ข้าวนาปี มันสำปะหลัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อยโรงงาน ยูคาลิปตัส และยางพารา

พื้นที่ป่าไม้ ในปี พ.ศ. 2560 คงเหลือ 1,030,205 ไร่ หรือร้อยละ 22.91 โดยลดลงจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 76,080 ไร่ หรือร้อยละ 1.69 พบมากในอำเภอเมืองสระแก้ว อำเภอนาดี อำเภอดาพระยา และบางส่วนในอำเภอสองแคว อำเภอวังน้ำเย็นและอำเภอเขาฉกรรจ์ ส่วนใหญ่เป็นป่าประเภทป่าดิบแล้ง

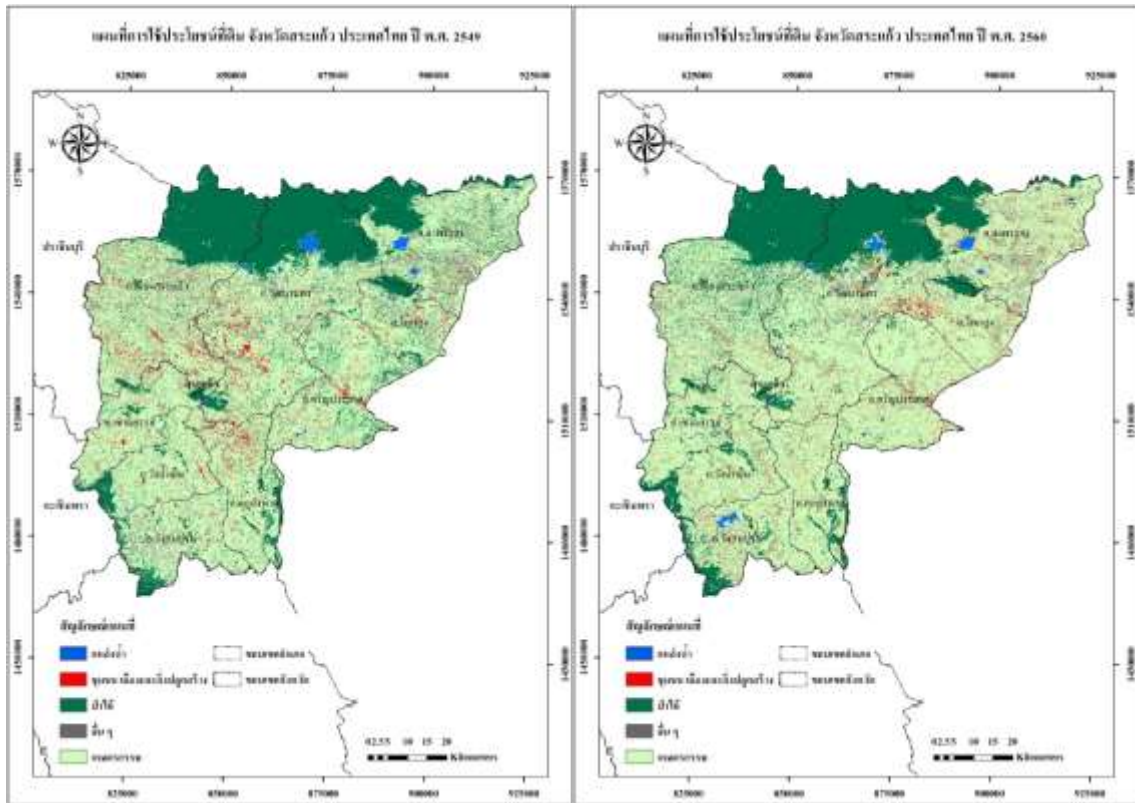
พื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้าง ในปี พ.ศ. 2560 มีจำนวน 192,704 ไร่ หรือร้อยละ 4.29 โดยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 18,920 ไร่ หรือร้อยละ 0.42 พบกระจายในตัวเมืองของอำเภอต่าง ๆ โดยเฉพาะอำเภอเมืองสระแก้ว อำเภอวัฒนานคร และอำเภอรัฐประศาสตร์ ซึ่งจังหวัดสระแก้วเป็นอีกจังหวัดหนึ่งที่ไม่มียุทธศาสตร์มออยู่ภายในพื้นที่จังหวัด แต่จะมีโรงงานอุตสาหกรรมจำพวกพืชพลังงานทดแทนและผลิตเอทานอล เป็นต้น

พื้นที่แหล่งน้ำ ในปี พ.ศ. 2560 มีจำนวน 36,578 ไร่ หรือร้อยละ 0.81 เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 3,623 ไร่ หรือร้อยละ 0.08 โดยจังหวัดสระแก้วไม่มีแม่น้ำขนาดใหญ่ไหลผ่าน ซึ่งมีแหล่งน้ำที่สำคัญ เช่น คลองตาหลัง คลองไก่อ่อน คลองวังจิก คลองพระปรัง และคลองลำสะโตน มีอ่างเก็บน้ำที่สำคัญเช่น อ่างเก็บน้ำห้วยยาง อ่างเก็บน้ำห้วยตะเคียน ในอำเภอตาพระยา อ่างเก็บน้ำพระปรัง อ่างเก็บน้ำห้วยชัน อ่างเก็บน้ำคลองเกลือ อ่างเก็บน้ำท่ากระบาก ในอำเภอวัฒนานคร เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นอ่างเก็บน้ำขนาดกลาง

พื้นที่ว่างเปล่า ในปี พ.ศ. 2560 มีจำนวน 212,580 ไร่ หรือร้อยละ 4.73 โดยลดลงจากปี พ.ศ. 2549 จำนวน 75,651 ไร่ หรือร้อยละ 1.68 ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรที่เก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว พื้นที่รกร้างว่างเปล่าที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ หรือพื้นที่ว่างเปล่าที่เตรียมปรับพื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้าง

ตารางที่ 4-10 การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดสระแก้ว ปี พ.ศ. 2549 และ 2560

สิ่งปกคลุมดิน	ปี พ.ศ. 2549		ปี พ.ศ. 2560		ความแตกต่าง	
	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
แหล่งน้ำ	32,955	0.73	36,578	0.81	3,623	0.08
เมืองและสิ่งปลูกสร้าง	173,784	3.86	192,704	4.29	18,920	0.42
เกษตรกรรม	2,895,706	64.39	3,024,895	67.27	129,189	2.87
ว่างเปล่า	288,231	6.41	212,580	4.73	-75,651	-1.68
ป่าไม้	1,106,284	24.60	1,030,205	22.91	-76,080	-1.69
รวม	4,496,961	100.00	4,496,961	100.00		



(ก) 2549

(ข) 2560

ภาพที่ 4-9 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน จังหวัดสระแก้วปี พ.ศ. 2549 (ก) และ 2560 (ข)

บทที่ 5

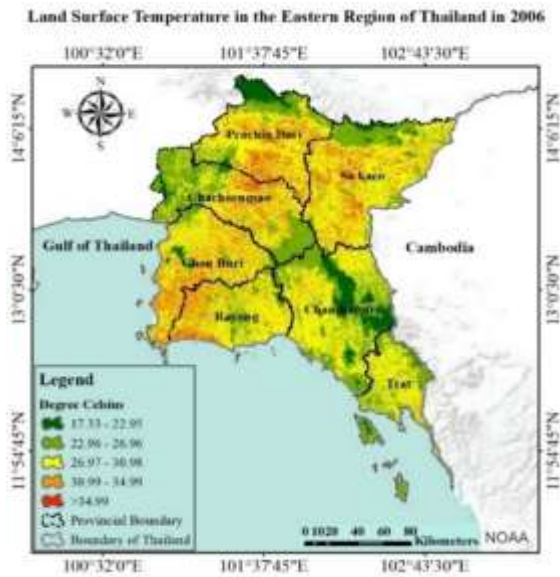
อุณหภูมิพื้นผิวดินและปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ภาคตะวันออก

ลักษณะทางภูมิประเทศของภาคตะวันออกมีอิทธิพลต่อสภาพภูมิอากาศของพื้นที่ โดยภาคตะวันออกมีบริเวณพื้นที่ที่เป็นชายฝั่งทะเลทอดยาวไปตามแนวอ่าวไทย ทางตอนกลางและตอนบนของภาคมีภูเขาสูง ลักษณะเช่นนี้ส่งผลให้ภาคตะวันออกได้รับลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ผ่านอ่าวไทยเข้าสู่ตอนในของภาค ทำให้ภูมิอากาศของภูมิภาคตะวันออกมีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน คือ บริเวณชายฝั่งมีฝนตกชุก ส่วนตอนใต้ของภาคมีฝนตกน้อย และเนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่แตกต่างกัน ทำให้แบ่งภูมิภาคตะวันออกได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทุ่งหญ้าเมืองร้อน (savanna climate - Aw) ซึ่งอยู่ทางตอนบนของภาค และแบบมรสุมเอเซียร้อน (tropical monsoon climate - Am) ซึ่งอยู่ทางชายฝั่งตะวันออกของภาค นอกจากลักษณะของภูมิอากาศซึ่งส่งผลต่ออุณหภูมิของภูมิภาคแล้ว ลักษณะของการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมพื้นดิน รวมถึงกิจกรรมต่าง ๆ ในพื้นที่ก็ส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิของพื้นที่ด้วยเช่นกัน ในบทนี้จะอธิบายถึงการติดตามลักษณะอุณหภูมิของพื้นที่และปรากฏการณ์เกาะความร้อนของพื้นที่ภาคตะวันออก

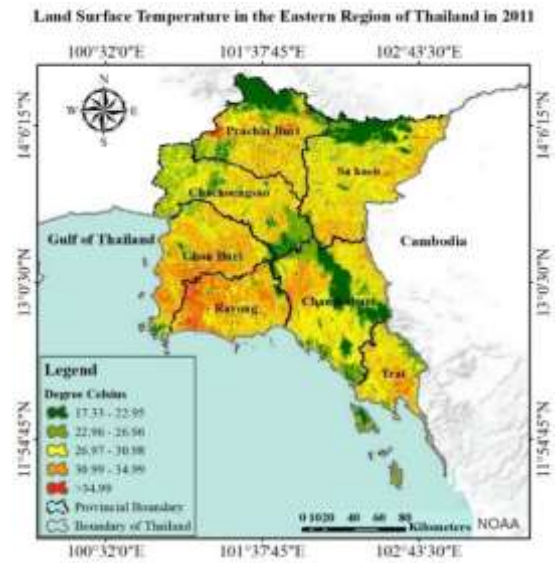
5.1 การศึกษาอุณหภูมิพื้นผิวดินพื้นที่ภาคตะวันออก

ปัจจุบันความเป็นอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกตั้งกระจายอยู่ใน 4 จังหวัด คือ ฉะเชิงเทรา ระยอง ชลบุรี และปราจีนบุรี ส่วนความเป็นเมืองตั้งอยู่กระจายทั่วภูมิภาค ภาคตะวันออกมีเมืองที่มีความเป็นเมือง 110 เมือง โดยจังหวัดที่มีความเป็นเมืองมากที่สุดคือจังหวัดชลบุรี มี 27 เมือง รองลงมาคือจังหวัดฉะเชิงเทรา ระยอง จันทบุรี ปราจีนบุรี ตราด และสระแก้ว ตามลำดับ นอกจากนี้ จังหวัดชลบุรีเป็นจังหวัดที่มีประชากรอาศัยอยู่มากที่สุด คือประชากรร้อยละ 51.11 ของประชากรทั้งจังหวัดอาศัยอยู่ในเขตเมือง เมื่อจำแนกประชากรออกตามขนาดของเมืองสามารถแบ่งได้ 4 กลุ่ม ประกอบด้วย เมืองขนาดใหญ่หรือเมืองอันดับหนึ่ง (เมืองระดับชาติและเมืองระดับภูมิภาค) คือ เมืองพัทยา เมืองอันดับสอง (เมืองศูนย์กลางระดับภูมิภาคหรือระดับจังหวัด) คือ เมืองชลบุรี และ เมืองระยอง เมืองอันดับสาม (เมืองระดับจังหวัดหรืออำเภอขนาดใหญ่) ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ต่าง ๆ ของภูมิภาค เมืองอันดับสี่ซึ่งคือเมืองศูนย์กลางชนบทซึ่งตั้งอยู่กระจายอยู่ 93 เมืองทั่วภูมิภาค (ภัทรพร สร้อยทอง และคณะ, 2558) การเพิ่มขึ้นของพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างของพื้นที่ภาคตะวันออกดังอธิบายในบทที่ 4 แสดงให้เห็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคตะวันออกที่มีแนวโน้มของความเป็นเมืองและอุตสาหกรรมที่เพิ่มขึ้น ซึ่งความเป็นเมืองและอุตสาหกรรมสะท้อนถึงความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพื้นผิวดินในพื้นที่ภาคตะวันออก

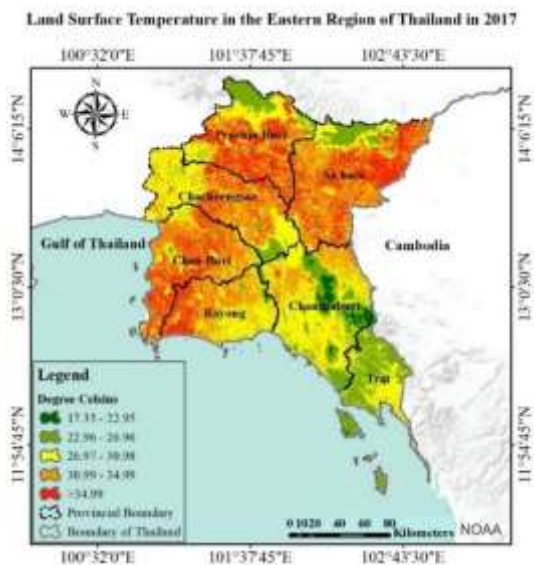
การศึกษาอุณหภูมิพื้นผิวดินพื้นที่ภาคตะวันออก ผลการศึกษาพบว่า ในปี พ.ศ. 2549 ภาคตะวันออกมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 28.24 องศาเซลเซียส และเพิ่มขึ้นเป็น 28.57 และ 30.98 องศาเซลเซียสในปี พ.ศ. 2554 และ 2560 ตามลำดับ โดยสถิติอุณหภูมิพื้นผิวดินรายจังหวัด ภาคตะวันออก ประเทศไทย ปี พ.ศ. 2549 2554 และ 2560 ดังแสดงในตารางที่ 5-1 และภาพที่ 5-1 แสดงให้ดังนี้



(ก) 2549



(ข) 2554



(ค) 2560

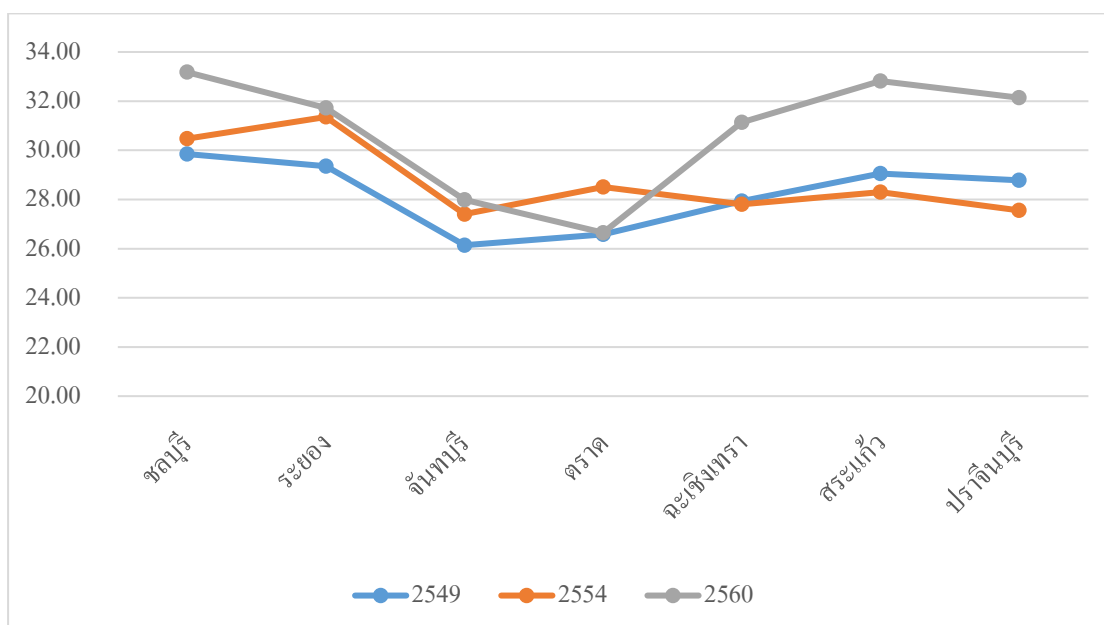
ภาพที่ 5-1 อุณหภูมิพื้นผิวดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย ปี พ.ศ. 2549 2554 และ 2560

ปี พ.ศ. 2549 พบว่าจังหวัดชลบุรีเป็นจังหวัดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 29.85 องศาเซลเซียส รองลงมาคือจังหวัดระยอง สระแก้ว และปราจีนบุรี มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.36 29.05 และ 28.78 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนจังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด มีอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นที่ต่ำสุดเท่ากับ 26.14 และ 26.59 ตามลำดับ ลักษณะการกระจายของอุณหภูมิผิวดินดังแสดงในภาพที่ 5-1 (ก) ปี พ.ศ. 2554 พบว่า จังหวัดระยองเป็นจังหวัดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 31.36 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ จังหวัดชลบุรี ตราดและสระแก้ว มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 30.48 28.51 และ 28.30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนจังหวัดจันทบุรี ปราจีนบุรีและฉะเชิงเทรา มีอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นที่ต่ำที่สุดเท่ากับ 27.40 27.56 และ 27.81 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 5-1 (ข) และปี 2560 พบว่าจังหวัดชลบุรีเป็นจังหวัดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 33.18 รองลงมาคือจังหวัดสระแก้ว ปราจีนบุรี และระยอง มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 32.82 32.14 และ 31.72 องศาเซลเซียส

ตามลำดับ ส่วนจังหวัดตราด จันทบุรีและฉะเชิงเทรา มีอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นที่ต่ำที่สุด เท่ากับ 26.66 27.98 และ 31.13 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 5-1 (ค)

ตารางที่ 5-1 สถิติอุณหภูมิพื้นผิวรายจังหวัด ภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2549 2554 และ 2560

จังหวัด	อุณหภูมิ ปี พ.ศ. 2549			อุณหภูมิ ปี พ.ศ. 2554			อุณหภูมิ ปี พ.ศ. 2560		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
ชลบุรี	15.31	44.89	29.85	16.44	48.40	30.48	18.00	45.99	33.18
ระยอง	15.22	44.70	29.36	16.43	48.49	31.36	18.00	45.99	31.72
จันทบุรี	15.11	44.49	26.14	16.38	46.74	27.40	18.00	42.75	27.98
ตราด	15.12	40.36	26.59	15.50	44.34	28.51	17.33	38.18	26.66
ฉะเชิงเทรา	15.44	44.66	27.94	16.46	48.95	27.81	18.00	44.70	31.13
สระแก้ว	18.37	44.68	29.05	16.42	48.59	28.30	20.02	45.50	32.82
ปราจีนบุรี	15.12	44.71	28.78	16.40	48.63	27.56	18.00	46.00	32.14



ภาพที่ 5-2 กราฟแสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิพื้นผิวดินเฉลี่ย รายจังหวัด

จากตารางที่ 5-1 แสดงให้เห็นว่าในปี พ.ศ. 2554 ยังไม่มีจังหวัดใดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นที่มากกว่า 30 องศาเซลเซียส แต่เมื่อผ่านมา 5 ปี พบว่าจังหวัดชลบุรีและระยองมีอุณหภูมิเฉลี่ยมากกว่า 30 องศาเซลเซียส และ อีก 5 ปีให้หลัง จังหวัดสระแก้ว ปราจีนบุรีและฉะเชิงเทรา มีอุณหภูมิเฉลี่ยมากกว่า 30 องศาเซลเซียสในทิศทางเดียวกับ เมื่อวิเคราะห์แนวโน้มอุณหภูมิเฉลี่ยพบว่า จังหวัดชลบุรี ระยองและจันทบุรีเป็นจังหวัดที่อุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่วนจังหวัดอื่น ๆ มีอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้นและลดลงไม่คงที่ ดังภาพที่ 5-2

ทั้งนี้สิ่งปกคลุมดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นที่ ถ้าสิ่งปกคลุมดินมีลักษณะถาวร เช่น พื้นที่ชุมชน เมือง อุตสาหกรรมและสิ่งปลูกสร้างจำนวนมาก อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นที่จะค่อนข้างสูง ในทางตรงข้ามถ้าพื้นที่ส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยพื้นที่ป่าไม้หรือพื้นที่สีเขียวอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นที่จะต่ำกว่าอย่างเห็นได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะพื้นที่ในจังหวัดชายฝั่งตะวันออก จากการเปรียบเทียบจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรีและตราด พบว่าจังหวัดชลบุรีและจังหวัดระยองซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ภายใต้โครงการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกมีอุณหภูมิที่สูงกว่าพื้นที่จังหวัดจันทบุรีและตราดอย่างชัดเจน ทั้งที่พื้นที่ทั้ง 4 จังหวัดมีลักษณะภูมิประเทศและทรัพยากรธรรมชาติที่ใกล้เคียงกัน

ส่วนต่อไปจะอธิบายให้เห็นถึงรายละเอียดของอุณหภูมิพื้นที่รายจังหวัดของภาคตะวันออกของประเทศไทย

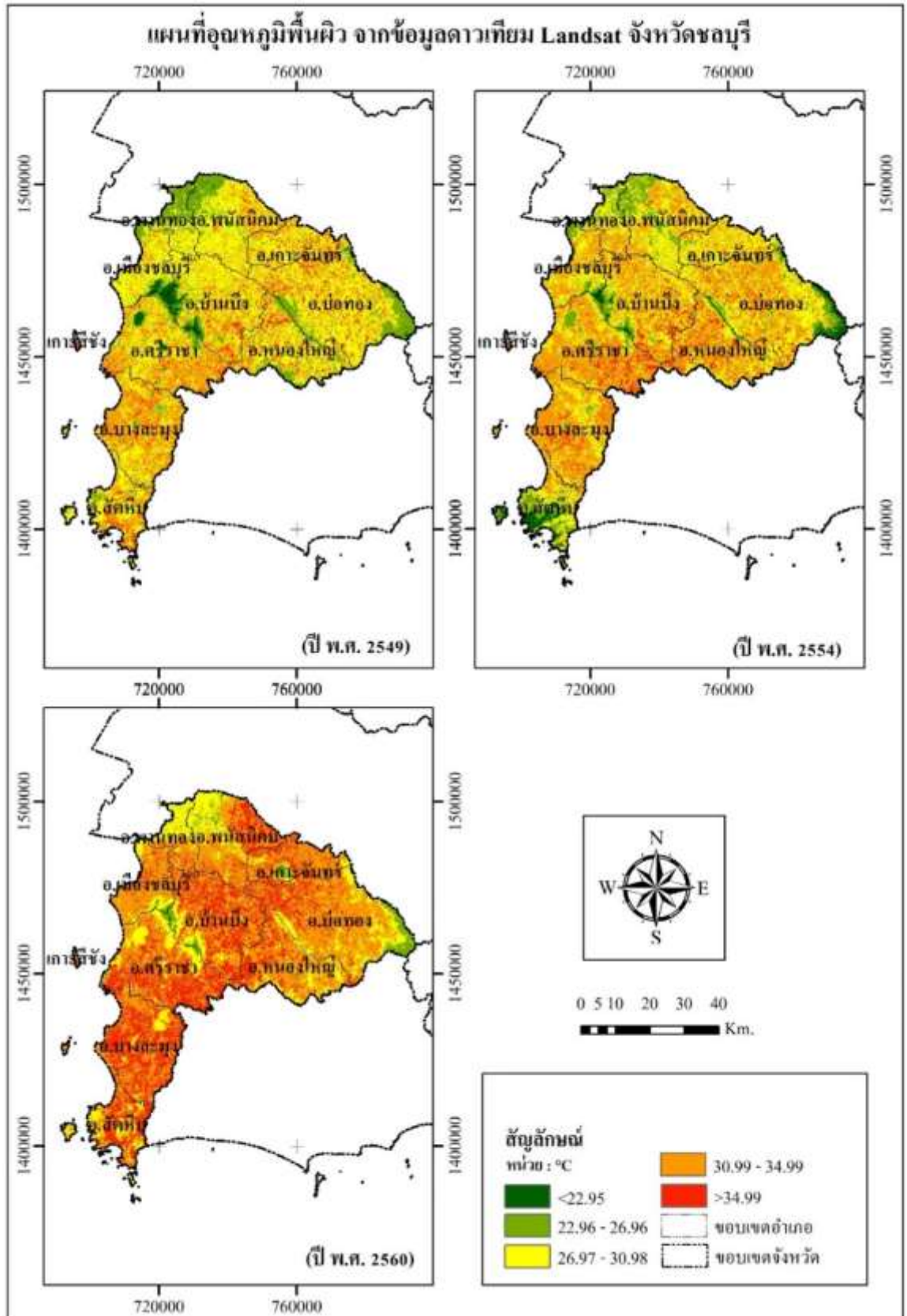
5.1.1 อุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดชลบุรี

จังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย 11 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองชลบุรี บ้านบึง หนองใหญ่ บางละมุง พานทอง พนัสนิคม ศรีราชา เกาะสีซัง สัตหีบ ปอทอง และเกาะจันทร์ พบว่าในปี พ.ศ. 2560 อำเภอบางละมุงมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 34.69 องศาเซลเซียส ซึ่งมีชุมชนที่อยู่อาศัยอย่างหนาแน่นบริเวณเขตปกครองพิเศษพัทยา รองลงมาคืออำเภอบ้านบึงและศรีราชา มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 33.96 และ 33.66 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยที่อำเภอบ้านบึงพื้นที่ส่วนใหญ่ปกคลุมดินด้วยเกษตรกรรมประเภทพืชไร่ ส่วนอำเภอศรีราชาจะมีนิคมอุตสาหกรรมหลักอยู่ 2 แห่ง คือ นิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบังและบางส่วนของนิคมอุตสาหกรรมเหมราชชลบุรี ในขณะที่อำเภ�팡านทองและปอทอง มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2560 ต่ำที่สุด เท่ากับ 30.92 และ 32.35 องศาเซลเซียสตามลำดับ

ตารางที่ 5-2 สถิติอุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดชลบุรี ปี พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2560

อำเภอ	อุณหภูมิเฉลี่ย			ความแตกต่าง		เฉลี่ย/ปี
	2549	2554	2560	2549-2554	2554-2560	
เมืองชลบุรี	28.18	29.91	32.48	1.73	2.56	0.43
บ้านบึง	29.72	30.95	33.96	1.23	3.01	0.42
หนองใหญ่	30.03	31.77	33.05	1.75	1.28	0.30
บางละมุง	31.31	31.88	34.69	0.57	2.82	0.34
พานทอง	26.88	28.89	30.92	2.00	2.03	0.40
พนัสนิคม	28.82	29.30	32.39	0.48	3.08	0.36
ศรีราชา	30.24	31.73	33.66	1.49	1.93	0.34
เกาะสีซัง	29.60	30.70	32.38	1.10	1.68	0.28
สัตหีบ	30.43	26.79	33.43	-3.64	6.64	0.30
ปอทอง	29.79	30.12	32.35	0.34	2.23	0.26
เกาะจันทร์	30.86	30.23	33.32	-0.63	3.09	0.25

จากตารางที่ 5-2 เมื่อพิจารณาจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยต่อปีสามารถอธิบายได้ว่า บริเวณที่มีความสำคัญทางด้านยุทธศาสตร์ในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม จะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นที่มากกว่าบริเวณอื่น ๆ อย่างชัดเจน เช่น อำเภอเมืองชลบุรี บ้านบึงและพานทอง ที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 0.43 0.42 และ 0.40 องศาเซลเซียสต่อปี ตามลำดับ รองลงมาคืออำเภอพนัสนิคม อำเภอบางละมุง และอำเภอศรีราชา ที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 0.36 และ 0.34 องศาเซลเซียสต่อปี ส่วนอำเภอเกาะจันทร์และบ่อทอง มีอัตราการเปลี่ยนแปลงต่ำสุดในทิศทางที่เพิ่มขึ้น 0.25 และ 0.26 องศาเซลเซียสต่อปี ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอดังกล่าวเป็นพื้นที่เกษตรกรรมประเภทไม้ยืนต้น เช่น ยางพารา และปาล์มน้ำมัน



ภาพที่ 5-3 อุณหภูมิพื้นผิว จากข้อมูลดาวเทียม Landsat จังหวัดชลบุรี

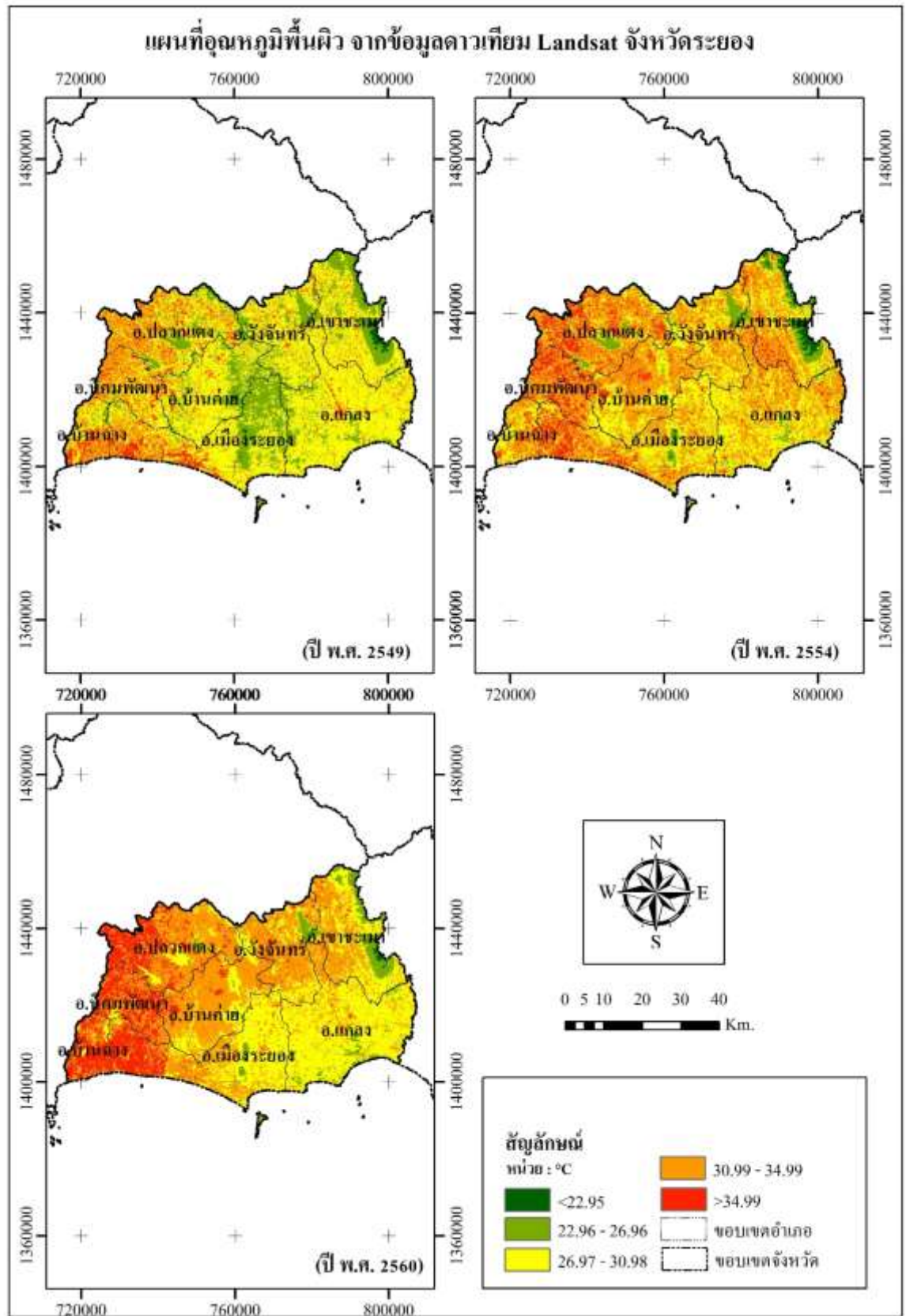
5.1.2 อุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดระยอง

จังหวัดระยอง ประกอบด้วย 8 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองระยอง อำเภอบ้านฉาง อำเภอแกลง อำเภอวังจันทร์ อำเภอบ้านค่าย อำเภอปลวกแดง อำเภอเขาชะเมา และอำเภอนิคมพัฒนา พบว่าในปี พ.ศ. 2560 อำเภอบ้านฉางเป็นอำเภอที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 35.44 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2554 เท่ากับ 3.76 องศาเซลเซียส รองลงมาคืออำเภอนิคมพัฒนาและอำเภอปลวกแดง มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 35.08 และ 33.72 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งอำเภอปลวกแดงเป็นพื้นที่ยุทธศาสตร์ในการพัฒนาอุตสาหกรรม รองจากอำเภอเมืองระยอง ในขณะที่อำเภอแกลงและเขาชะเมา มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2560 ต่ำที่สุด เท่ากับ 29.47 และ 29.74 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

ตารางที่ 5-3 สถิติอุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดระยอง ปี พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2560

อำเภอ	อุณหภูมิเฉลี่ย			ความแตกต่าง		เฉลี่ย/ปี
	2549	2554	2560	2549-2554	2554-2560	
เมืองระยอง	29.31	31.54	31.65	2.24	0.10	0.23
บ้านฉาง	31.82	31.68	35.44	-0.14	3.76	0.36
แกลง	28.86	30.82	29.47	1.96	-1.34	0.06
วังจันทร์	28.73	30.75	31.74	2.03	0.99	0.30
บ้านค่าย	28.74	31.55	32.08	2.81	0.53	0.33
ปลวกแดง	30.67	32.49	33.72	1.83	1.22	0.30
เขาชะเมา	27.86	29.69	29.74	1.82	0.06	0.19
นิคมพัฒนา	31.69	33.65	35.08	1.97	1.42	0.34

จากตารางที่ 5-3 เมื่อพิจารณาจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยต่อปีสามารถอธิบายได้ว่า ในช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา อำเภอบ้านฉาง มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.36 องศาเซลเซียสต่อปี ซึ่งอำเภอบ้านฉางตั้งอยู่ติดกับอำเภอเมืองระยอง รองลงมาคืออำเภอนิคมพัฒนา อำเภอบ้านค่าย และอำเภอวังจันทร์ มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 0.34 0.33 และ 0.30 องศาเซลเซียสต่อปี ส่วนอำเภอแกลงและเขาชะเมา มีอัตราการเปลี่ยนแปลงต่ำสุดในทิศทางที่เพิ่มขึ้น 0.06 และ 0.19 องศาเซลเซียสต่อปี ตามลำดับ ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่พื้นที่เกษตรกรรมประเภทไม้ยืนต้นและพื้นที่ป่าไม้ ส่วนอำเภอเมืองระยอง ซึ่งเป็นแหล่งชุมชนเมืองและที่อยู่อาศัย รวมถึงแหล่งอุตสาหกรรมขนาดใหญ่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในทิศทางที่เพิ่มขึ้นเพียง 0.23 องศาเซลเซียสต่อปี ซึ่งต่ำกว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของอำเภอปลวกแดงที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน



ภาพที่ 5-4 อุณหภูมิพื้นผิว จากข้อมูลดาวเทียม Landsat จังหวัดระยอง

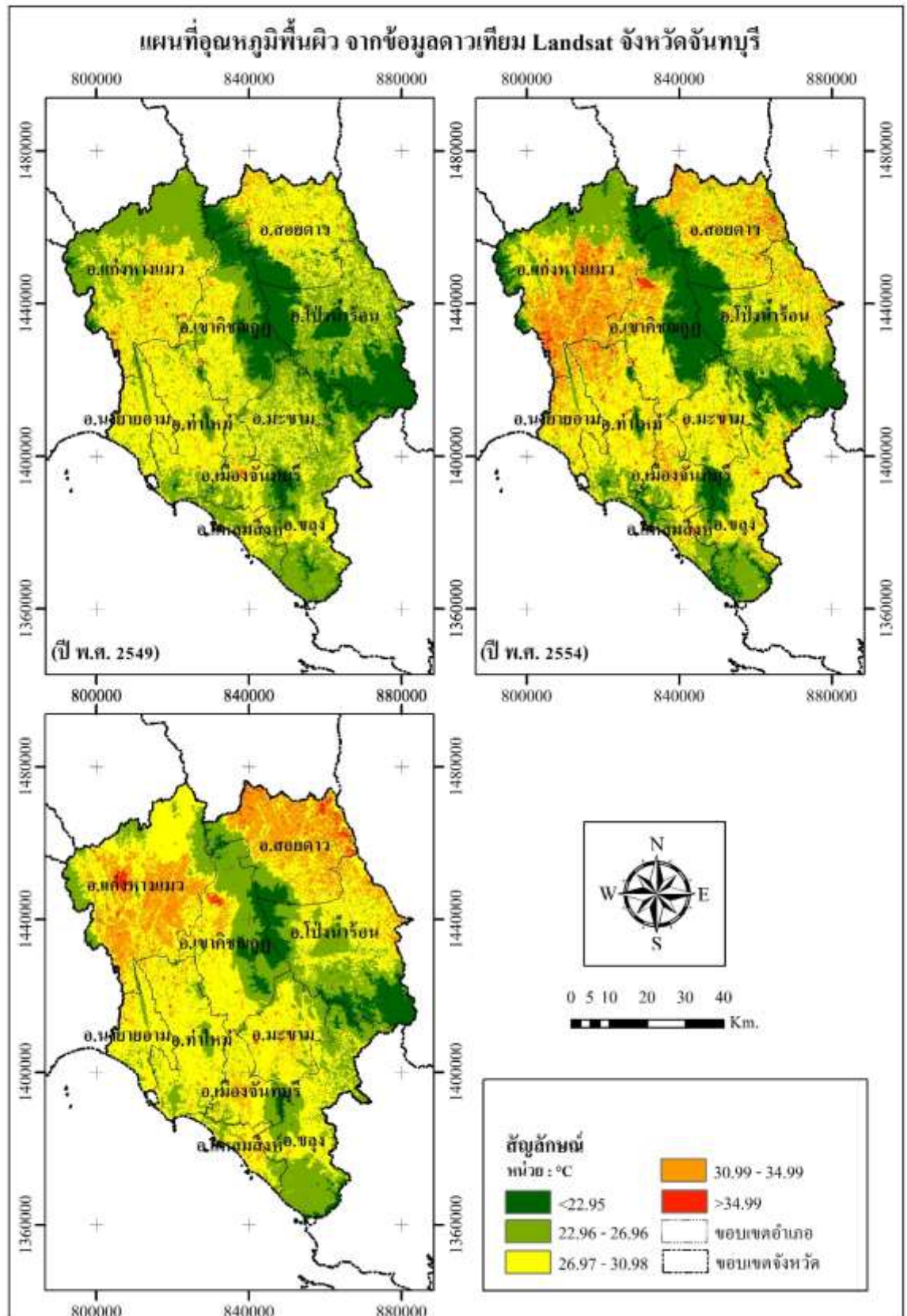
5.1.3 อุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดจันทบุรี

จังหวัดระยอง ประกอบด้วย 10 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองจันทบุรี อำเภอขลุง อำเภอท่าใหม่ อำเภอโป่งน้ำร้อน อำเภอมะขาม อำเภอแหลมสิงห์ อำเภอสอยดาว อำเภอแก่งหางแมว อำเภอนายายอาม และอำเภอเขาคิชฌกูฏ พบว่าในปี พ.ศ. 2560 อำเภอเขาสอยดาวเป็นอำเภอที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 30.18 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2554 เท่ากับ 1.82 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นเพียงอำเภอเดียวในรอบ 10 ปีที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส รองลงมาคืออำเภอแก่งหางแมวและอำเภอนายายอาม มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.67 และ 28.56 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ในขณะที่อำเภอขลุงและอำเภอโป่งน้ำร้อน มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2560 ต่ำที่สุด เท่ากับ 26.13 และ 26.22 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอดังกล่าวเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ประเภทไม้ผล ไม้ยืนต้น และพื้นที่ป่าไม้

ตารางที่ 5-4 สถิติอุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดจันทบุรี ปี พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2560

อำเภอ	อุณหภูมิเฉลี่ย			ความแตกต่าง		
	2549	2554	2560	2549-2554	2554-2560	เฉลี่ย/ปี
อ.เมืองจันทบุรี	26.91	27.85	28.28	0.94	0.43	0.14
อ.ขลุง	25.36	26.34	26.13	0.98	-0.21	0.08
อ.ท่าใหม่	27.93	29.02	28.32	1.10	-0.70	0.04
อ.โป่งน้ำร้อน	23.54	25.68	26.22	2.15	0.54	0.27
อ.มะขาม	26.13	27.68	28.17	1.56	0.49	0.20
อ.แหลมสิงห์	26.53	26.36	28.21	-0.17	1.85	0.17
อ.สอยดาว	27.06	28.36	30.18	1.30	1.82	0.31
อ.แก่งหางแมว	27.17	28.65	29.67	1.48	1.01	0.25
อ.นายายอาม	28.22	29.57	28.56	1.35	-1.01	0.03
อ.เขาคิชฌกูฏ	25.21	25.61	26.52	0.40	0.91	0.13

จากตารางที่ 5-4 เมื่อพิจารณาจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยต่อปีสามารถอธิบายได้ว่า ในช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา อำเภอเขาสอยดาว มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเพิ่มขึ้น 0.31 องศาเซลเซียสต่อปี รองลงมาคืออำเภอโป่งน้ำร้อนและแก่งหางแมว มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 0.27 และ 0.25 องศาเซลเซียสต่อปี ส่วนอำเภอนายายอาม มีอัตราการเปลี่ยนแปลงต่ำสุดในทิศทางที่เพิ่มขึ้น 0.03 องศาเซลเซียสต่อปี ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่พื้นที่เกษตรกรรม ประเภทไม้ยืนต้นและไม้ผล ส่วนอำเภอเมืองจันทบุรี ซึ่งเป็นแหล่งชุมชนเมือง ที่อยู่อาศัย และศูนย์ราชการ มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในทิศทางที่เพิ่มขึ้น 0.14 องศาเซลเซียสต่อปี



ภาพที่ 5-5 อุณหภูมิพื้นผิว จากข้อมูลดาวเทียม Landsat จังหวัดจันทบุรี

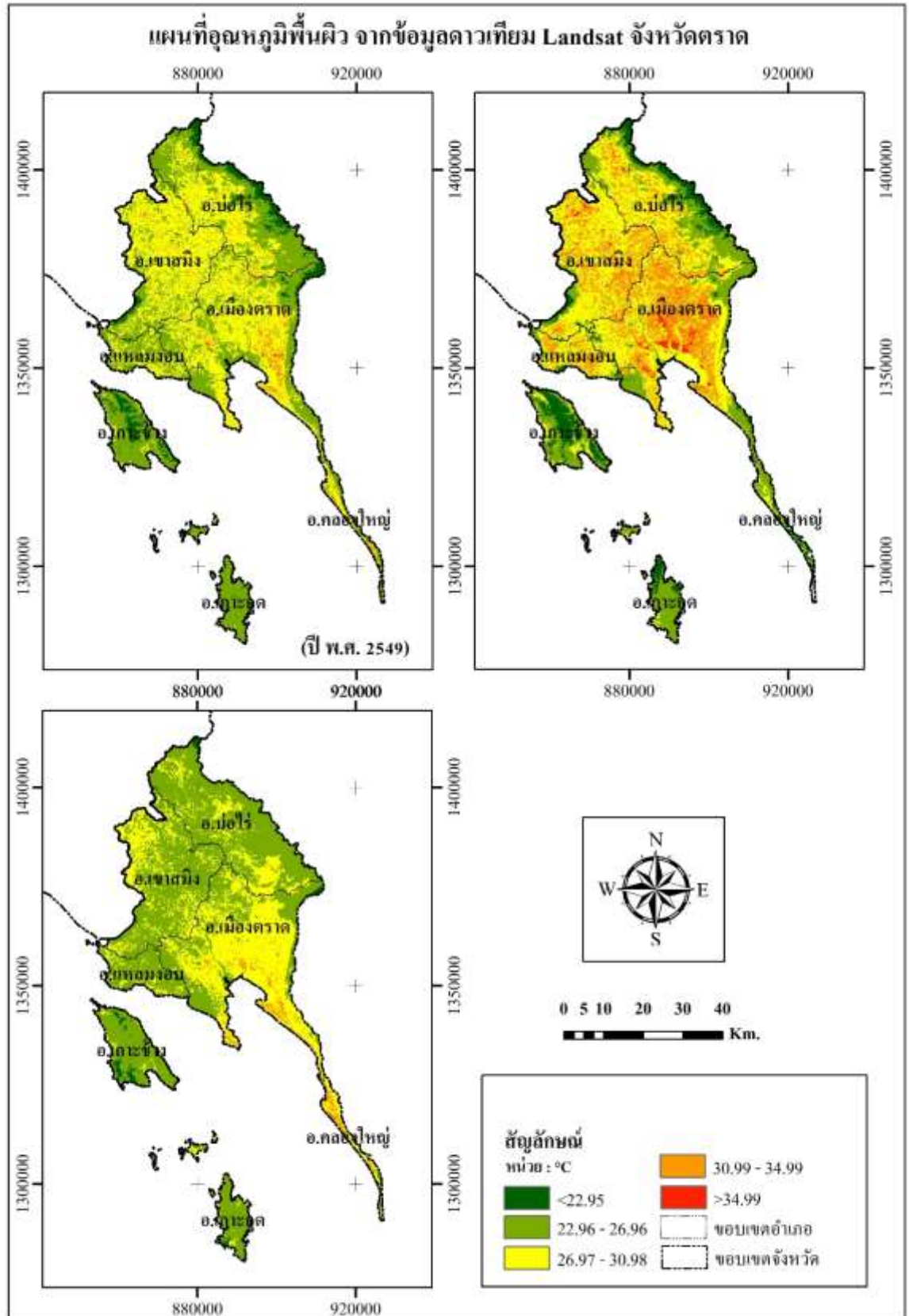
5.1.4 อุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดตราด

