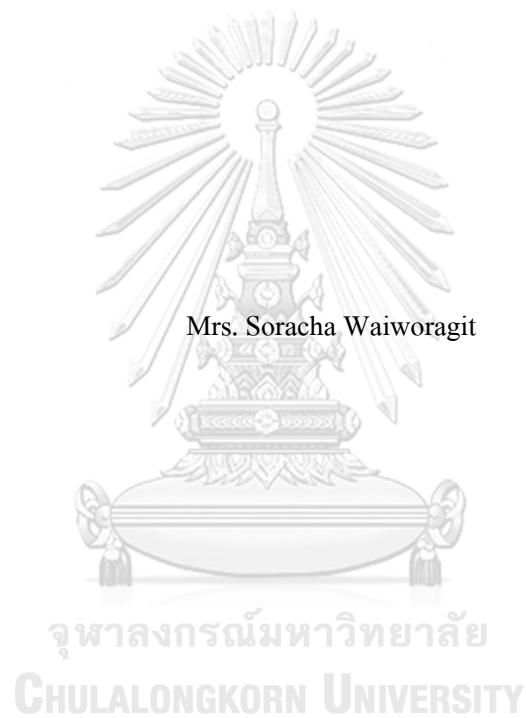


การก่อตัวของเกาะความร้อน กรณีศึกษาตำบลรังสิตในอำเภอธัญบุรี และตำบลคลองห้า และตำบล
คลองหกในอำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Urban heat island formation: A case study of urban sub-districts Rangsit in Thanyaburi and
Klong Ha and Klong Hok in Klong Luang, Pathumthani



Mrs. Soracha Waiworagit

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Architecture

Department of Architecture

FACULTY OF ARCHITECTURE

Chulalongkorn University

Academic Year 2020

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การก่อตัวของเกาะความร้อน กรณีศึกษาตำบลรังสิตใน อำเภอชัยบุรี และตำบลคลองห้า และตำบลคลองหกใน อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี
โดย	นางสรชา ไวรกรกิจ
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.วรสันต์ บูรณากาญจน์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นรัชฎ์ กาญจนนัยรัฐติ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฐานิสวร์ เจริญพงศ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรสันต์ บูรณากาญจน์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร)

..... กรรมการ
(ดร.ภัทร์ สีสัมพรโรจน์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต นิตยะ)

สรชชา ไวรกรกิจ : การก่อตัวของเกาะความร้อน กรณีศึกษาตำบลรังสิตในอำเภอ
ธัญบุรี และตำบลคลองห้า และตำบลคลองหกในอำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี.

(Urban heat island formation: A case study of urban sub-districts Rangsit in

Thanyaburi and Khlong Ha and Khlong Hok in Khlong Luang, Pathumthani)

อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.วรสันต์ บูรณากาญจน์

การพัฒนาคุณภาพของเมืองในประเทศไทยส่งผลให้เกิดเกาะความร้อนเมือง การศึกษา
นี้ใช้พื้นที่ตำบลรังสิต ตำบลคลองห้า และตำบลคลองหก จังหวัดปทุมธานีซึ่งมีการพัฒนาด้าน
คุณภาพจากพื้นที่เกษตรกรรมเป็นพื้นที่เมืองหนาแน่นในระยะเวลา 20 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2542 ถึง
2562 ตัวแปรที่มีอิทธิพลประกอบด้วย พื้นที่สีเขียว พื้นที่อาคารและสิ่งปลูกสร้าง ปริมาณการใช้
กระแสไฟฟ้า และปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจากการจราจรขนส่ง

ผลการวิจัยพบว่า พื้นที่ระดับจังหวัด อำเภอ ตำบลเกิดความร้อนประมาณ 80 78 28 ล้าน
ล้านปีทิว ตามลำดับแหล่งความร้อนสูงสุดจากธรรมชาติคือ แสงอาทิตย์ แหล่งความร้อนจากการ
พัฒนาเมืองคือ การใช้กระแสไฟฟ้า การเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง และพื้นที่อาคารสิ่งปลูกสร้าง เมื่อ
พื้นที่สีเขียวลดลงและในขณะเดียวกันเปลี่ยนเป็นอาคารสิ่งปลูกสร้าง ทำให้เกิดการสะสมความ
ร้อนจากแสงอาทิตย์และสะสม ประกอบกับปัจจัยแหล่งความร้อนภายนอกเพิ่มเติม ได้แก่
พลังงานความร้อนจากไฟฟ้าและพลังงานความร้อนจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการจราจรขนส่ง
ทำให้อุณหภูมิอากาศในเมืองสูงขึ้นตามลำดับ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 ปี 2552 และ ปี 2562 มีอุณหภูมิ
อากาศสูงขึ้น 0.45 0.55 และ 0.8 องศาเซลเซียสตามลำดับ