จังหวัดตราด ประกอบด้วย 7 อำเภอ คือ อำเภอเมืองตราด อำเภอคลองใหญ่ อำเภอเขาสมิง อำเภอบ่อไร่ อำเภอแหลมงอบ อำเภอเกาะกูดและอำเภอเกาะช้าง ซึ่งจังหวัดตราดเป็นจังหวัดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2560 ต่ำที่สุด และไม่มีอำเภอใดภายใต้พื้นที่จังหวัดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยมากกว่า 30 องศาเซลเซียส ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ประเภทไม้ยืนต้นและไม้ผล ในปี พ.ศ. 2560 เป็นอำเภอที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 29.67 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2554 เท่ากับ 4.92 องศาเซลเซียส รองลงมาคืออำเภอเมืองตราดและอำเภอเขาสมิง มีอุณหภูมิเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2560 เท่ากับ 27.76 และ 26.45 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ขณะที่อำเภอเกาะช้างและอำเภอบ่อไร่ เป็นอำเภอที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 24.43 และ 25.79 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังตารางที่ 5-5 ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอเกาะช้าง และอำเภอบ่อไร่ ส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่ป่าไม้

ตารางที่ 5-5 สถิติอุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดตราด ปี พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2560

อำเภอ	อุณหภูมิเฉลี่ย			ความแตกต่าง		เฉลี่ย/ปี
	2549	2554	2560	2549-2554	2554-2560	
อ.เมืองตราด	27.36	29.94	27.76	2.57	-2.17	0.04
อ.คลองใหญ่	27.28	24.75	29.67	-2.53	4.92	0.24
อ.เขาสมิง	27.54	29.94	26.45	2.40	-3.49	-0.11
อ.บ่อไร่	25.85	27.52	25.97	1.67	-1.55	0.01
อ.แหลมงอบ	26.36	29.13	25.95	2.78	-3.18	-0.04
อ.เกาะกูด	24.47	24.72	26.19	0.25	1.46	0.17
อ.เกาะช้าง	23.89	24.06	24.43	0.18	0.37	0.05

จากตารางที่ 5-5 เมื่อพิจารณาจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยต่อปีสามารถอธิบายได้ว่า ในช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา อำเภอคลองใหญ่ มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด เพิ่มขึ้น 0.24 องศาเซลเซียสต่อปี รองลงมาคืออำเภอเกาะกูด มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 0.17 องศาเซลเซียสต่อปี ส่วนอำเภอเขาสมิง อำเภอแหลมงอบและอำเภอบ่อไร่ มีอัตราการเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 0.01 องศาเซลเซียสต่อปี ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่พื้นที่เกษตรกรรมประเภทไม้ยืนต้นและไม้ผล ส่วนอำเภอเมืองจันทบุรี ซึ่งเป็นแหล่งชุมชนเมือง ที่อยู่อาศัย และศูนย์ราชการของจังหวัดตราด มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในทิศทางที่เพิ่มขึ้นเพียง 0.04 องศาเซลเซียสต่อปี



ภาพที่ 5-6 อุณหภูมิพื้นผิว จากข้อมูลดาวเทียม Landsat จังหวัดตราด

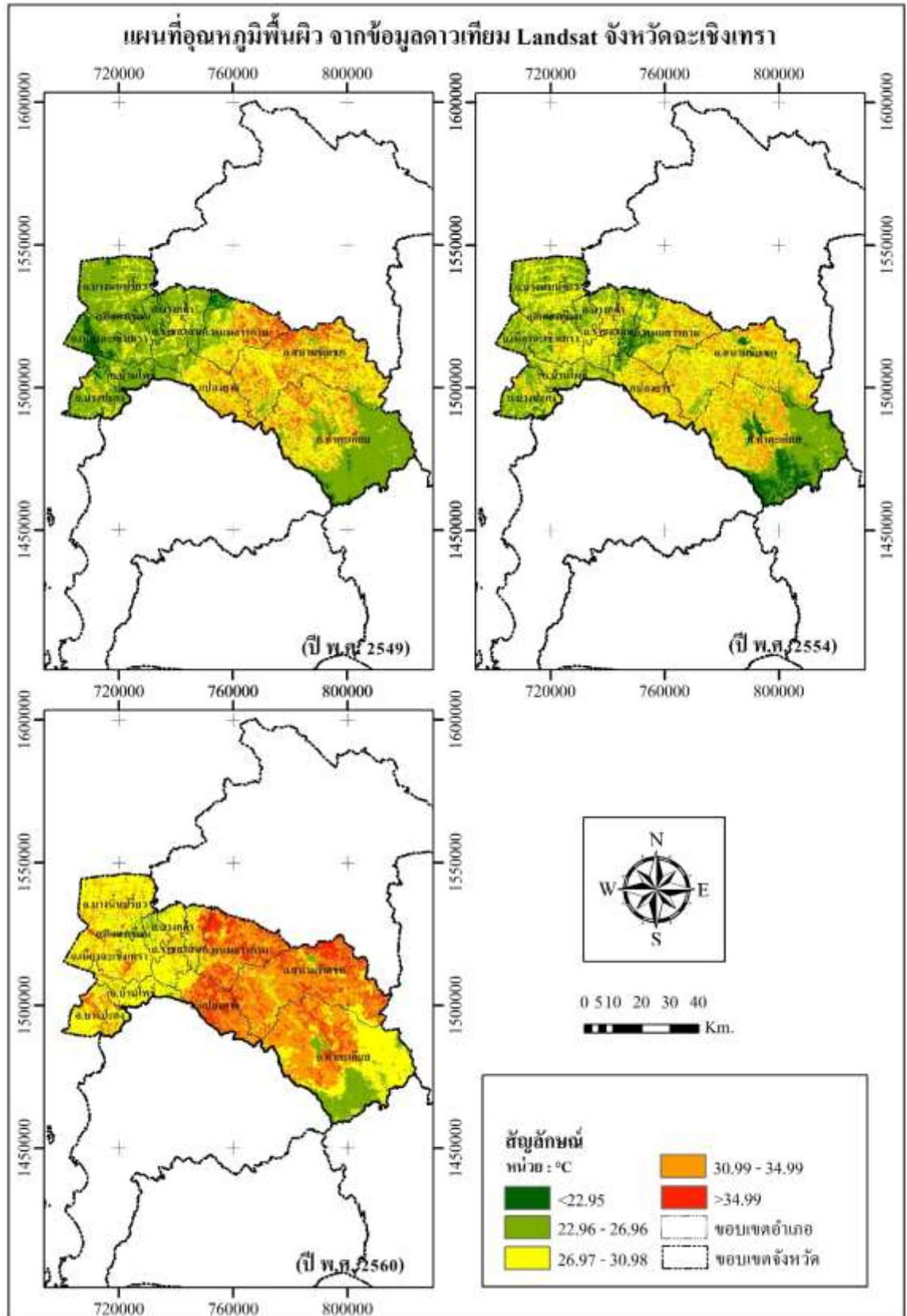
5.1.5 อุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดฉะเชิงเทรา

จังหวัดฉะเชิงเทรา ประกอบด้วย 11 อำเภอ คือ อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา อำเภอบางคล้า อำเภอบางน้ำเปรี้ยว อำเภอบางปะกง อำเภอบ้านโพธิ์ อำเภอพนมสารคาม อำเภอราชสาส์น อำเภอสนามชัยเขต อำเภอแปลงยาว อำเภอท่าตะเกียบ และอำเภอคลองเขื่อน ในปี พ.ศ. 2560 อำเภอพนมสารคามเป็นอำเภอที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 33.74 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2554 เท่ากับ 5.23 องศาเซลเซียส รองลงมาคืออำเภอแปลงยาวและอำเภอสนามชัยเขต มีอุณหภูมิเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2560 เท่ากับ 33.62 และ 33.25 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ขณะที่อำเภอคลองเขื่อน เป็นอำเภอที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 28.40 องศาเซลเซียส รองลงมาคืออำเภอบางคล้าและอำเภอบางน้ำเปรี้ยว มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.18 และ 29.42 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังตารางที่ 5-6 ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอดังกล่าวส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมประเภทนาข้าว และเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ตารางที่ 5-6 สถิติอุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดตราด ปี พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2560

อำเภอ	อุณหภูมิเฉลี่ย			ความแตกต่าง		เฉลี่ย/ปี
	2549	2554	2560	2549-2554	2554-2560	
อ.เมืองฉะเชิงเทรา	25.07	27.15	29.74	2.08	2.59	0.47
อ.บางคล้า	26.40	27.88	29.18	1.47	1.30	0.28
อ.บางน้ำเปรี้ยว	25.78	26.90	29.42	1.12	2.52	0.36
อ.บางปะกง	25.71	26.63	30.09	0.91	3.46	0.44
อ.บ้านโพธิ์	24.87	27.20	28.80	2.33	1.60	0.39
อ.พนมสารคาม	29.57	28.51	33.74	-1.06	5.23	0.42
อ.ราชสาส์น	26.35	26.23	30.69	-0.12	4.46	0.43
อ.สนามชัยเขต	30.97	29.46	33.25	-1.51	3.79	0.23
อ.แปลงยาว	30.14	29.54	33.62	-0.60	4.08	0.35
อ.ท่าตะเกียบ	27.60	26.94	30.13	-0.66	3.19	0.25
อ.คลองเขื่อน	25.01	26.99	28.40	1.98	1.41	0.34

จากตารางที่ 5-6 เมื่อพิจารณาจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยต่อปีสามารถอธิบายได้ว่า ในช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด เพิ่มขึ้น 0.47 องศาเซลเซียสต่อปี รองลงมาคืออำเภอบางปะกง มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 0.43 องศาเซลเซียสต่อปี ซึ่งทั้ง 2 อำเภอมีพื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้างรวมถึงนิคมอุตสาหกรรมภายใต้พื้นที่อำเภอค่อนข้างมาก ส่วนอำเภอสนามชัยเขต มีอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.23 องศาเซลเซียสต่อปี รองลงมาคืออำเภอท่าตะเกียบ และอำเภอบางคล้า มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 0.25 และ 0.28 องศาเซลเซียสต่อปี ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอดังกล่าวเป็นพื้นที่เกษตรกรรมประเภทเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและไม้ยืนต้น



ภาพที่ 5-7 อุณหภูมิพื้นผิว จากข้อมูลดาวเทียม Landsat จังหวัดฉะเชิงเทรา

5.1.6 อุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดปราจีนบุรี

จังหวัดปราจีนบุรี ประกอบด้วย 7 อำเภอ คือ อำเภอเมืองปราจีนบุรี อำเภอกบินทร์บุรี อำเภอนาดี อำเภอบ้านสร้าง อำเภอประจันตคาม อำเภอศรีมหาโพธิ์ และอำเภอศรีมโหสถ ในปี พ.ศ. 2560 อำเภอศรีมหาโพธิ์เป็นอำเภอที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 35.10 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2554 เท่ากับ 5.16 องศาเซลเซียส รองลงมาคืออำเภอศรีมโหสถและอำเภอกบินทร์บุรี มีอุณหภูมิเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2560 เท่ากับ 34.60 และ 33.53 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ขณะที่อำเภอประจันตคาม เป็นอำเภอที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 29.40 องศาเซลเซียส รองลงมาคืออำเภอบ้านสร้างและอำเภอนาดี มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.85 และ 30.12 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังตารางที่ 5-7 ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมประเภทนาข้าว และพื้นที่ป่าไม้ค่อนข้างมาก

ตารางที่ 5-7 สถิติอุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดปราจีนบุรี ปี พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2560

อำเภอ	อุณหภูมิเฉลี่ย			ความแตกต่าง		
	2549	2554	2560	2549-2554	2554-2560	เฉลี่ย/ปี
อ.เมืองปราจีนบุรี	29.51	29.70	33.84	0.19	4.14	0.43
อ.กบินทร์บุรี	31.32	30.06	34.53	-1.26	4.47	0.32
อ.นาดี	27.43	25.61	30.10	-1.82	4.48	0.27
อ.บ้านสร้าง	27.07	26.79	29.85	-0.28	3.05	0.28
อ.ประจันตคาม	26.03	24.34	29.40	-1.69	5.06	0.34
อ.ศรีมหาโพธิ์	31.26	29.94	35.10	-1.32	5.16	0.38
อ.ศรีมโหสถ	27.19	27.68	34.60	0.48	6.93	0.74

จากตารางที่ 5-7 เมื่อพิจารณาจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยต่อปีสามารถอธิบายได้ว่า ในช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา อำเภอศรีมโหสถ มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด เพิ่มขึ้น 0.74 องศาเซลเซียสต่อปี รองลงมาคืออำเภอเมืองปราจีนบุรีและอำเภอศรีมหาโพธิ์ มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 0.43 และ 0.38 องศาเซลเซียสต่อปี ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 อำเภอมีพื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้าง รวมถึงนิคมอุตสาหกรรมภายใต้พื้นที่อำเภอ ส่วนอำเภอนาดี มีอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.27 องศาเซลเซียสต่อปี รองลงมาคืออำเภอบ้านสร้างและอำเภอกบินทร์บุรี มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยเท่ากับ 0.28 และ 0.32 องศาเซลเซียสต่อปี

5.1.7 อุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดสระแก้ว

จังหวัดสระแก้ว ประกอบด้วย 9 อำเภอ คือ อำเภอเมืองสระแก้ว อำเภอกลองหาด อำเภอตาพระยา อำเภอวังน้ำเย็น อำเภอวัฒนานคร อำเภออรัญประเทศ อำเภอเขาฉกรรจ์ อำเภอโคกสูง และอำเภอวังสมบูรณ์ ในปี พ.ศ. 2560 อำเภอโคกสูงเป็นอำเภอที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 35.79 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2554 เท่ากับ 5.52 องศาเซลเซียส รองลงมาคืออำเภออรัญประเทศและอำเภอกลองหาด มีอุณหภูมิเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2560 เท่ากับ 34.63 และ 33.91 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ขณะที่อำเภอเมืองสระแก้ว เป็นอำเภอที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 31.24 องศาเซลเซียส รองลงมาคืออำเภอวัฒนานครและอำเภอตาพระยา มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 31.96 และ 32.87 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังตารางที่ 5-8 ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมไม้ยืนต้น และพื้นที่ป่าไม้ค่อนข้างมาก

ตารางที่ 5-8 สถิติอุณหภูมิพื้นผิว จังหวัดสระแก้ว ปี พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2560

อำเภอ	อุณหภูมิเฉลี่ย			ความแตกต่าง		
	2549	2554	2560	2549-2554	2554-2560	เฉลี่ย/ปี
อ.เมืองสระแก้ว	29.35	26.62	31.24	-2.73	4.62	0.19
อ.กलองหาด	30.32	29.83	33.91	-0.50	4.08	0.36
อ.ตาพระยา	27.53	28.21	32.87	0.69	4.66	0.53
อ.วังน้ำเย็น	29.59	29.28	33.14	-0.30	3.85	0.36
อ.วัฒนานคร	28.74	26.78	31.96	-1.96	5.18	0.32
อ.อรัญประเทศ	28.83	30.11	34.63	1.29	4.51	0.58
อ.เขาฉกรรจ์	30.19	29.34	33.65	-0.85	4.31	0.35
อ.โคกสูง	29.00	30.27	35.79	1.28	5.52	0.68
อ.วังสมบูรณ์	29.78	30.46	32.91	0.68	2.45	0.31

จากตารางที่ 5-8 เมื่อพิจารณาจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยต่อปีสามารถอธิบายได้ว่า ในช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา อำเภอโคกสูง มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด เพิ่มขึ้น 0.68 องศาเซลเซียสต่อปี รองลงมาคืออำเภออรัญประเทศและอำเภอตาพระยา มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 0.58 และ 0.53 องศาเซลเซียสต่อปี ตามลำดับ ส่วนอำเภอเมืองสระแก้ว มีอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.19 องศาเซลเซียสต่อปี รองลงมาคืออำเภอวังสมบูรณ์และอำเภอวัฒนานคร มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยเท่ากับ 0.31 และ 0.32 องศาเซลเซียสต่อปี

5.2 ปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ภาคตะวันออก

การศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิพื้นผิวและปรากฏการณ์เกาะความร้อนพบว่า มีความสัมพันธ์กันระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับปรากฏการณ์เกาะความร้อนในภูมิภาคตะวันออก นอกจากนั้นยังสัมพันธ์กับรูปแบบการใช้ที่ดินในภูมิภาคด้วยส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนและการใช้ประโยชน์ที่ดินรวมถึงอิทธิพลของสิ่งปกคลุมดินต่ออุณหภูมิพื้นผิวภาคตะวันออกจะอธิบายในหัวข้อ 5.3 ต่อไป ในส่วนหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนในพื้นที่ภาคตะวันออก จากการศึกษาพบว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับปรากฏการณ์เกาะความร้อนในภูมิภาคตะวันออก ซึ่งการศึกษาครั้งนี้พบว่า การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและปรากฏการณ์เกาะความร้อนแปรผันตามช่วงเวลาดังแสดงในตารางที่ 5-9 และ ตารางที่ 5-10

ตารางที่ 5-9 ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ภาคตะวันออก ปี 2549 2554 และ 2560

ระดับปรากฏการณ์	พ.ศ. 2549		พ.ศ. 2554		พ.ศ. 2560	
	ไร่	%	ไร่	%	ไร่	%
ไม่เกิด	1,941,012	9.03	2,315,518	10.78	2,881,899	13.41
ต่ำ	6,728,290	31.31	4,195,411	19.52	5,456,582	25.39
ปานกลาง	7,022,262	32.68	6,973,168	32.45	5,034,997	23.43
สูง	4,192,648	19.51	5,817,052	27.07	5,674,809	26.41
สูงที่สุด	1,603,599	7.46	2,186,664	10.18	2,439,525	11.35
รวม	21,487,812	100.00	21,487,812	100.00	21,487,812	100.00

ตารางที่ 5-10 ความแตกต่างของระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ภาคตะวันออกช่วงปี 2549-2560

ระดับปรากฏการณ์	ความแตกต่าง ปี พ.ศ. 2549-2554		ความแตกต่าง ปี พ.ศ. 2554-2560	
	ไร่	%	ไร่	%
ไม่เกิด	374505.69	1.74	566381.45	2.64
ต่ำ	-2532879.50	-11.79	1261171.15	5.87
ปานกลาง	-49094.60	-0.23	-1938171.27	-9.02
สูง	1624404.35	7.56	-142242.96	-0.66
สูงที่สุด	583064.06	2.71	252861.63	1.18
รวม		100.00		100.00

ตารางที่ 5-9 และ ตารางที่ 5-10 แสดงให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่เกิดขึ้นในพื้นที่ภาคตะวันออก โดยระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนในปี 2549 อยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ คืออยู่ในระดับปานกลางร้อยละ 32.68 และอยู่ในระดับ

ต่ำร้อยละ 31.31 เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2554 ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนอยู่ในระดับสูงถึงปานกลาง คือ อยู่ในระดับสูงร้อยละ 26.41 และ อยู่ในระดับปานกลางร้อยละ 32.45 ความแตกต่างระหว่างปี 2549 ถึง ปี 2554 อยู่ที่ระดับสูงถึงระดับสูงที่สุด คือ ระดับสูงเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.56 และ ระดับสูงสุดเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.71 ส่วนระดับปรากฏการณ์ระดับต่ำเปลี่ยนแปลงลดลงร้อยละ 11.79 ขณะที่ปี 2560 ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนอยู่ในระดับต่ำถึงสูง คือ อยู่ในระดับต่ำร้อยละ 25.39 อยู่ในระดับปานกลางร้อยละ 23.43 และอยู่ในระดับสูงร้อยละ 26.41 เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2554 แล้วระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเปลี่ยนแปลงลดลงสำหรับระดับปรากฏการณ์ระดับปานกลางที่ลดลงร้อยละ 9.02 และระดับสูงลดลงร้อยละ 0.66 ในขณะที่มีความเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นในระดับที่เป็นระดับปรากฏการณ์ระดับสูงที่สุดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.18 และระดับปรากฏการณ์ระดับต่ำที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.87 ที่น่าสนใจคือระดับปรากฏการณ์ระดับที่ไม่เกิดเลยเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากขึ้นจากปี 2554 ถึงปี 2560 อยู่ที่ร้อยละ 2.64

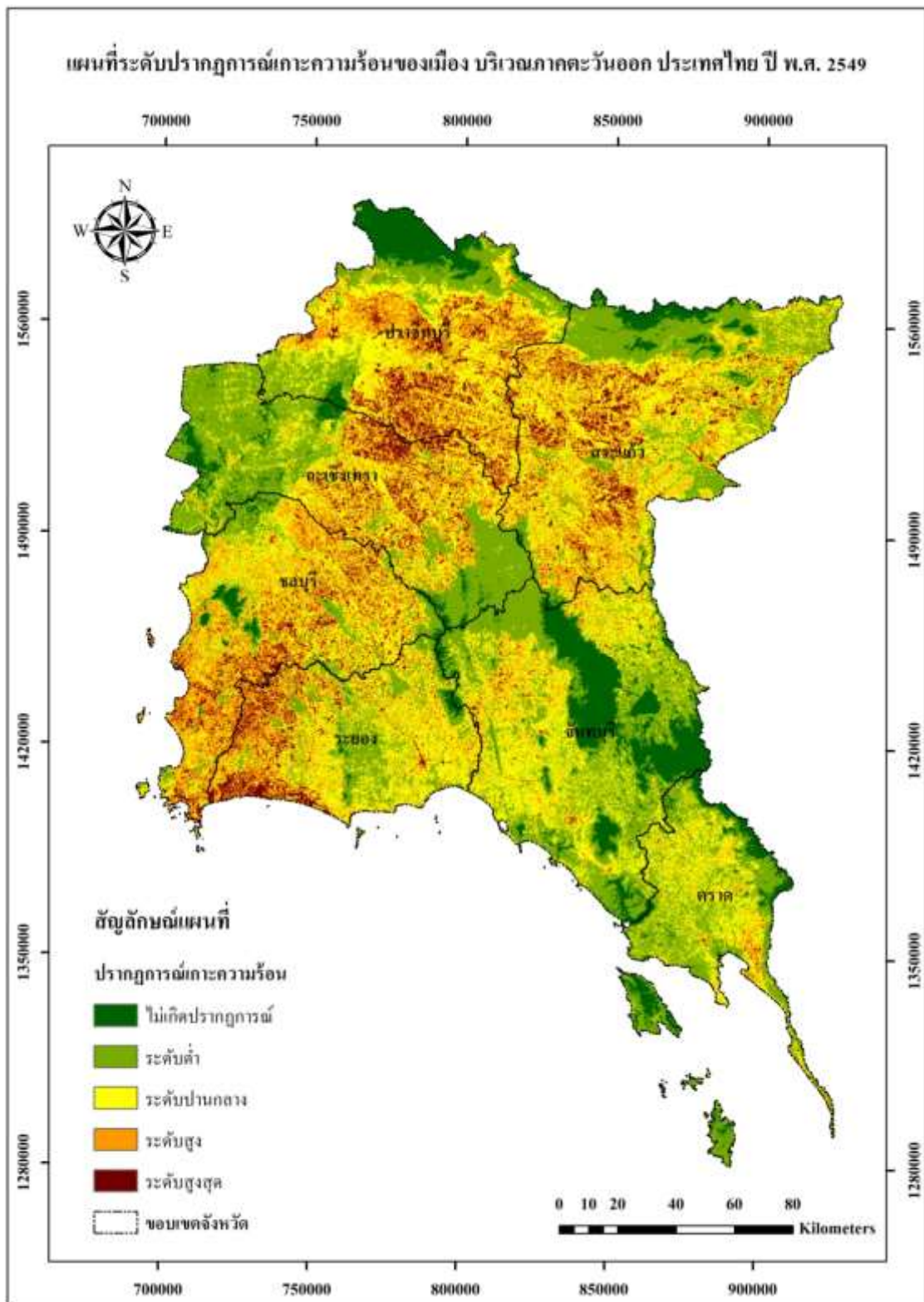
ภาพรวมความแตกต่างของระดับการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์เกาะความร้อนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตั้งแต่ปี 2549 ถึง 2560 ดังกล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ช่วงปี 2549 ถึงปี 2554 เกิดการขยายตัวของปรากฏการณ์เกาะความร้อนอย่างมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยระดับปรากฏการณ์เปลี่ยนแปลงจากระดับต่ำถึงปานกลางในปี 2549 ไปอยู่ที่ระดับปานกลางถึงสูงเมื่อถึงปี 2554 หากเมื่อเปรียบเทียบกับจากปี 2554 ถึงปี 2560 การเปลี่ยนแปลงช่วงนี้มีแนวโน้มกระจายตัวของระดับปรากฏการณ์มากขึ้น โดยระดับปรากฏการณ์เปลี่ยนแปลงจากระดับปานกลางถึงสูงในปี 2554 เป็นระดับต่ำถึงสูงในปี 2560 ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกระจายทั่วภูมิภาค อย่างไรก็ตามระดับความแตกต่างของปี 2554-2560 นั้นระดับปรากฏการณ์ปานกลางและสูงมีการเปลี่ยนแปลงลดลง ส่วนระดับปรากฏการณ์ระดับสูงที่สุดกลับเพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกับการไม่เกิดปรากฏการณ์ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นด้วย รายละเอียดปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ตะวันออกเฉียงเหนือปี พ.ศ. 2549, 2554 และ 2560 ดังอธิบายในส่วนต่อไป

5.2.1 ปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือปีพ.ศ. 2549

จากการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวและปรากฏการณ์เกาะความร้อนพบว่า ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือปรากฏการณ์ทั้งสองมีความสัมพันธ์กันระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับปรากฏการณ์เกาะความร้อน ลักษณะการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์ในปี 2549 แสดงดังภาพที่ 5-9 ปรากฏการณ์เกาะความร้อนพบมากในห้าจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือคือ ระยอง ชลบุรี ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี และสระแก้ว ส่วนจังหวัดจันทบุรีและตราดพบส่วนที่มีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนสูงสุดเพียงเล็กน้อยเท่านั้น รายละเอียดของระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง ในปี 2549 จำแนกรายจังหวัดดังแสดงในตารางที่ 5-11 และ 5-12

หากพิจารณารายจังหวัดจะพบว่า ปี 2549 มีเพียงจังหวัดชลบุรีที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดมีระดับปรากฏการณ์ความร้อนอยู่ระดับสูง (35.41%) ส่วนจังหวัดอื่น ๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนต่ำ จังหวัดตราดมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนต่ำที่ร้อยละ 50.04 รองลงมาคือจังหวัดฉะเชิงเทราร้อยละ 44.23 และจังหวัดจันทบุรีมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนต่ำที่ร้อยละ 41.16 โดยจังหวัดระยองมีพื้นที่ที่มีปรากฏการณ์เกาะความร้อนโดยเฉลี่ยของจังหวัดอยู่ในระดับปานกลาง(39.11%) เช่นเดียวกับจังหวัดสระแก้ว (37.49%) และจังหวัดปราจีนบุรี

(32.02%) ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ที่ระดับปานกลาง (32.68%)



ภาพที่ 5-10 ปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2549

ตารางที่ 5- 11 ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง (ไร่) ปี 2549

จังหวัด	ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง (ไร่)					รวม
	ไม่เกิด	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงที่สุด	
จันทบุรี	851,059	1,630,638	1,173,931	265,360	40,261	3,961,250
ฉะเชิงเทรา	199,981	1,479,051	828,445	565,957	270,940	3,344,375
ชลบุรี	90,425	413,624	954,461	965,479	302,887	2,726,875
ตราด	206,321	881,616	558,004	104,797	11,137	1,761,875
ปราจีนบุรี	351,174	590,819	953,156	762,049	319,278	2,976,476
ระยอง	34,331	562,226	868,167	518,192	237,084	2,220,000
สระแก้ว	207,720	1,170,317	1,686,098	1,010,813	422,013	4,496,961
รวม	1,941,012	6,728,290	7,022,262	4,192,648	1,603,599	21,487,812

ตารางที่ 5-12 ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง (ร้อยละ) ปี 2549

จังหวัด	ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง (ร้อยละ)					รวม
	ไม่เกิด	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงที่สุด	
จันทบุรี	21.48	41.16	29.64	6.70	1.02	100
ฉะเชิงเทรา	5.98	44.23	24.77	16.92	8.10	100
ชลบุรี	3.32	15.17	35.00	35.41	11.11	100
ตราด	11.71	50.04	31.67	5.95	0.63	100
ปราจีนบุรี	11.80	19.85	32.02	25.60	10.73	100
ระยอง	1.55	25.33	39.11	23.34	10.68	100
สระแก้ว	4.62	26.02	37.49	22.48	9.38	100
รวม	9.03	31.31	32.68	19.51	7.46	

เมื่อพิจารณาถึงระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองที่เกิดขึ้นในภาคตะวันออกในปี 2549 ดังแสดงในภาพที่ 5-10 และ ตารางที่ 5-11 และ 5-12 แล้วจะเห็นว่าปี 2549 ระดับปรากฏการณ์

เกาะความร้อนของเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีระดับสูงที่สุดในพื้นที่สามจังหวัด คือ ชลบุรี ปราจีนบุรี และ ระยอง ที่ร้อยละ 11.11, 10.73 และ 10.68 ตามลำดับ พื้นที่ส่วนนี้ครอบคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากกว่า 859,249 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 3.99 ของพื้นที่ทั้งหมด

เมื่อวิเคราะห์ในระดับปริมาณเชิงพื้นที่พบว่า พื้นที่ที่มีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนมากที่สุด คือพื้นที่จังหวัดชลบุรี โดยมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตั้งแต่ระดับสูงถึงสูงที่สุดรวมร้อยละ 46.52 ของพื้นที่จังหวัด รองลงมาคือพื้นที่จังหวัดปราจีนบุรี โดยมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตั้งแต่ระดับสูงถึงสูงที่สุดรวมร้อยละ 36.33 ของพื้นที่จังหวัด และจังหวัดระยองมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตั้งแต่ระดับสูงถึงสูงที่สุดรวมร้อยละ 35.02 ของพื้นที่จังหวัด

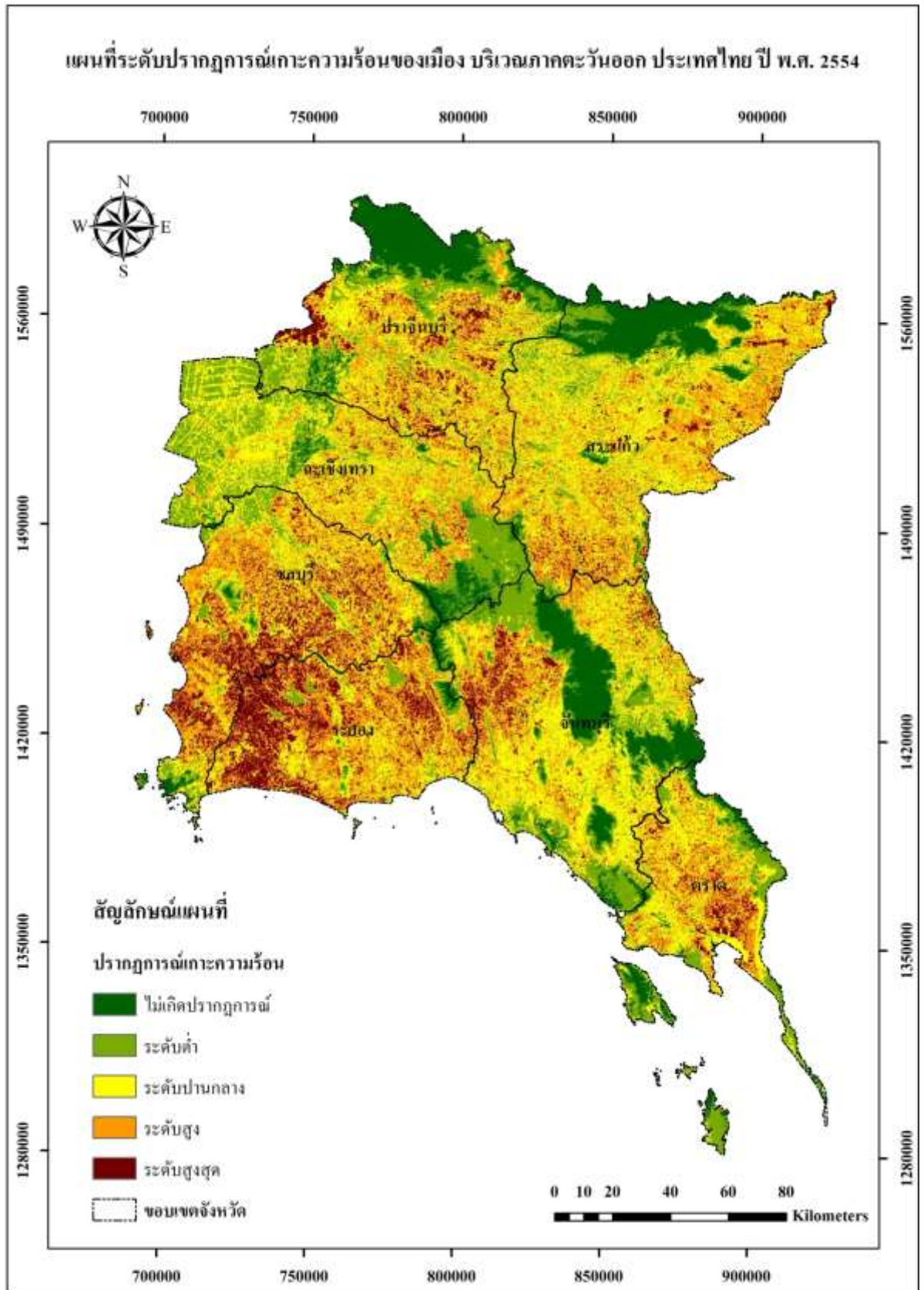
จังหวัดระยองเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ที่ไม่เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเลยมีเพียงร้อยละ 1.55 ของพื้นที่จังหวัด กล่าวคือเป็นจังหวัดที่มีความร้อนและเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนโดยรวมสูงที่สุดในภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมาคือจังหวัดชลบุรีซึ่งมีพื้นที่ที่ไม่เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเลยมีเพียงร้อยละ 3.32 ของพื้นที่จังหวัดอย่างไรก็ตามแม้ว่าจังหวัดปราจีนบุรีจะมีพื้นที่ที่มีปรากฏการณ์เกาะความร้อนระดับสูงและสูงที่สุดเป็นอันดับที่สองของภูมิภาคหากแต่จังหวัดปราจีนบุรีเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ที่ไม่เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเลยถึงร้อยละ 11.80 ของพื้นที่จังหวัด จัดเป็นอันดับสองรองจากจังหวัดจันทบุรีซึ่งมีพื้นที่ที่ไม่เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเลยร้อยละ 21.48 ของพื้นที่ของจังหวัด

5.2.2 ปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือปีพ.ศ. 2554

ลักษณะการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์ในปี 2554 แสดงดังภาพที่ 5-11 ปรากฏการณ์เกาะความร้อนพบมากในทุกจังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รายละเอียดของระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง ในปี 2554 จำแนกรายจังหวัดดังแสดงในตารางที่ 5-13 และ 5-14

ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนรายจังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในปี 2554 มีดังนี้ จังหวัดจันทบุรีมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนระดับปานกลาง (34.28%) จังหวัดฉะเชิงเทรา มีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนระดับปานกลาง (36.59%) จังหวัดชลบุรีมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนระดับสูง (39.01%) จังหวัดตราดมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนปานกลาง (32.96%) จังหวัดปราจีนบุรีมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนระดับปานกลาง (28.90%) จังหวัดระยองมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนระดับสูง (40.63%) จังหวัดสระแก้วมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนระดับปานกลาง (37.41%) ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ที่ระดับปานกลาง (31.58%)

โดยตารางที่ 5-13 และ 5-14 แสดงให้เห็นว่าปี 2554 ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีระดับสูงที่สุดมากกว่าร้อยละ 10 ในพื้นที่สองจังหวัด คือ ชลบุรี และระยอง ที่ร้อยละ 19.91 และ 28.06 ตามลำดับ พื้นที่ส่วนนี้ครอบคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากกว่า 1,165,807 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 5.43 ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งหมด จะเห็นได้ว่าปี 2554 มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเป็นสองเท่าของระดับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในปี 2549 การเพิ่มขึ้นนี้บ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



ภาพที่ 5-11 ปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2554

ตารางที่ 5-13 ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง (ไร่) ปี 2554

จังหวัด	ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง (ไร่)					รวม
	ไม่เกิด	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงที่สุด	
จันทบุรี	689,407	907,434	1,358,113	760,272	246,025	3,961,250
ฉะเชิงเทรา	212,433	1,123,308	1,223,738	669,560	115,336	3,344,375
ชลบุรี	68,731	309,541	741,982	1,063,655	542,966	2,726,875
ตราด	136,402	424,260	580,680	475,907	144,626	1,761,875
ปราจีนบุรี	562,675	625,018	860,164	655,758	272,861	2,976,476
ระยอง	28,660	140,562	525,976	901,960	622,841	2,220,000
สระแก้ว	617,209	665,289	1,682,514	1,289,940	242,010	4,496,961
รวม	2,315,518	4,195,411	6,973,168	5,817,052	2,186,664	21,487,812

ตารางที่ 5-14 ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง (ร้อยละ) ปี 2554

จังหวัด	ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง (ร้อยละ)					รวม
	ไม่เกิด	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงที่สุด	
จันทบุรี	17.40	22.91	34.28	19.19	6.21	100
ฉะเชิงเทรา	6.35	33.59	36.59	20.02	3.45	100
ชลบุรี	2.52	11.35	27.21	39.01	19.91	100
ตราด	7.74	24.08	32.96	27.01	8.21	100
ปราจีนบุรี	18.90	21.00	28.90	22.03	9.17	100
ระยอง	1.29	6.33	23.69	40.63	28.06	100
สระแก้ว	13.73	14.79	37.41	28.68	5.38	100
รวม	9.70	19.15	31.58	28.08	11.48	

พื้นที่ที่มีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนมากที่สุด คือพื้นที่จังหวัดระยอง โดยมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตั้งแต่ระดับสูงถึงสูงที่สุดรวมสูงถึงร้อยละ 68.69 ของพื้นที่จังหวัด รองลงมาคือพื้นที่จังหวัดชลบุรี โดยมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตั้งแต่ระดับสูงถึงสูงที่สุดรวมร้อยละ 58.92 ของพื้นที่จังหวัด ในขณะที่สองจังหวัดที่มีพื้นที่ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อน

เมืองสูงในปี 2549 ยังคงมีระดับปรากฏการณ์ที่สูงมากขึ้น แต่จังหวัดปราจีนบุรีซึ่งเป็นมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตั้งแต่ระดับสูงถึงสูงที่สุดรวมลดลงจากปี 2549 ที่มีร้อยละ 36.33 ของพื้นที่ ลดลงเหลือ 31.20 ของพื้นที่จังหวัด ในปี 2554

นอกจากนั้นพื้นที่ที่ไม่เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเลยของจังหวัดระยองซึ่งมีน้อยมากในปี 2549 ยังคงมีแนวโน้มลดลงของพื้นที่นี้โดยจังหวัดระยองมีพื้นที่ที่ไม่เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเลยในปี 2554 เหลือเพียงร้อยละ 1.29 ของพื้นที่จังหวัด กล่าวคือเป็นจังหวัดที่มีความร้อนและเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนโดยรวมสูงที่สุดในภูมิภาคตะวันออก เช่นเดียวกับจังหวัดชลบุรีซึ่งพื้นที่ที่ไม่เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเลยลดลงเหลือเพียงร้อยละ 2.52 ของพื้นที่จังหวัด

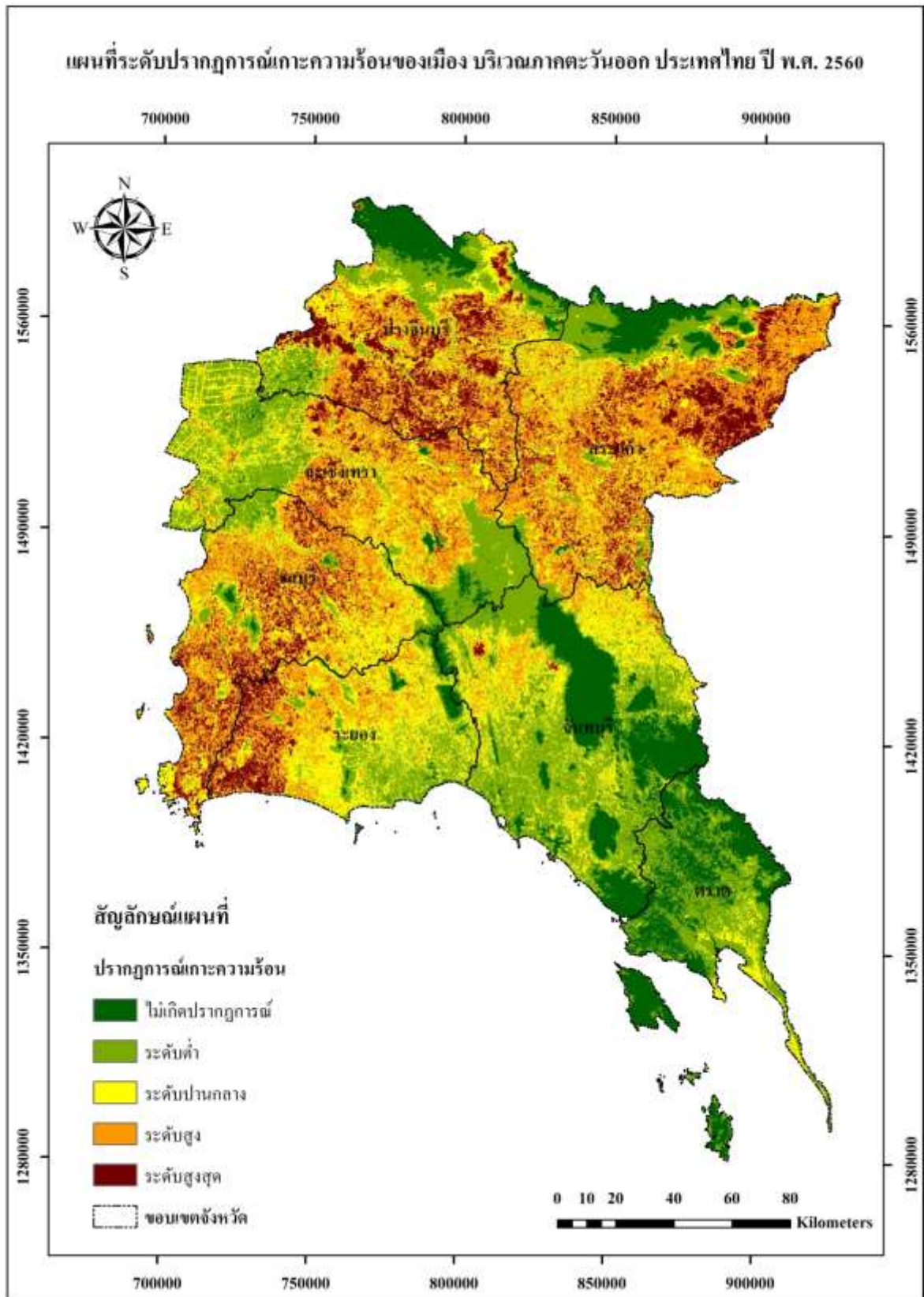
ส่วนจังหวัดอื่น ๆ ของภาคตะวันออกส่วนใหญ่มีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนต่ำ จังหวัดฉะเชิงเทรา มีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนต่ำที่ร้อยละ 33.59 รองลงมาคือจังหวัดตราตร้อยละ 24.08 จังหวัดจันทบุรีมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนต่ำที่ร้อยละ 22.91 และจังหวัดปราจีนบุรีมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนต่ำที่ร้อยละ 21.00

5.2.3 ปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ภาคตะวันออกปีพ.ศ. 2560

ลักษณะการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์ในปี 2560 แสดงดังภาพที่ 5-12 ปรากฏการณ์เกาะความร้อนพบมากในห้าจังหวัดภาคตะวันออกคือ ระยอง ชลบุรี ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี และสระแก้ว ส่วนจังหวัดจันทบุรีพบส่วนที่มีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนสูงสุดเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ในขณะที่จังหวัดตราตรไม่พบระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเลย รายละเอียดของระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง ในปี 2560 จำแนกรายจังหวัดดังแสดงในตารางที่ 5-15 และ 5-16

ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนรายจังหวัดของภาคตะวันออกในปี 2560 มีดังนี้ จังหวัดชลบุรีมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนระดับสูง (42.54%) จังหวัดสระแก้วมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนระดับสูง (42.38%) จังหวัดปราจีนบุรีมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนระดับสูง (28.39%) จังหวัดระยองมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนระดับปานกลาง (37.79%) จังหวัดจันทบุรีมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนระดับต่ำ (41.51%) จังหวัดฉะเชิงเทรา มีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนระดับต่ำ (34.29%) จังหวัดตราตรไม่เกิดระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อน (47.57%) ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของภาคตะวันออกอยู่ที่ระดับต่ำ (26.34%)