การบรรเทาสถานะเกาะความร้อนเมืองมีปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้อง 4 ประการ ได้แก่ 1)
การลดพื้นที่อาคารและสิ่งปลูกสร้าง 2) การลดปริมาณการใช้พลังงานโดยใช้อุปกรณ์และรูปแบบ
การอาคารแบบประหยัดพลังงาน 3) การใช้แหล่งพลังงานในการจราจรขนส่งที่มีประสิทธิภาพสูง
และลดปริมาณความร้อน 4) การเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อดูดซับความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์

สาขาวิชา สถาปัตยกรรม

ลายมือชื่อนิสิต

ปีการศึกษา 2563

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6073808525 : MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORD: URBAN HEAT ISLAND FORMATION; URBAN SUB DISTRICT;
PATHUMTHANI

Soracha Waiworagit : Urban heat island formation: A case study of urban sub-districts Rangsit in Thanyaburi and Khlong Ha and Khlong Hok in Khlong Luang, Pathumthani. Advisor: Assoc. Prof. Dr. VORASUN BURANAKARN

Thailand has begun during global warming era in recent decades. Rangsit subdistrict, fifth Klong subdistrict and sixth Klong subdistrict in Pathumthani were conducted as sample size and case studies. Those were developed from farmland to high density city construction for 20 years during 1999 to 2019 BC. Impact factors from related literatures and weighting scores were applied.

It was found that province scale, district scale and subdistrict scale have 80, 78 and 28 trillions Btu. Heat source inputs come from solar radiation, electrical use, gasoline, and heat sink in man-made constructions, respectively. Heat from solar radiation in the past was used photocatalysis process. Therefore, there were no heat gain or stored in thermal mass. Today, hard surface as man-made construction keep heat from solar radiation in thermal mass while heats from electricity and gasoline had increased, effecting ambient air temperature raised 0.45, 0.55, and 0.8 degree Celsius in the year 1999, 2009, and 2019 respectively.

It could be concluded that to restrict heat island formation, 4 impact factors must be considered: 1) To reduce man-made construction, 2) To reduce energy consumption using renewable energy and energy saving technology, 3) To use high efficiency and alternative green energy vehicle, and 4) To increase green to absorb solar radiation.

Field of Study: Architecture

Student's Signature

Academic Year: 2020

Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมารดา น้องชาย สามีและบุตรทั้ง2 ผู้เป็นกำลังใจในการเรียน รวมทั้งทุน
หมุนเวียนในการศึกษาครั้งนี้ ขอขอบพระคุณครูอาจารย์ รศ.ดร.วรสันต์ บูรณากาญจน์อาจารย์ที่
ปรึกษาที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ คำแนะนำ ฝึกฝนอบรม เอาใจใส่และเป็นแบบอย่างความคิด
การใช้ชีวิตให้สามารถข้ามผ่านอุปสรรคในการเรียนและทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ รวมถึงคณะกรรมการ
สอบทุกท่านที่สละเวลา และประสาทความรู้ คำชี้แนะแก่ผู้เรียน

สำหรับข้อมูลประกอบในส่วนของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคคลองหลวง และธัญบุรีนั้น
ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายปฏิบัติการทั้ง2หน่วยงานทุกคนที่ช่วยเหลือและให้ข้อมูลครั้งนี้ ในส่วนงาน
ระดับอาคารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ในกองอาคาร วัฒนุรักษ์
และเทคโนโลยีขอขอบคุณคุณสมควรที่สละเวลาพูดคุย และให้ข้อมูล ส่วนการจราจรภายในอำเภอนั้น
ขอขอบคุณ รต.อ.ศิวากร ศิวานาในข้อมูลปริมาณจราจรและคมนาคมในพื้นที่ศึกษา รวมทั้งคุณ
กาญจนา เจ้าหน้าที่คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาฯในเอกสารที่สนับสนุนการทำงานเช่นเอกสารขอ
ความอนุเคราะห์ฯ ในช่วงมีการระบาดของโรคCOVID19 เจ้าหน้าที่ของหน่วยงานรัฐ ได้แก่กรมแผนที่
ทหาร และกรมอุตุนิยมวิทยา รวมถึงหน่วยงานท้องถิ่นได้สนับสนุนข้อมูลพื้นฐานต่างๆของจังหวัด
อำเภอและตำบลจากสื่อออนไลน์ทำให้การทำงานมีความราบรื่นยิ่งขึ้นขอขอบคุณมาก

สุดท้ายขอขอบคุณในทุนสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์จากมูลนิธิพระบรมราชานุสรณ์
พระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัว และสมเด็จพระนางเจ้ารำไพพรรณี รวมทั้งทุนอุดหนุน
วิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต จากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นี่เป็นอย่างยิ่ง

CHULALONGKORN UNIVERSITY

สรชา ไวรกริจ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	5
1.5 สมมติฐานการวิจัย	5
1.6 วิธีดำเนินการวิจัย.....	5
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
1.8 ข้อจำกัดในการศึกษา	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 หลักการ และการจัดการความร้อนตามธรรมชาติ.....	8
2.1.1 แหล่งพลังงานความร้อน.....	9
2.1.2 ความสมดุลพลังงาน โลกและบรรยากาศ	12
2.1.3 การถ่ายเทความร้อน	17
2.2 เกาะความร้อนเมือง และการกระทำของมนุษย์.....	18

2.2.1	กระบวนการเป็นเมือง และการพัฒนาเมือง	18
2.2.2	ปรากฏการณ์เกาะความร้อน	23
2.2.3	ผลกระทบจากความร้อนเมือง.....	31
2.2.4	ผลกระทบต่อสภาพอากาศ.....	33
2.3	หลักการ วิธีการ และการคำนวณค่าปริมาณความร้อน.....	36
2.3.1	แหล่งที่มาของความร้อนพื้นผิวของสิ่งปกคลุมดิน	36
2.3.2	แหล่งที่มาของความร้อนในชั้นบรรยากาศ	37
2.3.2.1	ปัจจัยจากธรรมชาติ	37
2.3.2.2	การกระทำในกิจกรรมของมนุษย์	38
2.4	แนวทางจัดการลดความร้อนเมือง.....	41
2.4.1	พื้นที่สีเขียว	41
2.4.2	แหล่งน้ำ.....	45
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	46
3.1	จำแนกปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดเกาะความร้อนเมือง	47
3.2	ศึกษาพื้นที่ศึกษา จังหวัดปทุมธานี.....	48
3.2.1	ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์	49
3.2.2	ลักษณะภูมิประเทศ.....	49
3.2.3	ลักษณะภูมิอากาศ	51
3.2.4	ข้อมูลพื้นฐาน.....	53
3.3	สำรวจ และเก็บข้อมูลภาคสนาม	72
3.3.1	ศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน.....	74
3.3.2	ศึกษาข้อมูลสภาพภูมิอากาศ	75
	ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ(Local Climate	75
3.3.3	ศึกษาความเข้มรังสีดวงอาทิตย์	81

3.3.4 ศึกษาความต้องการใช้ไฟฟ้า	84
3.3.5 ศึกษาความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง.....	90
3.4.6 ศึกษาความต้องการบริโภคของประชากร	93
บทที่ 4 ผลการศึกษา	94
4.1 วิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดิน	94
4.1.1 ลักษณะการใช้ที่ดิน พื้นที่จังหวัดปทุมธานี.....	95
4.1.2 ลักษณะการใช้ที่ดิน ระดับอำเภอ	98
4.1.3 ลักษณะการใช้ที่ดิน ระดับตำบล	101
4.2 วิเคราะห์แหล่งความร้อนเมือง	104
4.2.1 แหล่งความร้อนจากพื้นผิว.....	105
4.2.2 แหล่งความร้อนในชั้นบรรยากาศ	110
4.3 วิเคราะห์ความร้อนจากแหล่งที่มา.....	134
4.3.1 ความร้อนจากพื้นผิว	134
4.3.2 ความร้อนในชั้นบรรยากาศ.....	136
4.4 วิเคราะห์พลังงานความร้อนกับสภาพอากาศ	139
4.4.1 ความร้อนกับอุณหภูมิอากาศ	139
4.4.2 ความร้อนกับความชื้นสัมพัทธ์	143
4.4.3 ความร้อนกับปริมาณน้ำฝน	146
4.4.4 ความร้อนกับการระเหยของน้ำ.....	148
4.5 วิเคราะห์สมดุลพลังงานความร้อน	153
4.6 แนวทางการบรรเทาความร้อนเมือง โดยการเพิ่มพื้นที่สีเขียว	159
บทที่ 5 บทสรุป และข้อเสนอแนะ	163
5.1 บทสรุป	163
5.2 ข้อเสนอแนะ	170

บรรณานุกรม	172
ภาคผนวก	186
ภาคผนวก ก. แผนผังกำหนดการใช้ที่ดิน จังหวัดปทุมธานี	187
ประวัติผู้เขียน	190