หากเมื่อพิจารณาในรายละเอียดของระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่เกิดขึ้นในภาคตะวันออกดังแสดงในภาพที่ 5-12 และ ตารางที่ 5-15 และ 5-16 แล้วจะเห็นว่าปี 2560 ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมืองภาคตะวันออกมีระดับสูงที่สุดมากกว่าร้อยละ 10 มีเพิ่มขึ้นกระจายในพื้นที่สี่จังหวัด คือ ปราจีนบุรี สระแก้ว ชลบุรี และระยอง ที่ร้อยละ 20.61, 18.86, 17.82 และ 10.94 ตามลำดับ พื้นที่ส่วนนี้ครอบคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกมากกว่า 2,190,528 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 10.19 ของพื้นที่ภาคตะวันออกทั้งหมด จะเห็นได้ว่าปี 2560 มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเป็นสองเท่าของระดับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในปี 2554 หรือเป็นสี่เท่าของระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่เกิดขึ้นในปี 2549 การเพิ่มขึ้นนี้บ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองภาคตะวันออกในช่วงสิบปีนับแต่ปี 2549 - 2560 เกิดการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นสี่เท่าของระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนภาคตะวันออก และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอีกหากไม่มีการเปลี่ยนแปลงทิศทางการพัฒนาของภูมิภาค



ภาพที่ 5-12 ปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นที่ภาคตะวันออก ปี2560

ตารางที่ 5-15 ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง (ไร่) ปี 2560

จังหวัด	ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง (ไร่)					รวม
	ไม่เกิด	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงที่สุด	
จันทบุรี	1,125,442	1,644,197	917,408	249,530	24,672	3,961,250
ฉะเชิงเทรา	105,802	1,146,863	915,641	951,994	224,075	3,344,375
ชลบุรี	39,727	294,093	747,071	1,160,013	485,970	2,726,875
ตราด	838,175	791,162	125,712	6,577	248	1,761,875
ปราจีนบุรี	343,098	551,740	623,155	845,070	613,412	2,976,476
ระยอง	75,834	506,373	838,912	555,925	242,956	2,220,000
สระแก้ว	353,821	522,154	867,098	1,905,699	848,190	4,496,961
รวม	2,881,899	5,456,582	5,034,997	5,674,809	2,439,525	21,487,812

ตารางที่ 5-16 ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง (ร้อยละ) ปี 2560

จังหวัด	ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง (ร้อยละ)					รวม
	ไม่เกิด	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงที่สุด	
จันทบุรี	28.41	41.51	23.16	6.30	0.62	100
ฉะเชิงเทรา	3.16	34.29	27.38	28.47	6.70	100
ชลบุรี	1.46	10.78	27.40	42.54	17.82	100
ตราด	47.57	44.90	7.14	0.37	0.01	100
ปราจีนบุรี	11.53	18.54	20.94	28.39	20.61	100
ระยอง	3.42	22.81	37.79	25.04	10.94	100
สระแก้ว	7.87	11.61	19.28	42.38	18.86	100
รวม	14.77	26.35	23.29	24.78	10.79	

พื้นที่ที่มีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนมากที่สุด คือพื้นที่จังหวัดสระแก้ว โดยมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตั้งแต่ระดับสูงถึงสูงที่สุดรวมสูงถึงร้อยละ 61.24 ของพื้นที่จังหวัด รองลงมาคือพื้นที่จังหวัดชลบุรี ซึ่งมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตั้งแต่ระดับสูงถึงสูงที่สุดรวมร้อยละ 60.36 ของพื้นที่จังหวัด รองลงมาคือจังหวัดปราจีนบุรี (49.00%) จังหวัดระยอง

(35.98%) และ จังหวัดฉะเชิงเทรา (35.17) ตามลำดับ ส่วนจังหวัดจันทบุรีและตราดมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตั้งแต่ระดับสูงถึงสูงที่สุดที่ร้อยละ 6.92 และ 0.38 ตามลำดับ

โดยจังหวัดตราดมีพื้นที่ที่มีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนสูงสุดเพียง 248 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 0.01 ของจังหวัดเท่านั้น อาจกล่าวได้ว่าจังหวัดตราดมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนต่ำหรือไม่เกิดระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเลย จากตารางที่ 5-15 และตาราง 5-16 จะเห็นว่าพื้นที่รวมของพื้นที่ที่ไม่เกิดระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของจังหวัดตราดอยู่ที่ร้อยละ 47.57 ของจังหวัด หรือคิดเป็นพื้นที่ 838,175 ไร่

ในขณะที่พื้นที่ที่ไม่เกิดระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในพื้นที่ชลบุรีมีน้อยที่สุดคือเพียงร้อยละ 1.46 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด นอกจากนั้นพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา และ จังหวัดระยอง มีพื้นที่ไม่เกิดระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเพียงร้อยละ 3.16 และ 3.42 ตามลำดับ

ความเปลี่ยนแปลงที่น่าสนใจคือพื้นที่จังหวัดระยองที่แม้ว่าพื้นที่ที่ไม่เกิดระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองของจังหวัดระยองจะมีสัดส่วนน้อยกว่าร้อยละ 5 แต่อัตราส่วนที่มี (3.42%) เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2549 และ 2554 จังหวัดระยองมีสัดส่วนของพื้นที่ส่วนนี้เพิ่มขึ้น ส่วนพื้นที่ที่มีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนสูงลดลงจากปี 2554 ที่ร้อยละ 40.63 เหลือเพียงร้อยละ 25.04 ในปี 2560 ซึ่งมีระดับที่ใกล้เคียงกับเมื่อปี 2549 (23.34%) เช่นเดียวกับระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนสูงสุดในปี 2560 ที่มีร้อยละ 10.94 ลดลงเมื่อเทียบกับปี 2554 ที่มีร้อยละ 28.06 โดยมีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกับปี 2549 (10.68%)

5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินและปรากฏการณ์เกาะความร้อน: อิทธิพลของสิ่งปกคลุมดินต่ออุณหภูมิพื้นผิวภาคตะวันออก

วันเพ็ญ เจริญตระกูลปิติ (2555) ซึ่งดำเนินการศึกษาเรื่องอิทธิพลของสิ่งปกคลุมดินที่มีผลต่ออุณหภูมิในบรรยากาศ อธิบายว่าลักษณะภูมิอากาศในเมืองที่มีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นที่ชนบทโดยรอบเป็นปรากฏการณ์ทั่วไปที่พบในพื้นที่เมืองทั่วโลก ซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ปรากฏการณ์โดมแห่งความร้อน สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดจากความแตกต่างของคุณสมบัติในการดูดซับพลังงานและปลดปล่อยพลังงานของวัสดุพื้นผิว (Thermal Admittance) ซึ่งวัสดุปกคลุมพื้นผิวของเมืองส่วนใหญ่มีส่วนประกอบของคอนกรีตหรือยางมะตอยที่มีค่า Thermal Admittance มากกว่าวัสดุปกคลุมพื้นผิวธรรมชาติ เช่น ดิน พืช น้ำผลจากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้วัสดุปกคลุมพื้นผิวเมืองดูดซับความร้อนจากแสงอาทิตย์ในเวลากลางวันได้ในอัตราส่วนที่มากกว่าวัสดุปกคลุมพื้นผิวธรรมชาติที่เป็นส่วนประกอบของพื้นที่ชนบทเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่เวลากลางคืนพื้นผิวของเมืองปลดปล่อยพลังงานความร้อนที่เก็บไว้ในตอนกลางวันออกสู่บรรยากาศได้มากกว่าวัสดุปกคลุมพื้นผิวธรรมชาติ ประกอบกับสถานะความชื้นที่วัสดุปกคลุมพื้นผิวของเมืองมีความสามารถในการเก็บกักความชื้นได้น้อยกว่าวัสดุปกคลุมด้วยพื้นผิวธรรมชาติ ในทางตรงกันข้ามพื้นผิวเมืองเร่งการระเหยของความชื้นได้ไวกว่าวัสดุธรรมชาติ จึงทำให้พื้นผิวของเมืองดูดซับความร้อนในช่วงเวลาที่นานกว่าพื้นผิวของชนบทที่มีความชื้นมากกว่า โดยความร้อนจะถูกนำไประเหยน้ำที่สะสมไว้ในวัสดุพื้นผิวธรรมชาติที่ใช้เวลานานกว่า ในขณะที่การขยายตัวของพื้นที่การพัฒนาของเมืองไปสู่ชนบท ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมพื้นผิวของพื้นที่ชนบทให้กลายเป็นพื้นที่เมืองที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งจากงานศึกษาที่เกี่ยวข้องหลายชิ้นยอมรับกันอย่างกว้างขวางถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งปกคลุมดินกับอุณหภูมิมีลักษณะที่แปรผกผันกัน

ลักษณะดังกล่าวสนับสนุนสมมติฐานที่ว่า วัสดุปกคลุมดินมีผลต่อระดับของอุณหภูมิในพื้นที่นั้นโดยในบริเวณพื้นที่สีเขียวแสดงระดับอุณหภูมิที่ต่ำกว่าพื้นที่ที่มีอาคารสิ่งปลูกสร้าง

คำอธิบายนี้แสดงให้เห็นว่า สิ่งปกคลุมดินกับอุณหภูมิพื้นผิวมีความสัมพันธ์กัน งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นค้นหาความสัมพันธ์ของการใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินและปรากฏการณ์เกาะความร้อนของภาคตะวันออก

5.3.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละจังหวัดในพื้นที่ภาคตะวันออก ช่วงปี พ.ศ. 2549 และปี พ.ศ. 2560

โดยใช้ข้อมูลจากตารางที่ 5-16 ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยของจังหวัดในภาคตะวันออกรายจังหวัดเป็นตัวแปรตาม (Y) กับร้อยละของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละประเภทเป็นตัวแปรต้น (X) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หรือระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาอิทธิพลของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิพื้นผิวในแต่ละพื้นที่

ตารางที่ 5-17 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละจังหวัดในพื้นที่ภาคตะวันออก ช่วงปี พ.ศ. 2549 และปี พ.ศ. 2560

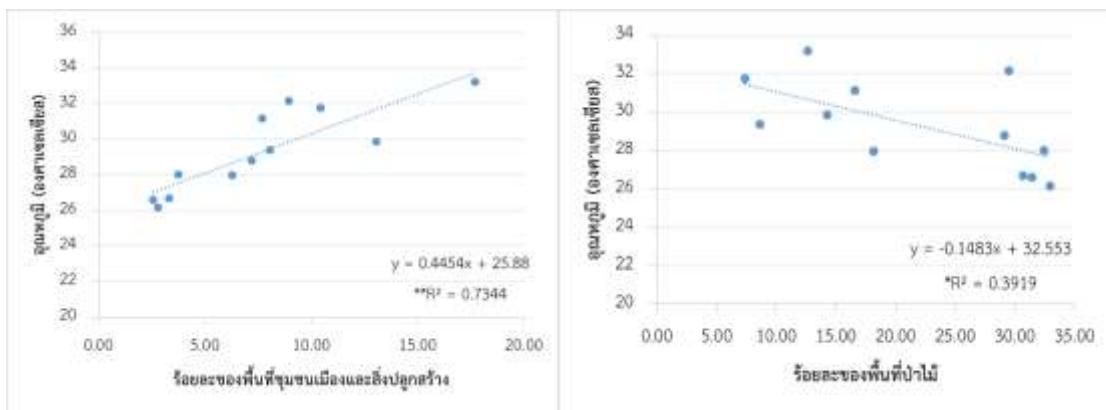
จังหวัด	ปี พ.ศ.	อุณหภูมิ	แหล่งน้ำ	เมือง	เกษตรกรรม	ว่างเปล่า	ป่าไม้
ชลบุรี	49	29.85	3.05	13.06	65.23	4.35	14.31
	60	33.18	5.55	17.70	59.23	4.83	12.70
ระยอง	49	29.36	5.32	8.05	74.76	3.23	8.64
	60	31.72	3.73	10.44	72.24	6.17	7.42
จันทบุรี	49	26.14	4.42	2.81	56.25	3.54	32.97
	60	27.98	4.36	3.77	56.45	2.97	32.45
ตราด	49	26.59	4.62	2.56	54.76	6.57	31.48
	60	26.66	6.35	3.32	56.94	2.70	30.70
ฉะเชิงเทรา	49	27.94	5.01	6.30	64.99	5.53	18.17
	60	31.13	2.38	7.69	68.59	4.72	16.61
ปราจีนบุรี	49	28.78	3.16	7.22	56.01	4.48	29.14
	60	32.14	3.93	8.94	48.96	8.66	29.51
สระแก้ว	49	29.05	0.73	3.86	64.39	6.41	24.60
	60	32.82	0.81	4.29	67.27	4.73	22.91

ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้างและพื้นที่ป่าไม้มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิดังภาพที่ 5-13 โดยพื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้างมีค่าสหสัมพันธ์ (r) ระดับสูงในทางบวกเท่ากับ 0.857 และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.734 สามารถอธิบายได้ว่าเมื่อพื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้างมีจำนวนเพิ่มขึ้น อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นไปในทิศทางเดียวกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ในขณะที่พื้นที่ป่าไม้มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับระดับปานกลางในทางลบเท่ากับ -0.624 และค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจเท่ากับ 0.392 สามารถอธิบายได้ว่าเมื่อพื้นที่ป่าไม้มีจำนวนเพิ่มขึ้น อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยจะลดลงในทิศทางตรงกันข้ามที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น ๆ ทั้งพื้นที่แหล่งน้ำ เกษตรกรรมและพื้นที่ว่างเปล่าไม่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย เนื่องจากผลการวิเคราะห์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 5-17

ตารางที่ 5-18 ตารางแสดงค่าสหสัมพันธ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	สหสัมพันธ์ (r)	R2	ระดับนัยสำคัญ
แหล่งน้ำ	-0.298	0.0888	0.347
ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้าง	0.857	0.7344	0
เกษตรกรรม	0.241	0.0581	0.455
ว่างเปล่า	0.455	0.2070	0.138
ป่าไม้	-0.626	0.3919	0.03



ภาพที่ 5-13 แผนภาพกระจายระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยกับร้อยละของพื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้างรวมถึงพื้นที่ป่าไม้

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยกับร้อยละของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผู้วิจัยได้นำปัจจัยที่มีนัยสำคัญทางสถิติ มาสร้างสมการต้นแบบ (Empirical) สำหรับคาดการณ์อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้างรวมถึงพื้นที่ป่าไม้ โดยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ ผลการศึกษาพบว่าสมการต้นแบบมีค่าส่วนตัดแกน x (ค่า offset) เท่ากับ 26.202 ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเป็นค่าความชัน (slope) ของพื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้างเท่ากับ 0.431 และค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเป็นค่าความชันของพื้นที่ป่าไม้เท่ากับ -0.009 โดยที่สมการต้นแบบมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.857 และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 0.734 มีค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) ของสมการเท่ากับ 1.339 องศาเซลเซียส สามารถเขียนในรูปสมการได้ดังสมการที่ 5-1 และแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 5-17 และภาพที่ 5-14

$$Y = 26.202 + 0.431(X_1) - 0.009(X_2)$$

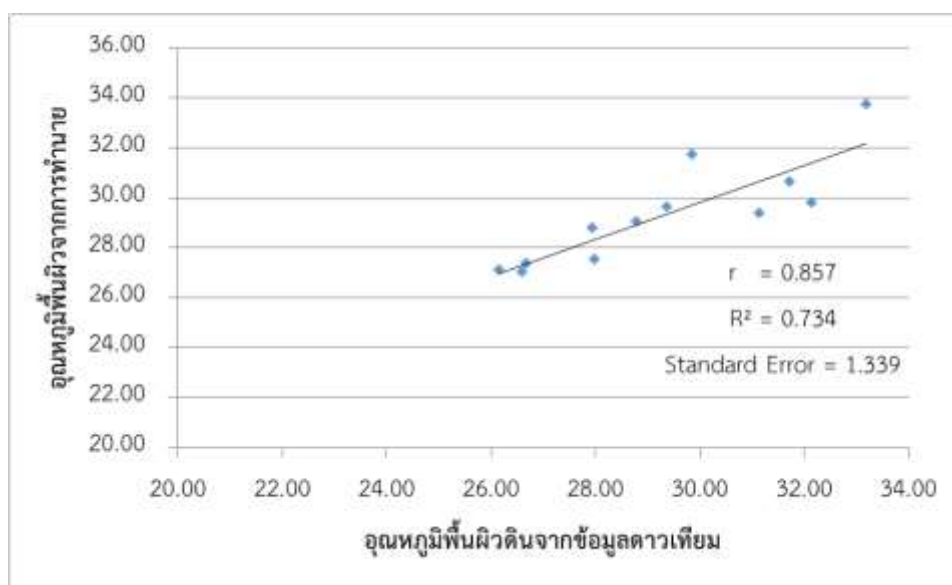
เมื่อ Y คืออุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยของภาคตะวันออก

X_1 คือร้อยละของพื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้าง

X_2 คือร้อยละของพื้นที่ป่าไม้

ตารางที่ 5-19 ส่วนตัดแกน x และสัมประสิทธิ์ถดถอยของสมการต้นแบบในการทำนายอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

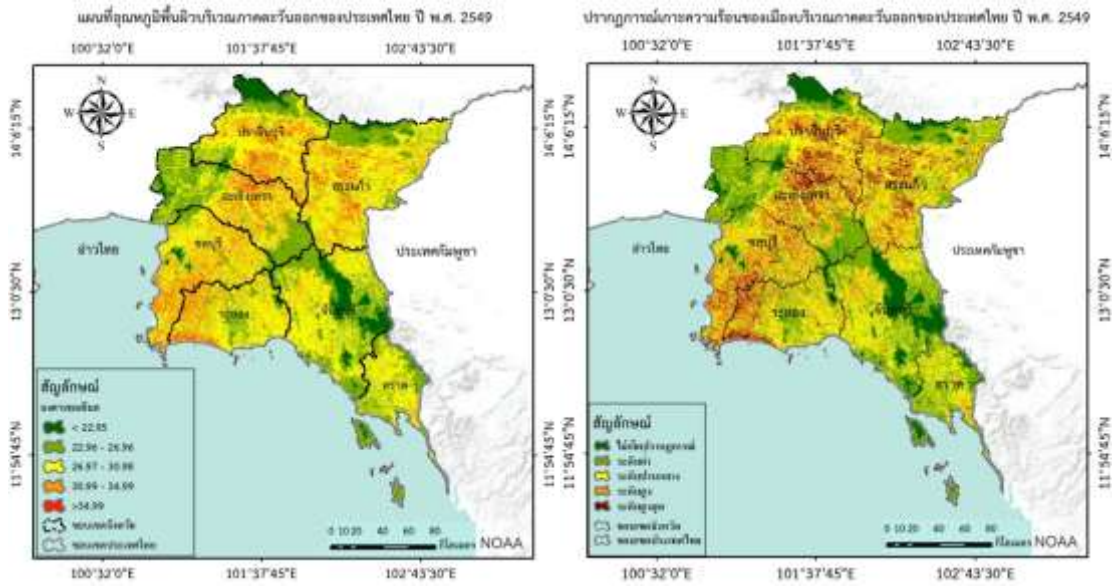
Multi-Regression	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
offset	26.202	2.103	12.462	0.000
Slope X_1	0.431	0.126	3.409	0.008
Slope X_2	-0.009	0.058	-0.165	0.873



ภาพที่ 5-14 แผนภาพกระจายระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่ตรวจวัดได้จากดาวเทียมกับอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยจากการทำนาย โดยสมการต้นแบบ

5.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินและปรากฏการณ์เกาะความร้อน

ปี 2549 จังหวัดชลบุรีมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 29.85°C รองลงมาคือ ระยอง สระแก้ว และ ปราจีนบุรี โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 29.36°C 29.05 °C และ 28.78 °C ตามลำดับ จังหวัดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด คือ จันทบุรี และตราด โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 26.14 °C และ 26.59 °C จากภาพ 5-15 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับปรากฏการณ์เกาะความร้อนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในปี 2549 ภาพที่ 5-15 (ก) แสดงให้เห็นว่าความร้อนส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ระยอง สระแก้ว ปราจีนบุรี และฉะเชิงเทรา ซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะเกาะความร้อนดังแสดงในภาพที่ 5-15 (ข) โดยมีเพียงสองจังหวัดที่ไม่มีสถานการณ์เกาะความร้อน คือจังหวัดจันทบุรี และจังหวัดตราด

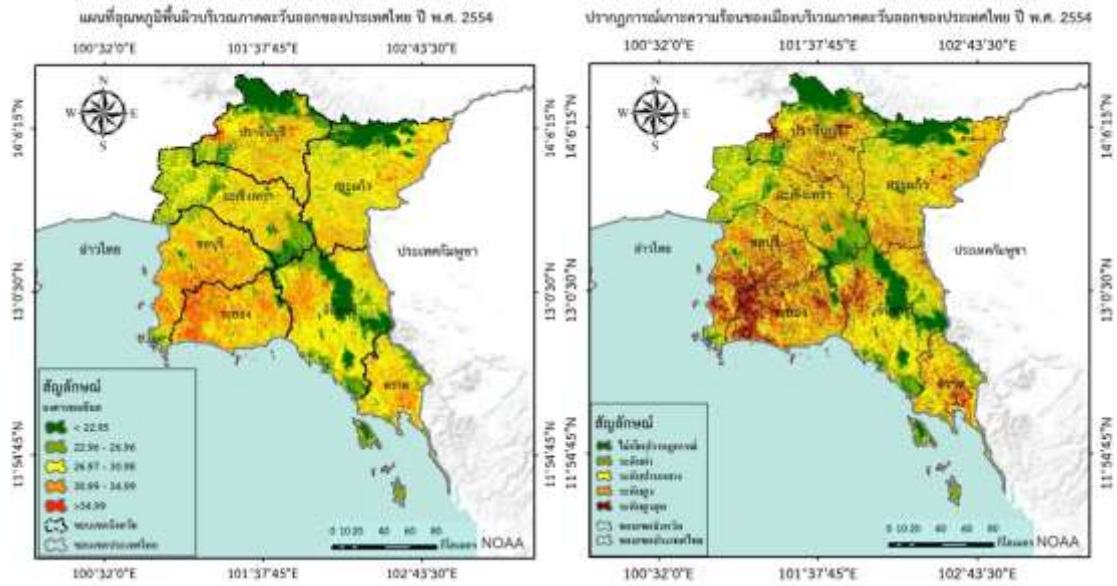


(ก) อุณหภูมิพื้นผิว

(ข) ปรากฏการณ์เกาะความร้อน

ภาพที่ 5-15 ภาพแสดงอุณหภูมิพื้นผิวและปรากฏการณ์เกาะความร้อนในปี 2549

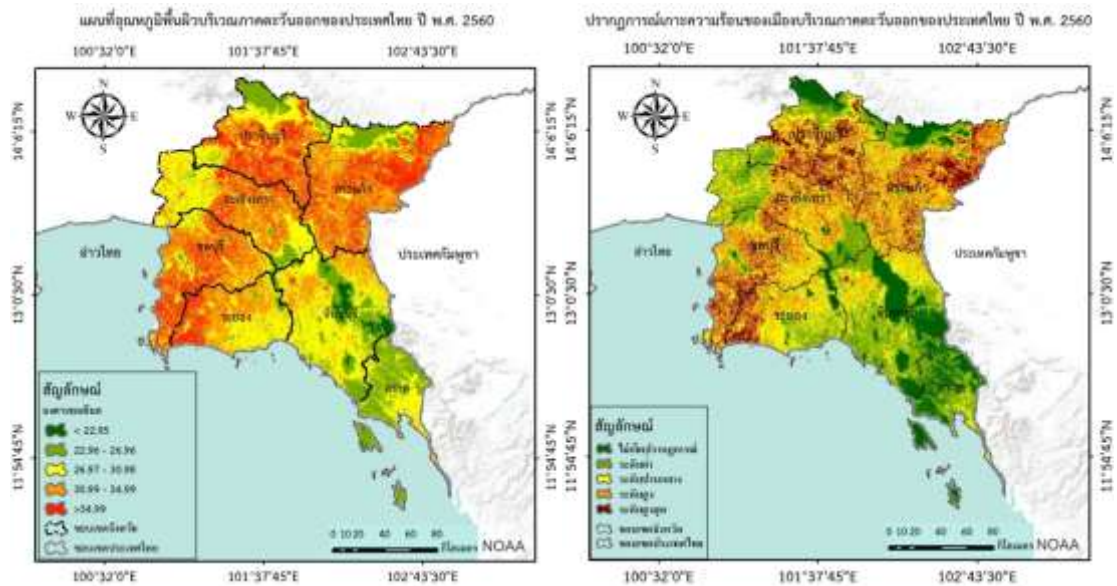
ปี 2554 ระยองเป็นจังหวัดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุดในภาคตะวันออก 31.36 °C รองลงมาคือ ชลบุรี ตราด และสระแก้ว มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 30.48 °C, 28.51 °C และ 28.30 °C ตามลำดับ อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดคือ จังหวัดจันทบุรี ปราจีนบุรี และฉะเชิงเทรา มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 27.40 °C, 27.56 °C และ 27.81 °C ตามลำดับ ตามภาพที่ 5-16 (ก) แสดงให้เห็นอุณหภูมิความร้อนส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่จังหวัดระยองและชลบุรี ตามด้วย ตราด สระแก้ว ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี และจันทบุรี โดยสัมพันธ์กับปรากฏการณ์เกาะความร้อนในพื้นที่ดังแสดงในภาพที่ 5-16 (ข) กล่าวคือทุกจังหวัดในภาคตะวันออกมีปรากฏการณ์เกาะความร้อน โดยจังหวัดที่มีปรากฏการณ์เกาะความร้อนมากที่สุด คือ จังหวัดชลบุรี และจังหวัดระยอง (ปรากฏการณ์เกาะความร้อนมากที่สุด หมายถึงจังหวัดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยมากกว่า 30 °C)



(ก) อุณหภูมิพื้นผิว

(ข) ปรากฏการณ์เกาะความร้อน

ภาพที่ 5-16 ภาพแสดงอุณหภูมิพื้นผิวและปรากฏการณ์เกาะความร้อนในปี 2554



(ก) อุณหภูมิพื้นผิว

(ข) ปรากฏการณ์เกาะความร้อน

ภาพที่ 5-17 ภาพแสดงอุณหภูมิพื้นผิวและปรากฏการณ์เกาะความร้อนในปี 2560

ปี 2560 จังหวัดชลบุรีเป็นจังหวัดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในภาคตะวันออกที่ 33.18 °C จังหวัดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดรองลงมาคือ สระแก้ว ปราจีนบุรี และระยอง มีอุณหภูมิอยู่ที่ 32.82 °C, 32.14 °C และ 31.72°C ตามลำดับ ส่วนจังหวัดที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดคือ จังหวัด ตราด จันทบุรี และฉะเชิงเทรา มีอุณหภูมิที่ 26.66°C, 27.98 °C และ 31.13 °C ตามลำดับ ดังภาพที่ 5-17 แสดงให้เห็นว่าความร้อนส่วนใหญ่กระจายอยู่ในจังหวัดชลบุรี ระยอง สระแก้ว ฉะเชิงเทรา และปราจีนบุรี มี

ความร้อนบางส่วนในจันทบุรี และไม่มีความร้อนในพื้นที่จังหวัดตราด ภาพความร้อนนี้สะท้อนให้เห็นสัมพันธ์กับปรากฏการณ์เกาะความร้อนซึ่งแสดงอยู่ในภาพที่ 5-17 (ข) กล่าวคือ จังหวัดที่มีสถานการณ์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนสูงคือชลบุรี ปราจีนบุรี สระแก้ว และฉะเชิงเทรา ในขณะที่จังหวัดจันทบุรีมีปรากฏการณ์เกาะความร้อนเพียงเล็กน้อย ส่วนจังหวัดตราดนั้นไม่มีปรากฏการณ์เกาะความร้อน

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในช่วงต้นถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในพื้นที่ภาคตะวันออก เมื่อพิจารณาถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเปรียบเทียบกับปรากฏการณ์เกาะความร้อนในภาคตะวันออกพบว่า จากที่อุณหภูมิเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จากเมื่อปี 2549 ซึ่งไม่มีจังหวัดใดในภาคตะวันออกมีอุณหภูมิเฉลี่ยมากกว่า 30°C โดยมีพื้นที่ที่มีปรากฏการณ์เกาะความร้อนกระจายอยู่ในพื้นที่จังหวัดระยอง สระแก้ว ปราจีนบุรี และฉะเชิงเทรา ต่อมาในปี 2554 มีสองจังหวัด คือ จังหวัดชลบุรี และ จังหวัดระยอง ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยมากกว่า 30 °C ซึ่งเป็นพื้นที่สอดคล้องกับพื้นที่ที่มีปรากฏการณ์ความร้อนในระดับสูงสุด คือจังหวัดชลบุรีและจังหวัดระยอง และในอีก 5 ปีต่อมา คือปี 2560 มีจังหวัดที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่า 30°C ถึง ห้าจังหวัด กล่าวคือ นอกจากจังหวัดชลบุรีและจังหวัดระยองแล้ว ยังมีจังหวัดสระแก้ว จังหวัดปราจีนบุรี และ จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นจังหวัดที่มีอุณหภูมิในระดับที่มีปรากฏการณ์ความร้อนในระดับสูงสุด คือ มีอุณหภูมิมากกว่า 30 °C

จากภาพที่ 5-1 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยในปี 2549 มีเพียง 4 จังหวัดที่มีปรากฏการณ์เกาะความร้อน คือ ชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา และ ปราจีนบุรี ซึ่งทั้ง 4 จังหวัดนี้เป็นจังหวัดที่เป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมภาคตะวันออก เป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรม 33 แห่ง (IEAT, 2015). อย่างไรก็ตามสถานการณ์ได้เปลี่ยนไปอย่างมากในปี 2554 เมื่อทุกจังหวัดในภาคตะวันออกมีปรากฏการณ์เกาะความร้อน จังหวัดที่มีสถานการณ์เกาะความร้อนสูงที่สุดคือจังหวัดชลบุรีและระยองซึ่งเป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมที่ใหญ่ที่สุดของประเทศ สถานการณ์ความเปลี่ยนแปลงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นของระดับสถานการณ์เกาะความร้อน โดยมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนสูงที่สุดใน 5 จังหวัด ได้แก่ ระยอง ชลบุรี ปราจีนบุรี สระแก้ว และฉะเชิงเทรา เมื่อพิจารณาถึงการใช้อยู่อาศัยที่ดิน เป็นที่สังเกตได้ว่าไม่เพียงจังหวัดที่มีประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นสิ่งปลูกสร้าง เมือง และนิคมอุตสาหกรรมที่มีปรากฏการณ์เกาะความร้อน แต่ปรากฏการณ์เกาะความร้อนสามารถพบได้ในประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นเกษตรกรรมเช่นกัน พื้นที่หลักของจังหวัดที่มีอุณหภูมิสูงและเสี่ยงต่อการมีปรากฏการณ์เกาะความร้อนเช่นเดียวกับพื้นที่อื่น ความร้อนที่เกิดขึ้นในพื้นที่นี้อาจจะเป็นปรากฏการณ์เกาะความร้อนหรืออาจจะเป็นอุณหภูมิที่เกิดจากกิจกรรมทางการเกษตรซึ่งพืชที่เพาะปลูกในพื้นที่เหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นประเภทพืชไร่ ส่วนพื้นที่ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดในปี 2549 และ 2554 คือจังหวัดจันทบุรี และ ในปี 2560 คือจังหวัดตราด อย่างไรก็ตามจังหวัดจันทบุรีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอย่างต่อเนื่อง ดังแสดงให้เห็นแล้วในภาพที่ 5-2

บทที่ 6

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับปรากฏการณ์เกาะความร้อน และก๊าซเรือนกระจกและการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก

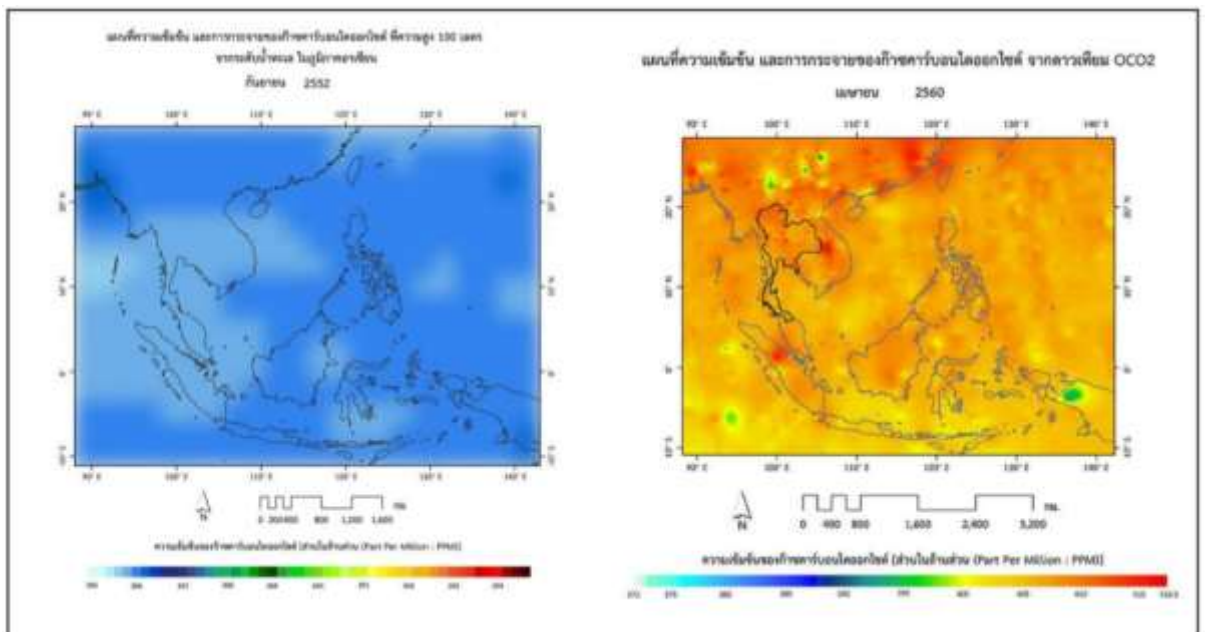
6.1 การทบทวนสถานการณ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศ

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งก๊าซเรือนกระจกที่ควบคุมโดย UNFCCC มี 7 ชนิด ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซมีเทน (CH₄) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆) และก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF₃) มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องยิ่งเพิ่มจำนวนประชากรที่เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้นจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อเป็นต้นทุนในการผลิตพลังงาน อาหาร ที่อยู่อาศัย พื้นที่เกษตรกรรม รวมถึงการพัฒนาเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมอย่างเข้มข้น เป็นปัจจัยที่ปล่อยและส่งผลให้ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง คณะกรรมาธิการระหว่างรัฐบาลด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) แสดงให้เห็นว่าก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญและมีสัดส่วนมากในชั้นบรรยากาศ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจาก 280 ppm ในช่วงปฏิวัติอุตสาหกรรม ราว ค.ศ. 1800 (พ.ศ. 2343) เพิ่มขึ้นเป็น 360 ppm ในปี ค.ศ. 2000 (พ.ศ. 2543) และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็น 407 ppm ในปี ค.ศ. 2017 (พ.ศ. 2560) เมื่อก๊าซเหล่านี้มีปริมาณเพิ่มขึ้นในเมื่อก๊าซเหล่านี้มีปริมาณเพิ่มขึ้นในชั้นบรรยากาศทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้นและเกิดปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Effect) นำมาซึ่งการเกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming) และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2561)

6.1.1 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และมีเทนในชั้นบรรยากาศในภูมิภาคอาเซียน

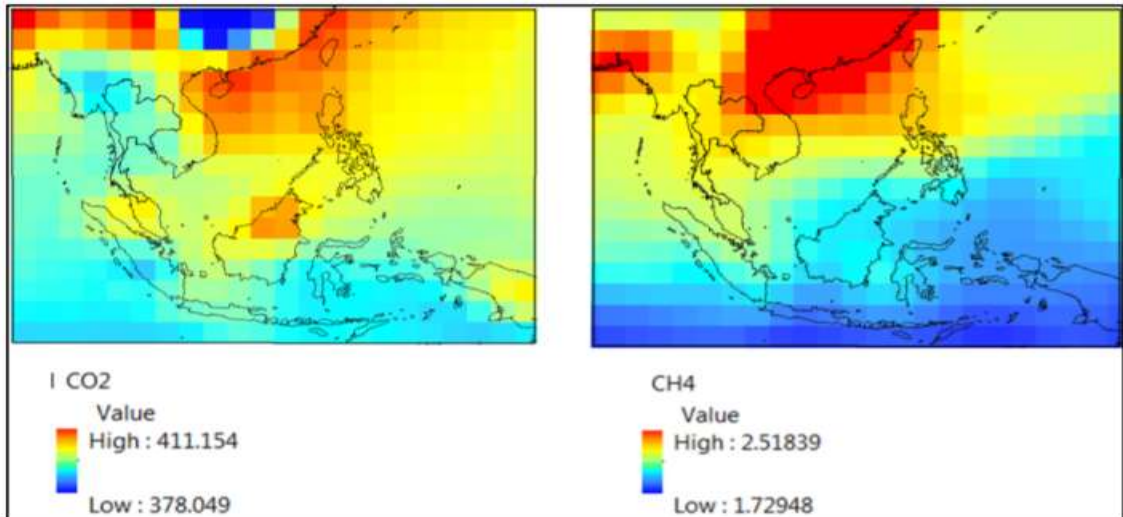
องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, (2561) รายงานผลการศึกษาคข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม GOSAT และ OCO-2 พบว่า ในช่วงปีพ.ศ. 2552 - 2560 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศของประเทศไทยเฉลี่ยรายเดือนมีค่าต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2552 ที่ระดับความเข้มข้น 385.19 ppm และมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน ปีพ.ศ. 2560 ที่ระดับความเข้มข้น 407.40 ppm ลักษณะของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงในรอบ 1 ปี ตามฤดูกาล กระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์จึงอยู่ในอัตราต่ำ ประกอบกับความชื้นในอากาศอยู่ในระดับต่ำทำให้กระบวนการแปลงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปเป็นกรดคาร์บอนิคลดลง ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูแล้งรวมถึงการเผาไหม้ชีวมวลจากพื้นที่เกษตรกรรมหลังฤดูการเก็บเกี่ยว ฤดูร้อนมีการใช้เชื้อเพลิงในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้นในช่วงฤดูแล้ง ปีพ.ศ. 2552 ประเทศไทยมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 385.75 ppm และล่าสุดในปีพ.ศ. 2559 เพิ่มขึ้นเป็น 403.02 ppm ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2552 - 2559 ประเทศไทยมีความเข้มข้นของก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น 17.27 ppm หรือคิดเป็นร้อยละ 4.48 และมีอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 2.16 ppm ต่อปีหรือคิดเป็นร้อยละ 0.56 ดังภาพ



ภาพที่ 6-1 แผนที่ความเข้มข้นและการกระจายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภูมิภาคอาเซียน เดือนกันยายน 2552 รูปซ้าย และเมษายน พ.ศ. 2560 รูปขวา
ที่มา: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2561

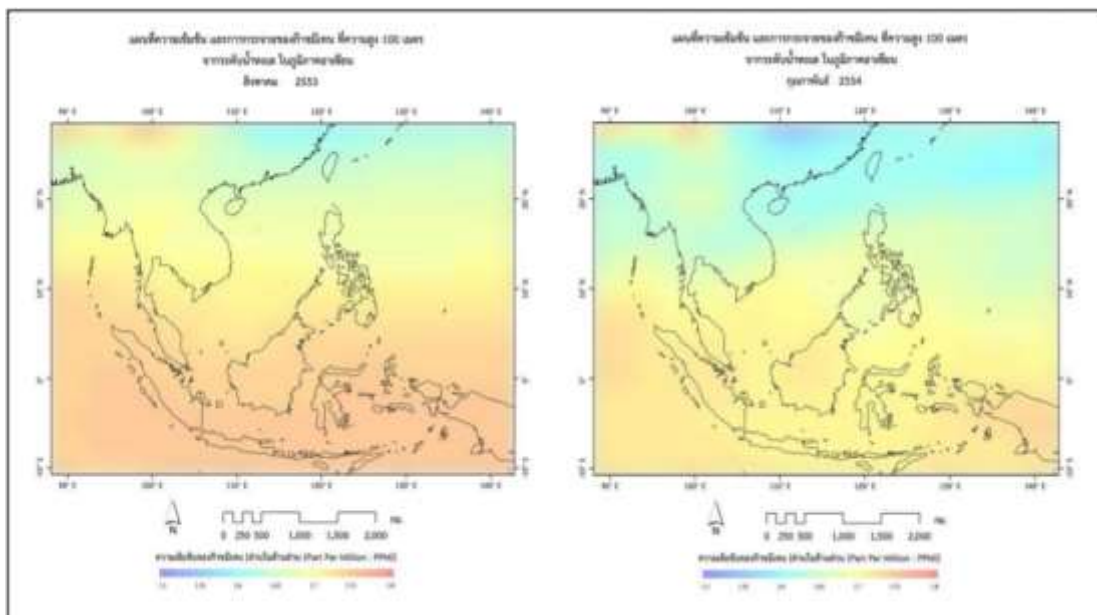
องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2559) การประเมินก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศของประเทศไทยปรากฏผลการวิเคราะห์ความเข้มข้น และการกระจายของก๊าซ CO₂ และ CH₄ โดยในปีพ.ศ. 2552 ค่าเฉลี่ยรายปีความเข้มข้นของก๊าซ CO₂ สูงสุดเท่ากับ 387.052 PPM และปีพ.ศ. 2555 ค่าสูงสุดเท่ากับ 395.592 PPM และก๊าซ CH₄ มีค่าเฉลี่ยรายปีความเข้มข้นของก๊าซมีเทนสูงสุดเท่ากับ 1.927 PPM ค่าสูงสุดเท่ากับ 1.960 PPM แต่ในปีพ.ศ. 2553 CH₄ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.936 PPM ปีในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 ที่ระดับความเข้มข้น 1.748 PPM ตัวอย่างการกระจายของก๊าซ CO₂ และก๊าซ CH₄ แสดงผลในหน่วยส่วนในล้านส่วน (Part Per Million: PPM) ในเดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2553 ในภาพที่ 6-2



ภาพที่ 6-2 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นและการกระจายและการกระจายของก๊าซ CO₂ และก๊าซ CH₄ ในเดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2553

ที่มา: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2561

ก๊าซมีเทนจากการศึกษาข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม GOSAT พบว่า ในช่วงปี พ.ศ. 2552 – 2556 ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศของประเทศไทยเฉลี่ยรายเดือน มีค่าต่ำสุดในเดือนมิถุนายน ปี พ.ศ. 2552 ที่ระดับความเข้มข้น 1.59 ppm มีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2554 ที่ระดับความเข้มข้น 1.72 ppm และค่าต่ำสุดในเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2556 ที่ระดับความเข้มข้น 1.85 ppm ก๊าซมีเทนในภูมิภาคอาเซียน พบว่า ช่วงปีพ.ศ. 2552 - 2560 ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศของภูมิภาคอาเซียนเฉลี่ยรายเดือน มีค่าต่ำสุดในเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2556 ที่ระดับความเข้มข้น 1.71 ppm สำหรับค่าต่ำสุดปรากฏในเดือนสิงหาคม ปี พ.ศ. 2553 ที่ระดับความเข้มข้น 1.80 ppm มีค่าสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ ปีพ.ศ. 2554 ที่ระดับความเข้มข้น 1.91 ppm ประเทศไทยมีความเข้มข้นของก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น 0.01 ppm หรือคิดเป็นร้อยละ 0.6 และมีอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.002 ppm ต่อปีหรือคิดเป็นร้อยละ 0.12 ดังภาพที่ 6-3

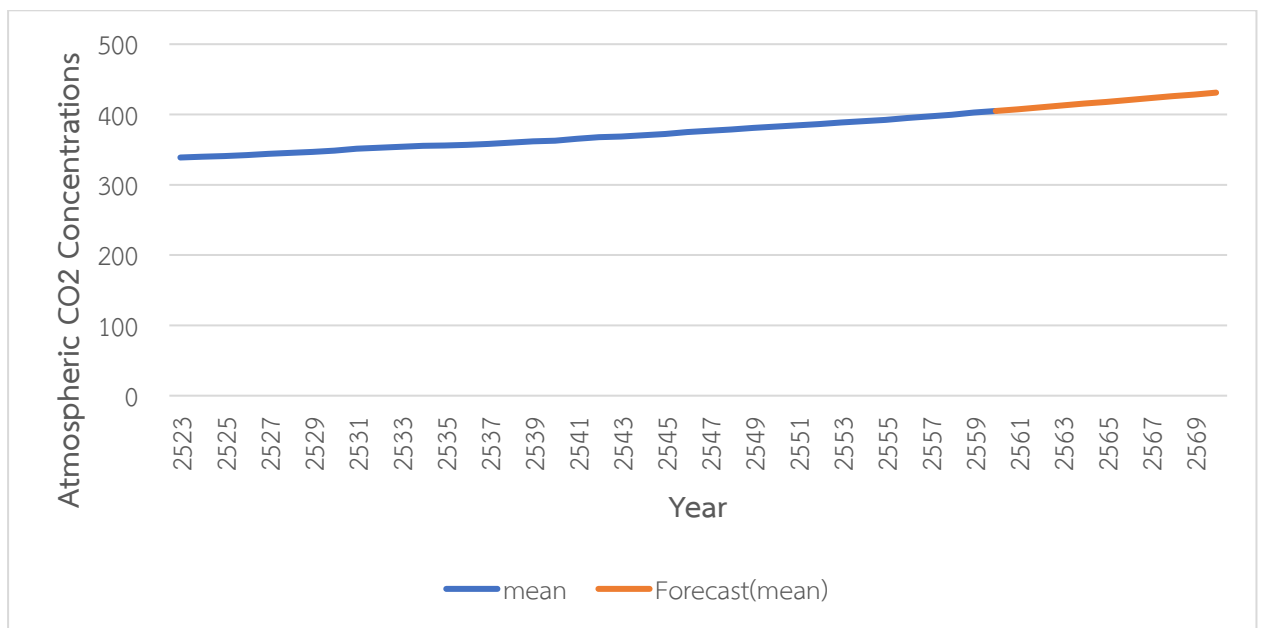


ภาพที่ 6-3 แผนที่ความเข้มข้นและการกระจายของก๊าซมีเทนในภูมิภาคอาเซียนเดือนสิงหาคม 2553 รูปซ้าย และกุมภาพันธ์พ.ศ. 2554 รูปขวา
 ที่มา: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2561