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตาราง 1 วิธีดำเนินการวิจัย.....	7
ตาราง 2 บัญชีพลังงานของโลก	15
ตาราง 3 การเปรียบเทียบปัจจัยระหว่างชุมชนเมืองกับชุมชนชนบท	20
ตาราง 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาเมือง.....	22
ตาราง 5 ค่าความหนาแน่น และค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุ	36
ตาราง 6 ค่าความจุพลังงานของเชื้อเพลิงต่อหน่วยปริมาตร	39
ตาราง 7 ค่าเฉลี่ยความร้อนจากการเผาผลาญรายบุคคล.....	40
ตาราง 8 ขั้นตอนการวิจัย และการจำแนกตัวแปร	47
ตาราง 9 ข้อมูลสภาพอากาศ จังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ. 2562	52
ตาราง 10 โครงสร้างประชากร ความหนาแน่น จังหวัดปทุมธานี พ.ศ.2562	55
ตาราง 11 ถนนการคมนาคมทางบกของจังหวัดปทุมธานี	58
ตาราง 12 รายละเอียดเกี่ยวกับถนนถนนในพื้นที่ศึกษา จังหวัดปทุมธานี	60
ตาราง 13 พื้นที่ทางการเกษตรแยกรายอำเภอ จังหวัดปทุมธานี ณ ปี พ.ศ.2552	61
ตาราง 14 จำนวนและการใช้ไฟฟ้าของโรงงานแยกรายอำเภอ จังหวัดปทุมธานี ณ ปี พ.ศ.2552.....	63
ตาราง 15 ข้อมูลเกี่ยวข้องกับประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม จังหวัดปทุมธานี	64
ตาราง 16 ตัวชี้วัดความเป็นเมือง ประเมินกรณีศึกษา จังหวัดปทุมธานี	73
ตาราง 17 ความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศ ในช่วงปี พ.ศ.2542 ถึง 2562.....	80
ตาราง 18 การกระจายตัวของความเข้มรังสีอาทิตย์ ต่อพื้นที่ จังหวัดปทุมธานี.....	81
ตาราง 19 ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ รายเดือนจังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2536-2562	82
ตาราง 20 ความเข้มรังสีอาทิตย์รายเดือนระดับตำบล อำเภอ จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2536-2562.....	83
ตาราง 21 ร้อยละของความต้องการใช้ไฟฟ้าในอำเภอคลองหลวง และธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี.....	85
ตาราง 22 ความต้องการใช้ไฟฟ้าระดับตำบล อำเภอ และจังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ.2542-2562.....	86
ตาราง 23 ความต้องการไฟฟ้าระดับจังหวัดและอำเภอ พ.ศ.2542-2562	87
ตาราง 24 จำนวนรถที่จดทะเบียนสะสมทั่วประเทศ	90

ตาราง 25	สรุปผลการศึกษากาการใช้ประโยชน์ที่ดิน จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542	95
ตาราง 26	สรุปผลการศึกษากาการใช้ประโยชน์ที่ดิน จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2552	96
ตาราง 27	สรุปผลการศึกษากาการใช้ประโยชน์ที่ดิน จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2562	97
ตาราง 28	สรุปผลการศึกษากาการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอลองหลวงและธัญบุรี พ.ศ. 2542	98
ตาราง 29	สรุปผลการศึกษากาการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอลองหลวงและธัญบุรี พ.ศ. 2552	99
ตาราง 30	สรุปผลการศึกษากาการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอลองหลวงและธัญบุรี พ.ศ. 2562.....	100
ตาราง 31	สรุปผลการศึกษากาการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตำบลรังสิต คลองห้า และคลองหก พ.ศ. 2542	101
ตาราง 32	สรุปผลการศึกษากาการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตำบลรังสิต คลองห้า และคลองหก พ.ศ. 2552	102
ตาราง 33	สรุปผลการศึกษากาการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตำบลรังสิต คลองห้า และคลองหก พ.ศ. 2562	103
ตาราง 34	สรุปตัวแปรที่ก่อความร้อนเมืองจาก 2แหล่งและสูตรคำนวณปริมาณการถ่ายเทพลังงานความร้อน.....	104
ตาราง 35	เปรียบเทียบสัดส่วนการใช้ที่ดินในจังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542 -2562	105
ตาราง 36	ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจาก 4ตัวแปรพื้นผิว จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542-2562	106
ตาราง 37	ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจาก 4ตัวแปรพื้นผิว อำเภอลองหลวง พ.ศ. 2542-2562	106
ตาราง 38	ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจาก 4ตัวแปรพื้นผิว อำเภอธัญบุรี พ.ศ. 2542-2562	106
ตาราง 39	ปริมาณความร้อนจากพื้นผิว 4ตัว ตำบลคลองห้าและคลองหก พ.ศ. 2542-2562	107
ตาราง 40	ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจาก 4ตัวจากพื้นผิว อำเภอธัญบุรี พ.ศ. 2542-2562	107
ตาราง 41	สรุปปริมาณความร้อนจากแหล่งความร้อนจากพื้นผิว ระดับตำบล อำเภอ และจังหวัด	107
ตาราง 42	สรุปสัดส่วนปริมาณความร้อนจากพื้นผิว ตามขอบเขตพื้นที่ศึกษา	109
ตาราง 43	แหล่งที่มาของความร้อนจากชั้นบรรยากาศ จังหวัดปทุมธานี.....	112
ตาราง 44	แหล่งที่มาของความร้อนจากชั้นบรรยากาศ อำเภอลองหลวง พ.ศ.2542-2562	115
ตาราง 45	ปริมาณความร้อนจาก 4ตัวแปรในชั้นบรรยากาศ อำเภอธัญบุรี พ.ศ.2542-2562	118
ตาราง 46	แหล่งที่มาของความร้อนในชั้นบรรยากาศ ระดับตำบลคลองห้าและหก พ.ศ.2542-2562	121
ตาราง 47	แหล่งที่มาของความร้อนในบรรยากาศระดับตำบลรังสิต	124
ตาราง 48	สรุปสัดส่วนปริมาณความร้อนในบรรยากาศ ตามระดับพื้นที่ศึกษา.....	125

ตาราง 49	เทียบสัดส่วนปริมาณความร้อนในชั้นบรรยากาศ ระดับจังหวัด	126
ตาราง 50	เทียบสัดส่วนปริมาณความร้อนในชั้นบรรยากาศ ระดับอำเภอ และตำบล	126
ตาราง 51	สรุปแหล่งความร้อนจากพื้นผิวดระดับ ตำบล อำเภอ จังหวัดปทุมธานี	134
ตาราง 52	สรุปปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในตำบล อำเภอ และจังหวัดปทุมธานีพ.ศ.2542-2562	135
ตาราง 53	สรุปแหล่งความร้อนในชั้นบรรยากาศ ตำบล อำเภอ จังหวัดปทุมธานี	136
ตาราง 54	ปริมาณความร้อนในชั้นบรรยากาศ ตำบล อำเภอ และจังหวัด พ.ศ.2542-2562	137
ตาราง 55	ผลรวมพลังงานความร้อนทั้ง2แหล่ง ตำบล อำเภอ และจังหวัดปทุมธานีพ.ศ.2542-2562	138
ตาราง 56	เปรียบเทียบสัดส่วนของปริมาณน้ำฝนใน 3ฤดูกาล จังหวัดปทุมธานี พ.ศ.2542 - 2562	146
ตาราง 57	ปริมาณน้ำฝน การระเหยของน้ำ และความยาวนานแสงแดด พ.ศ.2542ถึง2562	150
ตาราง 58	พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้น และสมดุลพลังงานความร้อน	153
ตาราง 59	การดูดกลืนในอากาศ ความร้อนจากมนุษย์ และความร้อนสะสม ปีพ.ศ. 2542-2562	157
ตาราง 60	การดูดกลืนจากพื้นผิว ความร้อนจากมนุษย์ และความร้อนสะสม ปีพ.ศ. 2542-2562	158
ตาราง 61	ความร้อนสุทธิจากแหล่งกำเนิดความร้อนพื้นผิว	160
ตาราง 62	ความร้อนสุทธิจากแหล่งกำเนิดความร้อนชั้นบรรยากาศ	161
ตาราง 63	การลดความร้อนเมืองใช้ต้นไม้ใหญ่ และแหล่งน้ำ	162
ตาราง 64	การลดความร้อนเมืองใช้ต้นไม้ใหญ่ และแหล่งน้ำ เทียบสัดส่วน ต่อ คน	162
ตาราง 65	คาดคะเนความเป็นไปได้ของอุณหภูมิอากาศ และปริมาณความร้อนในพื้นที่ศึกษา.....	165
ตาราง 66	สมมุติสัดส่วนพื้นที่สีเขียว ต้นไม้กับปริมาณความร้อนในพื้นที่ศึกษา.....	166
ตาราง 67	สมมุติสัดส่วนของพื้นที่แหล่งน้ำกับปริมาณความร้อนในพื้นที่ศึกษา	167
ตาราง 68	ผลต่างของความร้อนที่ลดลงจากการจัดการเมือง พ.ศ.2562 เป็น พ.ศ.2542	168