ตาราง 6-1 แสดงการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั่วโลกจากข้อมูลจาก NOAA Earth System Research Laboratory ตั้งแต่ปี พ.ศ.2523 -2560

ปีพุทธศักราช	ค่าเฉลี่ย CO ₂	ปีพุทธศักราช	ค่าเฉลี่ย CO ₂
2523	338.8	2543	368.81
2524	339.99	2544	370.4
2525	340.76	2545	372.42
2526	342.43	2546	374.97
2527	343.98	2547	376.78
2528	345.46	2548	378.81
2529	346.88	2549	380.93
2530	348.61	2550	382.67
2531	351.14	2551	384.78
2532	352.79	2552	386.28
2533	353.96	2553	388.56
2534	355.29	2554	390.44
2535	355.99	2555	392.45
2536	356.71	2556	395.19
2537	358.2	2557	397.11
2538	360.02	2558	399.41
2539	361.79	2559	402.81
2540	362.9	2560	404.99
2541	365.55		
2542	367.63		

ที่มา: ดัดแปลงจาก <https://www.co2.earth/annual-co2>



ภาพที่ 6-4 แสดงการทำนายการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 – 2569

ในปี พ.ศ. 2552 ประเทศไทยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซมีเทนเฉลี่ยเท่ากับ 1.65 ppm ขณะที่ภูมิภาคอาเซียนมีค่าความเข้มข้นของก๊าซมีเทนเฉลี่ยเท่ากับ 1.83 ppm และในปี พ.ศ. 2556 ประเทศไทยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซมีเทนเฉลี่ยเท่ากับ 1.66 ppm ขณะที่ภูมิภาคอาเซียนมีค่าความเข้มข้นของก๊าซมีเทนเฉลี่ยเท่ากับ 1.85 ppm ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2552 – 2556 ภูมิภาคอาเซียนมีความเข้มข้นของก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น 0.02 ppm หรือคิดเป็นร้อยละ 1.09 และมีอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.004 ppm ต่อปีหรือคิดเป็นร้อยละ 0.22 (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2561)

ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั่วทั้งโลกจากข้อมูลจาก NOAA Earth System Research Laboratory ตั้งแต่ปี พ.ศ.2523 -2560 ดังตารางที่ 6-1 และแสดงแนวโน้มการทำนายการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ.2523 – 2569 ดังกราฟจากภาพที่ 6-4 โลกมีแนวโน้มก๊าซ CO₂ เพิ่มขึ้น

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ.2523 – 2560 มีค่าเฉลี่ยจาก 338.8 - 404.99 PPM. ค่าเฉลี่ยรวม คือ 368.33 PPM. การประเมินแนวโน้มก๊าซ CO₂ ช่วงปีพ.ศ. 2560-2569 ต้องมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 404.99 – 430 PPM. ดังการศึกษาวิจัยนี้จึงจำเป็นต้องการวิเคราะห์ปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจกจากดาวเทียม GOSAT ในพื้นที่ภาคตะวันออก

6.2 การวิเคราะห์ปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจกจากดาวเทียม GOSAT ในภาคตะวันออก

การพัฒนาดาวเทียมเพื่อใช้ในการตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ได้แก่ CO₂ CH₄ N₂O การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้ภาพถ่ายดาวเทียม The Greenhouse Gases Observing Satellite หรือ GOSAT ตรวจวัดระดับความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจก 3 ชนิด คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน (CH₄) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide) CO₂

เป็นสารประกอบของคาร์บอนและออกซิเจน มีภาวะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความดันปกติจึงเรียกว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซนี้มีอยู่ในชั้นบรรยากาศประมาณ 0.033% โดยปริมาตร (ความเข้มข้น 387 ส่วนในล้านส่วน : ppm) เกิดจากการหายใจของสัตว์ พืช การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากฟอสซิล ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศมีปริมาณสูงขึ้น ประกอบกับพื้นที่ป่าไม้ถูกทำลาย ต้นไม้ที่ทำหน้าที่ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีจำนวนลดลง ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศเพิ่มมากขึ้นโดยปริมาณพืชที่อยู่บนพื้นโลกจะดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อการสังเคราะห์แสงประมาณ 126.8 ล้านล้านกิโลกรัมต่อปี แต่คายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจของพืชประมาณ 122 ล้านล้านกิโลกรัมต่อปี WMO จัดทำรายงานเรื่องก๊าซเรือนกระจกฉบับล่าสุด โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวัดระดับก๊าซเรือนกระจก ซึ่งรวมถึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน และก๊าซไนตรัสออกไซด์ จากสถานีวิจัยที่ตั้งอยู่ใน 51 ประเทศทั่วโลก โดยพบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อปี 2016 วัดได้ที่ 403.3 ส่วนในล้านส่วน (ppm) เพิ่มขึ้นจากเมื่อปี 2015 ซึ่งวัดได้ที่ 400 ส่วนในล้านส่วน

ประเทศไทยปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เป็นอันดับ 4 ของอาเซียน คนไทยปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เฉลี่ยคนละ 2.73 ตันต่อปี (ปี พ.ศ.2547) คาดว่าปี 2554 คนไทยจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อคนเพิ่มเป็น 3.64 ตันต่อปี ถ้าเรายังคงใช้เชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นในอัตรานี้ ปี พ.ศ.2558 คนไทยจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพิ่มเป็น 4.34 ตันต่อคน อนุสัญญาฯ กำหนดให้ประเทศในกลุ่มประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 ต้องรายงานก๊าซเรือนกระจกอย่างน้อยสามชนิดคือ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) มีเทน (CH₄) และไนตรัสออกไซด์ (N₂O) แยกตามชนิดก๊าซและแหล่งปล่อย (by sources) และที่เก็บกัก (by sink) เป็นหลัก ส่วนชนิดอื่น ๆ สนับสนุนให้ประเทศสมาชิก รายงานตามกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมและอื่น ๆ ที่ปรากฏในพื้นที่ ประเทศไทยปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเทียบเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 229 ล้านตันในปี 2547 สาขาพลังงานปล่อยมากที่สุดคือร้อยละ 70 รองลงมาคือการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ (ร้อยละ 23) ที่เหลือกระจายระหว่างสาขาอุตสาหกรรม ป่าไม้และการจัดการของเสีย

6.2.1 การวิเคราะห์ค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ปี พ.ศ. 2552, 2557, 2562 จากดาวเทียมGOSAT

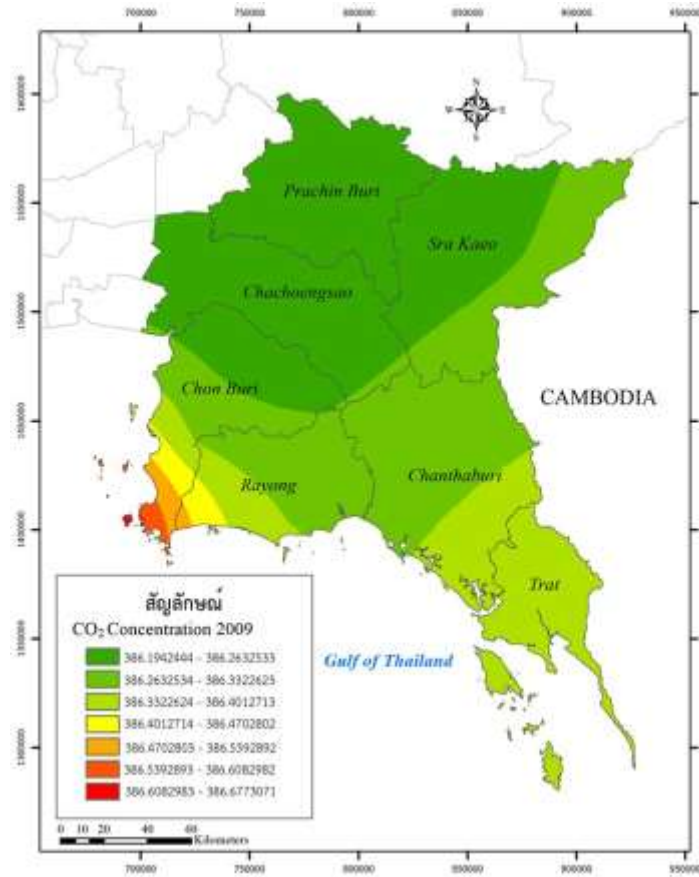
การวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นและการกระจายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทน ในชั้นบรรยากาศที่ปกคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจากภาพถ่ายดาวเทียม GOSAT ในปีพ.ศ. 2552, 2557, 2562 ดำเนินการวิเคราะห์โดยการแปลงโครงสร้างข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการคำนวณพีชคณิตเชิงแผนที่ (Map Algebra) เทคนิคการประมาณค่า (Interpolation) เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทนและก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ดังมีรายละเอียดดังนี้

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการสะสมก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นเองจากตามธรรมชาติและส่วนที่การพัฒนาอุตสาหกรรม การพัฒนาชุมชนเมือง การใช้ปัจจัยในชีวิตประจำวันที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะโครงสร้างพื้นฐานที่ปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นโดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน จนเกิดเป็นปรากฏการณ์เกาะความร้อนปกคลุมในหลายพื้นที่ทั้งที่เป็นพื้นที่เมือง อุตสาหกรรมและเกษตรกรรมส่งผลให้เกิดภัยแล้ง ดังนั้นสิ่งที่ต้องศึกษาคือข้อมูลการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศที่ปกคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจากดาวเทียม GOSAT ช่วงเดือนมิถุนายน ปี พ.ศ. 2552, 2557, 2562

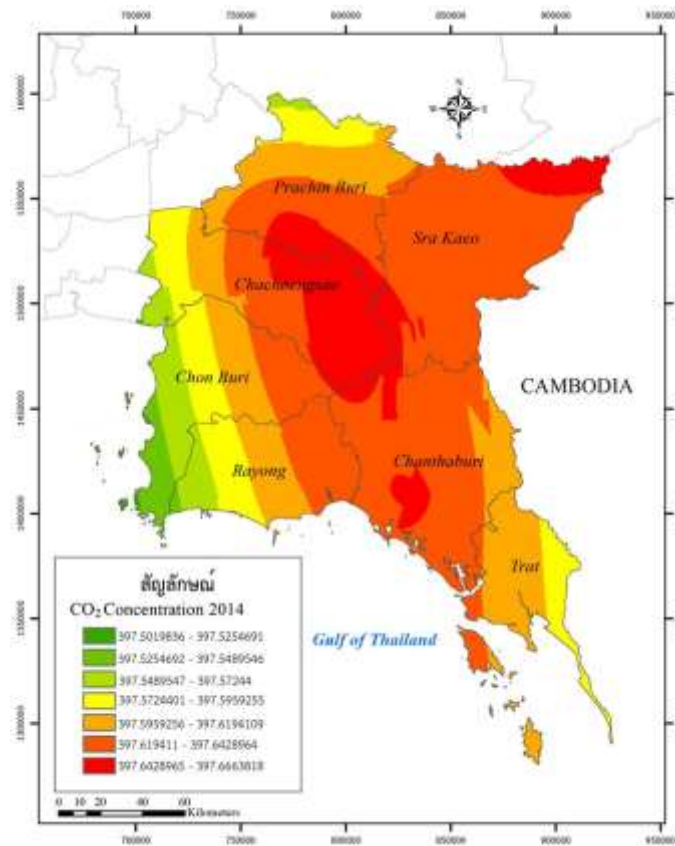
ปีพ.ศ. 2552 พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้นอยู่ในช่วง 386.194-386.677 ppm. รูปแบบการกระจายตัวปกคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือพื้นที่บริเวณอำเภอเสถียรที่กระจายออกมาถึงบางละมุง ศรีราชา จังหวัดชลบุรีและพื้นที่อำเภอบ้านฉาง นิคมพัฒนา เมืองมาบตาพุดจังหวัดระยองที่ระดับความเข้มข้นอยู่ในช่วง 386.401-386.677 ppm. การกระจายในระดับความเข้มข้น 386.263-386.400 ppm. ครอบคลุมพื้นที่ส่วนมากของจังหวัดระยอง ชลบุรี สระแก้ว จันทบุรี และตราด ส่วนการกระจายในระดับความเข้มข้น 386.194-386.263 ppm. ครอบคลุมพื้นที่ส่วนมากของจังหวัดฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรีและพื้นที่บางส่วนของจังหวัดสระแก้วและชลบุรี ดังภาพที่ 6-5

ปีพ.ศ. 2557 พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้นอยู่ในช่วง 397.510-397.666 ppm. รูปแบบการกระจายตัวปกคลุมหนาแน่นกว่าพื้นที่อื่น ๆ คือพื้นที่บริเวณกลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ พื้นที่อำเภอกบินทร์บุรี ศรีมหาโพธิ์ ศรีมโหสถ จังหวัดปราจีนบุรี อำเภอสนามชัยเขต แกลงยาว ท่าตะเกรา จังหวัดฉะเชิงเทราและบริเวณเหนือของจังหวัดสระแก้วได้แก่ อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว และอำเภอเมืองจันทบุรี การกระจายในระดับความเข้มข้น 397.572-397.666 ppm. รองลงมาคือพื้นที่ส่วนมากของจังหวัดชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี สระแก้ว จันทบุรี และตราด และพื้นที่ชายฝั่งทะเลจังหวัดชลบุรีและบนยอดเขาใหญ่มีระดับความเข้มข้นอยู่ในช่วง 397.510-397.572 ppm. ดังภาพที่ 6-6

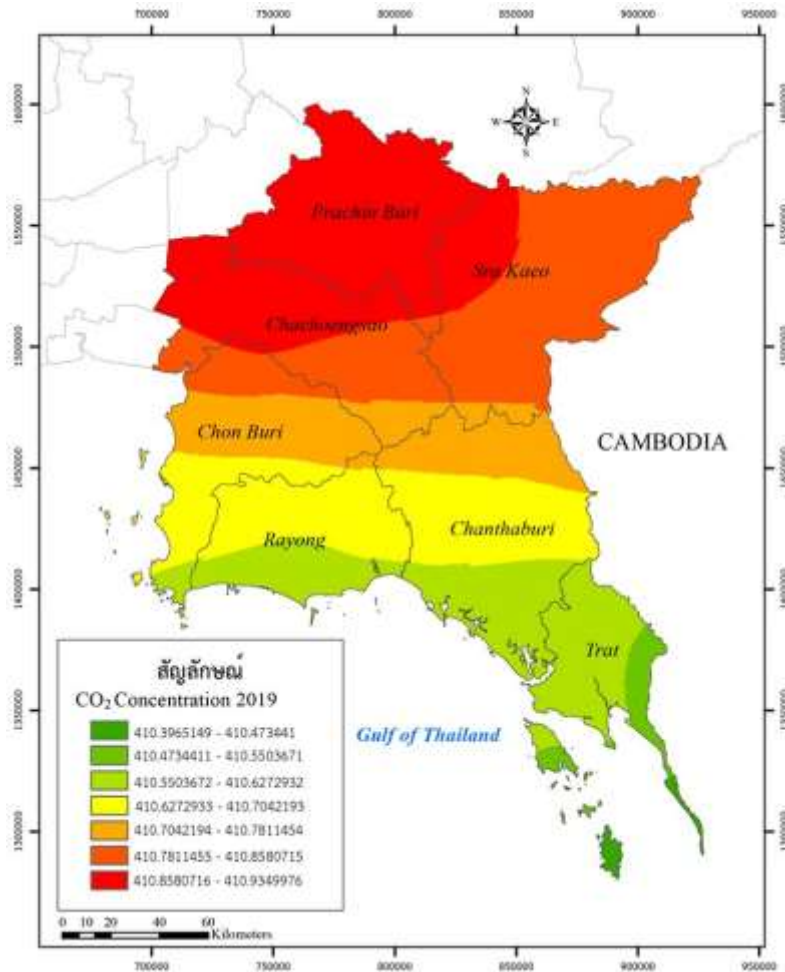
ปีพ.ศ. 2562 พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้นอยู่ในช่วง 410.396-410.934 ppm. รูปแบบการกระจายตัวปกคลุมหนาแน่นกว่าพื้นที่อื่น ๆ ของภาค คือ พื้นที่ตอนเหนือของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ พื้นที่จังหวัดปราจีนบุรี พื้นที่บางส่วนของจังหวัดฉะเชิงเทราได้แก่อำเภอบางน้ำเปรี้ยว เมือง บางคล้า บ้านโพธิ์ บางปะกง พนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทราและด้านตะวันตกของจังหวัดสระแก้วได้แก่ อำเภอเมือง เขาฉกรรจ์ จังหวัดสระแก้ว ระดับความเข้มข้น 410.858-410.934 ppm. รองลงมาคือพื้นที่ส่วนมากของจังหวัดสระแก้ว ชลบุรี ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี ระยอง และพื้นที่ชายฝั่งทะเลจังหวัดชลบุรีมีระดับความเข้มข้นน้อยกว่าพื้นที่อื่นอยู่ในช่วง 410.396-410.627 ppm. ดังภาพ 6-7



ภาพที่ 6-5 ค่าปริมาณก๊าซ CO₂ ปี 2009



ภาพที่ 6-6 ค่าปริมาณก๊าซ CO₂ ปี 2014



ภาพที่ 6-7 ค่าปริมาณก๊าซก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ปี 2019

6.2.2 การวิเคราะห์ค่าปริมาณก๊าซมีเทน (CH₄) ปี 2009, 2014, 2019 จากดาวเทียม GOSAT

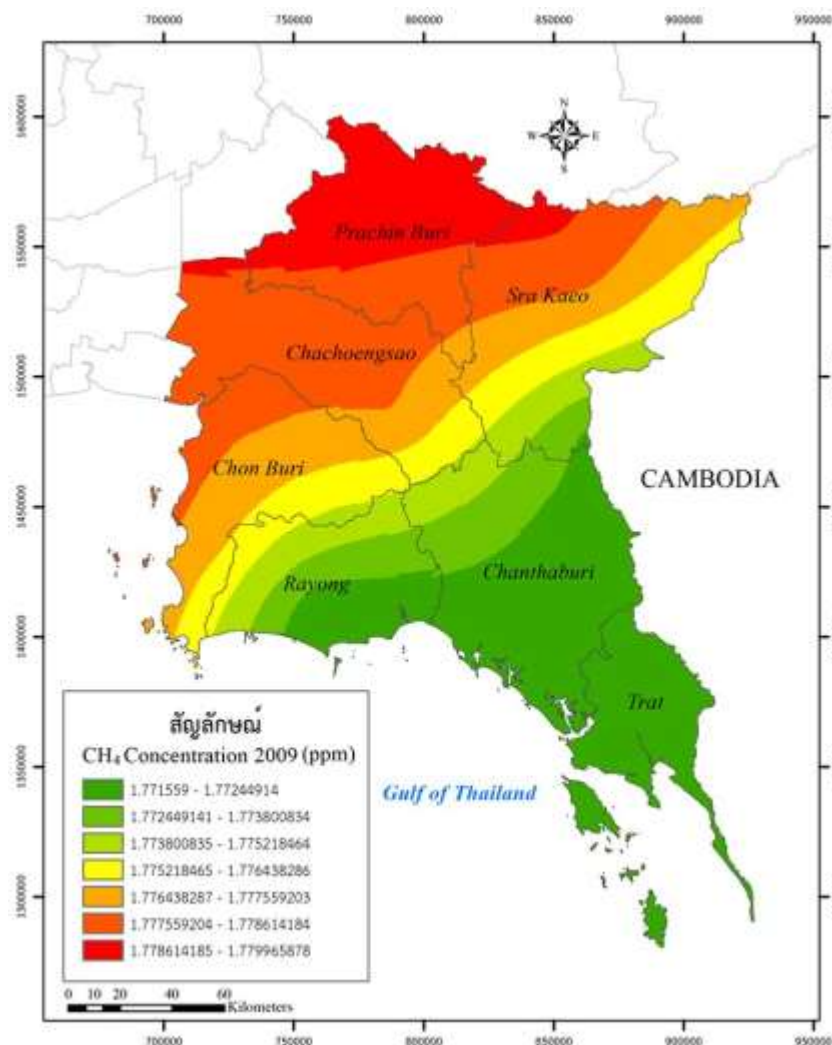
การวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นและการกระจายของก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศที่ปกคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจากภาพถ่ายดาวเทียม GOSAT ในปีพ.ศ. 2552, 2557, 2562 มีรายละเอียดดังนี้

ปีพ.ศ. 2552 พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณก๊าซมีเทนที่ระดับความเข้มข้นอยู่ในช่วง 1.771-1.779 ppm. ซึ่งมีรูปแบบการกระจายตัวปกคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ พื้นที่ทางตอนเหนือของภาคปกคลุมบริเวณอำเภอหาดใหญ่ กบินทร์บุรี ประจันตคาม เมืองปราจีนบุรี พื้นที่ครึ่งจังหวัดของฉะเชิงเทราและสระแก้วและบางส่วนของพื้นที่ทางเหนือของจังหวัดชลบุรีมีค่าระดับความเข้มข้นอยู่ในช่วง 1.775-1.779 ppm. รองลงมาคือพื้นที่ครึ่งจังหวัดของฉะเชิงเทราและสระแก้วและบางส่วนของพื้นที่ทางใต้ของจังหวัดชลบุรีและทางเหนือของจังหวัดระยอง มีค่าระดับความเข้มข้นอยู่ในช่วง 1.775-1.777 ppm. และพื้นที่บางส่วนของจังหวัดระยอง ชลบุรี ฉะเชิงเทรา สระแก้ว มีค่าการกระจายในระดับความเข้มข้น 1.773-1.775 ppm. พื้นที่ของจังหวัดจันทบุรี ตราดและพื้นที่บางส่วนของจังหวัดระยองและชลบุรี มีค่าการกระจายในระดับความเข้มข้น 1.771-1.773 ppm. ดังภาพที่ 6-8

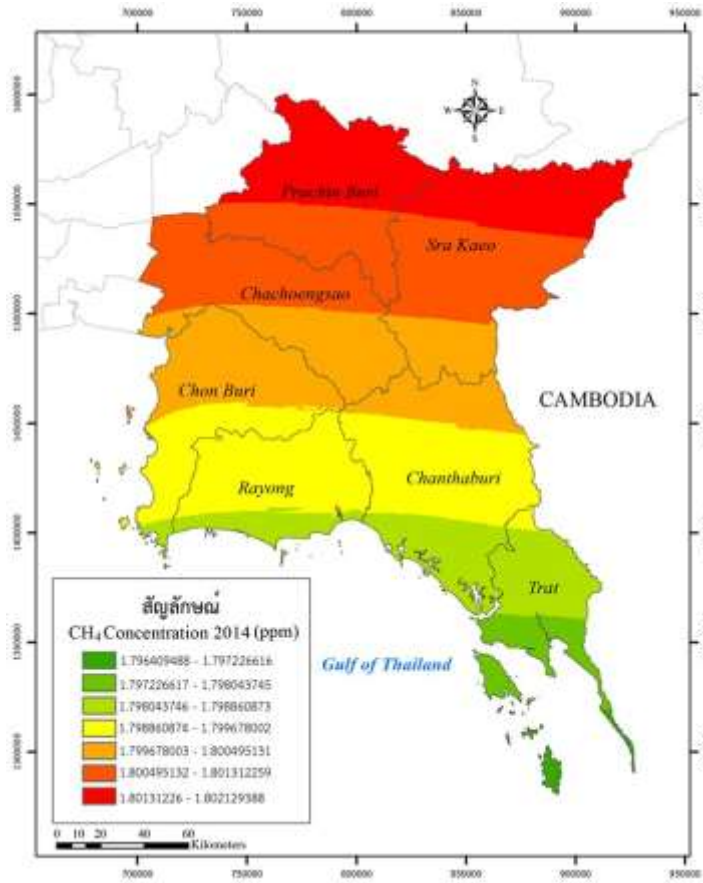
ปีพ.ศ. 2557 พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณมีเทนที่ระดับความเข้มข้นอยู่ในช่วง 1.796-1.802 ppm. รูปแบบการกระจายตัวปกคลุมหนาแน่นกว่าพื้นที่อื่น ๆ คือ พื้นที่บริเวณเหนือของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ พื้นที่อำเภอหาดใหญ่ กบินทร์บุรี ศรีมหาโพธิ์ ศรีมโหสถ จังหวัดปราจีนบุรี อำเภอสนมชัยเขต

แปลงยาว ท่าตะเียบ จังหวัดฉะเชิงเทราและบริเวณเหนือของจังหวัดสระแก้วได้แต่ อำเภอนาพระยา จังหวัดสระแก้ว มีค่าการกระจายในระดับความเข้มข้น 1.800-1.802 ppm. รองลงมาคือพื้นที่ส่วนมมากของจังหวัดชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี พื้นที่บางส่วนของจังหวัดสระแก้ว จันทบุรี มีค่าการกระจายในระดับความเข้มข้น 1.798-1.800 ppm. และพื้นที่ชายฝั่งทะเลจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรีและพื้นที่ทั้งจังหวัดตราดมีระดับความเข้มข้นอยู่ในช่วง 1.796-1.798 ppm. ดังภาพที่ 6-9

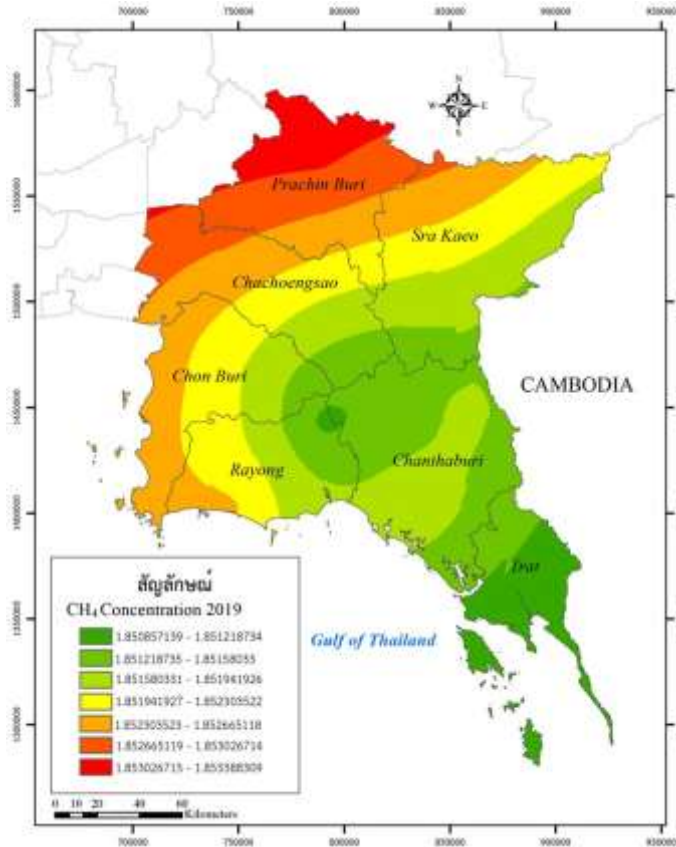
ปีพ.ศ. 2562 พื้นที่ภาคตะวันออกมีปริมาณก๊าซมีเทนที่ระดับความเข้มข้นอยู่1.850-1.853 ppm. รูปแบบการกระจายตัวปกคลุมหนาแน่นกว่าพื้นที่อื่น ๆ คือ พื้นที่บริเวณเหนือของภาคตะวันออก ได้แก่ พื้นที่อำเภอนาดี บินทร์บุรี เมือง ประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา มีค่าการกระจายในระดับความเข้มข้น 1.852-1.853 ppm. รองลงมาคือพื้นที่ส่วนมมากของจังหวัดชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี พื้นที่บางส่วนของจังหวัดสระแก้วมีค่าการกระจายในระดับความเข้มข้น 1.851-1.852 ppm. และพื้นที่ชายฝั่งทะเลจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรีและพื้นที่ทั้งจังหวัดตราดมีระดับความเข้มข้นอยู่ในช่วง 1.850-1.851 ppm. ดังภาพที่ 6-10



ภาพที่ 6-8 ค่าปริมาณก๊าซมีเทน (CH₄) ปี 2009



ภาพที่ 6-9 ค่าปริมาณก๊าซมีเทน (CH₄) ปี 2014



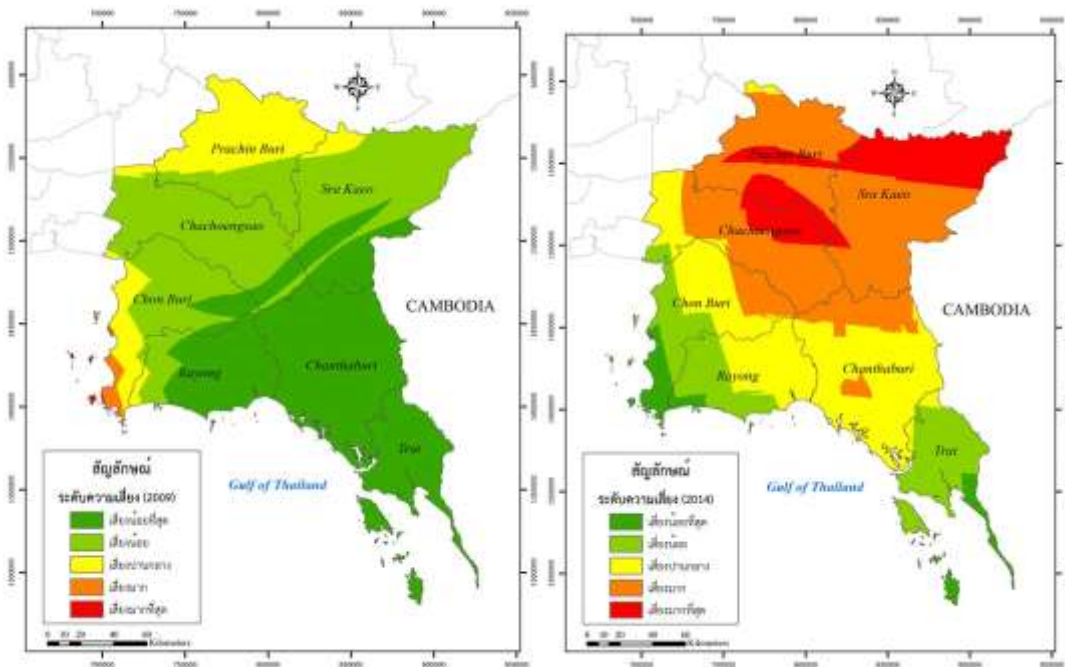
ภาพที่ 6-10 ค่าปริมาณก๊าซมีเทน (CH₄) ปี 2019

6.3 การวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทนในปี พ.ศ. 2552, 2557, 2562 กับการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ภาคตะวันออก

การวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทนในปีพ.ศ. 2552, 2557, 2562 ในพื้นที่ภาคตะวันออกด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ผลปรากฏดังนี้

ปีพ.ศ. 2552 พื้นที่ภาคตะวันออกมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทนที่ระดับเสี่ยงมาก ซึ่งกระจายตัวปกคลุมพื้นที่ชายฝั่งทะเลบริเวณพื้นที่แหลมฉบัง พัทยา สัตหีบ จังหวัดชลบุรี พื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงปานกลางบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลจังหวัดชลบุรีต่อจากระดับเสี่ยงมากในอำเภอสัตหีบ บางละมุง ศรีราชา เมือง พานทองและพื้นที่จังหวัดปราจีนบุรี พื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงน้อยครอบคลุมพื้นที่ตอนกลางของภาคในจังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี สระแก้วและบางส่วนของจังหวัดระยอง ส่วนพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงน้อยครอบคลุมพื้นที่ตอนใต้ของภาคครอบคลุมพื้นที่จังหวัดจันทบุรี ตราดและบางส่วนของจังหวัดระยอง ดังภาพที่ 6-11 ปีพ.ศ. 2009 (ก)

ปีพ.ศ. 2557 พื้นที่ภาคตะวันออกมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทนที่ระดับเสี่ยงมาก ที่สุดจากแผนที่สีแดงในพื้นที่ตอนกลางและทางใต้ของจังหวัดปราจีนบุรีรอยต่อด้วยพื้นที่ทางเหนือของจังหวัดฉะเชิงเทราและทางเหนือของจังหวัดสระแก้ว พื้นที่ที่มีความเสี่ยงมากปรากฏในแผนที่สีส้มกระจายตัวปกคลุมพื้นที่จังหวัดสระแก้ว ปราจีนบุรี และฉะเชิงเทราและบางส่วนของทางเหนือของจังหวัดระยองและชลบุรี พื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงปานกลางปรากฏในแผนที่สีเหลืองปกคลุม บางส่วนของจังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี พื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงน้อยถึงน้อยมาก ปรากฏในแผนที่สีเขียวอ่อนถึงสีเขียวเข้มครอบคลุมพื้นที่ชายฝั่งทะเลบางส่วนของในจังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทรา ระยองและทั้งจังหวัดตราด ดังภาพที่ 6-11 ปีพ.ศ. 2009 (ข)

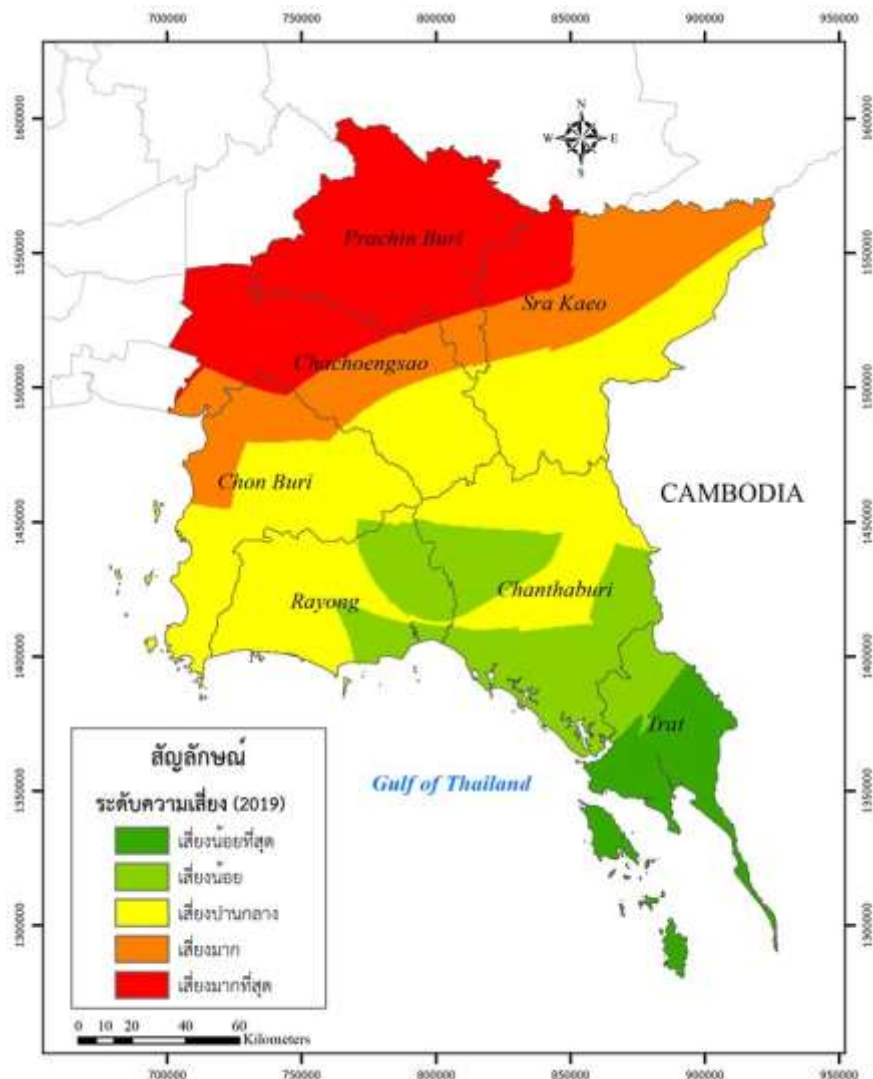


(ก) ปี 2009

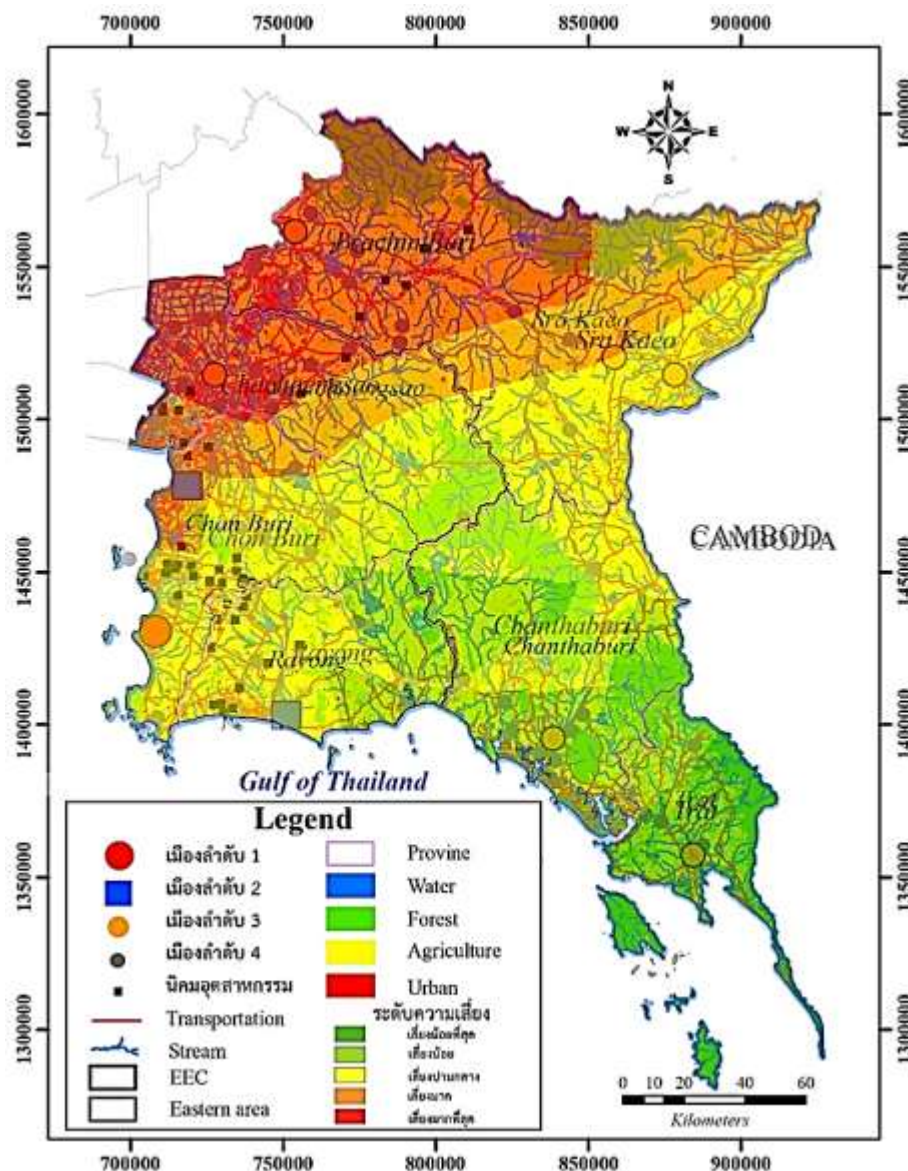
(ข) ปี 2014

ภาพที่ 6-11 ระดับความเสี่ยงปริมาณ CO₂ และ CH₄ ในปีพ.ศ. 2009 (ก), 2014 (ข) ในพื้นที่ภาคตะวันออก

ปีพ.ศ. 2562 พื้นที่ภาคตะวันออกมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทนที่ระดับเสียงมากที่สุดกระจายตัวปกคลุมพื้นที่ส่วนมากปรากฏในแผนที่สีแดงในจังหวัดปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา และบางส่วนของจังหวัดสระแก้ว รองลงมาเป็นพื้นที่ระดับเสียงมากปรากฏในแผนที่สีส้มกระจายตัวปกคลุมพื้นที่ส่วนมากในจังหวัดสระแก้ว พื้นที่บางส่วนของจังหวัดฉะเชิงเทราและชลบุรี ซึ่งตรงกับประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ พื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงปานกลางปรากฏในแผนที่สีเหลืองบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลจังหวัดชลบุรี สระแก้ว ฉะเชิงเทรา ระยอง จันทบุรี ซึ่งตรงกับประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าไม้ ชุมชนเมืองและอุตสาหกรรม เป็นพื้นที่เป้าหมายหลักในการพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก พื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงน้อยถึงน้อยมากปรากฏในแผนที่เป็นสีเขียวอ่อนถึงสีเขียวเข้มครอบคลุมพื้นที่ตอนกลางของภาคในพื้นที่บางส่วนของจังหวัดระยอง จันทบุรีและทั้งจังหวัดตราด ซึ่งตรงกับประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่อยู่ติดกับชายทะเลและมีปริมาณน้ำฝนและความชื้นมาก อุณหภูมิไม่สูง ดังภาพที่ 6-12 ปีพ.ศ. 2019 (ค) และภาพที่ 6-13 การใช้ประโยชน์ที่ดินกับระดับความเสี่ยงปริมาณก๊าซ CO₂ และ CH₄



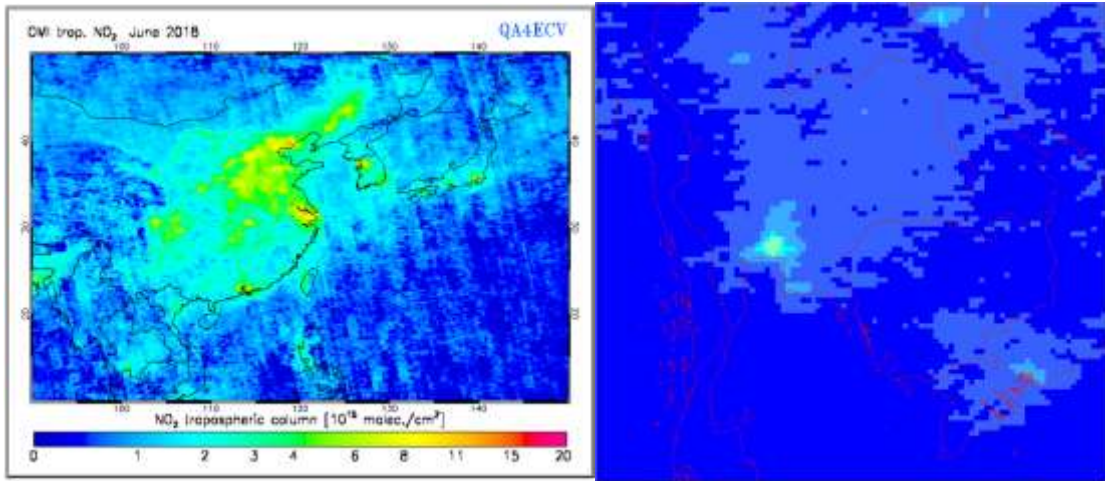
ภาพที่ 6-12 ระดับความเสี่ยงปริมาณก๊าซ CO₂ และ CH₄ ในปีพ.ศ. 2019 (ค) ในพื้นที่ภาคตะวันออก