สารบัญภาพ

ภาพ 1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เศรษฐกิจ ประชากร และความเป็นเมืองของจังหวัดปทุมธานี..2	
ภาพ 2 พื้นที่ศึกษา ตำบลรังสิต(กรอบล่าง)ในอำเภอธัญบุรี และตำบลคลองห้า และคลองหก(กรอบบน)ในอำเภอกลองหลวง จังหวัดปทุมธานี	4
ภาพ 3 ข้อมูลบรรยากาศในตำแหน่งที่ต่ำกว่าเรือนยอดไม้เป็นชั้นบรรยากาศที่ผู้คนอาศัย	6
ภาพ 4 เทอร์โมมิเตอร์ใช้วัดอุณหภูมิ เครื่องมืออุตุนิยมวิทยา(ซ้าย) และเครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรด เทอร์โมมิเตอร์(ขวา)	10
ภาพ 5 สมดุลพลังงานของบรรยากาศโลก(Kiehl และ Trenberth Kevin, 1997)	16
ภาพ 6 บรรยากาศผสมสูงของชุมชนเมือง จังหวัดปทุมธานี	22
ภาพ 7 รูปแบบของเส้นอุณหภูมิ และปริมาณความร้อนของจังหวัดปทุมธานี	23
ภาพ 8 กรอบการพิจารณาตัวแปรในงานวิจัย	30
ภาพ 9 รูปทรงร่วม(ซ้าย) และรูปทรงกลม(ขวา)เป็นรูปทรงที่งานวิจัยอ้างอิงถึงร่วม	44
ภาพ 10 แหล่งน้ำในจังหวัดปทุมธานี แม่น้ำเจ้าพระยา ระบบคลองส่งน้ำ และคลองธรรมชาติ	50
ภาพ 11 จังหวัดปทุมธานีอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมทั้ง 3ฤดูกาล	51
ภาพ 12 อาณาเขต และการแบ่งเขตการปกครอง จังหวัดปทุมธานี	54
ภาพ 13 เส้นทางคมนาคม ถนนสายหลัก และสายรองในจังหวัดปทุมธานี	56
ภาพ 14 จุดเชื่อมการขนส่งระหว่างจังหวัด รถไฟฟ้าสายสีแดงช่วงบางซื่อ-รังสิต จังหวัดปทุมธานี	57
ภาพ 15 ถนนทางคมนาคมพื้นที่ศึกษา ระดับ อำเภอ และตำบล จังหวัดปทุมธานี	59
ภาพ 16 พื้นที่ทางการเกษตรในจังหวัดปทุมธานี	62
ภาพ 17 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ระดับอำเภอ 5 แห่ง จังหวัดปทุมธานี	65
ภาพ 18 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทั้ง 5 อำเภอ จังหวัดปทุมธานี	66
ภาพ 19 หน่วยงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคคลองหลวง(ซ้าย) ธัญบุรี(ขวา)	67
ภาพ 20 เขตบริการของการไฟฟ้าคลองหลวง(กรอบบน) และธัญบุรี(กรอบล่าง) จังหวัดปทุมธานี	68
ภาพ 21 ประมวลผังสี จังหวัดปทุมธานีช่วงปี พ.ศ. 2546-2555	70

ภาพ 22 ผังสีจังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2558(ผังใหม่กำลังอยู่ระหว่างการปรับปรุงผัง ณ ธันวาคม 2563)	71
.....
ภาพ 23 ขอบเขตพื้นที่จังหวัด อำเภอ ตำบลของพื้นที่ศึกษา จังหวัดปทุมธานี	74
ภาพ 24 ตัวแทนข้อมูล และการอ้างอิงในการใช้ข้อมูลสถิติที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศ	75
ภาพ 25 การเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิช่วงปีพ.ศ. 2542 ถึง 2562 จังหวัดปทุมธานี	76
ภาพ 26 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ กับความชื้นสัมพัทธ์ ในจังหวัดปทุมธานี	77
ภาพ 27 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน ช่วงปีพ.ศ. 2549 ถึง 2562 จังหวัดปทุมธานี	78
ภาพ 28 ปริมาณน้ำฝนช่วงปีพ.ศ.2542 ถึง 2562 จังหวัดปทุมธานี	79
ภาพ 29 การระเหยของน้ำ ช่วงปีพ.ศ. 2542 ถึง 2562 จังหวัดปทุมธานี	80
ภาพ 30 ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รายเดือน ปีพ.ศ. 2542 ถึง 2562 จังหวัดปทุมธานี	81
ภาพ 31 ความต้องการการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในประเทศไทยปี พ.ศ. 2542-2562	84
ภาพ 32 ความต้องการไฟฟ้ารายเดือน ระดับตำบล จังหวัดปทุมธานี	88
ภาพ 33 ความต้องการไฟฟ้ารายเดือน ระดับตำบล จังหวัดปทุมธานี	89
ภาพ 34 ผลรวมการใช้ไฟฟ้าสูงสุด ระดับตำบลของ 2สถานีย้ายไฟฟ้า	89
ภาพ 35 จำนวนรถที่จดทะเบียนสะสมทั่วประเทศไทย พ.ศ.2542 ถึง 2562	90
ภาพ 36 การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในพื้นที่ศึกษา จังหวัดปทุมธานี	91
ภาพ 37 ความจุพลังงานเชื้อเพลิงต่อหน่วยปริมาตร จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542 ถึง 2562	92
ภาพ 38 จำนวนประชากรระดับตำบล อำเภอ และจังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ.2542-2562	93
ภาพ 39 ขอบเขตพื้นที่จังหวัด อำเภอ ตำบลของพื้นที่ศึกษา จังหวัดปทุมธานี	94
ภาพ 40 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับจังหวัด ปี พ.ศ. 2542	95
ภาพ 41 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ประเภทพื้นที่ชุมชน และสิ่งก่อสร้าง ระดับจังหวัด ปี พ.ศ. 2542	95
ภาพ 42 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับจังหวัด ปี พ.ศ. 2552	96
ภาพ 43 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ประเภทพื้นที่ชุมชน และสิ่งก่อสร้าง ระดับจังหวัด ปี พ.ศ. 2552	96
ภาพ 44 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับจังหวัด ปี พ.ศ. 2562	97

ภาพ 45 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ประเภทพื้นที่ชุมชน และสิ่งก่อสร้าง ระดับจังหวัด ปี พ.ศ. 2552....	97
ภาพ 46 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับอำเภอ ปี พ.ศ. 2542	98
ภาพ 47 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับอำเภอ ปี พ.ศ. 2552	99
ภาพ 48 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับอำเภอ พ.ศ. 2562	100
ภาพ 49 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับตำบล ปี พ.ศ. 2542	101
ภาพ 50 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับตำบล ปี พ.ศ. 2552	102
ภาพ 51 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับตำบล ปี พ.ศ. 2562	103
ภาพ 52 พื้นที่สิ่งก่อสร้าง(สีแดง) และพื้นที่สีเขียว(สีเขียว)จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542-2562	105
ภาพ 53 ปริมาณความร้อนจากรังสีอาทิตย์ระดับจังหวัด พ.ศ. 2542ถึง 2562.....	110
ภาพ 54 ปริมาณความร้อนจากการใช้ไฟฟ้าระดับจังหวัด พ.ศ. 2542 ถึง 2562.....	110
ภาพ 55 ปริมาณความร้อนจากเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงระดับจังหวัด พ.ศ. 2542 ถึง 2562	111
ภาพ 56 พลังงานความร้อนจากการบริโภคของมนุษย์ ระดับจังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542 ถึง 2562	111
ภาพ 57 พลังงานความร้อนในชั้นบรรยากาศ จังหวัดปทุมธานี พ.ศ.2542-2562	112
ภาพ 58 พลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ อำเภอคลองหลวง ปีพ.ศ. 2542- 2562	113
ภาพ 59 ปริมาณความร้อนจากการใช้กระแสไฟฟ้า อำเภอคลองหลวง ปีพ.ศ. 2542- 2562.....	113
ภาพ 60 ปริมาณความร้อนจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง อำเภอคลองหลวง พ.ศ.2542-2562	114
ภาพ 61 ปริมาณความร้อนจากการบริโภคของมนุษย์ อำเภอคลองหลวง พ.ศ. 2542-2562	114
ภาพ 62 ปริมาณความร้อนจาก 4ตัวแปรในชั้นบรรยากาศ อำเภอคลองหลวง พ.ศ.2542-2562	115
ภาพ 63 ปริมาณความร้อนจากรังสีแสงอาทิตย์ อำเภอชัยบุรี พ.ศ.2542-2562	116
ภาพ 64 ปริมาณความร้อนจากการใช้กระแสไฟฟ้า อำเภอชัยบุรี พ.ศ.2542-2562.....	116
ภาพ 65 ปริมาณความร้อนจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง อำเภอชัยบุรี พ.ศ. 2542-2562	117
ภาพ 66 ปริมาณความร้อนจากมนุษย์ อำเภอชัยบุรี พ.ศ. 2542-2562	117
ภาพ 67 ปริมาณความร้อนในชั้นบรรยากาศ อำเภอชัยบุรี จังหวัดปทุมธานี พ.ศ.2542-2562.....	118

ภาพ 68 ปริมาณความร้อนจากรังสีแสงอาทิตย์ ตำบลคลองห้า และคลองหก พ.ศ.2542-2562	119
ภาพ 69 ปริมาณความร้อนจากการใช้กระแสไฟฟ้า ตำบลคลองห้า และคลองหก พ.ศ.2542-2562	119
ภาพ 70 ปริมาณความร้อนจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง ต.คลองห้าและคลองหก พ.ศ.2542-2562	120
ภาพ 71 ปริมาณความร้อนจากการบริโภค ต.คลองห้าและคลองหก พ.ศ.2542-2562	120
ภาพ 72 ปริมาณความร้อนในชั้นบรรยากาศ ตำบลคลองห้า และคลองหก พ.ศ.2542-2562	121
ภาพ 73 ปริมาณความร้อนจากรังสีอาทิตย์ ตำบลรังสิต พ.ศ.2542-2562	122
ภาพ 74 ปริมาณความร้อนจากการใช้กระแสไฟฟ้า ตำบลรังสิต พ.ศ.2542-2562.....	122
ภาพ 75 ปริมาณความร้อนจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง ตำบลรังสิต พ.ศ. 2542-2552.....	123
ภาพ 76 ปริมาณความร้อนจากการบริโภคอาหารของมนุษย์ ตำบลรังสิต พ.ศ.2542-2562	123
ภาพ 77 ปริมาณความร้อนจาก 4ตัวแปรในชั้นบรรยากาศ ตำบลรังสิต พ.ศ.2542-2562	124
ภาพ 78 การคายความร้อนเทียบกับการดูดความร้อนพื้นผิว จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542-2562 ...	127
ภาพ 79 การคายความร้อนเทียบกับการดูดความร้อน ระดับอำเภอ พ.ศ.2542-2562	128
ภาพ 80 การคายความร้อนเทียบกับการดูดความร้อน ระดับตำบล พ.ศ. 2542-2562	129
ภาพ 81 พลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ ระดับตำบล อำเภอ จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542-2562	130
ภาพ 82 พลังงานความร้อนจากการใช้ไฟฟ้า ระดับตำบล อำเภอ และจังหวัด พ.ศ. 2542 ถึง 2562	131
ภาพ 83 พลังงานความร้อนจากเผาไหม้น้ำมัน ระดับตำบล อำเภอ และจังหวัด พ.ศ.2542-2562....	132
ภาพ 84 พลังงานความร้อนจากมนุษย์ ระดับตำบล อำเภอ และจังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ. 2542-2562	133
ภาพ 85 สรุปพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจากพื้นผิว จังหวัดปทุมธานี พ.ศ.2542-2562.....	135
ภาพ 86 สรุปพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศ จังหวัดปทุมธานี พ.ศ.2542-2562.....	137
ภาพ 87 ผลรวมพลังงานความร้อน ตำบล อำเภอ และจังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542-2562	138
ภาพ 88 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับพลังงานความร้อน จังหวัดปทุมธานี 2542- 2562.....	139