ภาพที่ 6-13 การใช้ประโยชน์ที่ดินกับระดับ ความเสี่ยงปริมาณก๊าซ CO₂ และ CH₄

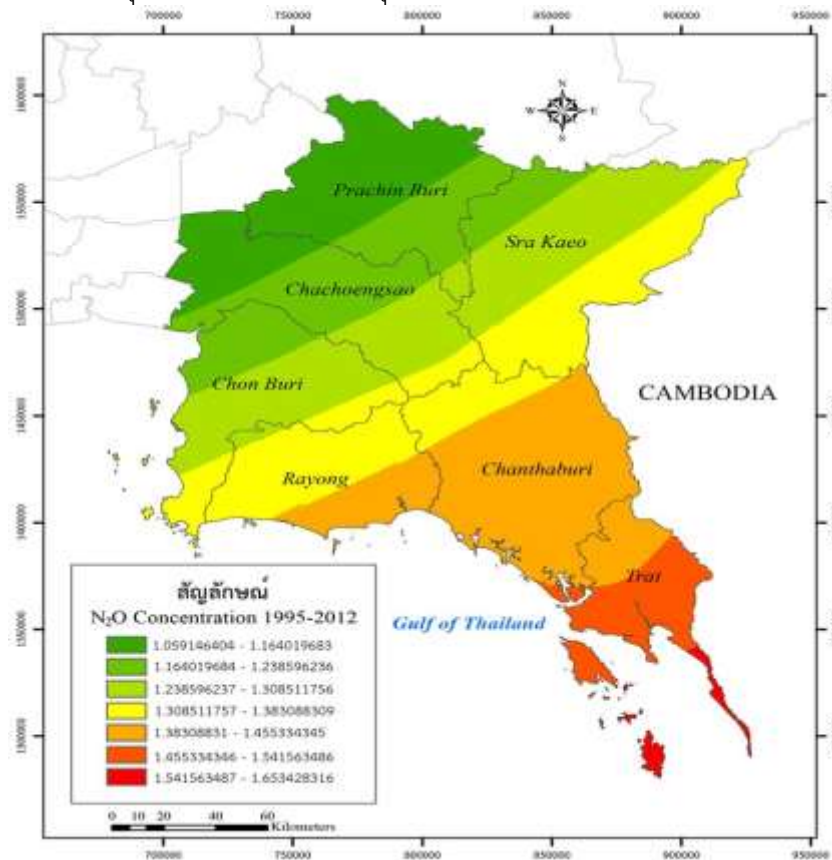
6.4 การวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงปริมาณไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ปีพ.ศ. 1992-2012 ในพื้นที่ประเทศไทยและภาคตะวันออก

การวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงปริมาณไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ปีพ.ศ. 1992-2012 ในพื้นที่ภาคตะวันออกมีปริมาณที่ระดับความเข้มข้นอยู่ 1.059-1.653 molec./cm². รูปแบบการกระจายตัวปกคลุมหนาแน่นกว่าพื้นที่อื่น ๆ คือ พื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดระยอง บางส่วนของพื้นที่อำเภอพานทองจังหวัดชลบุรีและอำเภอบางปะกงจังหวัดชลบุรี ดังภาพที่ 6-14 ก และ ข



ภาพที่ 6-14 ก และ ข ระดับความเสี่ยงปริมาณไนตรัสออกไซด์ (N2O) ปีพ.ศ. 2535-2555

พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณไนตรัสออกไซด์ (N2O) ที่ระดับเสี่ยงมาก ที่สุดจากแผนที่สีแดง และสีส้มในพื้นที่จังหวัดตราด จันทบุรี รอยต่อด้วยพื้นที่ทางเหนือของจังหวัดฉะเชิงเทราและทางเหนือของจังหวัดสระแก้ว พื้นที่ที่มีความเสี่ยงปานกลางปรากฏในแผนที่สีเหลืองกระจายตัวปกคลุมพื้นที่จังหวัดสระแก้ว ปราจีนบุรี และฉะเชิงเทราและบางส่วนของทางเหนือของจังหวัดระยองและชลบุรี พื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงน้อยถึงน้อยมากปรากฏในแผนที่สีเขียวอ่อนถึงสีเขียวเข้มปกคลุมบางส่วนของจังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี ดังภาพที่ 6-15



ภาพที่ 6-15 ระดับความเสี่ยงปริมาณไนตรัสออกไซด์ (N2O) ปีพ.ศ. 2535-2555 ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

6.5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ปรากฏการณ์เกาะความร้อน สภาพะก๊าศเรือนกระจกกับมลพิษทางอากาศและการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ภาคตะวันออก

6.5.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และปรากฏการณ์เกาะความร้อน

ลักษณะภูมิอากาศของภาคตะวันออก ประกอบด้วยทางตอนบนของภาคจากปราจีนบุรี สระแก้ว ชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทราจะมีลักษณะอากาศแบบสะวันนา (Aw) และทางตอนล่างคือ จันทบุรีและตราด จะมีลักษณะอากาศแบบร้อนชื้นแบบมรสุม (Am) คือ มีฝนตกชุก อากาศร้อนชื้น ภาคตะวันออกมีปริมาณฝนสะสมค่าเฉลี่ย 30 ปีเท่ากับ 1,847.84 มิลลิเมตรในพื้นที่ภาคตะวันออกของไทย จังหวัดที่มีปริมาณฝนมากที่สุดคือ ตราด และจังหวัดที่มีฝนตกน้อยที่สุดคือ ชลบุรี โดยเฉพาะบริเวณจังหวัดจันทบุรี และตราด (โดยเฉพาะที่อำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด) มีปริมาณฝนรวมตลอดปีมากกว่า 4,000 มิลลิเมตร ในบางปีมีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าค่าเฉลี่ย 30 ปีของภาคก่อให้เกิดภัยแล้ง และบางปีมีปริมาณฝนมากกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศและภาค อุณหภูมิของภาคตะวันออกที่วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการศึกษพบว่า ในปี พ.ศ. 2549 มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 28.24 องศาเซลเซียส และเพิ่มขึ้นเป็น 28.57 องศาเซลเซียส ในปี พ.ศ. 2554 และ 30.98 องศาเซลเซียสในปีพ.ศ. 2560 การตรวจสอบอุณหภูมิพื้นผิวพื้นที่ภาคตะวันออกมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่เกิดจากการวัดด้วยเครื่องตรวจวัดที่ไปติดตั้งเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงกันยายน พ.ศ.2560 พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยรวมทั้งมีค่าเท่ากับ 29.95 องศาเซลเซียส หรือ °C อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 24.74 °C อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 38.11 °C อุณหภูมิเฉลี่ยกลางวัน 31.35 °C อุณหภูมิเฉลี่ยกลางคืน 28.49 °C อุณหภูมิต่ำสุดเวลากลางวันเฉลี่ย 27.43 °C อุณหภูมิสูงสุดเวลากลางวันเฉลี่ย 34.12 °C อุณหภูมิต่ำสุดเวลากลางคืนเฉลี่ย 27.27 °C อุณหภูมิสูงสุดเวลากลางคืนเฉลี่ย 30.41 °C ค่าอุณหภูมิที่ต่างกันระหว่างกลางวันกับกลางคืนเฉลี่ย 2.85 °C

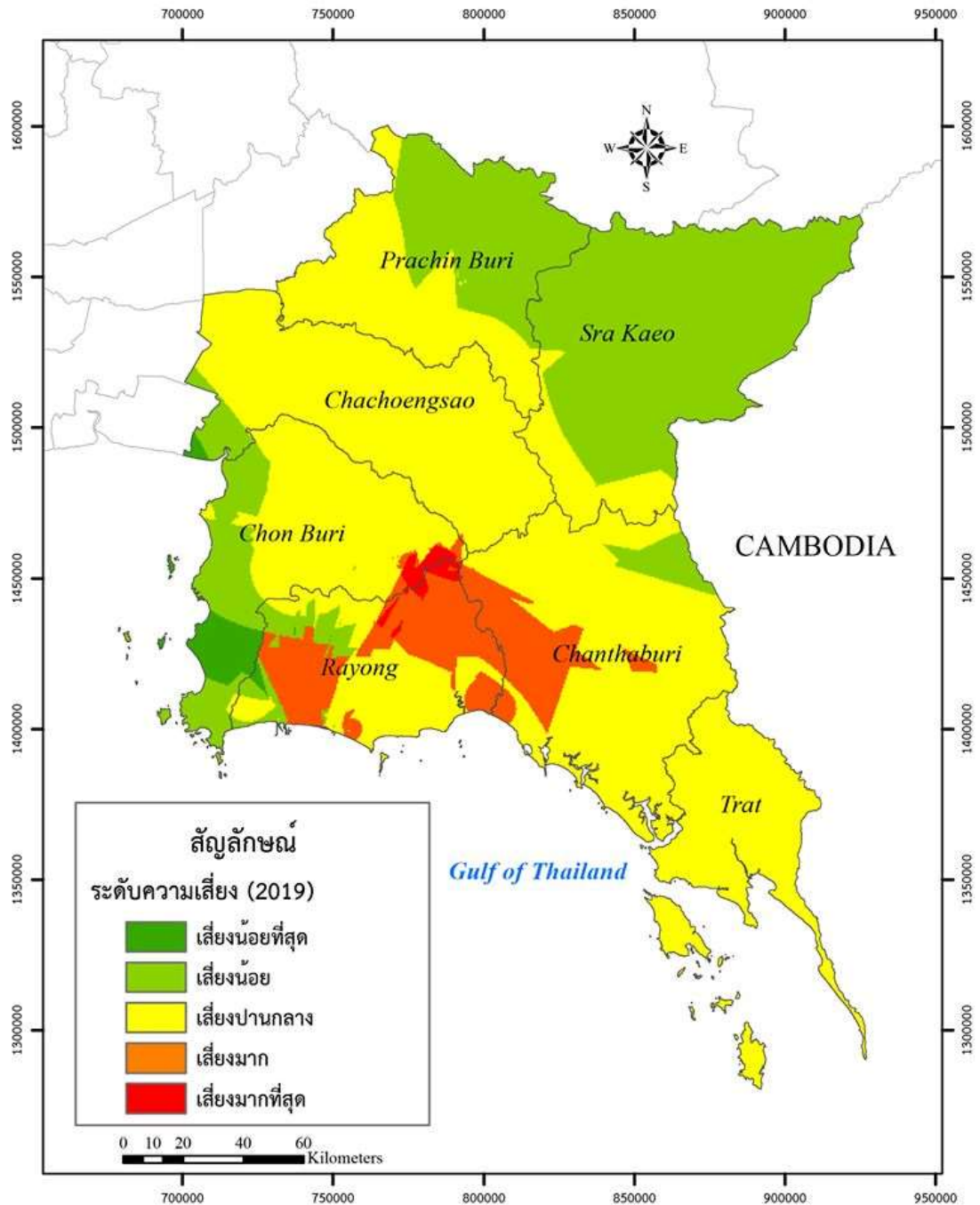
ภัทรพร สร้อยทองและคณะ (2559) วิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์วิเคราะห์แบบซ้อนทับค่าคุณภาพอากาศเฉลี่ยรายปี พ.ศ. 2551, 2553, 2555 และ 2557 ของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ก๊าซโอโซน (O₃) ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) การวิเคราะห์แบบซ้อนทับค่าเฉลี่ยรายปีทั้งตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551, 2553, 2555 และ 2557 เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อมลพิษทางอากาศทั้ง 5 ปี ผลการวิเคราะห์รวมแบบซ้อนทับปรากฏค่าอยู่ระหว่างช่วงเสี่ยงน้อยที่สุดถึงเสี่ยงมากที่สุด พื้นที่ที่มีปรากฏว่ามีค่าระดับและปริมาณความหนาแน่นของ SO₂, NO₂, CO, O₃ และ PM₁₀ คือ

(1) ผลการประเมินพื้นที่เสี่ยงมากที่สุดในพื้นที่ภาคตะวันออกอยู่ได้แก่ พื้นที่รอยต่อเขตจังหวัดระหว่างอำเภอเขาชะเมา อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง กับอำเภอบ่อทองจังหวัดชลบุรี

(2) ผลการประเมินพื้นที่เสี่ยงมากกระจายต่อจากพื้นที่ที่มีความหนาแน่นมากบริเวณพื้นที่มาบตาพุด ปลวกแดง บ้านค่าย แกลง วังจันทร์ เขาชะเมา จังหวัดระยอง กระจายสู่พื้นที่บางส่วนของอำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรีและมีจุดมลพิษเสี่ยงมากในพื้นที่ส่วนน้อยของพื้นที่รอยต่อของพื้นที่อำเภอพนมสารคาม แปลงยาว สนาบชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา

(3) ผลการประเมินพื้นที่เสี่ยงปานกลางกระจายต่อจากพื้นที่บางส่วนของจังหวัดฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด

(4) ผลการประเมินพื้นที่เสี่ยงน้อยถึงน้อยที่สุดในพื้นที่บางส่วนของเขตที่ (1) (2) และ (3) ของจังหวัดสระแก้ว ปราจีนบุรี บางส่วนของจังหวัดฉะเชิงเทราและชลบุรีบริเวณชายฝั่งทะเลระยอง ดังปรากฏตามภาพที่ 6-16



ภาพที่ 6-16 การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อ SO_2 , NO_2 , CO , O_3 และ PM_{10} ปี พ.ศ. 2551 – 2557 ในภาคตะวันออก

การพัฒนาของภาคตะวันออกที่มีอย่างต่อเนื่องส่งผลให้เกิดการเติบโตของเมืองและอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวางในพื้นที่โดยเฉพาะพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษ ชลบุรี ระยองมีความเสี่ยงมากกว่าพื้นที่อื่น ๆ ของภาค ส่งผลให้เกิดมลพิษในภูมิภาคอย่างมีนัยสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์

ที่ดินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 34,380.50 ตร.กม. หรือ 21,487,812 ไร่ ปี 2556 คิดเป็นร้อยละ 6.7 ของพื้นที่ประเทศ 1) พื้นที่ที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมรวมพื้นที่ทั้งหมด 24,237 ตร.กม. หรือเป็น 15,148,319 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 70.5 ประกอบด้วยพื้นที่นา ไร่ ไม้ยืนต้น ไม้ผล พืชสวน พืชน้ำ โรงเลี้ยงสัตว์ เกษตรกรรมผสมผสานไร่นาสวนผสมและทุ่งหญ้า 2) พื้นที่ป่าไม้มีพื้นที่จำนวนทั้งหมด 7,902 ตร.กม. หรือ 4,938,633 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 22.99 ประกอบด้วยป่าสมบูรณ์และป่ารกร้าง พื้นที่ป่า 3) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างคิดเป็นพื้นที่ 2,408 ตร.กม. หรือ 1,504,848 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 7 ประกอบด้วยชุมชน เทศบาล เมือง พาณิชยกรรมและอุตสาหกรรม 4) พื้นที่น้ำมีพื้นที่จำนวนทั้งหมด 902 ตร.กม. หรือ 563,467 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.6 ประกอบด้วยพื้นที่น้ำ พื้นที่ลุ่มน้ำและ 5) พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ มีพื้นที่จำนวนทั้งหมด 1,374 ตร.กม. หรือ 859,136 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 3.99 แนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่เกษตรกรรม ป่าไม้ลดลง ขณะที่พื้นที่เมือง อุตสาหกรรมหรือสิ่งก่อสร้างเพิ่มขึ้น¹ การใช้ประโยชน์ที่ดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการขยายตัวชุมชนเมืองและพาณิชยกรรมและอุตสาหกรรมแทนที่เกษตรกรรม หลังจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกอย่างเด่นชัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่จังหวัดชลบุรีเป็นศูนย์กลางเขตเศรษฐกิจใหม่และอุตสาหกรรมหลักและอุตสาหกรรมเบาเพื่อการส่งออกของประเทศ ที่สำคัญ เช่น แหล่งผลิตยานยนต์ อิเล็กทรอนิกส์ ชิ้นส่วนอะไหล่ต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์แปรรูปผลิตทางการเกษตรกรรม การผลิตและแปรรูปพลังงานปิโตรเคมีของประเทศ โดยจังหวัดชลบุรีมีขบวนการเป็นเมืองมากที่สุดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือประชากรเกิน 1.5 ล้านคนในปีพ.ศ. 2560 เพราะมีประชากรแฝงที่ไม่ได้จดทะเบียนหรือย้ายทะเบียนบ้านมา มีพหุภาษาเป็นเมืองศูนย์กลางเขตเศรษฐกิจใหม่ จังหวัดที่มีความหนาแน่นประชากรต่อพื้นที่มากที่สุด คือ จังหวัดชลบุรี ได้แก่ 345.89 คนต่อพื้นที่ 1 ตร.กม. ความเป็นเมืองร้อยละ 54.5 และ 74.5 ในปี พ.ศ. 2543 และ 2553 (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2553) สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือสำรวจความหนาแน่นของประชากร 159 คนต่อตารางกิโลเมตรเฉลี่ย 4 จังหวัด คือ จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ระยองมีความเป็นเมืองร้อยละ 39.5 และ 54.3 ในปี พ.ศ. 2543 และ 2553 จันทบุรีมีความเป็นเมืองร้อยละ 32.8 และ 50.1 ในปี พ.ศ. 2543 และ 2553 (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2553) ความหนาแน่นของประชากรทั้งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 140 คนต่อตารางกิโลเมตร ประชากรในเขตเทศบาลภาคตะวันออกเฉียงเหนือร้อยละ 27.7 ดังนั้นศักยภาพชุมชนเมืองหรือขบวนการเป็นเมืองของภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถรองรับการขยายตัวของกรุงเทพและปริมณฑลและการขยายตัวของเมืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความสามารถรองรับด้านความหนาแน่นของประชากรจาก 98 –1,357 คนต่อตร.กม. และความเป็นเมืองสามารถมีศักยภาพรองรับหรือขยายได้ถึงร้อยละ 27.7–75 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ชุมชนเมือง พาณิชยกรรม อุตสาหกรรม และสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ มีศักยภาพหรือขีดความสามารถรองรับการเป็นเมืองจาก 2,408 ถึง 3,438.05 ตร.กม. หรือ คิดเป็นร้อยละ 6.5-10 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สิ่งสำคัญที่จะทำให้พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความสามารถในการรองรับมลพิษในด้านการใช้ประโยชน์พื้นที่ได้มากขึ้น คือ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องดำเนินการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบการบริหารจัดการของน้ำเสีย ขยะสิ่งปฏิกูล การวางผังเมือง รวมถึงมีการการอนุรักษ์ การสร้างพื้นที่สีเขียว รักษา พื้นที่ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรองรับอย่างเพียงพอและสมดุลยั่งยืน

การใช้ประโยชน์ที่ดินด้านพื้นที่เกษตรกรรมมากที่สุดของภาคเป็นแหล่งปลูกข้าว พืชสวนและสวนผลไม้ พืชไร่ ไม้ยืนต้นที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น มะม่วง เงาะ ทุเรียน มังคุด ลองกอง สับปะรด มัน อ้อย ปาล์ม ยางพารา ซึ่งพื้นที่ด้านเกษตรกรรมเป็นที่พื้นที่ที่ได้รับเปลี่ยนแปลงและลดลง

¹ ดูรายละเอียดเพิ่มเติมใน ตารางที่ 4-2 สรุปการใช้ประโยชน์ที่ดินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

อย่าให้พื้นที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมอย่าให้ต่ำไปกว่าที่ปรากฏอยู่และควรเพิ่มขึ้นจาก 24,237-25,785.37 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 70-75 เปอร์เซ็นต์ ทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับภาคเกษตรกรรมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือต้องรักษาพื้นที่สำหรับเลี้ยงดูประชากรภายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและกระจายไปทั่วประเทศและการส่งออกต่างประเทศเพราะผลผลิตบางชนิดเพาะปลูกได้ดีสภาพพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและต้องคิดหาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลให้เป็นจัดเด่นของภาคเพื่อรักษาความสมดุลของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและส่งเสริมเศรษฐกิจการเกษตรและการท่องเที่ยวเชิงเกษตรกรรมหรือเชิงนิเวศโดยเฉพาะแหล่งปลูกข้าวในจังหวัดฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี แหล่งปลูกทุเรียน มังคุด เงาะ ลองกอง ในจังหวัดจันทบุรี ระยอง ตราด ชลบุรีและปราจีนบุรี

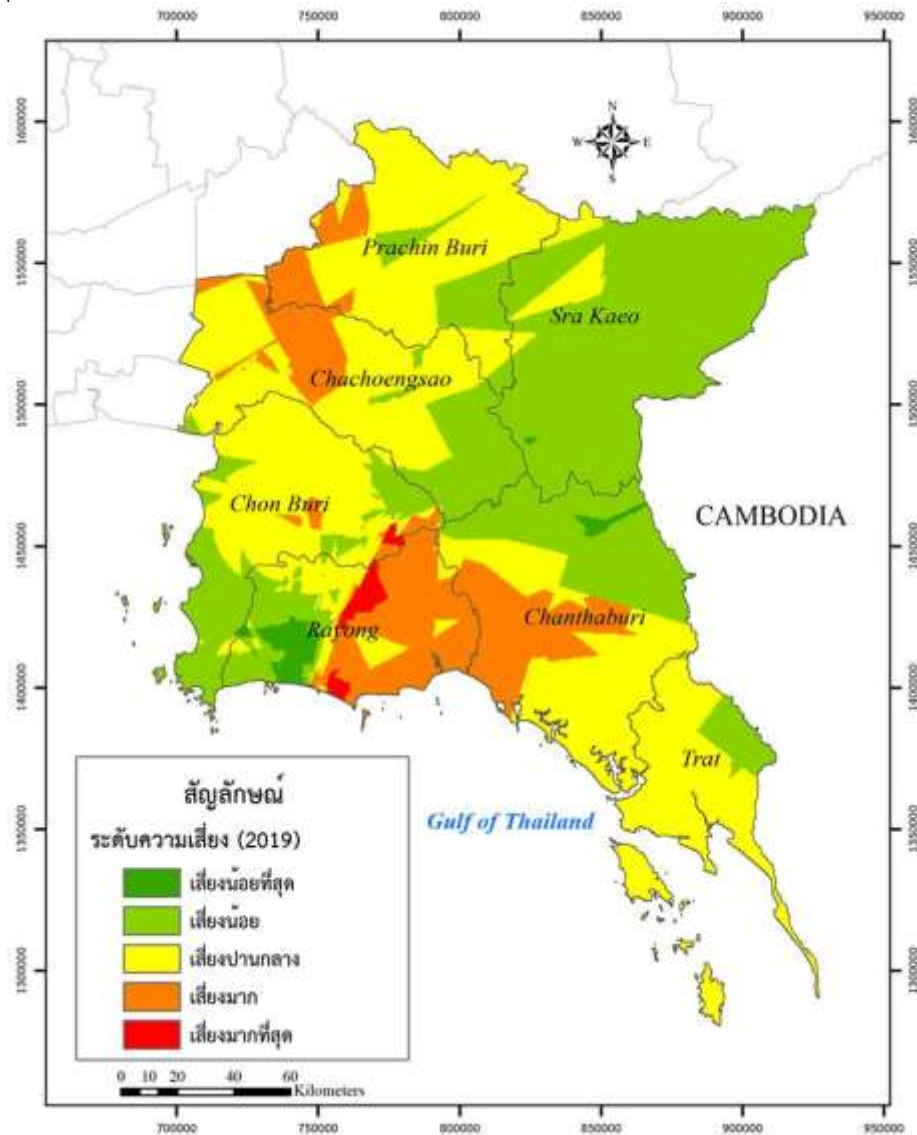
พื้นที่ป่าไม้ประกอบด้วยป่าสมบูรณ์และป่าเสื่อมสภาพพื้นที่ป่าไม้และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า พื้นที่ป่าที่สำคัญคือ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ทับลาน ปางศิลา เขาสอยดาว พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไนเป็นเขตผืนป่าครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัดและเป็นที่อยู่ของช้างป่าจำนวนมากต่อกับผืนป่าป่าสีดา เขาสอยดาว เขาชะเมา โปรงน้ำร้อน พื้นที่ป่าไม้ควรจะมีการเพิ่มจำนวนพื้นที่และศักยภาพของชนิดไม้ในป่าพร้อมทั้งเพิ่มแหล่งอาหารของช้างป่าและสัตว์ป่าอื่น ๆ ดังนั้นทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรเพิ่มพื้นที่ป่าจาก 7,902-8,595 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 22.98-25 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้มีศักยภาพขีดความสามารถในการรักษาความสมดุลของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การรักษาระบบนิเวศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

พื้นที่น้ำแหล่งน้ำธรรมชาติประกอบด้วยพื้นที่น้ำ พื้นที่ลุ่มน้ำเป็นน้ำผิวดิน น้ำสำคัญต่อภาคการเกษตรกรรม อุตสาหกรรม เมือง การท่องเที่ยว ซึ่งยังไม่รวมพื้นที่น้ำชายฝั่งทะเล พื้นที่แหล่งน้ำและปริมาณน้ำเป็นสิ่งจำเป็นต้องเพิ่มพื้นที่กักเก็บน้ำและระบบการส่งน้ำ ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติดังนั้นควรเพิ่มพื้นที่แหล่งน้ำจาก 902-1719 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 2.6-5 เปอร์เซ็นต์ เพื่อความสมดุลและเพียงพอสำหรับรองรับน้ำอุบโภาคและบริโภาคในอนาคตของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและรักษาระบบนิเวศและวัฏจักรน้ำและเพื่อการสนับสนุนหรือส่งเสริมการท่องเที่ยวของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนพัฒนาพื้นที่ควรพัฒนาพื้นที่ทั้งหมด 1,374 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 3.99 ให้เป็นโซนการใช้ประโยชน์ที่ดินมีศักยภาพหรือพื้นที่เตรียมไว้รองรับการพัฒนาเศรษฐกิจ อุตสาหกรรมและสังคมที่ชัดเจนมีประสิทธิภาพ เช่น การพัฒนาเป็นเขตเศรษฐกิจพิเศษในจังหวัดสระแก้ว จันทบุรีและตราด

การใช้พื้นที่สำหรับอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมีประมาณ 175 ตร.กม. หรือร้อยละ 0.50 เปอร์เซ็นต์และกำลังพัฒนาเพิ่มมากขึ้นและจำนวนโรงงานประมาณ 12,283 โรงงาน แต่ยังไม่ได้ออกพื้นที่ของโรงงานนอกนิคมอุตสาหกรรม การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยและกรมโรงงานอุตสาหกรรมและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น สำนักงานโยธาธิการและผังเมือง สำนักงานจังหวัด องค์การบริหารส่วนจังหวัดต้องเข้ามากำหนดควบคุมการตั้งโรงงาน ควบคุมขบวนการผลิต การกำจัดน้ำเสียและขยะให้เข้มงวดทั้งในโรงงานที่ตั้งในนิคมอุตสาหกรรมและนอกนิคมอุตสาหกรรม แต่พื้นที่ภาคอุตสาหกรรมมีมากกว่า 0.50 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะขยายพื้นที่สำหรับภาคอุตสาหกรรมได้ถึง 1,000 ตร.กม. หรือร้อยละประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือน่าจะขยายจำนวนโรงงานจาก 12,283-15,000 โรงงาน ซึ่งศักยภาพด้านกายภาพ ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะสามารถรองรับของเสียจากขบวนการผลิตของภาคอุตสาหกรรม

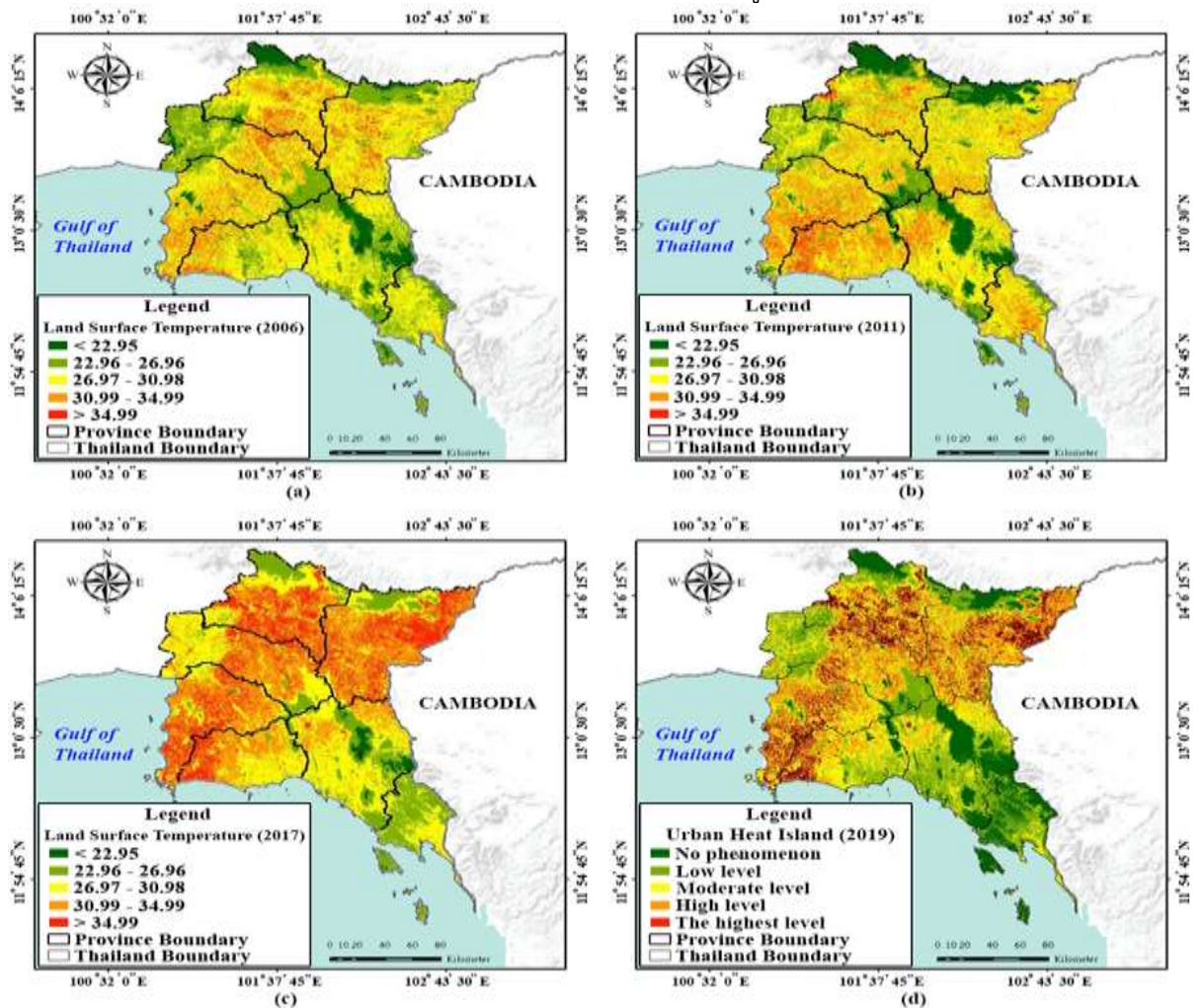
การประเมินศักยภาพระดับความเสี่ยงของมลพิษผสมอุณหภูมิร้อนสูงกว่าปกติหรือเกิดก๊าซเรือนกระจกหรือเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนผสมรวมอยู่หรือเกิดเป็นบางครั้งของวันและฤดูกาล โดยเฉพาะฤดูร้อนในพื้นที่ชุมชนเมืองและอุตสาหกรรมและในพื้นที่เกษตรกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ CO₂ CH₄, SO₂, NO₂, CO, O₃, PM₁₀, 1) พื้นที่เสี่ยงสูงมากถึงมากที่สุด (สีส้มถึงสีแดงในภาพที่ 6-17) อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิตซึ่งต้องเฝ้าระวังมากเป็นพิเศษ ได้แก่ พื้นที่อำเภอเมืองและบ้านค่าย จังหวัดระยอง พื้นที่บางส่วนของจังหวัดฉะเชิงเทราและปราจีนบุรี 2) พื้นที่มีความเสี่ยงระดับปานกลาง (สีส้มถึงสีเหลืองในภาพที่ 6-17) คือ พื้นที่ที่ต้องเฝ้าระวัง ได้แก่ พื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา พื้นที่อำเภอเมือง บางละมุง จังหวัดชลบุรี พื้นที่อำเภอเมือง บ้านฉาง ปลวกแดง จังหวัดระยอง จังหวัดปราจีนบุรี จันทบุรี ตราด 3) พื้นที่มีความเสี่ยงระดับน้อยถึงน้อยที่สุด (สีส้มถึงสีเขียวเข้มถึงสีเขียวอ่อนในภาพที่ 6-17) ได้แก่ พื้นที่อำเภอสัตหีบ บางละมุง หนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี พื้นที่จังหวัดสระแก้ว จันทบุรี และพื้นที่รอยต่อ 5 จังหวัดเป็นพื้นที่ป่าไม้ บางส่วนของจังหวัดตราด ปราจีนบุรีดังรายละเอียดตามภาพที่ 6-17



ภาพที่ 6-17 พื้นที่เสี่ยงของอุณหภูมิที่สูงกว่าปกติ ก๊าซเรือนกระจกหรือปรากฏการณ์เกาะความร้อน และมลพิษ (N₂O, CH₄, CO₂, SO₂, NO₂, O₃, PM₁₀)

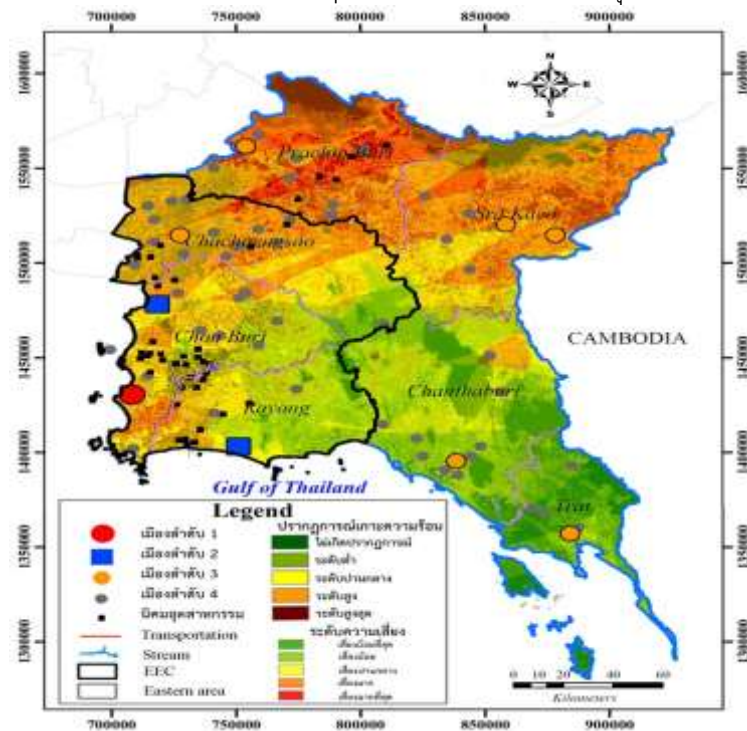
6.5.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนหรือสภาวะก๊าซเรือนกระจกในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก

ปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่เกิดขึ้นในพื้นที่ภาคตะวันออก โดยระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนในปี 2549 อยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ คือ อยู่ในระดับปานกลางร้อยละ 32.68 และอยู่ในระดับต่ำร้อยละ 31.31 เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2554 ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนอยู่ในระดับสูงถึงปานกลาง คือ อยู่ในระดับสูงร้อยละ 26.41 และ อยู่ในระดับปานกลางร้อยละ 32.45 ความแตกต่างระหว่างปี 2549 ถึง ปี 2554 อยู่ที่ระดับสูงถึงระดับสูงที่สุด คือ ระดับสูงเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.56 และ ระดับสูงสุดเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.71 ส่วนระดับปรากฏการณ์ระดับต่ำเปลี่ยนแปลงลดลงร้อยละ 11.79 ขณะที่ปี 2560 ระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนอยู่ในระดับต่ำถึงสูง คือ อยู่ในระดับต่ำร้อยละ 25.39 อยู่ในระดับปานกลางร้อยละ 23.43 และอยู่ในระดับสูงร้อยละ 26.41 เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2554 แล้วระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเปลี่ยนแปลงลดลงสำหรับระดับปรากฏการณ์ระดับปานกลางที่ลดลงร้อยละ 9.02 และระดับสูงลดลงร้อยละ 0.66 ในขณะที่มีความเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นในระดับที่เป็นระดับปรากฏการณ์ระดับสูงที่สุดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.18 และระดับปรากฏการณ์ระดับต่ำที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.87 ที่น่าสนใจคือระดับปรากฏการณ์ระดับที่ไม่เกิดเลยเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากขึ้นจากปี 2554 ถึงปี 2560 อยู่ที่ร้อยละ 2.64 ดังภาพที่



ภาพที่ 6-18 สถานการณ์อุณหภูมิและปรากฏการณ์เกาะความร้อน

พื้นที่ที่มีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนมากที่สุด คือพื้นที่จังหวัดสระแก้ว โดยมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตั้งแต่ระดับสูงถึงสูงที่สุดรวมสูงถึงร้อยละ 61.24 ของพื้นที่จังหวัด รองลงมาคือพื้นที่จังหวัดชลบุรี ซึ่งมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตั้งแต่ระดับสูงถึงสูงที่สุดรวมร้อยละ 60.36 ของพื้นที่จังหวัด รองลงมาคือจังหวัดปราจีนบุรี (49.00 %) จังหวัดระยอง (35.98 %) และ จังหวัดฉะเชิงเทรา (35.17) ตามลำดับ ส่วนจังหวัดจันทบุรีและตราดมีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตั้งแต่ระดับสูงถึงสูงที่สุดที่ร้อยละ 6.92 และ 0.38 ตามลำดับ โดยจังหวัดตราดมีพื้นที่ที่มีระดับปรากฏการณ์เกาะความร้อนสูงสุดเพียง 248 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 0.01 ของจังหวัดเท่านั้น พื้นที่ที่มีปรากฏการณ์เกาะความร้อนกระจายอยู่ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยมากกว่า 30 °C ในพื้นที่จังหวัดระยอง สระแก้ว ปราจีนบุรี และฉะเชิงเทรา ที่ ในปีพ.ศ. 2554 และพื้นที่ที่มีปรากฏการณ์เกาะความร้อนกระจายในพื้นที่จังหวัดชลบุรีและจังหวัดระยอง จังหวัดสระแก้ว จังหวัดปราจีนบุรี และจังหวัดฉะเชิงเทรา ในปีพ.ศ. 2560 ปรากฏการณ์เกาะความร้อน คือ สระแก้ว ปราจีนบุรี ชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา และ ปราจีนบุรี ซึ่งทั้ง 4 จังหวัดนี้เป็นจังหวัดที่เป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมภาคตะวันออก เป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรม 48 แห่ง ในปีพ.ศ. 2562 ประชากรและขบวนเป็นเมืองและอุตสาหกรรมรวมถึงโครงการสร้างพื้นฐานขยายตัวเพิ่ม พื้นที่ส่วนใหญ่ที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและป่าไม้ลดลง ปริมาณฝนตกน้อยเพราะอยู่ไกลจากทะเลแต่พื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกเป็นแนวกันชนระหว่างพื้นดินกับพื้นน้ำมีแค่บางช่วงที่มีฝนตกมากและมีพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่สีเขียวน้อย ปรากฏการณ์เกาะความร้อนสามารถพบได้ในประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นเกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนเมืองและอุตสาหกรรม ดังนั้นพื้นที่จังหวัดปราจีนบุรี สระแก้วมีอุณหภูมิสูงและมีระดับความเสี่ยงของการเกิดก๊าซเรือนกระจกและ/หรือปรากฏการณ์เกาะความร้อนกว่าพื้นที่อื่นๆ ของภาค รองลงมาคือ พื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง และพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงของการเกิดก๊าซเรือนกระจกและ/หรือปรากฏการณ์เกาะความร้อนน้อยกว่าพื้นที่อื่นๆ ของภาคคือจังหวัดจันทบุรีและตราด ดังภาพ 6-19



ภาพที่ 6-19 พื้นที่แสดงระดับความเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิสูง ก๊าซเรือนกระจกและ/หรือปรากฏการณ์เกาะร้อนในพื้นที่ภาคตะวันออก

6.5.3 การวิเคราะห์ปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ปรากฏการณ์เกาะความร้อน ก๊าซเรือนกระจกและมลพิษจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ภาคตะวันออก

ภาคตะวันออกมีลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบสูงสลับราบลูกฟูกกับภูเขาที่อยู่ทางทิศเหนือคือเทือกเขาสันกำแพงและตอนกลางคือเทือกเขาจันทบุรี โดยมียอดเขาสอยดาวเป็นยอดเขาที่สูงที่สุดค่อนไปทางตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้มีทิวเขาบรรทัดกั้นระหว่างไทยกับกัมพูชา มีพื้นที่ราบชายฝั่งทะเลสลับกับภูเขากระจายทางตะวันตก ลักษณะธรณีสัณฐานเป็นหินแกรนิตแทรกตัวขึ้นมาในชั้นหินทรายและหินตะกอน ดินเป็นดินเหนียวและผสมดินทรายและดินตะกอน ลักษณะภูมิประเทศของภาคตะวันออกประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ทิวเขาเป็นแนวยาวอยู่ทางตอนกลางของภาคตามแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ – ตะวันออกเฉียงใต้ โดยทอดตัวจากรอยตะเข็บของเขตแดน 3 จังหวัด คือ ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี และจันทบุรี เข้าสู่ทางตอนเหนือและทางตะวันออกของจังหวัดจันทบุรีมีทิวเขา 2 แนว คือ ทิวเขาจันทบุรีมีความยาว 281 กิโลเมตร ยอดสูงสุด คือ เขาสอยดาวใต้ ทิวเขานี้มีลักษณะสันปันน้ำแบ่งน้ำไหล 2 ทาง ทางเหนือไหลลงแม่น้ำปราจีนบุรี-บางปะกง และทิวเขาบรรทัดมีความยาว 144 กิโลเมตร อยู่ถัดทิวเขาจันทบุรีไปทางตะวันออก มีทิศทางตามแนวเหนือ – ใต้ ตลอดแนวกันพรมแดนประเทศไทยกับกัมพูชา พื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำและที่ราบลอนลาดเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำอยู่ทางตอนเหนือของภาคระหว่างเทือกเขาสันกำแพง และเทือกเขาจันทบุรี บริเวณที่ราบลุ่มน้ำที่ใหญ่ที่สุดของภาคตะวันออกคือ ที่ราบลุ่มน้ำปราจีนบุรี-บางปะกง โดยที่แม่น้ำปราจีนบุรี มีต้นน้ำเกิดจากแม่น้ำพระปรังและแม่น้ำหनुมานไหลมารวมกันที่บริเวณอำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี ไหลไปทางทิศตะวันตกบรรจบกับแม่น้ำนครนายก เป็นแม่น้ำบางปะกงที่อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา และไหลลงทะเลอ่าวไทย ในเขตอำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทราพื้นที่ราบลุ่มน้ำนี้จะค่อย ๆ ลาดต่ำจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก ซึ่งลุ่มแม่น้ำบางปะกงนั้นเป็นลุ่มน้ำที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของภาคและพื้นที่ราบชายฝั่งทะเลมีชายฝั่งทะเลที่เรียบยาวและโค้งเว้ายาวประมาณ 515 กิโลเมตรมีแม่น้ำหลายสายไหลผ่านโดยเกิดจากการกัดเซาะและการทับถมของแม่น้ำสายสั้น ๆ ที่ไหลจากทิวเขาจันทบุรีลงสู่ทะเลอ่าวไทย เช่น แม่น้ำระยอง แม่น้ำประแส แม่น้ำจันทบุรี แม่น้ำเวฬุ และแม่น้ำตราด

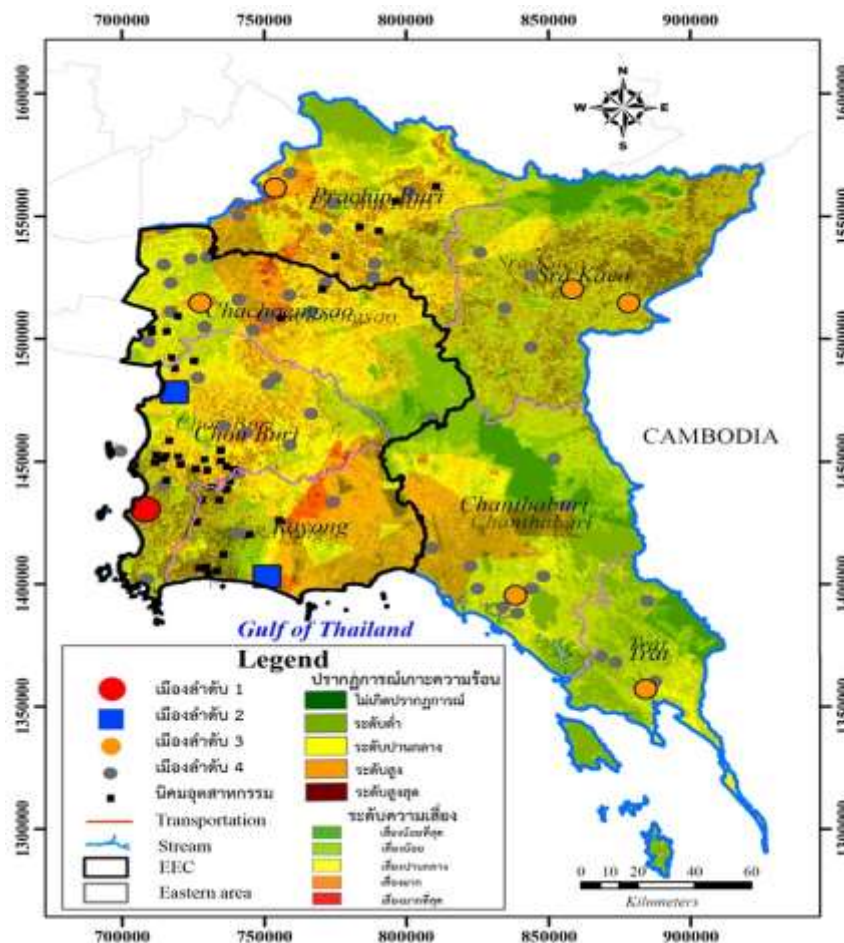
การประเมินศักยภาพระดับความเสี่ยงของอุณหภูมิร้อนสูงกว่าปกติหรือเกิดก๊าซเรือนกระจกหรือเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนผสมกับมลพิษร่วมอยู่หรือเกิดเป็นบางครั้งของวันและฤดูกาล โดยเฉพาะฤดูร้อนในพื้นที่ชุมชนเมืองและอุตสาหกรรมและในพื้นที่เกษตรกรรมในภาคตะวันออกชนิด CO₂ CH₄, SO₂, NO₂, CO, O₃, PM₁₀ แหล่งที่มาของก๊าซเรือนกระจกในภาพตะวันออกมาจากภาคการเกษตรได้แก่ การทำนา แหล่งน้ำขัง รวมถึงการทำปศุสัตว์ การเผาวัชพืช เป็นต้น นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่สำคัญคือ ป่าไม้ เมือง อุตสาหกรรม ของเสียที่เกิดขึ้น แหล่งผลิตและเผาผลาญพลังงานทำให้เกิดก๊าซมีเทน (CH₄) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ภาคตะวันออกกำลังมีการพัฒนาอุตสาหกรรมและชุมชนเมืองในหลายจังหวัดที่สำคัญคือ จังหวัดชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี ก่อให้เกิดมลพิษในพื้นที่อุตสาหกรรมและชุมชนเมือง ดังนี้

1) พื้นที่เสี่ยงสูงมากถึงมากที่สุดปรากฏเป็นสีส้มถึงสีน้ำตาลในภาพที่ 6-20 คือพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนและก๊าซเรือนกระจกอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิตซึ่งต้องเฝ้าระวังมากเป็นพิเศษ ได้แก่ พื้นที่อำเภอเมืองและบ้านค่าย จังหวัดระยอง พื้นที่บางส่วนของจังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทราและปราจีนบุรี และพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงมากปรากฏเป็นสีส้มถึงสีแดงของมลพิษประเภท SO₂, NO₂, CO, O₃, PM₁₀ พื้นที่อำเภอเมืองและบ้านค่าย จังหวัดระยอง พื้นที่บางส่วนของจังหวัดฉะเชิงเทราและปราจีนบุรี

2) พื้นที่ที่มีความเสี่ยงระดับปานกลางปรากฏในภาพที่ 6-20 เป็นสีเหลืองทั้งอุณหภูมิสูง/ปรากฏการณ์เกาะความร้อน/ก๊าซเรือนกระจกและมลพิษ คือ พื้นที่ที่ต้องเฝ้าระวัง ได้แก่ พื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา พื้นที่อำเภอเมือง บางละมุง จังหวัดชลบุรี พื้นที่อำเภอเมือง บ้านฉาง ปลวกแดง จังหวัดระยอง จังหวัดปราจีนบุรี จันทบุรี ตราด

3) พื้นที่ที่มีความเสี่ยงระดับน้อยถึงน้อยที่สุดปรากฏในภาพที่ 6-20 เป็นสีเขียวเข้มถึงสีเขียวอ่อนทั้งอุณหภูมิสูง/ปรากฏการณ์เกาะความร้อน/ก๊าซเรือนกระจกและมลพิษ ได้แก่ พื้นที่อำเภอสัตหีบ บางละมุง หนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี พื้นที่จังหวัดสระแก้ว จันทบุรี และพื้นที่รอยต่อ 5 จังหวัดเป็นพื้นที่ป่าไม้ บางส่วนของจังหวัดตราด ปราจีนบุรี

พื้นที่เหมาะสมต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมส่วนใหญ่อยู่บริเวณ ด้านเหนือ ด้านล่าง และด้านตะวันตกของภาคได้แก่พื้นที่บางส่วนของอำเภอแปลงยาวจังหวัดฉะเชิงเทรา อำเภอศรีราชา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี อำเภอนิคมพัฒนา อำเภอบ้านฉาง อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง พื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาเมืองมีปัจจัยที่กำหนดการพัฒนาที่สำคัญ ได้แก่ ความพร้อมและการเข้าถึงของการเดินทาง ความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐาน พร้อมทั้งพิจารณาพื้นที่ที่มีใช้ พื้นที่เกษตรขั้นดี พื้นที่เสี่ยงภัย พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่พัฒนาอุตสาหกรรม และพื้นที่ที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม ซึ่งพื้นที่ที่เหมาะสมนี้ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ต่อเนื่องกับพื้นที่เมืองในปัจจุบัน โดยเฉพาะในพื้นที่ฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง ซึ่งเป็นพื้นที่เป้าหมายการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษของภาคตะวันออกซึ่งต้องบริหารจัดการมลพิษและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน



ภาพที่ 6-20 พื้นที่แสดงระดับความเสี่ยงต่อการเกิดอุณหภูมิสูง ก๊าซเรือนกระจกและ/หรือปรากฏการณ์เกาะร้อนและมลพิษสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ภาคตะวันออก

บทที่ 7

การบรรเทาผลกระทบและข้อเสนอแนะ

7.1 ผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อน

พื้นที่เมืองเป็นพื้นที่เสี่ยงของการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเป็นอย่างมาก เนื่องจากเมื่อเมืองเจริญเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้มีประชากรอาศัยอยู่ในพื้นที่เมืองอย่างหนาแน่น ก่อให้มีมลพิษซึ่งเกิดจากการเผาผลาญพลังงานเชื้อเพลิง รวมทั้งจากแหล่งไอเสียที่มาจากรถยนต์ และอื่น ๆ เหล่านี้ส่งผลให้เกิดและเป็นผลที่เกิดจากปรากฏการณ์เกาะความร้อน ผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนมีหลายประการ ทั้งที่สังเกตเห็นได้ง่าย เช่นจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ความรู้สึกที่ร้อนขึ้นในแต่ละฤดูกาล และผลกระทบที่ไม่อาจสังเกตเห็นได้ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น

อุณหภูมิที่สูงขึ้นนั้นมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของคนในชุมชนเมืองอย่างชัดเจน ยกตัวอย่างชุมชนเมืองที่เกิดปัญหาเกาะความร้อนชนิดอย่างมากเช่นกรุงเทพฯและปริมณฑล จากการค้นคว้าพบว่าพลังงานไฟฟ้าประมาณร้อยละ 50 ถูกนำไปใช้ในการสร้างความเย็น ซึ่งตรงกับรายงานของ USAID ที่รายงานว่าสำหรับอาคารขนาดใหญ่มีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดกว่าครึ่งหรือเกินครึ่งในระบบการทำความเย็น (ประมาณ 50-75 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง(ประมาณ 15-25 เปอร์เซ็นต์) และท้ายที่สุดในระบบอื่น ๆ ขึ้นกับประเภทกิจกรรมของอาคาร (ธนิต จินดาวณิก, 2546)

การสร้างความเย็นนี้ส่วนใหญ่คือจากการเพิ่มการติดตั้งเครื่องปรับอากาศมากขึ้นเพื่อบรรเทาผลจากความร้อนที่เกิดขึ้น ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิร้อนขึ้น มลพิษจึงสูงขึ้นด้วย เมื่อประชาชนหันมาใช้เครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นทั้งระบบปรับอากาศของรถยนต์และระบบปรับอากาศสำหรับอาคาร เครื่องปรับอากาศเหล่านี้สามารถสร้างมลภาวะทางอากาศและก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกด้วย ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิสูงทำให้เกิดการใช้พลังงานมากขึ้นย่อมส่งผลกระทบทำให้เกิดมลภาวะเป็นพิษสูงขึ้นและส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศด้วย

U.S. Environmental Protection Agency, (2012) ได้ ระบุถึงสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนว่าเกิดจากการก่อรูปและการเปลี่ยนแปลงของรังสี และ สัดส่วนของอุณหภูมิของโครงสร้างพื้นฐานของเมือง รวมถึงผลกระทบของอาคารซึ่งสามารถส่งผลกระทบต่อลักษณะภูมิอากาศระดับย่อยของท้องถิ่น (local micro-climate)

ปัจจัยซึ่งก่อให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนมีหลายปัจจัย เช่น การใช้วัสดุที่มีสะท้อนแสงของพื้นผิวสูง การเพิ่มขึ้นของการใช้เครื่องปรับอากาศ การลดลงของต้นไม้และป่าไม้ เรือนยอดของเมือง (urban canopy) การบล็อกของลม

กระบวนการหรือสาเหตุของของปรากฏการณ์เกาะความร้อนและผลกระทบของปรากฏการณ์สรุปไว้ดังแสดงในภาพที่ 7-1 โดยสาเหตุหลักของการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนสรุปได้ดังนี้

(1) การไม่มีต้นไม้และพื้นที่สีเขียวในเมือง พื้นที่ในเมืองมักไม่ค่อยมีต้นไม้ซึ่งต้นไม้เหล่านี้สามารถช่วยลดซับความร้อน แสง และพลังงาน จากแสงอาทิตย์ และเปลี่ยนสภาพไปสู่พลังงานทางเคมีในรูปของการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) ซึ่งกระบวนการสังเคราะห์แสงนี้ส่งผลกระทบต่อกระบวนการระเหยคาย (evapotranspiration) ของพื้นที่ การเปลี่ยนสภาพจากพลังงานแสงอาทิตย์

ซึ่งเป็นความร้อนเนื่องจากการขาดต้นไม้ซึ่งให้ร่มเงาส่งผลให้แสงแดดส่องสู่พื้นและอาคารโดยตรง เมื่อวัตถุได้รับแสงแดดมากขึ้นส่งผลให้ความร้อนที่เกิดขึ้นส่งกระจายไปยังอากาศรอบข้าง ส่งผลให้รู้สึกถึงความร้อนที่เกิดขึ้นและส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในพื้นที่รอบ ๆ นั้น

(2) *วัสดุพื้นผิวของพื้นดิน* โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นผิวที่มีคุณสมบัติในการดูดซับแสงอาทิตย์อย่างมากเนื่องจากวัสดุมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัตถุที่ต่ำ

สัดส่วนของอุณหภูมิพื้นผิวดต่อวัสดุของอาคารและการขาดสถานะการระเหยเคของเมือง ในการพัฒนาเมืองการใช้วัสดุเป็นสาเหตุหลักของการสะสมความร้อนที่ปกคลุมอยู่ทั่วเมืองใหญ่ เนื่องจากการสะสมของความร้อนที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากอาคาร ประเภทของวัสดุของเมืองเช่นการใช้คอนกรีตหรือยางมะตอยส่งผลกระทบต่อสัดส่วนของความร้อนที่แตกต่างกันของพื้นที่ต่าง ๆ อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้สัดส่วนของความสามารถในการเก็บกักความร้อนและส่งผ่านความร้อนก็มีส่วนสำคัญ รวมถึงการสะท้อนแสงของวัตถุ และการแผ่รังสี ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสมดุลพลังงานความร้อนรอบ ๆ พื้นที่เมืองซึ่งเป็นสาเหตุให้อุณหภูมิเมืองสูงขึ้น

โดยทั่วไปแล้วพื้นผิวของอาคารและถนนเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อปรากฏการณ์เกาะความร้อน วัสดุพื้นผิวของเมืองมีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการเก็บสะสมความร้อน ในช่วงระหว่างกลางวันวัสดุจะดูดซับความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์เก็บสะสมไว้และจะปลดปล่อยพลังงานเหล่านี้ออกมาในช่วงกลางคืน ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิของเมืองและชนบทหรือพื้นที่โดยรอบ

(3) *ความสูงของอาคารและโครงสร้างเมือง (High buildings & urban structure)* ผลกระทบของรูปทรงของเมือง (Geometric effects) อาคารสูงจำนวนมากในพื้นที่ย่านใจกลางเมืองมีความสูงและเหลี่ยมมุม การสะท้อนแสง และการดูดซับแสงที่หลากหลายและซับซ้อน สิ่งเหล่านี้ทำให้อุณหภูมิในพื้นที่สูงมากขึ้น เรียกลักษณะนี้ว่า 'Canyon effect' อย่างไรก็ตามความร้อนในช่วงกลางคืนซึ่งเกิดจากตึกอาคารที่สกัดกั้นความร้อนจากพื้นทำให้ความร้อนไม่สามารถกระจายไปไหนได้ ช่วงกลางคืน นัยสำคัญที่เกิดขึ้น คือ ความร้อนที่มีอุณหภูมิสูงในช่วงกลางคืนมากกว่าช่วงกลางวัน ในช่วงฤดูหนาวมากกว่าช่วงฤดูร้อน และเมื่อไม่มีลมพัดมากกว่าช่วงมีลมพัด

(4) *กิจกรรมของมนุษย์* การปลดปล่อยพลังงานความร้อนจำนวนมากจากกิจกรรมของมนุษย์เนื่องจากความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่เมืองก่อให้เกิดการปล่อยมลพิษในรูปแบบต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น เครื่องปรับอากาศที่ช่วยลดอุณหภูมิจากภายนอก แต่การสร้างความเย็นนั้นได้ปลดปล่อยความร้อนออกมาจากเครื่องปรับอากาศทั้งเครื่องปรับอากาศของอาคารและรถยนต์ รวมถึงจากแหล่งอุตสาหกรรม และแหล่งความร้อนอื่น ๆ การปล่อยพลังงานของมนุษย์ในรูปแบบอื่น ๆ แหล่งพลังงานต่าง ๆ เมื่อมีการเปิดใช้จะปล่อยพลังงานความร้อนออกมาและส่งต่อความร้อนเหล่านั้นไปยังสภาพแวดล้อมรอบข้าง โดยสัดส่วนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ที่มนุษย์ปล่อยสู่บรรยากาศ 40% จากสิ่งแวดล้อมสรรค์สร้าง (Built Environment) 30% จากการขนส่ง การเดินทาง 30% จากเกษตรกรรม อุตสาหกรรม กิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้รวมถึงการกักมลพิษทางอากาศปริมาณมากจากเมือง ผลเหล่านี้เกิดขึ้นร่วมกับปรากฏการณ์เรือนกระจก คิวน์ และฝุ่นที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ สิ่งเหล่านี้ดูดซับรังสีความร้อน โดยทั่วไปแล้วอากาศในเมืองจะมีปริมาณของ CO₂ ปริมาณสูงมากกว่าพื้นที่โดยรอบของเมือง สาเหตุของมลพิษทางอากาศที่สำคัญ คือ กิจกรรมของมนุษย์และอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีมนุษย์รวมตัวอยู่ด้วยกันปริมาณมากเช่นในพื้นที่เมือง การปลดปล่อยก๊าซ CO₂ เกิดขึ้นปริมาณมาก ก๊าซ CO₂ เหล่านี้ประกอบด้วยความร้อนซึ่งจะถูกกักเก็บไว้ด้วยเรือนยอดของ

เมืองในชั้นบรรยากาศส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิซึ่งเป็นส่วนที่ก่อให้เกิดการก่อรูปของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง

ผลกระทบของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง ดังแสดงในภาพที่ 7-1 ส่งผลกระทบให้เกิดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูร้อนของพื้นที่เขตร้อนอย่างประเทศไทย สิ่งที่เกิดขึ้นส่งผลต่อความรู้สึกไม่สบายเนื้อสบายตัวของประชาชนผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่อาคารสูงหรือมีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นในเมือง อาคารร้อนสุดขีดและแสงแดดที่ส่งมาโดยไม่มีร่มเงาสามารถก่อให้เกิดความเครียดจากความร้อนและก่อให้เกิดการเจ็บป่วยจากความร้อน รวมถึงอาจเป็นสาเหตุให้ถึงเสียชีวิตได้ด้วยเช่นกัน นอกจากนี้อุณหภูมิที่สูงมากหมายถึงความถึงความจำเป็นของประชาชนที่จะให้เครื่องปรับอากาศที่มากขึ้นด้วยเช่นกันเพื่อบรรเทาความร้อนที่เกิดขึ้นภายนอก ความต้องการใช้เครื่องปรับอากาศมีมากขึ้นเท่าใดย่อมส่งผลต่อการต้องใช้พลังงานปริมาณมากเพื่อให้เครื่องปรับอากาศเหล่านั้นทำงาน เช่นเดียวกับการเพิ่มขึ้นของการเผาผลาญพลังงานที่ต้องใช้ มลพิษที่เพิ่มขึ้น การจัดการหรือการทำให้เมืองเย็นลงจึงเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งแต่นั้นหมายถึงการเพิ่มขึ้นของการใช้ทรัพยากรทั้ง คน และงบประมาณ เพื่อการจัดการปัญหานี้



ภาพที่ 7-1 กระบวนการของการก่อรูปปรากฏการณ์เกาะความร้อนและผลกระทบจากปรากฏการณ์

ปัญหาปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่รุนแรงเกิดขึ้นในหลายเมืองใหญ่ทั่วโลก อิทธิพลของปรากฏการณ์เกาะความร้อน ยังสามารถแพร่ออกไปยังนอกเมืองใหญ่ได้ด้วย โดยจะไปได้ไกลขนาดไหนขึ้นอยู่กับปัจจัยของกระแสลม และขนาดพื้นที่ของเกาะความร้อนนั้นว่ามีขนาดกว้างแค่ไหน บางเมืองใหญ่สามารถแพร่ออกไปได้ไกลมากถึง 30 กิโลเมตร อีกทั้งพบว่ายังส่งผลให้พื้นที่ใต้ลมของตัวเมืองในระยะ 25-45 กิโลเมตร มีปริมาณฝนมากกว่าพื้นที่ทางเหนือของตัวเมือง

7.2 ผลกระทบจากภาวะก๊าซเรือนกระจก

สภาวะเรือนกระจก คือ ลักษณะที่ชั้นบรรยากาศทำหน้าที่เช่นเดียวกับเรือนกระจกในการเก็บกักความร้อนไว้ภายใน ตามธรรมชาติแล้ว โลกของเราได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ เมื่อรังสีจากดวงอาทิตย์ส่องผ่านชั้นบรรยากาศลงมาที่ผิวโลก รังสีส่วนหนึ่งจะสะท้อนกลับออกไปในอวกาศ และรังสีที่เหลือจะผ่านชั้นบรรยากาศลงมากระทบผิวโลก โดยชั้นบรรยากาศทำหน้าที่เก็บกักความร้อนบางส่วนไว้ ทำให้เกิดเป็นปรากฏการณ์ที่เรียกว่า “ปรากฏการณ์เรือนกระจก (greenhouse effect)”

อย่างไรก็ตามในชั้นบรรยากาศของโลกซึ่งประกอบไปด้วยก๊าซต่าง ๆ เป็นจำนวนมากนั้น จะมีก๊าซกลุ่มหนึ่งเรียกว่า “ก๊าซเรือนกระจก (Green House Gas)” ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ช่วยเก็บกักความร้อนไว้ โดยมีก๊าซสำคัญ 6 ชนิดในกลุ่มก๊าซเรือนกระจก ก๊าซเหล่านี้เกิดทั้งตามธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ ส่วนใหญ่เกิดมาจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิลในภาคพลังงาน การทำอุตสาหกรรม การตัดไม้ทำลายป่า การทำฟาร์มปศุสัตว์และการเพาะปลูก ก๊าซทั้ง 6 ชนิด ประกอบด้วย

(1) คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide) คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นก๊าซที่ทำให้พืชสามารถสังเคราะห์แสงและสร้างอาหารให้มวลมนุษย์มีชีวิตอยู่รอดได้บนโลก ในกระบวนการทางธรรมชาติ คาร์บอนไดออกไซด์จะได้รับการเก็บกักและกำจัดเพื่อควบคุมปริมาณใหม่มีความสมดุล เช่น ต้นไม้สามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีมากและเก็บไว้ในรูปของคาร์บอนในเนื้อไม้ในซากพืชและสัตว์ที่ทับถมยาวนานจนกลายเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิล โดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศส่วนใหญ่มาจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น น้ำมัน ถ่านหิน การเผาไม้ต่าง ๆ หรือแม้กระทั่งการตัดไม้ทำลายป่า การใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าทั้งในภาคอุตสาหกรรม การเกษตร ภาคการขนส่งและการคมนาคม รวมทั้งวิถีการใช้ชีวิตของคนในเมือง

(2) มีเทน (Methane) แม้ว่ามีเทนจะมีปริมาณน้อย แต่โมเลกุลของมีเทนดูดกลืนรังสีความร้อนได้มากกว่า คาร์บอนไดออกไซด์ถึง 25 เท่า มีเทนเป็นก๊าซที่ปล่อยออกมาจากกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุโดยไมโครออร์แกนิซึม มีเทนเกิดจากกระบวนการหมักในธรรมชาติ เช่น บริเวณพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขัง เช่น การทำนา การทำเกษตรกรรม หรือแม้กระทั่งการทำปศุสัตว์ เช่น ฟาร์มวัว ฟาร์มสุกร การฝังกลบขยะโดยไม่ได้แยก ขยะอินทรีย์ และจากการขุดเจาะก๊าซธรรมชาติและเหมืองต่าง ๆ

(3) ไนตรัสออกไซด์ (Nitrous Oxide) เกิดจากการเผาไหม้ในธรรมชาติ ซึ่งมีการเพิ่มปริมาณมากขึ้นจากกิจกรรมทางอุตสาหกรรม โรงงานที่ผลิตสไนเปิล ไนลอน อุตสาหกรรมเคมีและพลาสติกที่ใช้กรดไนตริกในการผลิตรวมถึงการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในการเกษตรจะทำให้เกิดการปล่อยไนตรัสออกไซด์สู่บรรยากาศ

(4) คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (Hydrofluorocarbon)

(5) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (Perfluocarbons)

(6) ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (Sulphur Hexafluoride)

โดยก๊าซ (4), (5) และ (6) เป็นก๊าซที่เกิดขึ้นภายในช่วงระยะเวลาไม่นานเมื่อเทียบกับก๊าซ 3 ชนิดแรก [(1), (2) และ (3)] ที่มีการเกิดในธรรมชาติอยู่แล้ว ก๊าซพวกนี้เกิดขึ้นหลังจากที่มีการทำอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น สารให้ความเย็น ตัวทำละลายบางอย่างสารดับเพลิง

ก๊าซเหล่านี้ที่มีสมบัติในการยอมให้รังสีจากดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นรังสีคลื่นสั้น (ความยาวคลื่นน้อย) ผ่านมายังโลก ประมาณครึ่งหนึ่งของรังสีจากดวงอาทิตย์จะถูกพื้นผิวโลกดูดซับไว้ แล้วปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปรังสีคลื่นยาว (ความยาวคลื่นมาก) ช่วงอินฟราเรด จากนั้นรังสี

อินฟราเรดที่โลกปล่อยออกมา ส่วนหนึ่งจะผ่านชั้นบรรยากาศของโลกกลับออกไปในอวกาศ และส่วนหนึ่งจะถูกดูดซับโดยกลุ่มแก๊สเรือนกระจก แล้วคายรังสีความร้อนนี้กลับคืนสู่ผิวโลกอีกครั้งหนึ่ง ทำให้บรรยากาศใกล้พื้นผิวโลกมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นและเหมาะสมกับการอาศัยอยู่ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ โดยเราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ปรากฏการณ์เรือนกระจก

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้โลกมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้นในที่สุด ซึ่งทำให้ปรากฏการณ์ ภาวะโลกร้อน (Global Warming) หรือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) อย่างไรก็ตามมีข้อโต้แย้งว่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในเมืองไม่ได้มีผลกระทบโดยตรงต่อสภาวะโลกร้อน แม้ว่าจะมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของเมือง อย่างไรก็ตามพื้นที่เมืองปกคลุมทั่วโลกเพียงไม่ถึงร้อยละหนึ่งของพื้นที่พื้นผิวโลก เมืองมีผลกระทบต่ออุณหภูมิของอากาศเพียงในพื้นที่ไม่กี่ตารางกิโลเมตรรอบ ๆ พื้นที่เมือง และการปลดปล่อยของพลังงานที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมของมนุษย์มีเพียงประมาณ 10^{-4} เท่านั้น (Alcoforado and Andrade, 2007) อย่างไรก็ตามมีผลกระทบทางอ้อมซึ่งจากการเพิ่มขึ้นของการปล่อยมลพิษในพื้นที่เมือง รวมถึงสภาวะเรือนกระจกส่งผลกระทบต่อความสุดโต่งของสภาพภูมิอากาศ

สำหรับสถานการณ์ก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทยนั้น ตามที่สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้จัดทำข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจก และทำการศึกษาทบทวนเพื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) ที่เหมาะสมสำหรับการคำนวณ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับประเทศเพื่อจัดทำข้อมูล Emission Inventory ของประเทศไทย ซึ่งข้อมูลดังกล่าว เป็นส่วนหนึ่งของการจัดทำรายงานแห่งชาติฉบับที่ 2 (The Second National Communication) เพื่อเสนอต่อ UNFCCC จากรายงานแห่งชาติฉบับที่ 2 พบว่าในปี พ.ศ. 2543 ประเทศไทยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 229.08 MtCO₂eq โดยมีภาคพลังงานเป็นแหล่งที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดถึง 69.6 % ภาคการเกษตรมีปริมาณการปล่อยมากเป็นอันดับ 2 ที่ 22.6% ลำดับถัดไปคือ ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม และภาคการจัดการของเสียที่ 7.2 % และ 4.1% ตามลำดับ และมีการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของภาคการใช้ประโยชน์ที่ดินและป่าไม้เป็นสัดส่วนเท่ากับ 3.5% (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2557)

ผลกระทบสำคัญของปรากฏการณ์เรือนกระจกมาจากก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ โดยก๊าซนี้มีผลในการแผ่รังสีทางอ้อมโดยทำให้ระดับความเข้มข้นของมีเทนและโทรโปสเฟียร์ไอโซนสูงชันผ่านการ “เก็บตักก๊าซอื่น” ในบรรยากาศ (เช่นอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล (hydroxyl radical, OH) คาร์บอนมอนอกไซด์เกิดขึ้นเมื่อเชื้อเพลิงที่มีส่วนประกอบของคาร์บอนถูกเผาไม่สมบูรณ์ โดยได้รับการเติมออกซิเจนในบรรยากาศตามกระบวนการธรรมชาติกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์มีเวลาชั่วชีวิตในบรรยากาศเพียงไม่กี่เดือน ดังนั้นมันจึงมีความผันแปรเชิงเนื้อที่มากกว่าแก๊สอายุยืนอื่น ๆ แวนอีนัมสำคัญซึ่งอาจส่งผลกระทบต่ออ้อมอีกประการหนึ่งมาจากก๊าซมีเทนซึ่งนอกเหนือไปจากผลกระทบด้านการแผ่รังสีโดยตรงแล้ว ก๊าซมีเทนยังเป็นตัวช่วยสร้างไอโซนอีกด้วย ซึ่งก๊าซนี้อาจมีส่วนในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจกที่คาดการณ์โดยนักวิทยาศาสตร์ คือ (1) ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น โดยเฉลี่ย 0.8 องศาเซลเซียสต่อระยะ 10 ปี ทำให้น้ำแข็งในขั้วโลกเหนือละลาย ระดับน้ำทะเลสูง เกิดความแห้งแล้งในพื้นที่ต่าง ๆ มากขึ้น พื้นที่เพาะปลูกลดน้อยลง แต่ทะเลทรายเพิ่มขึ้น (2) ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้น ปริมาณของน้ำทะเลประกอบด้วยน้ำจากขั้วโลกมีปริมาณเพิ่มขึ้น ทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น เป็นสาเหตุของการพังทลาย

บริเวณชายฝั่ง ระบบชลประทาน และการระบายน้ำได้รับความเสียหาย เกิดการรुक้าของน้ำเค็มในผิวดิน แม่น้ำ พื้นที่ไร่นา ก่อให้เกิดความเสียหายทางการเพาะปลูก และอุตสาหกรรมชายทะเล นอกจากนี้ระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นอาจทำให้บริเวณหาดทรายหรือเกาะต่าง ๆ จมหายไปได้น้ำ เกิดภาวะน้ำท่วม ปัญหามลพิษทางน้ำ (3) การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลและสภาพภูมิอากาศ เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพ ดิน ฟ้า อากาศ เช่น ในเขตเมืองหนาว ฤดูหนาวจะสั้นลง ฝนตกมากขึ้น ฤดูร้อนจะยาวมากขึ้น อากาศจะร้อนและแห้งแล้ง ส่วนเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน บริเวณที่แห้งแล้งจะแห้งแล้งมากขึ้น ดินเสื่อมคุณภาพมากขึ้น บริเวณที่ชุ่มชื้นจะมีฝนมากขึ้น พายุรุนแรงและเกิดอุทกภัยบ่อยขึ้น (4) การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลและสภาพภูมิอากาศ ส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลงหรือต้นทุนการผลิตสูงขึ้น เพราะสภาพดินฟ้า อากาศ และพื้นที่ไม่เอื้ออำนวย ความเหมาะสมลดลง มีการระบาดของแมลงศัตรูพืชมากขึ้น เกิดความเสียหายทางการเกษตร อาหารจะขาดแคลน ทำให้มีการเคลื่อนย้ายพื้นที่เพาะปลูกไปยังพื้นที่ที่เหมาะสม (5) อุณหภูมิของโลกที่สูงขึ้น เป็นผลให้สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ถูกทำลายไปจากโลก การที่อุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้เกิดความแห้งแล้ง ดินเค็ม น้ำท่วม ทำให้แหล่งกำเนิดและถิ่นที่อยู่อาศัยของพืช สัตว์ แมลง และจุลินทรีย์ถูกทำลายลงทุกที และบางชนิดกำลังจะสูญพันธุ์ไปจากโลก (6) ความร้อนที่เพิ่มขึ้นทำให้มีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ โดยจะทำให้เป็นมะเร็งที่ผิวหนังมากขึ้น

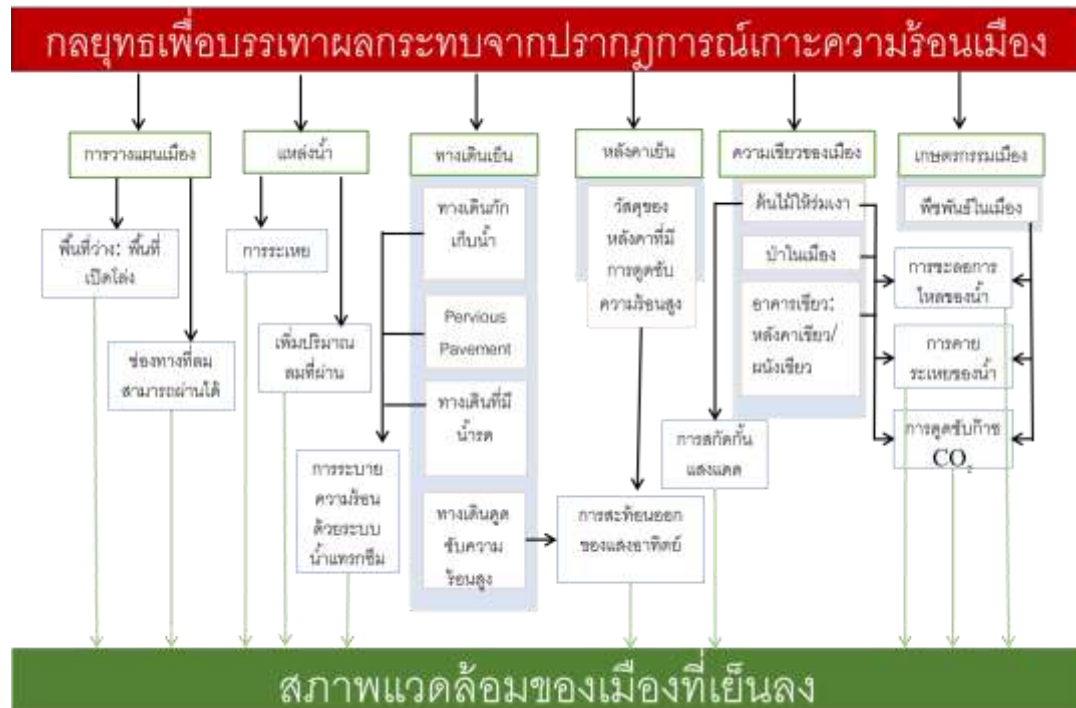
7.3 แนวทางเพื่อบรรเทาปัญหาเกาะความร้อนเมืองและภาวะเรือนกระจกในเมือง

ปัญหาเรื่องสภาวะเกาะความร้อนและภาวะเรือนกระจกในเมืองนั้นได้มีหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งองค์กรของรัฐ เอกชน และองค์กรระหว่างประเทศ เข้ามาดำเนินการ สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงสำหรับการบรรเทาผลกระทบคือการลดมลพิษ การประหยัดการใช้พลังงาน และลดอุณหภูมิที่จะเกิดขึ้นทั้งจากกิจกรรมของมนุษย์ และ อุตสาหกรรม โดยวิธีการต่าง ๆ วิธีการบรรเทาผลกระทบสามารถดำเนินการได้หลายแนวทาง

ถึงแม้ว่าจะมีการศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์เกาะความร้อนมาเป็นเวลาหลายทศวรรษแล้วก็ตามแต่การให้ความสำคัญของปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่มีต่อสิ่งแวดล้อม สุขภาพและชุมชนนั้นได้รับการให้ความสนใจมากขึ้นในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาจึงมีการคิดและพัฒนายุทธศาสตร์เพื่อลดหรือบรรเทาผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่หลากหลายขึ้น โดยเฉพาะแนวทางการสร้างพื้นที่สีเขียว หลังคาเขียว หลังคาเย็น การให้ความสนใจการสร้างทางเดินเย็น ที่มีเพิ่มมากขึ้น เช่นมีโครงการหรืองานวิจัยจำนวนมากซึ่งพยายามหาความสัมพันธ์ระหว่างการสร้างทางเดินกับอุณหภูมิในเมือง

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการบรรเทาผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนและก๊าซเรือนกระจก พบว่า งานของ Taslim, Parapari และ Shafaghat (2015) ซึ่งเป็นการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับกลยุทธ์ในการบรรเทาผลกระทบปรากฏการณ์เกาะความร้อน พวกเขาพบว่ามีกลยุทธ์ที่สำคัญสามประการ คือ (1) การปลูกต้นไม้ในพื้นที่โล่งหรือตามถนน (2) การปกคลุมหลังคาด้วยพืชพันธุ์ต่าง ๆ (หลังคาเขียว/หลังคามีชีวิตร) และ (3) การเพิ่มขึ้นของการสะท้อนออกของพื้นผิวดิน ส่วน Estes, Gorsevski, Russell, Quattrochi & Luvall และ Solecki et al. (อ้างถึงใน วันเพ็ญ เจริญตระกูลปิติ, 2555) เสนอแนวทางการลดอุณหภูมิในเมืองว่าสามารถทำได้ 2 วิธี ประกอบด้วย (1) การเปลี่ยนสีของวัตถุในเมืองให้มีสีขาวเพื่อลดการสะสมความร้อนของวัสดุที่ปกคลุมพื้นผิว และ (2) การเพิ่มพื้นที่ต้นไม้ในเมือง

จากการทบทวนวรรณกรรมจากเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปกลยุทธ์และกระบวนการในการบรรเทาผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนได้ดังแสดงในภาพที่ 7-2 ความสำคัญของกลยุทธ์ต่าง ๆ เหล่านี้ตั้งอยู่บนแนวความคิดว่าอาคารและถนนหนทางต่าง ๆ ควรมีแนวเขตเพื่อให้ลมและความเย็นสามารถพัดผ่านได้ อากาศเย็นที่เกิดขึ้นจากกระบวนการระเหย (evapotranspiration process) เช่น ผนังเขียวซึ่งช่วยให้อากาศเย็นจากพื้นผิวของผนังอาคาร การศึกษาพบว่าแนวทางหลักที่นิยมใช้คือ การออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน และการใช้ต้นไม้เพื่อป้องกันรังสีไวโอเล็ตและลดความร้อน



ภาพที่ 7-2 กลยุทธ์และกระบวนการ การบรรเทาผลกระทบเกาะความร้อน

ที่มา: ปรับปรุงจาก Nuruzzaman, Md. (2015)

ส่วนต่อไปเป็นการยกตัวอย่างแนวทางการบรรเทาปรากฏการณ์เกาะความร้อนและปรากฏการณ์เรือนกระจก ที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน

7.3.1 มาตรการและกลไกการส่งเสริมการลดก๊าซเรือนกระจก

1. มาตรการด้านราคา

(1) มาตรการภาษีคาร์บอน

ประเทศไทยจะยังไม่มีการจัดเก็บภาษีที่เรียกว่า “ภาษีคาร์บอน” อย่างชัดเจน แต่ก็อาจกล่าวได้ว่าภาษีคาร์บอนได้ถูกจัดเก็บเป็นส่วนหนึ่งของภาษีสรรพสามิต ปัจจุบันกรมสรรพสามิตได้ริเริ่มการจัดเก็บภาษีคาร์บอนอย่างชัดเจนยิ่งขึ้น โดยมีการปรับเปลี่ยนอัตราภาษีรถยนต์ ให้แปรเปลี่ยนไปตามปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถยนต์

(2) ตลาดคาร์บอนในประเทศไทย

สำหรับความพร้อมในการจัดเก็บภาษีคาร์บอนนั้น ปัจจุบันยังไม่มีความพร้อมด้านกฎหมาย แม้ว่าภาคเอกชนยอมรับได้หากมีการจัดเก็บอย่างยุติธรรม และมีการนำรายได้จากภาษีกลับมาใช้เพื่อ

ลดก๊าซเรือนกระจก และ บรรเทาผลกระทบต่อประชาชนที่มีรายได้น้อย ปัจจุบันยังไม่ได้ศึกษาผลกระทบทางเศรษฐกิจเนื่องจากประเทศไทยยังไม่เคยมีการจัดเก็บภาษีคาร์บอน จึงไม่สามารถประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้น การประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับเศรษฐกิจของประเทศไทยได้

2. มาตรการควบคุมและลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
3. มาตรการในการให้ข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้า

7.3.2 การออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน

พลังงานที่ใช้ในอาคาร ไม่ได้มีเพียงการใช้พลังงานเมื่ออาคารนั้นสร้างเสร็จคือเมื่อเริ่มใช้อาคารหรือดำเนินการใช้อาคาร หากแต่ถ้าจะมองให้ครบถ้วนพลังงานที่ใช้ในอาคารสามารถแบ่งออกได้เป็นสามระยะ คือ (1) พลังงานที่ใช้ในการผลิตวัสดุและการก่อสร้างอาคาร (2) พลังงานที่ใช้ในการดำเนินการใช้อาคาร และ (3) พลังงานที่ใช้ในการนำอาคารกลับมาใช้ใหม่หรือใช้ในการรื้อถอนทำลาย สัดส่วนการใช้พลังงานทั้งสามระยะมีความแตกต่างกันโดยพลังงานที่ใช้ในการผลิตวัสดุและการก่อสร้างอาคารและพลังงานที่ใช้ในการนำอาคารกลับมาใช้ใหม่หรือใช้ในการรื้อถอนทำลายมีสัดส่วนน้อยกว่า พลังงานที่ใช้ในอาคารส่วนใหญ่จะใช้สำหรับการดำเนินการใช้อาคาร ทั้งนี้เพราะว่าอายุการใช้งานของอาคารนั้นส่วนใหญ่จะมีการใช้งานหลายสิบปี ถ้าไม่นับอาคารชั่วคราวอาคารส่วนใหญ่จะมีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปีขึ้นไป บางอาคารมีการใช้งานมากกว่าหนึ่งศตวรรษ (ธนิต จินดาวงศ์, 2546) ดังนั้นการประหยัดและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ต้องพิจารณาตั้งแต่เรื่องพลังงานที่ใช้ในการผลิตวัสดุและการก่อสร้างอาคาร และพลังงานที่ใช้ในการนำอาคารกลับมาใช้ใหม่หรือการรื้อถอนทำลายด้วย การออกแบบอาคารโดยมองเห็นคุณค่าของการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่ยังไม่เริ่มก่อสร้างจะช่วยลดการใช้พลังงานได้อย่างมาก โดยการออกแบบต้องมุ่งเน้นไปที่การลดภาระการทำความเย็นและภาระการให้แสงสว่างแก่อาคาร ส่วนไฟฟ้าหรือพลังงานที่ใช้กับส่วนอื่น ๆ อันได้แก่ระบบความร้อน และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ การออกแบบอาคาร คงจะมีบทบาทไม่มากนัก ใน การที่จะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนนี้ ต้องขึ้นกับเจ้าของอาคาร ผู้ใช้อาคาร และเทคโนโลยีประหยัดพลังงานของอุปกรณ์ และเครื่องใช้ต่าง ๆ ในอาคาร

ตามที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้ดำเนินการออกกฎกระทรวงว่าด้วยกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามมาตรา 19 แห่ง พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2550 เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพใช้พลังงานในภาคอาคาร ที่มีสัดส่วนการใช้พลังงานค่อนข้างสูง โดยดำเนินการประหยัดพลังงานตั้งแต่เริ่มต้นออกแบบอาคารให้มีการประหยัดพลังงาน ด้วยการออกแบบอาคารที่สามารถกักความร้อนเข้าสู่อาคารให้น้อยลง และเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนได้สูงและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นโยบายด้านพลังงานของประเทศ ได้กำหนดกลยุทธ์ด้านการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งมีมาตรการทั้งทางด้านบริหาร ด้านสังคม และด้านกฎหมาย เพื่อกำกับ ดูแล และส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และประหยัด ให้กับภาครัฐและภาคเอกชน โดยเป้าหมายตามแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี นั้น ได้กำหนดให้ลดความเข้มข้นการใช้พลังงานหรือ Energy Intensity ลง 25% ในปี 2573 เมื่อเทียบกับปี 2548 หรือเทียบเท่าการลดการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายลง 20% ในปี 2573 หรือประมาณ 30,000 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe) ประกอบกับ คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพข.) และคณะรัฐมนตรี ได้มีมติเมื่อวันที่ 4 ตุลาคม 2554 ให้หน่วยงานราชการและรัฐวิสาหกิจทุกแห่ง ให้ความสำคัญ

ร่วมมือและการตรวจประเมินแบบอาคารที่จะก่อสร้างใหม่ ตามกฎกระทรวงว่าด้วยการออกแบบอาคารฯ โดยอาคารที่จะก่อสร้างใหม่หรืออาคารเดิมที่มีการดัดแปลงเพิ่มเติมส่วนของอาคารขนาดพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียว ขนาดตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตร ต้องออกแบบให้เป็นไปตามมาตรฐานหลักเกณฑ์ และวิธีการที่กำหนดในกฎกระทรวง เพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน ในประเด็นดังนี้

- (1) ระบบกรอบอาคาร ได้แก่
 - ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV)
 - ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV)
- (2) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
- (3) ระบบปรับอากาศ
- (4) อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน
- (5) การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร
- (6) การใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่าง ๆ ในอาคาร

ภาพรวมที่ผ่านมาของงานออกแบบ ก่อสร้าง ใช้สอยอาคาร ดูแลและบำรุงรักษาอาคาร โดยเฉพาะอาคารของส่วนราชการ ในทุกขั้นตอนจะถูกกำหนดด้วยกรอบงบประมาณ และเวลาที่ใช้ดำเนินการในแต่ละขั้นตอน โดยเฉพาะงานใช้สอย ดูแลบำรุงรักษา มักถูกมองข้าม และไม่ให้ความสำคัญ ถ้าพิจารณาตั้งแต่เริ่มงาน การกำหนดแนวคิด และการออกแบบ มักจะทำกันตามที่เคยทำกันมา ขาดการพัฒนาแบบโดยคำนึงถึงการใช้สอยให้เกิดประโยชน์สูงสุด และลดค่าใช้จ่ายของอาคารได้ในระยะยาว ตัวอย่างเช่น การออกแบบระบบปรับอากาศที่ยังคงใช้ระบบที่มีประสิทธิภาพต่ำ ทั้งที่สามารถออกแบบจัดให้ใช้ระบบที่มีประสิทธิภาพดีกว่าเกือบเท่าตัวได้ รากของปัญหาส่วนหนึ่งมาจากการทำงานในลักษณะที่แยกส่วน ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในงานออกแบบ สถาปนิก วิศวกรโครงสร้าง และวิศวกรงานระบบ ขาดการวางแผนกำหนดหลักการแนวคิดของโครงการร่วมกันตั้งแต่ต้น ทำให้ต่างคนต่างจำเป็นต้องเลือกใช้รูปแบบที่สามารถปรับเปลี่ยนไปตามรูปแบบของผู้ออกแบบคนอื่นได้ง่ายเป็นหลัก ทำให้รูปแบบที่ได้ของทุกระบบมักจะมีประสิทธิภาพในเชิงการใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ของระบบต่ำ จากข้อมูลสัดส่วนการใช้พลังงานในอาคารส่วนใหญ่ 60% เป็นภาระไหลของระบบปรับอากาศซึ่งส่วนใหญ่มาจากกรอบอาคาร โดยการออกแบบระบบกรอบอาคารให้มีค่าการถ่ายเทความร้อนต่ำกว่าค่าที่ระบุในมาตรฐานจะทำให้ทางอาคารสามารถลดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้

การออกแบบอาคารให้มีประสิทธิภาพสูงนั้น ผู้ออกแบบอาคารต้องมีความรู้ความเข้าใจในทักษะทางด้านกรออกแบบอาคารและทักษะทางด้านกรถ่ายเทความร้อนของอาคารผ่านกรอบอาคารและวัสดุต่าง ๆ รวมถึงต้องมีความเข้าใจในการเลือกใช้อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง ลักษณะการติดตั้งใช้งาน ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้เป็นตัวแปรที่มีผลต่อการอนุรักษ์พลังงานภายในอาคาร การพัฒนาเพื่อสร้างต้นแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานสำหรับภาครัฐ เพื่อศึกษาและประเมินผลแบบอาคารให้มีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นอยู่ในประเทศไทย โดยการศึกษาถึงวัสดุที่เหมาะสมที่นำมาใช้ร่วมในการก่อสร้าง และวัสดุทางเลือกที่ประหยัดพลังงาน ประกอบด้วยปัจจัยที่ทำการศึกษา 3 ด้าน คือ ปัจจัยด้านกายภาพ เช่น การวางผังอาคาร และการเลือกใช้วัสดุ ปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์ คำนึงถึงความคุ้มค่า และการเลือกใช้ที่ดินให้เหมาะสมกับรูปแบบอาคาร และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม คำนึงถึงการจัดการขยะ และสิ่งปฏิกูลอย่างถูกวิธี

ตัวอย่างของการออกแบบอนุรักษ์พลังงาน เช่น การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า หลังคาเย็น
หลังคาเย็น

เนื่องจากหลังคาต้องรับพลังงานจากแสงอาทิตย์โดยตรงตลอดทั้งวัน ความร้อนจากหลังคาจึงมีส่วนสำคัญในการเพิ่มความร้อนของเมือง หลังคาคือองค์ประกอบของพื้นที่เมือง Nuruzzaman, Md. (2015) อ้างว่า หลังคาในเมืองมีประมาณร้อยละ 21 ถึงร้อยละ 26 ของพื้นที่เมือง นั้นหมายความว่าประมาณหนึ่งในสี่ของเมืองพื้นผิวที่รองรับความร้อนคือหลังคา องค์ประกอบของหลังคารูปแบบต่าง ๆ สามารถช่วยหรือทำให้อุณหภูมิในเมืองมีความแตกต่างกันได้ การลดความร้อนในอาคารสามารถเริ่มได้จากการลดความร้อนจากหลังคา ดังนั้นหลังคาเย็นช่วยประเด็นปรากฏการณ์เกาะความร้อนได้ดี เนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งจากการเชื่อมโยงความร้อนจำนวนมากจากหลังคาที่มีความร้อนของแต่ละบ้าน แต่ละอาคารในเมืองหรือชานเมือง

ปัจจุบันมีบริษัทเอกชนหลายบริษัทได้คิดผลิตภัณฑ์ ที่เรียกว่าหลังคาเย็น เพื่อช่วยลดความร้อนจากหลังคา โดยหลังคาเย็นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากวัสดุที่มีการสะท้อนและการแผ่ความร้อนสูง ซึ่งจะทำให้มีความเย็นมากขึ้นกว่าวัสดุแบบเดิมประมาณ 28-33°C ในช่วงอากาศร้อนสูงสุดในฤดูร้อน เจ้าของอาคารและผู้สร้างอาคารสามารถใช้หลังคาเย็นประเภทนี้มากกว่า 20 ปีแล้ว หลังคาแบบเดิมในประเทศสหรัฐอเมริกาทำให้เกิดความร้อนสูงสุดในช่วงฤดูร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 66-85°C ซึ่งเป็นการสร้างความร้อนที่พื้นผิวอย่างต่างเนื่อง รวมถึงสร้างความร้อนให้กับอุณหภูมิรอบข้างให้สูงขึ้นด้วยเช่นกัน

7.3.3 เมืองสีเขียวและความเขียวของเมือง

การลดผลกระทบของปรากฏการณ์เกาะความร้อนจำเป็นต้องมีแนวทางในการดำเนินการหลายแนวทาง เนื่องจากผลกระทบจากความร้อนในเมืองและการพัฒนาอุตสาหกรรม เมืองสีเขียวและการสร้างสีเขียวให้เหมือนมีหลายรูปแบบและหลายวิธีการ แนวทางต่าง ๆ ซึ่งมีใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก เช่น ทางเดินเย็น (cool pavements) หลังคาเย็น (cool roof) หลังคาเขียว (green roof) ผนังเย็น (green wall) ต้นไม้ให้ร่มเงา (shade tree) เกษตรกรรมเมือง (urban agriculture) และอื่น ๆ โดยแนวคิดหลักของหลักการบรรเทาปัญหาเกาะความร้อนและภาวะเรือนกระจกในเมือง คือการลดการผลิตมลพิษทั้งก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ก๊าซเรือนกระจกต่าง ๆ รวมถึงมลพิษในรูปแบบอื่น ๆ ด้วย โดยเฉพาะการลดการใช้ความร้อนหรือพลังงานซึ่งเกิดจากขั้นตอนการผลิตทางอุตสาหกรรมและกิจกรรมการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ยานพาหนะ และโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ (เช่น ถนนหรือทางเดินเท้า)

การสร้างเมืองสีเขียว เน้นหนักให้เกิดการปลูกต้นไม้ใหญ่และต้นไม้พุ่มเตี้ยรอบอาคาร สิ่งปลูกสร้าง และดาดฟ้าอาคาร จะช่วยลดการใช้พลังงานในการทำความเย็นให้กับอาคาร และช่วยลดการเกิดก๊าซCO₂ ดังนั้นเมืองที่มีต้นไม้มากสามารถช่วยแก้ปัญหาเกาะความร้อนได้ นอกจากนี้วิธีการบรรเทาผลกระทบด้วยแนวทางภูมิสถาปัตย์เป็นอีกแนวทางที่สามารถดำเนินการได้ โดยการใช้กระเบื้องหลังคาที่สะท้อนแสง การใช้วัสดุและสีที่มีสีอ่อน ฉากกันและร่มเงาของต้นไม้ที่ติดตั้งอยู่นอกตัวอาคาร จะมีส่วนช่วยลดการรับความร้อนโดยตรงจากดวงอาทิตย์เข้าสู่ตัวอาคารซึ่งช่วยลดการใช้พลังงานเพื่อทำความเย็นในอาคาร รวมถึงการสร้างแหล่งน้ำและการเพิ่มพื้นที่สาธารณะให้มากขึ้น

7.3.4 ทางเดินเย็น

เนื่องจากอาคารที่มีสร้างพื้นผิวคอนกรีตในเมืองมีจำนวนมาก พื้นผิวเหล่านี้เป็นตัวการในการทำให้อากาศในเมืองที่ร้อนอยู่แล้วยิ่งร้อนมากขึ้นไปอีก ทั้งนี้เพราะวัสดุจะดูดซับความร้อนจาก

แสงอาทิตย์ และจะปล่อยออกมาเมื่อสะสมไว้ระดับหนึ่งรวมกันทั้งเมืองก็ทำให้เมืองร้อน วิธีการที่ควรปฏิบัติ คือการเว้นที่ว่างบางส่วนของอาคาร เพื่อปลูกต้นไม้ มีพื้นดินธรรมชาติเพื่อดูดซับน้ำและทำให้ความชื้นสามารถคลายระเหยออกมาได้ ซึ่งจะช่วยลดความร้อนที่พื้นผิวของปูนซีเมนต์และคอนกรีตได้บ้าง เมื่อไม่นานมานี้ได้มีการศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ช่วยลดความร้อนของเมืองได้ Cool pavement หรือที่เรียกว่าพื้นเย็น เป็นคำรวม ๆ ที่เรียกกลุ่มเทคโนโลยีที่ถูกสร้างมาเพื่อลดการปลดปล่อยความร้อนจากพื้น โดยเฉพาะพื้นคอนกรีตหรือพื้นลาดยางมะตอย (Asphalt)

ทางเดินเย็น(Cool pavements) หมายถึง การจัดทำช่วงชั้นของวัสดุและเกิดขึ้นใหม่ของวัสดุที่ช่วยให้ทางเดินมีความเย็นไม่เก็บความร้อน โดยเทคโนโลยีทางเดินมีแนวโน้มที่จะเก็บสะสมความร้อนลดลงและอาจจะมีอุณหภูมิที่พื้นผิวที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุแบบเดิม วัสดุเหล่านี้ช่วยแก้ปัญหาเรื่องเกาะความร้อนในเมือง ซึ่งเป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจากพื้นผิวทางเดินในเมืองหรือชานเมือง ชุมชนได้พบว่าทางเดินเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของการช่วยบรรเทาผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อน ทางเดินแบบเดิมนั้นส่วนใหญ่เป็นคอนกรีตและยางมะตอยซึ่งสามารถมีอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดระหว่างวันได้ถึง 120–150°F (48–67°C). พื้นผิวเหล่านี้สามารถแปลงความร้อนที่สะสมไว้ที่ตัววัสดุทางเดินและปล่อยความร้อนเหล่านั้นออกมาในยามค่ำคืน อุณหภูมิพื้นผิวที่ร้อนขึ้นในเวลากลางวันยังสามารถทำให้น้ำในมหาสมุทรมีความร้อนเพิ่มมากขึ้นจากการสะสมของทางน้ำในท้องถิ่น ผลกระทบเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อเกาะความร้อนเมือง (โดยเฉพาะตอนกลางคืน) และทำให้คุณภาพของน้ำลดลง

อย่างไรก็ตามทางเดิน ‘เย็น’ ยังไม่มีมาตรฐานที่ชัดเจน ไม่มีคำนิยามที่เป็นทางการ การใช้คำว่าทางเดินเย็นเพิ่งมีการใช้เมื่อไม่นานมานี้ โดยได้มีการคำที่อ้างอิงถึงทางเดินที่ช่วยลดอุณหภูมิพื้นผิวและลดการดูดซับความร้อนของทางเดิน การเพิ่มขึ้นของความสนใจที่จะลดอุณหภูมิของเมืองและการออกแบบที่เหมาะสมกับชุมชนมีส่วนส่งเสริมให้เกิดการกระตุ้นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดพื้นที่ทางเดินเย็น การศึกษารุ่นนี้เน้นไปที่กิจกรรมต่าง ๆ ที่ประสบความสำเร็จแล้ว เนื่องจากยังมีข้อจำกัดในเรื่องของข้อมูลทำให้ไม่สามารถอธิบายถึงผลลัพธ์ทั้งหมดที่เป็นไปได้ของทางเดินเย็น

ความสนใจที่เพิ่มมากขึ้นและการนำมาใช้ของพื้นผิวที่ซึมน้ำได้ซึ่งจะยอมให้อากาศ น้ำและไอน้ำ เข้าไปอยู่ในช่องว่างของทางเดินซึ่งจะทำให้วัสดุคงความเย็นเมื่อมีความชื้น ผู้ที่นำไปปฏิบัติหลายคนได้ขยายคำนิยามของทางเดินเย็นโดยรวมถึงพื้นผิวที่ซึมน้ำได้ด้วย งานวิจัยเกี่ยวกับทางเดินพื้นผิวที่ซึมน้ำได้ที่ดำเนินการอย่างต่อเนื่องเพราะระบบเหล่านี้เมื่อเปรียบเทียบกับระบบทางเดินแบบเดิม มีผลการตอบสนองที่แตกต่างและนำไปสู่ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างไปด้วย ยิ่งไปกว่านั้นความเข้าใจที่ดีขึ้นของทางเดินที่มีผลต่อสภาพอากาศของเมืองและการพัฒนาใหม่ๆ เทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่มากขึ้น รวมถึงเทคโนโลยีที่สามารถใช้เทคนิคที่หลากหลายเพื่อให้ยังคงความเย็นมากขึ้นเกิดขึ้นได้

ตัวอย่างการใช้ทางเดินเพื่อลดอุณหภูมิในเมือง เช่น

ทางเดินเก็บน้ำและระบบพรมน้ำในประเทศญี่ปุ่น (Water Retentive Pavements and Water Sprinkling in Japan)

บางเมืองในประเทศญี่ปุ่น เช่น โตเกียว และโอซาก้า ได้มีการทดสอบประสิทธิภาพของทางเดินเก็บน้ำซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการใช้ทางเดินพื้นผิวที่ซึมน้ำได้เพื่อลดผลกระทบปรากฏการณ์เกาะความร้อน ทางเดินที่มีรูพรุนสามารถใช้ได้กับทั้งยางมะตอยหรือคอนกรีตและมีชั้นย่อยซึ่งประกอบด้วยวัสดุที่เก็บน้ำซึ่งดูดซับความชื้นและจากนั้นระเหยผ่านรูเล็ก ๆ เมื่อทางเดินมีความร้อนเพิ่มขึ้น

โดยระบบเหล่านี้ส่วนหนึ่งต่อเชื่อมกับระบบท่อน้ำใต้ดินเพื่อให้แน่ใจว่าทางเดินยังคงมีความชื้นอยู่ ซึ่งทางคณะผู้วิจัยมีการทดสอบระบบการพรมน้ำ (สปริงเกอร์) เมื่อทางเดินได้รับการพรมด้วยน้ำระหว่างวัน โดยบางเมืองได้นำน้ำเสียที่ได้รับการบำบัดแล้ว ผลคือในปัจจุบันวิธีการทั้งการใช้ทางเดินเก็บน้ำและการพรมน้ำได้รับการใช้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้คงระดับอุณหภูมิให้ต่ำไว้

แม้ว่าจะมีการศึกษาเกี่ยวกับความพยายามของญี่ปุ่นเกี่ยวกับทางเดินเก็บน้ำอยู่ แต่ยังไม่มีการรวบรวมโครงการริเริ่มเหล่านี้ ตัวอย่างงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ จากการรวบรวมโดย Climate Protection Partnership Division ของสำนักงาน U.S. Environmental Protection Agency ส่วนโครงการ Atmospheric Programs เช่น งานของ Karasawa, A., K. Toriiminami, N. Ezumi, K. Kamaya. 2006. *Evaluation of Performance of Water-Retentive Concrete Block Pavements*. 8th International Conference on Concrete Block Paving, November 6-8, 2006, San Francisco, California. งานของ Ishizuka, R., E. Fujiwara, H. Akagawa. 2006. *Study on Applicability of Water-Feed-Type Wet Block Pavement to Roadways*. 8th International Conference on Concrete Block Paving, November 6-8, 2006, San Francisco, California. งานของ Yamamoto, Y. 2006. *Measures to Mitigate Urban Heat Islands*. Quarterly Review No. 18. January 2006. Available online at <www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/stfc/stt018e/qr18pdf/STTqr1806.pdf>. งานของ Yoshioka, M., H. Tosaka, K. Nakagawa 2007. *Experimental and Numerical Studies of the Effects of Water Sprinkling on Urban Pavement on Heat Island Mitigation*. American Geophysical Union, Fall Meeting 2007, abstract #H43D-1607. และงานของ Yamagata H., M. Nasu, M. Yoshizawa, A. Miyamoto, and M. Minamiyama. 2008. Heat island mitigation using water retentive pavement sprinkled with reclaimed wastewater. *Water science and technology*. 57(5): 763-771. Abstract available online at <<http://cat.inist.fr/?aMo dele=afficheN&cpsid=20266221>> เป็นต้น

สหรัฐอเมริกา มีกลุ่มการศึกษาที่เริ่มค้นคว้าและสร้างการออกแบบที่เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการปลดปล่อยความร้อน ฉนวนความร้อน ความหนาแน่นและความจุความร้อนทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม กลุ่มนี้คือ Center of Excellence (NCE) SMART Innovations for Urban Climate and Energy แห่ง Arizona State University's National โดย NCE ได้พัฒนารูปแบบที่ไม่เพียงแต่จะเหมาะสมเฉพาะกับพื้นที่เมือง Phoenix ยังรวมถึงพื้นที่อื่น ๆ ด้วย โดยเป็นรูปแบบที่ช่วยให้ผู้มีอำนาจตัดสินใจสามารถคาดการณ์ประสิทธิภาพของวัสดุแต่ละประเภท ร่มเงาและการใช้พลังงานที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของอุณหภูมิเมือง โดย คณะกรรมการ National Academies of Science's Transportation Research Board (TRB) ได้มีการแต่งตั้งคณะกรรมการว่าด้วยเรื่องสภาวะอากาศเมืองและวัสดุปูพื้นในเดือนมกราคม 2008 เพื่อช่วยส่งเสริมการใช้ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์สำหรับการบรรเทาผลกระทบของปรากฏการณ์เกาะความร้อนและช่วยบ่งชี้ประเด็นอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับสภาวะอากาศของเมือง ผลที่เกิดขึ้น เช่น การเข้ามาเป็นตัวแทนของบริษัทผู้ผลิตและการค้าคอนกรีตและยางพาราเพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้ทางเดินที่มีประสิทธิภาพ โดยการสนับสนุนการวิจัยและการฝึกอบรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทางเดินเย็น ตัวอย่างเช่น สมาคมทางเดินยางมะตอยแห่งชาติ (National Asphalt Pavement Association) ได้มีความพยายามตรวจสอบทางเดินที่มีความสามารถในการสะท้อนแสงของพื้นผิวสูง (อัลบีโด: Albedo) สมาคมคอนกรีตผสมพร้อมใช้

แห่งชาติ (National Ready Mixed Concrete Association) ได้เป็นผู้นำในการจัดเสวนาว่าด้วยคอนกรีตและการเชื่อมประสาน นอกจากนี้สถาบันทางเดินคอนกรีต (Concrete Pavement Institute : ICPI) ด้วยความร่วมมือกับ Low Impact Development Center and North Carolina State University ได้จัดให้มีการประชุมสัมมนาระหว่างบรรดาผู้เชี่ยวชาญในทางเดินพื้นผิวที่ซึมผ่านได้ การดำเนินการวิจัยต่าง ๆ เหล่านี้เป็นผลของความพยายามเพื่อผลักดันให้เกิดการขยายตัวของโอกาสในการดำเนินการศึกษา การระบุ และ การนำไปใช้ของเทคโนโลยีทางเดินเย็น เป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างพื้นที่สีเขียวและยั่งยืน•

นอกจากนั้นเมือง Evanston ในมลรัฐ Illinois ได้มีการใช้ทางเดินพื้นผิวที่ซึมผ่านได้ในการสร้างอาคารสีเขียว ดูข้อเสนอแนะสำหรับการออกแบบได้ที่เว็บไซต์

www.cityofevanston.org/departments/communitydevelopment/planning/pdf/DGs_Final_000.pdf

โครงการความร่วมมือสีเขียวชิคาโก (Chicago's Green Alley program) มีเป้าหมายในการใช้เทคนิคการก่อสร้างสีเขียวโดยการทำทางเดินใหม่ในพื้นที่กว่า 1,900 miles และได้มีการจัดทำคู่มือสำหรับการทำทางเดินพื้นผิวที่ซึมผ่านได้ (permeable pavements) เพื่อลดความร้อน การจัดการสำหรับสถานะน้ำท่วม และผลประโยชน์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง (City of Chicago. Chicago Green Alley Handbook. Retrieved May 15, 2008, from <http://egov.cityofchicago.org/webportal/COCWebPortal/COC_EDITORIAL/GreenAlleyHandbook.pdf>.)

นอกจากนี้ยังมีโครงการที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), Green Globes, และ EarthCraft ได้จัดให้มีการให้คะแนนสำหรับการออกแบบที่ให้ความใส่ใจเรื่องทางเดินพื้นผิวที่ซึมผ่านได้หรือทางเดินที่มีดัชนีการสะท้อนแสงอาทิตย์ โดยการให้คะแนนสำหรับการออกแบบที่เน้นการใช้วัสดุรีไซเคิลและการใช้วัสดุท้องถิ่น เช่น การใช้ ซีโลหะ (slag) และการลดปริมาณทางเดินในพื้นที่

จากการวิจัยและพัฒนาเรื่องวัสดุเพื่อลดความร้อนจากทางเดิน ปัจจุบันมีการพัฒนาวัสดุทางเดินที่ช่วยทำให้ทางเดินมีความเย็นมากขึ้น ที่นิยมเช่น ทางเดินแบบที่ใช้วัสดุที่มีลักษณะคอนกรีตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม คอนกรีตพรุน (pervious concrete) หรือคอนกรีตที่ให้น้ำซึมผ่านได้ ในปัจจุบันประเทศไทยมีผู้ผลิตวัสดุก่อสร้างที่ผลิตวัสดุนี้ รวมถึงทางเดินแบบที่ใช้วัสดุที่น้ำสามารถซึมเข้าไปในผิวของบล็อกคอนกรีตได้ เป็นต้น วัสดุเหล่านี้หลักการคล้ายกัน คือน้ำหรือความชื้นสามารถผ่านเนื้อคอนกรีตของวัสดุที่เป็นพื้นได้ เมื่อพื้นคอนกรีตที่มีน้ำซึมผ่านสัมผัสกับแสงแดด น้ำที่อยู่ใต้พื้นหรือน้ำที่ถูกเก็บไว้จะระเหยออกมาเป็นไอน้ำ ส่งผลให้บริเวณที่ใช้วัสดุพื้นทางเดินนั้นมีอุณหภูมิลดลง

นอกจากนี้วิธีที่นิยมใช้คือ การใช้สีทาถนนพื้นถนนเพื่อสะท้อนความร้อน เทคโนโลยีนี้ใช้แนวคิดเดียวกับแนวคิดของการทำหลังคาหรือพื้นที่ของอาคาร คือการลดการสะสมความร้อนที่โดนแสงอาทิตย์ ด้วยการใช้สีและสารเคมีจำพวก Titanium Dioxide ที่มีสมบัติสะท้อนคลื่นอินฟราเรด ซึ่งเป็นส่วนประกอบของแสงแดดที่นำพลังงานมาสู่พื้นผิว Lawrence Berkeley National Laboratory หรือ Berkeley Lab ในสหรัฐอเมริกา ได้ทำการทดลองนำเอาสีแบบต่าง ๆ มาทาบนพื้นถนนยางมะตอยและเปรียบเทียบกับผิวถนนแบบปกติ เพื่อศึกษาผลของสีต่อการสะท้อนความร้อนพบว่าสีที่ทาบนพื้นสามารถสะท้อนพลังงานความร้อนจากแสงแดดได้ตั้งแต่ 30-50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงมากเมื่อเทียบกับการสะท้อนพลังงานความร้อนของพื้นผิวปกติ (อรัช กระแสอินทร์, 2559)

อย่างไรก็ตาม ทางเดินเย็นยังมีพัฒนาการไม่มากเมื่อเทียบกับยุทธศาสตร์การลดผลกระทบเกาะความร้อนอื่น ๆ เช่น การปลูกต้นไม้และพืชผักในเมือง หลังคาเขียว และหลังคาเย็น แต่ทางเดินเย็นกำลังได้รับความสนใจและเป็นแรงเหวี่ยงที่กำลังเติบโตขึ้น ความพยายามในการวิจัยเรื่องประเด็นทางเดินเย็นนี้มีเพิ่มมากขึ้นในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา นี้ อย่างไรก็ตาม โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเด็นเรื่องของทางเดินพื้นผิวที่ซึมผ่านได้ ด้วยความร่วมมือและการทำงานร่วมกันของหน่วยงานด้านการขนส่งและสิ่งแวดล้อมของรัฐและท้องถิ่น เพื่อช่วยกันแก้ปัญหาเรื่องพลังงาน การพัฒนาอย่างยั่งยืน สุขภาพที่เกี่ยวข้องกับความร้อน และความกังวลอื่น ๆ จึงสามารถคาดการณ์ได้ว่าจะได้เห็นการติดตั้งทางเท้าที่เย็นสบายขึ้นในหลายๆชุมชน โดยเฉพาะการขับเคลื่อนของภาคเอกชนที่ได้รับการสนับสนุนทั้งจากสถาบัน นักพัฒนา และภาคส่วนอื่น ๆ ภาคเอกชนจึงนับว่าเป็นกลุ่มที่น่าจะเป็นมีบทบาทสำคัญในเป็นผู้นำการใช้เทคโนโลยีที่ก้าวหน้ายิ่งขึ้น

7.4 ความจำเป็นของความเขียวของเมืองสำหรับการบรรเทาผลกระทบเกาะความร้อนและอุณหภูมิพื้นผิว

แนวทางสำหรับกลยุทธ์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนมีหลายแนวทาง อย่างไรก็ตาม แนวทางที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือการประยุกต์ใช้แนวทางเมืองสีเขียวและเกษตรกรรมเมืองโดยการเพิ่มขึ้นของพื้นที่สีเขียวและพื้นที่พืชพันธุ์ในพื้นที่เมืองและพื้นที่อุตสาหกรรม เนื่องจากว่าการลดอุณหภูมิของเมือง แนวทางเมืองสีเขียว คือ (greening city) เป็นแนวทางที่เหมาะสมที่สุดและง่ายที่สุดในการนำไปปฏิบัติ โดยหลักการหลักของแนวคิดนี้คือการเพิ่มพืชพันธุ์ให้มากขึ้นตามอาคารและท้องถนน เช่น การปลูกต้นไม้ให้ร่มเงา การสร้างหลังคาเขียว การสร้างป่าในเมือง และอื่น ๆ

การศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างที่เกิดขึ้นของอุณหภูมิกับปริมาณพื้นที่สีเขียวมีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งวันเพ็ญ เจริญตระกูลปิติ (2555) เห็นว่าความรู้ที่เกี่ยวกับพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยต้นไม้มีอากาศเย็นกว่าพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยสิ่งปลูกสร้างส่วนใหญ่ นั้นเป็นการนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ แม้จะเป็นที่ยอมรับว่าพื้นที่ที่ถูกปกคลุมด้วยพืชมีอุณหภูมิที่เย็นกว่าพื้นที่ที่ถูกปกคลุมด้วยอาคารสิ่งปลูกสร้าง แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าหากมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของพื้นที่พืชจำนวนเท่าใด จึงจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในพื้นที่ไปกึ่งศาเซลเซียส จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ามีการศึกษาบางส่วนที่เป็นการศึกษาถึงความแตกต่างของปริมาณพืชในแต่ละบริเวณของเมือง เช่น พบว่าการเพิ่มขึ้นของพืชพันธุ์เพียง 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดอุณหภูมิได้ถึง 0.6K (Theeuwes, 2012 อ้างถึงใน Nuruzzaman, 2015). จากการศึกษาพื้นที่เมือง Gabornone ประเทศ Botswana พบว่าปริมาณพืชที่แตกต่างกันในแต่ละบริเวณมีผลทำให้อุณหภูมิแตกต่างกันระหว่าง 2 – 4 องศาเซลเซียส (Jonsson, 2004 อ้างถึงใน วันเพ็ญ เจริญตระกูลปิติ, 2555) ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างบริเวณพื้นที่สีเขียวกับย่านใจกลางเมืองของสิงคโปร์ พบว่าสูงที่สุดถึง 4.01 องศาเซลเซียส (Wong & Yu, 2005 อ้างถึงใน วันเพ็ญ เจริญตระกูลปิติ, 2555)

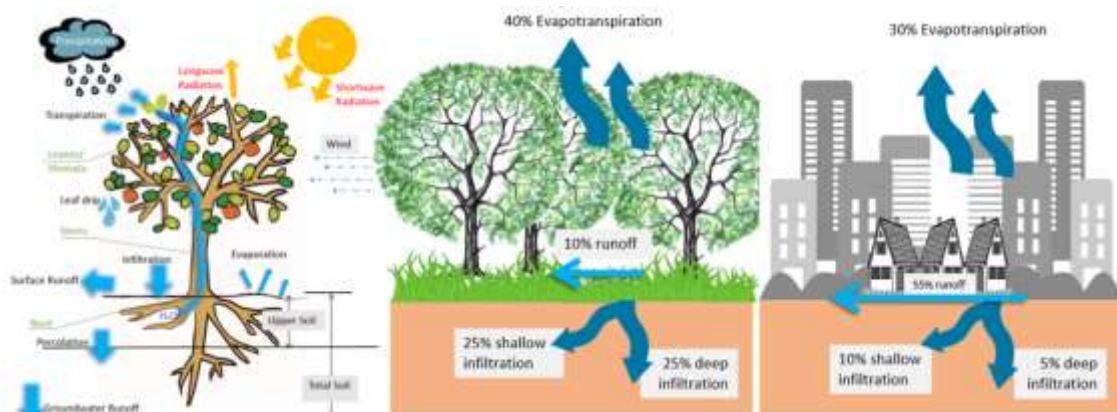
กระบวนการคายระเหย (evapotranspiration process) เป็นการคายระเหยของน้ำจากดินและการระเหยจากพืช ส่งผลช่วยให้อุณหภูมิของอากาศบริเวณรอบ ๆ กำแพงหรือใกล้ต้นไม้ลดลงซึ่งส่งผลให้อากาศบริเวณรอบ ๆ นั้นลดลงด้วย

การคายระเหยเป็นกระบวนการซึ่งช่วยลดอุณหภูมิพื้นที่โดยรอบ โดยต้นไม้จะปล่อยน้ำสู่อากาศโดยรอบ ช่วยลดความร้อนรอบตัว ภาพที่ 7-3 (ก) แสดงภาพให้เห็นถึงกระบวนการคายระเหยซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการระดับผิวดิน การคายระเหยเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างมากในการ

ที่พืชนำน้ำจากพื้นดินด้านล่างผ่านรากของต้นไม้และเคลื่อนที่ส่งผ่านไปตามลำต้น กิ่ง ก้าน แล้วคายออกมาผ่านใบ น้ำสามารถระเหยจากพื้นผิวดินไม้ได้ด้วย เช่น ก้าน หรือ พื้นดินรอบ ๆ ต้นไม้ สิ่งที่เกิดขึ้นนี้ช่วยให้อากาศโดยรอบมีความชื้นและเย็นลง

พื้นที่ชนบท โดยทั่วไปหมายความถึงพื้นที่ที่มีภูมิทัศน์หลักประกอบด้วยพื้นที่สีเขียวและพื้นที่เปิดโล่ง เป็นพื้นที่ที่มีต้นไม้และพืชพันธุ์หลากหลายชนิดซึ่งช่วยทำให้เกิดร่มเงาและช่วยลดอุณหภูมิพื้นผิวให้ต่ำลงด้วย ดังแสดงในภาพที่ 7-3 (ข) กล่าวคือ ภูมิทัศน์ชนบทนั้นจะมีความสามารถในการไหลออกของน้ำ (runoff) เพียงแค่ร้อยละ 10 ความสามารถรับน้ำซึม (infiltration) ทั้งในระดับลึกและระดับตื้นถึงร้อยละ 25 และมีอัตราการคายระเหยอยู่ที่ร้อยละ 40

พื้นที่เมือง ดังแสดงในภาพที่ 7-3 (ค) พื้นที่เมืองนั้นมีความแตกต่างจากพื้นที่ชนบทอย่างสิ้นเชิงกล่าวคือ ภูมิทัศน์เมืองนั้นจะมีความสามารถในการไหลออกของน้ำถึงร้อยละ 55 ในขณะที่ความสามารถรับน้ำซึมทั้งในระดับตื้นที่ร้อยละ 10 และ ความสามารถรับน้ำซึมทั้งในระดับลึกเพียงร้อยละ 5 เท่านั้น และอัตราการคายระเหยมีอยู่ที่ร้อยละ 30 ที่เป็นเช่นนี้เป็นเพราะลักษณะของเมืองที่มีลักษณะพื้นผิวที่แข็งและแข็ง พื้นผิวของเมืองถูกปกคลุมด้วยอาคาร หลังคา ทางเดินเท้า ถนน ลานจอดรถ นอกจากนั้นเมื่อเมืองพัฒนา ต้นไม้และพืชพันธุ์ที่เคยมีอยู่ดั้งเดิมก็ลดหายไป สังเกตได้ว่าภาพที่ 7-3 (ค) มีลักษณะของพื้นผิวที่มีความชุ่มชื้นน้อยกว่าเนื่องจากระบบการคายระเหย ความชุ่มชื้นจากกระบวนการคายระเหยนี้เกิดขึ้นมากกว่าในพื้นที่ชนบทดังที่แสดงในภาพที่ 7-3 (ข) เนื่องจากพื้นผิวดินปกคลุมด้วยธรรมชาติและพืชพันธุ์มากกว่า



(ก) กระบวนการคายระเหย

(ข) ภูมิทัศน์ชนบท

(ค) ภูมิทัศน์เมือง

ภาพที่ 7-3 กระบวนการคายระเหย และความแตกต่างระหว่างภูมิทัศน์ชนบทและเมือง

ที่มา: ปรับปรุงจาก U.S. Environmental Protection Agency, 2012 และ Goodchild, Parks, & Steyaert. (eds),1993.

งานวิจัยนี้ใช้คำว่า “เมืองสีเขียว” (greening city) ในแง่ที่เป็นแนวทางวิธีที่ครอบคลุมถึงองค์ประกอบ แนวทาง และวิธีการต่าง ๆ ซึ่งเป็นกลยุทธ์เพื่อการบรรเทาผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อน โดยกลยุทธ์เหล่านั้นมุ่งเน้นที่จะส่งเสริมให้ประชาชนมีการปลูกต้นไม้ให้มากขึ้นในเมือง

“เกษตรกรรมเมือง” (urban agriculture) เป็นแนวทางวิธีซึ่งส่งเสริมให้ประชาชนได้ปฏิบัติในการกระบวนกรเพาะปลูก เก็บเกี่ยวและกระจายพืชอาหารภายในหรือรอบ ๆ บริเวณที่อยู่อาศัย หมู่บ้าน ชุมชน หรือเมือง

การลดผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนและภาวะเรือนกระจกสามารถทำได้ผ่านกระบวนการคายระเหย โดยพืชพันธุ์เป็นกุญแจสำคัญที่มีผลกระทบโดยตรงต่อการดูดซับก๊าซ CO₂ ดังนั้นหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ชัดเจนจำนวนมากแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิสามารถลดลงได้ถ้ามีการปลูกพืชพันธุ์ ดังนั้นกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดวิธีหนึ่งในการบรรเทาผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบภูมิอากาศในเมืองคือการเพิ่มขึ้นของจำนวนพืชพันธุ์ในพื้นที่เมือง นอกจากนี้สีเขียวเป็นความจำเป็นสำหรับการลดอุณหภูมิในเมืองไม่เพียงแต่ให้ผลประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมของเมืองเท่านั้นยังให้ผลประโยชน์ในด้านเศรษฐกิจต่อเมืองด้วยเพราะต้นไม้ในเมืองช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับที่ดินอสังหาริมทรัพย์และค่าเช่า

7.5 สำรวจเมืองสีเขียวในพื้นที่ภาคตะวันออก

เมืองสีเขียวประกอบด้วยองค์ประกอบที่เป็นกลยุทธ์เพื่อบรรเทาผลกระทบซึ่งมุ่งเน้นส่งเสริมให้ประชาชนปลูกต้นไม้ในเมืองให้มากขึ้น ในหัวข้อนี้จะนำเสนอวิธีการหลักสามวิธี คือ การปลูกต้นไม้ให้ร่มเงา ป่าในเมือง และ อาคารสีเขียว (กำแพงเขียว/หลังคาเขียว) รวมถึงพื้นที่เปิดโล่ง

แนวทางสำหรับการบรรเทาผลกระทบปรากฏการณ์เกาะความร้อนมีหลายแนวทาง เช่น ทางเดินเย็น (cool pavement) ซึ่งเป็นแนวทางซึ่งเกิดขึ้นโดยอาศัยความรู้เรื่องวัสดุ โดยเทคโนโลยีทางเดินมีแนวโน้มที่จะสะสมความร้อนไว้น้อยลงและมีอุณหภูมิที่พื้นผิวต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับทางเดินทั่วไป ทางเดินเย็นนี้ยังรวมถึงทางเดินเก็บน้ำ (water retentive pavements) และ การรดน้ำทางเดิน (water sprinkling) ซึ่งเป็นการติดตั้งท่อน้ำใต้ดินเพื่อให้แน่ใจว่าทางเดินมีความชุ่มชื้นอยู่เสมอซึ่งจะทำให้ทางเดินมีอุณหภูมิที่ต่ำอยู่เสมอ (U.S. Environmental Protection Agency, 2012)

เมืองคือพื้นที่ที่ประกอบด้วยอาคารจำนวนมากซึ่งเป็นที่พักอาศัยหรือที่ทำงาน อาคารสีเขียวเป็นแนวคิดสำหรับการบรรเทาผลกระทบจากความร้อนและก๊าซ

7.5.1 หลังคาเขียว และกำแพงเขียว

หลังคาเขียว (Green roof) ช่วยทำให้หลังคาเย็นลง พื้นที่ของเมืองประกอบด้วยหลังคาประมาณร้อยละ 21 ถึงร้อยละ 26 ของพื้นที่เมืองดังที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้นถ้าหลังคาในเมืองมีสีเขียวจากการปลูกพืชพันธุ์จะช่วยแสดงบทบาทหลักในการช่วยบรรเทาผลกระทบของปรากฏการณ์เกาะความร้อน

นอกจากนั้น *กำแพงเขียว (Green wall)* สามารถช่วยลดซับความร้อนและก๊าซในอากาศซึ่งช่วยทำให้อุณหภูมิต่ำลงทั้งอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคาร และยังช่วยทำให้เกิดความรู้สึกสวยงามของพื้นที่ ช่วยให้เกิดความรู้สึกสดชื่นของสภาพแวดล้อม และ คุณภาพอากาศที่ดี กำแพงเขียว ประเภทเบื้องต้นของกำแพงเขียวคือ (1) green façade ซึ่งหมายถึงกำแพงซึ่งปกคลุมด้วยพืชประเภทเถาวัลย์หรือพืชไม้เลื้อย และ (2) living wall ซึ่งหมายถึงกำแพงซึ่งหมายถึงกำแพงชีวภาพหรือสวนแนวตั้ง (Yeh, n.d.). ดังแสดงในภาพที่ 7-4 (ก) พืชต่างๆที่ปลูกนั้นต้องใช้ความร้อนสำหรับกระบวนการคายระเหยซึ่งทำให้สภาพแวดล้อมมีความเย็นมากขึ้น ดังนั้นการปลูกพืชชนิดต่าง ๆ บนหลังคาจะช่วยดูดซับความร้อนและช่วยกรองอากาศทำให้อากาศโดยรอบมีอุณหภูมิที่ต่ำลงเช่นเดียวกับกำแพงเขียว นอกจากนี้ หลังคาเขียวยังช่วยชะลอการไหลบ่าของน้ำและยังช่วยให้เมืองมีความเย็นมากขึ้นด้วยช่วงเวลาที่ยาวนานมากขึ้นด้วย



(ก) หลังคาเขียว



(ข) กำแพงเขียว

ภาพที่ 7-4 อาคารสีเขียวในภูมิภาคตะวันออก

สำหรับประเทศไทยนั้นมีการดำเนินการเรื่องอาคารสีเขียวอย่างแพร่หลายในหลายพื้นที่ในภูมิภาคต่าง ๆ โดยเฉพาะในกรุงเทพฯ อย่างไรก็ตามเป็นเรื่องยากที่จะพบการดำเนินการเรื่องอาคารสีเขียวในภูมิภาคตะวันออกของประเทศไทย จากการสังเกตพื้นที่ในภูมิภาคตะวันออกพบว่า การดำเนินการ “กำแพงเขียว” ทั้งแบบที่เป็นการดำเนินการบางส่วนหรือการดำเนินการทั้งหมดของกำแพง โดยกำแพงที่ปกคลุมด้วยพืชพันธุ์ และ กำแพงเขียวเหล่านี้ทำให้รู้สึกเขียวสดชื่น แต่การดำเนินการเหล่านี้ยังพบน้อยมากในพื้นที่เมืองหรือเทศบาลเมือง และการดำเนินการที่พบในพื้นที่นั้นยังเป็นการดำเนินการหลังคาเขียวยังมีน้อยและไม่ได้ดำเนินการแบบเต็มรูปแบบ ภาพที่ 7-4 แสดงให้เห็นบางส่วนของดำเนินการอาคารสีเขียวที่มีในภูมิภาคตะวันออก

7.5.2 ต้นไม้ร่มเงา

ต้นไม้ร่มเงา (Shade Tree) ตามหลักการแล้วร่มเงาช่วยปกป้องบ้าน อาคาร และ ทางเดินจากการได้รับแสงแดดโดยตรงซึ่งร่มเงาเหล่านี้ช่วยทำให้เกิดความเย็นอย่างเห็นได้ชัด และต้นไม้ให้ร่มเงายังช่วยให้อุณหภูมิต่ำลงด้วยกระบวนการคายระเหย ผลที่เห็นได้ชัดคือการช่วยลดอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมโดยรอบลง ต้นไม้ให้ร่มเงายังช่วยให้ลดการใช้เครื่องปรับอากาศในอาคารด้วย สำหรับประเทศไทยนั้น ต้นไม้ให้ร่มเงาได้รับการปลูกอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาหลายปีแล้วตั้งแต่มีการวางแผนประเทศเพื่อบรรเทาผลกระทบสิ่งแวดล้อมและการปรับปรุงคุณภาพอากาศในพื้นที่เมือง สำหรับในพื้นที่ภาคตะวันออกมีการปลูกต้นไม้ตามพื้นที่ต่าง เช่น ทางเดิน ภายในที่อยู่อาศัย โดยหลายจังหวัดมีการปฏิบัติในการปลูกต้นไม้ให้ร่มเงา รวมถึงการอนุรักษ์ต้นไม้ใหญ่ในเมือง เช่น จังหวัดชลบุรี มีตัวอย่างของการปฏิบัติที่ดีในการปลูกต้นไม้ให้ร่มเงา ดังเห็นได้จากภาพที่ 7-5 อย่างไรก็ตามการปลูกต้นไม้ให้

ร่มเงายังเกี่ยวข้องกับประเด็นอีกหลายประเด็นที่ควรได้รับการพิจารณาในการนำไปปฏิบัติ เช่น ต้นไม้ใหญ่ต้องคำนึงถึงรากของต้นไม้ เพราะรากของต้นไม้ให้ร่มเงามีขนาดใหญ่การปลูกต้นไม้เหล่านี้จำเป็นต้องปลูกโดยคำนึงถึงพื้นที่ในการปลูก โดยส่วนใหญ่การปลูกต้นไม้ใหญ่จึงปลูกตามเกาะกลางถนน อย่างไรก็ตามชนิดของต้นไม้ที่ปลูกขึ้นอยู่กับเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องในการดำเนินการ ภาพที่ 7-6 แสดงให้เห็นลักษณะการปลูกต้นไม้ที่แตกต่างชนิดกันบนเกาะกลางถนนซึ่งสามารถพบได้ในภาคตะวันออกเฉียง



ภาพที่ 7-5 การดำเนินการต้นไม้ร่มเงาในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียง



ภาพที่ 7-6 การดำเนินการต้นไม้ร่มเงาในพื้นที่เกาะกลางถนนในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียง

นโยบายและการปฏิบัติในเรื่องเกี่ยวกับการปลูกต้นไม้ร่มเงาเริ่มปฏิบัติในภาคตะวันออกเฉียงมาได้ระยะเวลาหนึ่งแล้ว ดังภาพเปรียบเทียบภาพที่ ภาพที่ 7-7 ภาพถ่ายเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของตัวเมืองระยอง และ ภาพที่ 7-8 ภาพถ่ายเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด แสดงให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงการปลูกต้นไม้ร่มเงาที่มีมากขึ้นจากช่วงปี 2549 ซึ่งการปลูกต้นไม้ร่มเงามีน้อย ส่วนในปี 2560 มีต้นไม้ให้ร่มเงามากขึ้น และ ต้นไม้ร่มเงาที่ปลูกไว้เริ่มเติบโตและเริ่มให้ร่มเงา แสดงให้เห็นความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในพื้นที่ดังได้อธิบายถึงลักษณะอุณหภูมิของพื้นที่จังหวัดระยองในบทที่ 5



(ก) ปี 2549

(ข) ปี 2560

ภาพที่ 7-7 ภาพถ่ายเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของตัวเมืองระยอง



(ก) ปี 2549

(ข) ปี 2560

ภาพที่ 7-8 ภาพถ่ายเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

7.5.3 ป่าในเมือง

ป่าในเมือง (Urban forestry) เป็นการดูแลและการจัดการประชากรต้นไม้ในพื้นที่เมือง เพื่อวัตถุประสงค์การเพิ่มคุณภาพสิ่งแวดล้อมของเมือง การดำเนินการป่าในเมืองเป็นไปเนื่องจากมองเห็นว่าต้นไม้เป็นส่วนสำคัญของโครงสร้างเมือง เช่น สวนสาธารณะ ป่าในเมืองมีบทบาทสำคัญในการเป็นทำหน้าที่พลวัตรวมถึงวงจรชีวภาพ การแลกเปลี่ยนก๊าซ ผลิตผลชั้นปฐมภูมิ และการฟื้นฟูสภาพ ตามที่ McPherson E.G., (2006) ได้อ้างถึงในเรื่องป่าในเมืองว่า ป่าในเมืองช่วยเพิ่มคุณภาพอากาศ ดูดซับน้ำฝน เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ และศักยภาพในการนำกลับมาใช้ใหม่ถึงร้อยละ 20 ของของเสียที่เป็นประเภทไม้ ภาพที่ 7-9 แสดงตัวอย่างสวนสาธารณะในจังหวัดต่าง ๆ ในภาคตะวันออก โดยในภาคตะวันออกนั้นเมืองขนาดใหญ่จะมีสวนสาธารณะในเมือง แต่สวนสาธารณะเหล่านี้ไม่ใช่ทุกแห่งที่มีการจัดการที่ดีและมีแนวปฏิบัติที่ดี ตัวอย่างของการจัดการสวนสาธารณะที่ดี เช่น เทศบาลเมืองพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี มีแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการป่าในเมือง โดยเทศบาลเมืองพนัสนิคมได้รับรางวัลในการปฏิบัติด้านการจัดการสีเขียวและยั่งยืน

เพื่อบรรลุนความต้องการของประชาชนในพื้นที่ในการลดการปล่อยก๊าซ CO₂ เทศบาลเมืองพนัสนิคมจึงได้ดำเนินการโครงการที่เรียกว่า “การอนุรักษ์และลงทะเบียต้นไม้ม” โดยวัตถุประสงค์หลักของการดำเนินการคือเพื่อศึกษาและค้นหาต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่เทศบาลเมือง ทางเทศบาลดำเนินการเก็บข้อมูลเชิงสถิติเกี่ยวกับต้นไม้ในพื้นที่เมือง รวมถึงพื้นที่ต่าง ๆ ในสวนสาธารณะของเมือง

ในพื้นที่ของชุมชน และบนถนนในเมือง โดยอาศัยการมีส่วนร่วมของประชาชน ประชาชนสามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่ชุมชนของตน แล้วเจ้าหน้าที่จึงไปทำการสำรวจต้นไม้ต่าง ๆ ในพื้นที่เทศบาล



(ก) สวนสาธารณะในเมืองจันทบุรี



(ข) สวนสาธารณะในเมืองระยอง



(ค) สวนสาธารณะในเทศบาลเมืองพนัสนิคม

ภาพที่ 7-9 ตัวอย่างป่าในเมืองในภาคตะวันออก

ขั้นตอนการสำรวจประกอบด้วย การวัดขนาดลำต้นของต้นไม้ (ภาพที่ 7-10 (ก)) และ การวัดความสูงของต้นไม้ (ภาพที่ 7-10 (ข)) รวมถึงการกำหนดจุดทางภูมิศาสตร์ และการถ่ายภาพต้นไม้แต่ละต้นบันทึกไว้ เมื่อสำรวจเสร็จแล้วนำข้อมูลมาใส่เป็นแผนที่ต้นไม้โดยกำหนดหมายเลขต้นไม้และลงทะเบียนต้นไม้ไว้

ผลการสำรวจพบว่า มีต้นไม้ใหญ่ที่อยู่ในพื้นที่เทศบาลเมืองพนัสนิคมอยู่ในพื้นที่ 13 แห่งด้วยกัน มีต้นไม้ที่มีความสูงมากกว่า 1.3 เมตร และมีขนาดลำต้นมากกว่า 14 เซนติเมตร รวมทั้งหมด 969 ต้น ซึ่งสามารถแยกสายพันธุ์ได้ถึง 66 สายพันธุ์ นอกจากการลงทะเบียนต้นไม้แล้วทางเทศบาลยังขอความร่วมมือกับประชาชนในพื้นที่ทั้งส่วนเอกชนและราชการเพื่อหาทางในการอนุรักษ์ต้นไม้ร่วมกัน โดยหลังจากการพูดคุยร่วมกันแล้วได้มีการจัดทำข้อตกลงร่วมกัน (Memorandum of Understanding : MOU) กับทุกภาคส่วนในการร่วมกันอนุรักษ์และรักษาต้นไม้ที่ได้ทำการลงทะเบียนไว้เหล่านี้

การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในเขตเทศบาลเมืองพนัสนิคม จากผลการสำรวจเมื่อปี 2555 จากจำนวนต้นไม้ 969 ต้น สามารถคำนวณการประเมินมวลชีวภาพของต้นไม้ได้ว่ามีจำนวนมวลชีวภาพ 170,985.06 กิโลกรัม และจำนวนการกักเก็บคาร์บอน 85,492.53 กิโลกรัม จากจำนวนมวลชีวภาพ 85.49 ตันของคาร์บอน ภาพที่ 7-10 แสดงถึงการดำเนินการโครงการของเทศบาลเมืองพนัสนิคม



(ก) การวัดขนาดลำต้น

(ข) การวัดความสูงของต้นไม้

ที่มา: Municipality League of Thailand, 2014



(ค) ป้ายเกี่ยวกับการอนุรักษ์ต้นไม้และการขึ้นทะเบียนต้นไม้

ภาพที่ 7-10 โครงการการอนุรักษ์ต้นไม้และการขึ้นทะเบียนต้นไม้ของเทศบาลเมืองพนัสนิคม

7.5.4 พื้นที่เปิดโล่ง

พื้นที่เปิดโล่ง เป็นพื้นที่ที่มีประโยชน์จากการนำสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติเข้ามาสู่พื้นที่ในเมืองเพื่อการผ่อนคลายและพักผ่อนหย่อนใจ สำหรับที่ดินประเภทนี้ไม่ให้เกิดประโยชน์เชิงเศรษฐกิจ แต่สามารถให้ผลประโยชน์เชิงสังคม พื้นที่เปิดโล่งสามารถให้ประโยชน์ได้สูงสุดถ้าได้พื้นที่เหล่านี้เป็นสวนสาธารณะหรือสวนแนวตั้ง ซึ่งผลการสำรวจของ Puntipha and Kritaporn (2009) เกี่ยวกับพื้นที่เปิดโล่งในถนนสีลม กรุงเทพฯ ช่วยยืนยันความคิดว่าที่คุณลักษณะของพื้นที่เปิดโล่งช่วยลดความร้อนของความแออัดจากความเป็นเมือง

พื้นที่เปิดโล่งในภาคตะวันออกมีอยู่มากมายโดยพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ว่างในเมืองและพื้นที่ว่างในชนบท พื้นที่เปิดโล่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ว่างเปล่าซึ่งไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์อะไร หากแต่ยังมีเมืองหลายเมืองที่ได้นำพื้นที่เปิดโล่งมาทำเป็นพื้นที่สีเขียวและพื้นที่น้ำ (เช่น คลองหรือสระน้ำ) ตัวอย่างเช่น เทศบาลเมืองพนัสนิคมมีพื้นที่เปิดโล่งมีลักษณะเป็นทางน้ำยาวต่อเนื่อง ทางน้ำเหล่านี้ช่วยให้ลมที่พัดผ่านมีความเย็นจากแหล่งน้ำไปสู่อาคารบ้านเรือน เข้าสู่เมือง ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 7-11 ตัวอย่างของการที่เมืองมีพื้นที่เปิดโล่งลักษณะนี้เรียกว่าเป็นทางเดินเพื่อการผ่อนคลาย (Recreation corridor)

ลักษณะของเมืองสีเขียว อาคารสีเขียว ต้นไม้ร่มเงา ป่าในเมือง การดูแลเมืองให้มีสีเขียวโดยการดูแลต้นไม้เหล่านี้ช่วยให้เกิดพื้นที่เมือง พื้นที่เศรษฐกิจของเมืองที่มีภูมิทัศน์ที่ช่วยให้เกิดการซื้อขายมากขึ้น ช่วยดึงดูดผู้คนที่อยู่อาศัย ผู้ทำการค้า นักท่องเที่ยว และนักลงทุน เพิ่มมากขึ้น ยิ่งกว่านั้น

ต้นไม้ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เมืองที่เป็นพื้นที่เศรษฐกิจ โดยช่วยเพิ่มผลผลิตของแรงงาน เป็นที่พักผ่อน และความพึงพอใจสำหรับคนที่อาศัยและทำงานในพื้นที่เหล่านี้



ภาพที่ 7-11 ลักษณะของพื้นที่เปิดโล่งในเมืองภาคตะวันออก

7.5.5 การเกษตรกรรมในเมืองในภาคตะวันออก

เครือข่ายเกษตรกรรมในเมือง (Urban Agriculture Network) นิยามการเกษตรกรรมในเมืองในฐานะที่เป็นอุตสาหกรรมของกระบวนการผลิต การดำเนินการ และการตลาด อาหาร พลังงาน และอื่น ๆ โดยส่วนใหญ่เพื่อการตอบสนองต่อความต้องการในชีวิตประจำวันของผู้บริโภค ภายในเมือง เทศบาลเมือง มหานคร ทั้งที่เป็นที่ดินของเอกชนหรือของรัฐ การถือครองที่ดินและแหล่งน้ำทั้งพื้นที่ในเมืองและชานเมือง

โดยทั่วไป การเกษตรกรรมเมืองได้รับการประยุกต์การผลิตแบบเข้มข้น ซึ่งโดยทั่วไปใช้หรือนำกลับมาใช้ใหม่ของทรัพยากรธรรมชาติและของเสียเมือง พื้นที่ที่มีความหลากหลายของน้ำ ดิน อากาศ ของทั้งต้นไม้และดอกไม้ ช่วยให้เกิดความมั่นคงทางอาหาร สุขภาพ และสภาพแวดล้อมของบุคคล คริวเรือน และชุมชน (Smit, A. Ratta, & J. Nasr, 2001)

อีกนัยหนึ่ง อาจกล่าวได้ว่า การเกษตรกรรมเมือง (urban agriculture) การทำฟาร์มเมือง (urban farming) หรือ การทำสวนเมือง (urban gardening) เป็นทำเรื่องเกี่ยวเนื่อง การแปรรูป และการจัดจำหน่ายอาหารในหรือรอบ ๆ เมืองหรือหมู่บ้าน (Bailkey, and J. Nasr, 2000) ซึ่งช่วยให้คนในเมืองได้รับอาหารโดยตรงจากแหล่งผลิต ทั้งพืชผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์ที่ใหม่ สด และรับรองได้ว่ามีความปลอดภัยในอาหาร และ ความมั่นคงทางอาหาร เพื่อให้ผู้บริโภค ดังนั้นแปลงเกษตรกรรมภายในเมืองและชานเมือง แนวคิดนี้เป็นแนวทางที่ช่วยลดภาระในการขนส่ง เป็นการลดระยะทางของอาหารจากผู้ผลิตถึงมือผู้บริโภค จากฟาร์มถึงเมือง และสามารถทำได้ทั้งโดยเอกชน ส่วนบุคคล เป็นฟาร์มขนาดเล็ก และเป็นการเกษตรกรรมขนาดใหญ่

การทำเกษตรกรรมเมืองให้ผลประโยชน์เชิงสังคมหลายประการ เช่น การปรับปรุงให้มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นทั้งด้านอารมณ์และสังคม ปรับปรุงสุขภาพและคุณค่าทางอาหาร เพิ่มรายได้ การจ้างงาน ความมั่นคงทางอาหารภายในคริวเรือนและชีวิตทางสังคมของชุมชน ดังนั้นสวนในเมืองถือว่าเป็นสถานที่ให้การผ่อนคลายและสงบและเป็นพื้นที่สำหรับการหลบพักจากความหนาแน่นของประชากรในเมือง (Wakefield, et al, 2007) การสร้างโครงสร้างพื้นฐานโดยยึดชุมชนเป็นฐานสำหรับการเกษตรกรรมเมืองนั้นหมายความว่า การติดตั้งระบบท้องถิ่นเพื่อให้การเติบโตและการผลิตอาหาร รวมถึงการขนส่งอาหารเหล่านั้นจากเกษตรกรรม (ผู้ผลิต) ถึงผู้บริโภค (Boeing, 2016)

ผลกระทบของการเกษตรกรรมเมืองส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการเกษตรกรรมเมืองช่วยลดรอยเท้าคาร์บอน (carbon footprint) ของเมืองโดยการลดการใช้ยานพาหนะเพื่อการขนส่งสินค้าไปให้กับผู้บริโภค และยังช่วยสิ่งแวดล้อมในภาพรวมด้วย ทั้งการลดมลพิษทางอากาศและการลดลงของการปนเปื้อนดิน และมลพิษทางเสียง นอกจากนี้ยังช่วยทำให้คุณภาพของอาหารซึ่งทำให้ความเท่าเทียมทางสุขภาพ ความเป็นธรรมทางอาหารและความเป็นธรรมทางสิ่งแวดล้อม

สำหรับกรุงเทพฯมีการทำการเกษตรกรรมเมืองจำนวนมาก โดยหลายแห่งเริ่มขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความจำเป็นต่อสิ่งแวดล้อมของเมือง เป็นภาพวาดผลกระทบทางบวกของการเกษตรกรรมเมือง (Fraser, 2002) ขณะที่ภาคการเกษตรกรรมในภาคตะวันออกมีอยู่ทั่วไปในภูมิภาคส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ชนบท สำหรับคนภาคตะวันออกการหาผลิตภัณฑ์การเกษตรเป็นไปได้ง่ายกว่าคนในกรุงเทพฯ จากการสำรวจพบว่าภาคการเกษตรกรรมเมืองในภาคตะวันออกยังไม่มีอย่างชัดเจนตามคำจำกัดความ อย่างไรก็ตามการเกษตรกรรมในเมืองที่มีส่วนใหญ่นั้นเป็นไปในลักษณะของสวนในเมืองกล่าวคือเป็นส่วนขนาดเล็กหน้าบ้านหรือพื้นที่เล็ก ๆ ของบ้าน สวนผัก หรือสวนดอกไม้ ดังแสดงในภาพที่ 7-12



ภาพที่ 7-12 ตัวอย่างการทำเกษตรกรรมเมืองในภาคตะวันออก

7.6 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาของเมืองสู่พื้นที่ชนบทส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงสภาพของสิ่งปกคลุมดิน ดึงได้นำเสนอไว้ในบทก่อนหน้าแล้ว การเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินในภาคตะวันออก สะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการพัฒนา การเปลี่ยนแปลงของสภาพความเป็นเมืองและความเป็นอุตสาหกรรม นอกจากทำให้เกิดการเจริญเติบโตด้านเศรษฐกิจแล้ว อาจนำไปสู่ปัญหาต่าง ๆ ได้ นอกจากจะส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในเมืองและพื้นที่โดยรอบแล้ว ผลกระทบที่ไม่สามารถมองเห็นได้ในระยะเวลายาว เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นปรากฏการณ์ที่ควรคำนึงถึง อย่างไรก็ตามปัญหาต่าง ๆ สามารถป้องกันและแก้ไขได้หากมีการวางแผน

แผนการพัฒนาที่ดีไว้ก่อน โดยอาศัยการคาดการณ์จากสิ่งที่เกิดขึ้นในอดีต การวางแผน และการประสานงานระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ช่วยให้เกิดการพัฒนาได้อย่างเหมาะสม

7.6.1 การวางผังเมือง: การวางแผนเพื่ออนาคต

การพัฒนาเมืองให้มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศนั้น จำเป็นต้องมีเครื่องมือที่ดีและเหมาะสม การวางผังเมืองเป็นเครื่องมือหนึ่งสำหรับการแก้ไขและป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต เนื่องจากการจัดวางผังเมืองรวมในเขตเมืองหรือเทศบาลเป็นสิ่งสำคัญมีเป้าหมาย เพื่อเป็นการกำหนดแนวทางการพัฒนาด้านกายภาพของเมืองที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ทั้งการมีแผนและนโยบายที่ชัดเจนสำหรับเมืองและเทศบาล และ เป็นกรอบในการพัฒนาแก่ภาครัฐและเอกชน โดยในปัจจุบันการวางผังเมืองได้เปิดโอกาสให้ประชาชนในพื้นที่เข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินการ โดยมีกรมโยธาธิการและผังเมืองเป็นหน่วยงานหลักที่คอยให้การสนับสนุน โดยหน่วยงานท้องถิ่นจะต้องเป็นผู้ดำเนินการให้เป็นไปตามผังที่ได้ออกแบบและประกาศใช้ไว้ เพื่อให้ผังเมืองรวมในเขตเมืองหรือเทศบาลเป็นไปตามที่ได้วางไว้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการบังคับใช้ผังเมืองรวมคือ การควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินและกันเขตแนวถนน และพัฒนาหรือส่งเสริมกลไกอื่น ๆ ที่ทำให้การบังคับใช้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การสร้างเครือข่ายการสนับสนุนจากภาครัฐและเอกชน การพัฒนาต่าง ๆ เพื่อให้การดำเนินชีวิตของประชาชนเป็นไปอย่างมีคุณภาพชีวิตที่ดี เช่น การใช้ที่ดินที่ขาดระเบียบ การระบายน้ำที่มีระบบที่ไม่ดีอาจก่อให้เกิดเหตุน้ำท่วมซึ่งหากเกิดขึ้นจะก่อให้เกิดปัญหาทั้งต่ออาคารบ้านเรือน ประชาชนในการสัญจร การค้าขายของพื้นที่ การพัฒนาที่ถูกต้องช่วยป้องกันเหตุเหล่านี้ได้

7.6.2 บทบาทของการเมืองท้องถิ่น: การจัดการประเด็นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ปรากฏการณ์เรือนกระจกและปรากฏการณ์เกาะความร้อน นั้นเชื่อมโยงกับประเด็นที่ใหญ่กว่าคือ ประเด็นเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การจัดการประเด็นเรื่องนี้มีคามอ่อนไหวเนื่องจากเป็นประเด็นซึ่งแต่ละเทศบาลมีความสามารถในการจัดการที่ไม่เหมือนกัน ขณะที่เทศบาลหลายแห่งมีทั้งทรัพยากรที่ดี มีเครือข่าย มีความคิดริเริ่มและการเป็นผู้นำการริเริ่มและสร้างสรรค์เพื่อส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อประเด็นการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศอย่างมีทิศทาง มีระบบ และมีนวัตกรรมซึ่งเกื้อหนุนการปฏิบัติที่เป็นไปได้อย่างกว้างขวาง ในขณะที่มีอีกหลายเทศบาลประเด็นเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศยังไม่ได้ได้รับความสนใจทั้งในระดับนโยบายและระดับการปฏิบัติ ด้วยข้อจำกัดในเรื่องของความเข้าใจและการตระหนักรู้อย่างจริงจังถึงบทบาทที่สำคัญของการมีนโยบายที่เหมาะสม และพลังอำนาจที่สำคัญของในการรับมือกับประเด็นเรื่องนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีของการนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการบรรเทาผลกระทบของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น รวมถึงดำเนินการตัดสินใจ

ผลของการดำเนินการที่เห็นได้ชัดคือจำนวนของการเชื่อมโยงปัจจัยต่าง ๆ ที่แสดงบทบาทที่สำคัญในการเมืองท้องถิ่นและระบบการเมืองที่เกิดขึ้นเป็นปัจจัยที่สำคัญในการขับเคลื่อนและก่อสร้างรูปเกี่ยวกับยุทธศาสตร์และความสามารถท้องถิ่นในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

งานวิจัยของ Hayley Leck (2013) ซึ่งวิจัยในกรณีศึกษาของเมือง eThekweni (เมื่อก่อนเรียกว่าเมือง Durban) พบปัจจัยสำคัญหลายประการที่กว้างมากทั้งในด้านของบริบทการพัฒนาของ

พื้นที่ และลักษณะของเมืองซึ่งช่วยในการก่อสร้างเป็นเทศบาลแบบมหานคร ของเมือง eThekweni ซึ่งตั้งอยู่ในจังหวัด KwaZulu-Natal ประเทศแอฟริกาใต้ ประเด็นสำคัญที่ Hayley ค้นพบคือ การเมืองท้องถิ่นเป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจและดำเนินการต่าง ๆ โดยการเมืองท้องถิ่นที่มีความต่อเนื่องจะช่วยส่งเสริมและผลักดันการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับการตั้งรับปรับตัวและการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ดีกว่า

การเมืองท้องถิ่นเป็นปัจจัยที่สำคัญในการตัดสินใจเนื่องจากเป็นองค์กรซึ่งมีอำนาจเหนือการตัดสินใจในด้านต่าง ๆ ทั้งการวางผังเมือง การวางแผนเมือง การใช้ประโยชน์ที่ดิน ยุทธศาสตร์การพัฒนา และการพัฒนาท้องถิ่นอื่น ๆ ซึ่งจะส่งผลอย่างมีนัยสำคัญในการสร้างความเข้มแข็งและความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเมืองท้องถิ่นยังเป็นจุดเชื่อมโยงที่สำคัญในการเชื่อมประสานระหว่างการเมืองในระดับจังหวัดและระดับชาติ และการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจในระดับที่สูงขึ้นไปด้วย ความเป็นผู้นำและเจตจำนงทางการเมืองมีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนสังคมผ่านยุทธศาสตร์การตั้งรับปรับตัวการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังนั้น ในประเด็นเรื่องสภาพภูมิอากาศนั้น การสนับสนุนและมีอิทธิพลของการเมืองอย่างต่อเนื่องนั้นเกี่ยวข้องกับผู้เกี่ยวข้องทางการเมืองหลักที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสำคัญอยู่ในระดับรัฐบาลท้องถิ่น โดยในกรณีนายกเทศมนตรีเมือง eThekweni ทั้งในอดีตและปัจจุบันได้แสดงให้เห็นว่าเทศบาลได้ดำเนินการในวาระสภาพภูมิอากาศท้องถิ่น ตัวอย่างที่สำคัญ เช่น นายกเทศมนตรี eThekweni ได้เป็นผู้นำในการลงนามใน Durban Adaptation Charter for Local Governments ในการประชุม United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) Conference of the Parties (COP) 17 ในเดือนธันวาคม ปี 2011 (Hayley Leck, 2013)

อย่างไรก็ตาม การดำเนินการของเมืองต่าง ๆ รวมถึงเมือง Durban ภายใต้บริบทสังคมกำลังพัฒนาซึ่งได้รับการรับรู้อย่างกว้างขวางว่าถ้านักการเมืองและผู้มีอำนาจในการตัดสินใจส่วนใหญ่ให้ความสำคัญและรับรู้เกี่ยวกับการตั้งรับปรับตัว แรงกดดันอย่างมากตกไปอยู่ที่ภาคครัวเรือน ภาคบริการ (เช่น สำนักงานการประปา” และผลลัพธ์อื่น ๆ ในเรื่องการค้าปลีกที่ให้ประโยชน์สูงสุดและคุ้มค่าในการรับรู้ของประชาชนโดยทั่วไป โดยการคำนึงถึงเทคโนโลยีและโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการตั้งรับปรับตัว ซึ่งบ่อยครั้งรับรู้ว่าเป็นต้องมีความจำเป็นเพิ่มเติมจากงบประมาณปกติซึ่งมีจำกัด ประเด็นที่ควรให้ความสำคัญหลักคือการพัฒนาเหล่านี้ทำให้พลาดโอกาสในการดำเนินการที่ตอบสนองโดยตรงและแทนที่จะสนับสนุนให้ครัวเรือนได้ตั้งรับปรับตัว แต่กลายเป็นการเพิ่มความเปราะบางและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการตั้งรับปรับตัว

การเปลี่ยนแปลงเมืองมีผู้นำคนใหม่เข้ามา เนื่องจากนักการเมืองเข้ามาบริหารบ้านเมืองจากการเลือกตั้งซึ่งเข้ามาด้วยเวลาเพียงไม่กี่ปี แต่ละคนที่เข้ามาย่อมมีความเห็น ความสนใจ ความตั้งใจในการบริหารงานที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้นประเด็นเรื่องสภาพภูมิอากาศจึงเป็นเรื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาในการดำเนินการ แต่ที่จริงแล้วประเด็นเรื่องเป็นเรื่องที่ต้องมีการวางแผนงานในระยะยาวไม่สามารถเห็นผลได้ด้วยระยะเวลาเพียงสั้นๆเท่านั้น จากการศึกษาของ Hayley Leck (2013) แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนผู้นำหรือการเปลี่ยนพรรคการเมืองที่เข้ามาบริหารจัดการในระยะเวลาดังกล่าวในการบริหารรัฐบาลท้องถิ่นนั้น ส่งผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินงานที่เป็นแผนการระยะยาวสูงมาก ทั้งยังรวมถึงประเด็นเรื่องของการสร้างความเชื่อใจและความสัมพันธ์กับนักการเมืองซึ่งส่งผลกระทบต่อความมั่นคงของนักการเมืองในการที่จะเริ่มต้นดำเนินการประเด็นเรื่องสภาพ

ภูมิอากาศ การดำเนินการประเด็นนี้จึงเป็นไปได้อย่างยากลำบากและไม่เป็นการดำเนินการที่เป็นระยะยาวและต่อเนื่องอย่างที่ควรเป็น

เจตจำนงทางการเมืองและความเป็นผู้นำมีบทบาทสำคัญในการผลักดันให้เกิดการขับเคลื่อนสังคมด้านการตั้งรับปรับตัวและการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังนั้นเป็นความจำเป็นที่การเมืองควรมีความต่อเนื่องซึ่งจะช่วยสนับสนุนและมีอิทธิพลต่อผู้ที่เกี่ยวข้องหลักต่าง ๆ ในวาระด้านภูมิอากาศในระดับรัฐบาลท้องถิ่น (Hayley Leck, 2013) เนื่องจากนักการเมืองมีอิทธิพลต่อชุมชนท้องถิ่นในหลากหลายรูปแบบ นักการเมืองยังต้องแสดงบทบาทในการรับรู้ความต้องการและจัดลำดับความสำคัญของประชาชน ดังนั้นการนำประเด็นเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเข้ามาจำเป็นต้องได้รับความเข้าใจในบริบทความสัมพันธ์ทั้งของรัฐและมิใช่รัฐ รวมถึงความต้องการที่อยากให้มีการดำเนินการและใส่ใจอย่างจริงจังและต่อเนื่อง รวมถึงการให้การศึกษา และการตระหนักรู้ในประเด็นต่าง ๆ ความขัดแย้งในประเด็นเรื่องความสนใจหรือประเด็นที่ควรให้ความสำคัญทั้งเรื่องการใช้จ่ายอย่างมีประสิทธิภาพต้องได้รับการคำนึงถึงว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญของการดำเนินการทางการเมืองซึ่งในปัจจุบันยังคงเป็นข้อจำกัดของการตั้งรับปรับตัวการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

7.6.3 ข้อเสนอแนะเพื่อบรรเทาผลกระทบ

ปัจจุบันการศึกษาประเด็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์เกาะความร้อนและปรากฏการณ์เรือนกระจกยังคงดำเนินการอยู่ ทั้งสาเหตุและแนวทางบรรเทาผลกระทบ สำหรับแนวทางการบรรเทาผลกระทบที่ได้กล่าวมาแล้วเป็นแนวทางพื้นฐานซึ่งชุมชนหรือผู้เกี่ยวข้องสามารถนำมาเป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการทำความเข้าใจและนำไปปฏิบัติเพื่อลดผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนและปรากฏการณ์เรือนกระจก แนวทางที่สำคัญนอกจากเมืองสีเขียวและเมืองอนุรักษ์พลังงานแล้ว การส่งเสริมยุทธศาสตร์ในระดับนโยบายคือยุทธศาสตร์ในการปรับปรุงทรงของเมืองและดำเนินชีวิตของผู้คนในเมืองซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดความร้อน ให้มีรูปทรงของเมืองหรือรูปแบบการดำเนินชีวิตของผู้คนที่สอดคล้อง ช่วยลดการกำเนิดความร้อนและเก็บกักความร้อน

ข้อเสนอแนะในการดำเนินแนวทางเพื่อการบรรเทาปรากฏการณ์เกาะความร้อนและปรากฏการณ์เรือนกระจก

(1) ควรมีการศึกษาต้นแบบจากพื้นที่ที่ประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวเพื่อให้การปฏิบัติจริงมีประสิทธิภาพ

(2) ควรมีการสร้างการเมืองท้องถิ่นที่เข้มแข็ง มีความตระหนักถึงปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ให้บทบาทและอำนาจการเมืองท้องถิ่นในการจัดการปัญหาของตนเอง

(3) ควรสร้างเครือข่ายความร่วมมือคณะทำงาน กับหน่วยงานภาครัฐ และหน่วยงานหรือองค์กรวิชาชีพ ต่าง ๆ

(4) พัฒนานองค์ความรู้ในการออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน และอาคารสีเขียว

(5) เผยแพร่ ถ่ายทอด องค์ความรู้ เพื่อให้มีการนำไปปฏิบัติในวงกว้าง

บรรณานุกรม

เอกสารภาษาไทย

- จากรุวรรณ ทงมีแสง. (2554). *การวิเคราะห์ปัจจัยการเกิดเกาะความร้อนในเมืองเชียงใหม่* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ธนกฤต เทียนมณี. (2545). *ปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับสภาพทางกายภาพของเมือง*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ธนิต จินดาวณิก. (2546). การประหยัดพลังงานในอาคาร. *วารสาร Engineering Today*. ฉบับปีที่ 1 ฉบับที่ 03 มีนาคม 2546.
- นันทวัน นันทวิช. (2555). รอบรู้ ปรากฏการณ์เรือนกระจก: แลกเปลี่ยนเรียนรู้เรื่องปรากฏการณ์เรือนกระจก. *นิตยสาร สสวท*. ปีที่ 40 ฉบับที่ 177 พฤษภาคม-มิถุนายน 2555, น. 32-35.
- พรรณทิภา สายวัฒน์ และกฤตพร หัวเจริญ. (2552). การพัฒนาพื้นที่โล่งในเขตเมืองเพื่อการแก้ปัญหาปรากฏการณ์เกาะความร้อน: กรณีศึกษา บริเวณถนนสีลม กรุงเทพมหานคร. *วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง*, คณะสถาปัตยกรรมและผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 6 (2).
- ภัทรพร สร้อยทอง, กรรณิการ์ จันทรชิตฟ้า, สุชาติ ชายหาด และ ภาสิรี ยงศิริ. (2558). *การตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมและประเมินศักยภาพและขีดความสามารถรองรับมลพิษในพื้นที่ชุมชนเมืองและอุตสาหกรรมภาคตะวันออก* (รายงานผลการวิจัย). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา
- ภาวิณี เอี่ยมตระกูล, ทัดเทพ หนูสุข และ พรจรรย์ อุบลฉาย. (2557). ผลกระทบของปัญหาสภาวะเกาะความร้อนเมืองต่อการใช้ชีวิตประจำวันของคนในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. *วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง*, คณะสถาปัตยกรรมและผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 11(2).
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2558). *มาตรการป้องกันเพื่อลดก๊าซเรือนกระจก*. สืบค้นเมื่อ 26 กันยายน 2558 จาก <https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet6/envi3/pgreen/pgreenn.htm>
- มานัส ศรีวณิช. (2553). *ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับลักษณะเชิงพื้นที่ต่อปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในเขตเมืองเชียงใหม่*. The 1st Climate Thailand Conference 2010: National Risks and Opportunities in Global Climate Changes. 19-21 สิงหาคม 2553.
- มูลนิธิเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน. (ม.ป.ป). *ปรากฏการณ์เรือนกระจก*. แผ่นพับ. มูลนิธิเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน.
- มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. (2557). *1 เทศบาล 1 ตัวอย่างที่ดี รวบรวมผลงานเทศบาล รางวัลเทศบาลน่าอยู่อย่างยั่งยืนประจำปี 2555*. กรุงเทพฯ: สำนักส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.
- มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. (2558). *ถอดรหัสเมืองน่าอยู่*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แสงสว่างการพิมพ์.
- วันเพ็ญ เจริญตระกูลปิติ. (2555). อิทธิพลของสิ่งปกคลุมดินที่มีผลต่ออุณหภูมิในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร. *วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม* ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2555
- วิกิพีเดีย. (2558a). *ปรากฏการณ์เกาะความร้อน*. สืบค้นเมื่อ 19 กันยายน 2558 จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/ปรากฏการณ์เกาะความร้อน>
- วิกิพีเดีย. (2558b). *ปรากฏการณ์เรือนกระจก*. สืบค้นเมื่อ 26 กันยายน 2558 จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/ปรากฏการณ์เรือนกระจก>

- วิชญ์ ก่อพิมพ์. (2556). *อิทธิพลของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินต่อการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นผิวของกรุงเทพมหานคร* (สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- วิชญ์ ก่อพิมพ์. (2556). *อิทธิพลของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินต่อการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นผิวของกรุงเทพมหานคร*. สารนิพนธ์ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. (มปป). *อาคารสีเขียว*. เข้าถึงเมื่อ 24 สิงหาคม 2560 <http://www.2e-building.com/governmentbuilding/about-us.php?cat=company&id=5>
- ศูนย์วิจัยระบบสารสนเทศเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2558). *องค์ประกอบที่สำคัญของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์*. สืบค้นเมื่อ 29 มิถุนายน 2558 จาก <http://www.scitu.net/gcom/>
- ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์. (2553). *การจัดทำรายงานแห่งชาติ ฉบับที่ 2 เพื่อเสนอต่อ UNFCCC*. ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สมพงษ์ เลียงโรคาพาธ. (2556). *การสังเกตปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเขตเมืองด้วยดาวเทียม*. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร. สืบค้นเมื่อ 21 กันยายน 2558 จาก <http://www.space.mict.go.th/knowledge.php?id=UrbanHeatIsland>
- สมาคมสันนิบาตเทศบาลแห่งประเทศไทย. 2557. *การดำเนินโครงการเทศบาลไทยมุ่งสู่เมืองคาร์บอนต่ำ เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว 84 พรรษา ของเทศบาลเมืองพุนนังนิคม*. รายงานความก้าวหน้า.สมาคมสันนิบาตเทศบาลแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13. (2549). *รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พ.ศ. 2548, 2549*. ชลบุรี: สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 สำนักงานปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13. (2550). *รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พ.ศ. 2549, 2550*. ชลบุรี: สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 สำนักงานปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13. (2552). *รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พ.ศ. 2551, 2552*. ชลบุรี: สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 สำนักงานปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13. (2553). *รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พ.ศ. 2552, 2553*. ชลบุรี: สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 สำนักงานปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13. (2556). *รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พ.ศ. 2555, 2556*. ชลบุรี: สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 สำนักงานปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2557). *แผนยุทธศาสตร์องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) พ.ศ. 2559 – 2564*. คณะกรรมการองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก.
- ออร์ช กระแสอินทร์. (2559). *ปรากฏการณ์เรือนกระจก*. นิตยสาร Builder Vol.34 AUGUST 2016

เอกสารภาษาอังกฤษ

- Agarwal, Robin., Sharma, Umesh ., & Taxak, Arun. (2014). Remote sensing Based Assessment of Urban Heat Island Phenomenon in Nagpur Metropolitan Area. *International Journal of Information & Computation Technology*, 4 (11), pp. 1069-1074.
- Alcoforado, Maria-João and Andrade, Henrique. (2007). *Global Warming and the Urban Heat Island*. Available at: <http://www.researchgate.net/publication/226392936> [Access on 19 September 2017].
- Alexei Trundle, Karyn Bosomworth and Darryn McEvoy. (2013). Combating the Urban Heat Island Effect: Strategies for Enhancing the Cooling Capacity of Green Infrastructure in Melbourne, Australia. *UGEC Viewpoints* (9), July 2013, pp.33-38.
- Annie Hunter Block, Stephen J. Livesley, Nicholas S.G. Williams. (2012). *Responding to the Urban Heat Island: A Review of the Potential of Green Infrastructure*. Australia: Victorian Centre for Climate Change Adaptation Research.
- Arifwidodo, S.D. (2015). Factors Contributing to Urban Heat Island in Bangkok, Thailand. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. Vol. 10 (15), pp. 6435 – 6439.
- Arifwidodo, S.D. & Tanaka, Takahiro. (2015). *The Characteristics of Urban Heat Island in Bangkok, Thailand*. Proceeding - Social and Behavioral Sciences 195 423 – 428.
- Bailkey, M., and J. Nasr. (2000). From Brownfields to Greenfields: Producing Food in North American Cities. *Community Food Security News*. Fall 1999/Winter 2000:6.
- Ball, Tim. (2011). *Urban Heat Island Effect*. Available at: <http://drtimball.com/2011/urban-heat-island-effect/> [Access on 19 September 2017].
- Boeing, G. (2016). How Our Neighborhoods Lost Food, and How They Can Get It Back. *Progressive Planning*. 206 (Winter): 35–37. Retrieved 2016-10-12.
- Chayaponga, Parinya & Dasananda, Songkot. (2012). *Analysis of Urban Heat Island Phenomenon and Its Relationships with Land Use/Land Cover Characteristics: Case Study in Bangkok Metropolitan Administration Area*. The 33rd Asian Conference on Remote Sensing, November 26-30, 2012. Thailand.
- Claus Rinner and Mushtaq Hussain. (2011). Toronto’s Urban Heat Island—Exploring the Relationship between Land Use and Surface Temperature. *Remote Sensing*, 3, pp. 1251-1265.
- David R. Streutker. (2003). Satellite-measured growth of the urban heat island of Houston, Texas. *Remote Sensing of Environment*, 85, pp. 282–289.
- Environmental Literacy and Inquiry Working Group at Lehigh University.(2010). *Urban Heat Islands*. Modified from US EPA, US Dept. of Energy, and NASA Mission Geography materials.
- Ferguson, Grant., & Woodbury, Allan D. (2007). Urban heat island in the subsurface. *Geophysical Research Letters*, 34.

- Fraser, Evan D.G. (2002). Urban Ecology in Bangkok Thailand: Community Participation, Urban Agriculture and Forestry. *Environments*. 30: 1.
- Golden, Jay S., (2004). The Built Environment Induced Urban Heat Island Effect in Rapidly Urbanizing Arid Regions – A Sustainable Urban Engineering Complexity. *Environmental Sciences*, 1 (4), pp. 321-349.
- Goodchild, Michael F., Parks, Bradley O., Steyaert, Louis T. (Eds). (1993). *Environmental Modeling with GIS*. New York: Oxford University Press.
- Hampwaye, G.; Nel, E. & Ingombe, L. (n.d.). *The role of urban agriculture in addressing household poverty and food security: the case of Zambia*. Gdnet.org. Retrieved 1 April 2013.
- Haughton, Graham & Hunter, Colin. (1994). Managing sustainable urban development. In Williams, Colin C. and Haughton, Graham (Eds). *Perspective towards sustainable environmental development*, (pp.111-129). USA: Ashgate Pub.
- Hayley Leck. (2013). The Role of Local Politicians and Political Realities in Shaping Urban Climate Change Agendas: The Case of eThekweni Municipality. *UGEC Viewpoints* (9), July 2013, pp.4-7.
- Jason Vargo. (2013). Getting off the Island: Understanding Urban Heat in a Changing World. *UGEC Viewpoints* (9), July 2013, pp.23-27.
- Laosuwan, T. and Sangpradit, S. (2012). Urban heat island monitoring and analysis by using integration of satellite data and knowledge based method. *International Journal of Development and Sustainability*, 1 (2), pp. 99-110.
- Laura De Carolis. (2012). The Urban Heat Island Effect in Windsor, ON: An Assessment of Vulnerability and Mitigation Strategies. Report Prepared for the City of Windsor August, 2012
- Lindfield, Michael and Florian Steinberg. (2012). *Green cities*. Mandaluyong City, Philippines: Asian Development Bank.
- Maria Jofio Alcoforado and Henrique Andrade. (2008). Global Warming and the Urban Heat Island. In Marzluff, John M., Shulenberger, Eric., Endlicher, Wilfried., ZumBrunnen, Craig. (Eds), *Urban Ecology: An International Perspective on the Interaction Between Humans and Nature* (pp.249-262). US: Springer.
- McPherson E.G. (2006). Urban Forestry in North America. *Renewable Resources Journal*, Autumn 2006, pp8-12.
- Mills G. (2004). *The Urban Canopy Layer Heat Island*. Available at: www.urban-climate.org/UHI_Canopy.pdf [Access on 21 September 2015]
- Mirzaei, Parham A. (2015). Recent challenges in modeling of urban heat island. *Sustainable Cities and Society*. 19 200–206. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2015.04.001>

- Municipality League of Thailand. (2014). *The Promotion of Low Carbon City across Municipalities in Celebration of His Majesty the King's 84th Birthday, Phanat Nikhom Municipality*. Progress Report. Municipality League of Thailand. (in Thai)
- Murphy, David J. R., Hall, Myrna., Hall, Charles., Heisler, Gordon., & Stehman, Steve. *The Relation Between Land-Cover and the Urban Heat Island in Northeastern Puerto Rico*. Available at: www.esf.edu/cue/documents/126931.pdf [Access on 21 September 2015]
- N., Adinna E., Christian, Enete Ifeanyi. and Okolie, Tony. (2009). Assessment of urban heat island and possible adaptations in Enugu urban using landsat-ETM. *Journal of Geography and Regional Planning*, 2 (2), pp. 030-036.
- Natthanij Soonsawad. (2013). Street Tree Management in Bangkok, Thailand: Policies, Challenges and Perceptions of Ecosystem Services. *UGEC Viewpoints* (9), July 2013, pp.43-48.
- Nichol, Janet., (2005). Remote Sensing of Urban Heat Islands by Day and Night. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 71 (5), pp. 613–621.
- Nuruzzaman, Md. (2015). Urban Heat Island: Causes, Effects and Mitigation Measures - A Review. *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*. 3(2): pp. 67-73.
- Oke, T.R. (1981). Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: Comparison of scale model and field observations. *International Journal of Climatology*, 1, pp. 237-254.
- Oke, T.R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108, pp. 1-24.
- Oke, T.R. (1987). *Boundary Layer Climates*. 2nd edition. Routledge.
- Pernia, Ernesto M. (1988). Urbanization and spatial development in the Asian and Pacific Region: trends and issues. *Asian Development Review*, 6 (1), pp. 86-105.
- Pickett, S. T. A., Cadenasso, M. L., Grove, J. M., Nilon, C. H., Pouyat, R. V., Zipperer, W. C. & Costanza, R. 2008. "Urban Ecological Systems: Linking Terrestrial Ecological, Physical, and Socioeconomic Components of Metropolitan Areas." *Urban Ecology*, 99-122.
- Puntipha Saiyavath and Kritaporn Haocharoen. (2009). Development of Downtown Open Space to Mitigate Urban Heat Island Effect: A Case Study of Silom Road, Bangkok. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies*. 6(2). 2009, Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University.
- Richa Sharma and P. K. Joshi. Rapidly Urbanizing Indian Cities: The Problem of Local Heat but a Global Challenge. *UGEC Viewpoints* (9), July 2013, pp.28-33.
- Sara P. Hoverter. (2012). *Adapting to Urban Heat: A Tool Kit for Local Governments*. Washington, DC: Georgetown Climate Center.
- Smit, J., A. Ratta, and J. Nasr. (2001). *Urban Agriculture: Food, Jobs, and Sustainable Cities*. The Urban Agriculture Network, Inc., New York, NY.

- Solecki, William D., Rosenzweig, Cynthia., Pope, Gregory., Chopping, Mark., Goldberg, Richard., & Polissar, Alex. (2004). Urban Heat Island and Climate Change: An Assessment of Interacting and Possible Adaptations in the Camden, New Jersey Region. *Research Project Summary: Environmental Assessment and Risk Analysis Element*. State of New Jersey: Division of Science, Research and Technology.
- Soytong, P., Janchidfa K., Phengphit N., and Chayhard S. (2017). Monitoring Urban Heat Island in the Eastern Region of Thailand and its Mitigating through Cities Greening and Urban Agriculture. *International Journal of Agricultural Technology*.
- Srivanit, Manat & Hokao, Kazunori. (2012). Thermal Infrared Remote Sensing for Urban Climate and Environmental Studies: An Application for the City of Bangkok, Thailand. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies*. 9(1).
- Srivanit, Manat., Hokao, Kazunori., & Phonekeo, Vivarad. (2012). Assessing the Impact of Urbanization on Urban Thermal Environment: A Case Study of Bangkok Metropolitan. *International Journal of Applied Science and Technology*. 2 (7)
- Takako Wakiyama and Joni Jupesta. (2013). Green Investment in Asian Cities. *UGEC Viewpoints* (9), July 2013, pp 52-56.
- Taslim, Shima., Parapari, Danial Monsefi., and Shafaghat, Arezou. (2015). Urban Design Guidelines to Mitigate Urban Heat Island (UHI) Effects In Hot- Dry Cities. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*. 74:4, pp. 119–124.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2012). *Reducing urban heat islands: Compendium of strategies*. Draft. Available at: <https://www.epa.gov/heat-islands/heat-island-compendium>. [Access on 19 September 2017].
- U.S. Environmental Protection Agency. (2012). *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies*. Available at: <http://www.epa.gov/heatisd/resources/compendium.htm> [Access on 21 September 2015]
- UN – HABITAT, (1996). *An Urbanizing World-Global Report on Human Settlements 1996*. Nairobi: UN – HABITAT (Kenya).
- Urban agriculture. (2017, September 5). *Urban agriculture*. In Wikipedia. Retrieved November 21, 2017, from https://en.wikipedia.org/wiki/Urban_agriculture
- Urban forestry. (2017, July 23) *Urban forestry*. In Wikipedia. Retrieved November 21, 2017, from https://en.wikipedia.org/wiki/Urban_forestry
- Waffle, Alexander. (2016). *Urban Agricultural Hot-Spots: Taking Advantage of the Urban Heat Island for Production of Warmer-Climate Crops*. Thesis for Master of Landscape Architecture , Canada: University of Guelph. Accessed on 9 September 2017. <https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/handle/10214/9688>
- Wakefield, S.; Yeudall, F.; Taron, C.; Reynolds, J.; Skinner, A. (2007). Growing urban health: Community gardening in South-East Toronto. *Health Promotion International*. 22 (2): 92–101. PMID 17324956. doi:10.1093/heapro/dam001.

- Wilby, Robert L. (2008). Constructing climate change scenarios of urban heat island intensity and air quality. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35, pp. 902-919.
- Yeh, Yu-Peng. (n.d.). Green Wall - The Creative Solution in Response to the Urban Heat Island Effect. China. National Chung-Hsing University
- Zong-Ci, Zhao., Yong, Luo., & Jian-Bin, Huang. (2013). Are There Impacts of Urban Heat Island on Future Climate Change? *Advances in Climate Change Research*, 4 (2), pp. 133-136.

เว็บไซต์:

- กรมควบคุมมลพิษ. (2558). เว็บไซต์ <http://www.pcd.go.th>
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2558). เว็บไซต์ <http://www.diw.go.th>
- กระทรวงอุตสาหกรรม. (2558). <http://www.industry.go.th>
- การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2558). เว็บไซต์ <http://www.ieat.go.th>
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2558). เว็บไซต์ <http://www.nesdb.go.th>
- สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน. (2558). เว็บไซต์ <http://www.boi.go.th>
- สำนักงานจังหวัดฉะเชิงเทรา. (2558). เว็บไซต์ <http://www.chachoengsao.go.th>
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2558). เว็บไซต์ <http://www.onep.go.th/>
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2558). เว็บไซต์ <http://www.nso.go.th>
- สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคตะวันออก, ศูนย์ปฏิบัติการกลุ่มจังหวัดศาลากลางจังหวัดชลบุรี (2558). เว็บไซต์ <http://www.eastosm.com>
- Japan Bank for International Cooperation (JBIC) website on <http://www.jbic.go.jp/en>