ภาพ 89 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนกับอุณหภูมิอากาศ ระดับอำเภอ พ.ศ. 2542-2562	140
ภาพ 90 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับพลังงานความร้อน ระดับตำบล จังหวัดปทุมธานี.....	141
ภาพ 91 กรณีรอกการแก้ไขประเด็นความร้อนเมือง อุณหภูมิอากาศอาจสูงถึง 50.7 องศาเซลเซียส.	142
ภาพ 92 พลังงานความร้อน และความชื้นสัมพัทธ์ จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542-2562	143
ภาพ 93 พลังงานความร้อนและความชื้นสัมพัทธ์ ระดับอำเภอ พ.ศ. 2542-2562	143
ภาพ 94 พลังงานความร้อน และความชื้นสัมพัทธ์ ระดับตำบล พ.ศ. 2542-2562.....	144
ภาพ 95 อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ จังหวัดปทุมธานี พ.ศ.2542-2562	145
ภาพ 96 ความลดลงของปริมาณน้ำฝนใน 3ฤดูกาล ปีพ.ศ. 2542ถึง 2562 จังหวัดปทุมธานี	146
ภาพ 97 การเทียบปริมาณน้ำฝนรายปีใน 3ฤดูกาล ปีพ.ศ.2542 ถึง 2562 จังหวัดปทุมธานี.....	147
ภาพ 98 ความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากไอน้ำเป็นน้ำฝน จังหวัดปทุมธานี	148
ภาพ 99 ความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอน้ำ.....	149
ภาพ 100 การระเหยน้ำภายในพื้นที่ศึกษา จังหวัดปทุมธานี	150
ภาพ 101 เปรียบเทียบการระเหยของน้ำใน 3ฤดูกาล ปีพ.ศ.2542 ถึง 2562จังหวัดปทุมธานี	150
ภาพ 102 ปริมาณน้ำฝน การระเหยของน้ำ และความยาวนานของแสงแดด รายปี พ.ศ.2542ถึง 2562	151
ภาพ 103 ปริมาณน้ำฝนกับการระเหยของน้ำในปี พ.ศ. 2542 ถึง 2562 จังหวัดปทุมธานี.....	151
ภาพ 104 ปริมาณน้ำฝน ระเหยน้ำฝน และความชื้นในดิน 3ฤดูกาล จังหวัดปทุมธานี	152
ภาพ 105 พลังงานความร้อนกับสมดุลความร้อนตามธรรมชาติ จังหวัดปทุมธานี พ.ศ 2542-2562.	154
ภาพ 106 พลังงานความร้อนกับสมดุลความร้อนตามธรรมชาติ ระดับอำเภอ พ.ศ 2542-2562	155
ภาพ 107 พลังงานความร้อนกับสมดุลความร้อนตามธรรมชาติ ระดับตำบล พ.ศ 2542-2562	156
ภาพ 108 การลดความร้อนเมืองโดยการจัดการใช้ที่ดิน	167
ภาพ 109 ภาคผนวก ผังสี จังหวัดปทุมธานีปี พ.ศ. 2558	189

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันภาวะโลกร้อนและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศเป็นปัญหาสำคัญของสภาพภูมิอากาศของโลก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องนั้นมาจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทั้ง 4 ประการ คือ อุทกภาค(Hydrosphere) ธรณีภาค(Lithosphere) บรรยากาศ(Cryosphere)และชีวมณฑล(Biosphere) (Organization, 2010) สิ่งมีชีวิตต่างๆที่เกิดขึ้นทั้งที่มีชีวิตอยู่และตายไปแล้ว ได้แก่ พืช สัตว์ และมนุษย์ต่างมีส่วนในการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งปัจจัยสำคัญในการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจเกิดขึ้นจากการสร้างสภาพแวดล้อมในการดำรงชีวิตของมนุษย์ และการปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อม มีการประมาณการว่า ภาวะโลกร้อนในสหราชอาณาจักรมาจากอาคารสิ่งก่อสร้างต่างๆ โดยเฉพาะกลุ่มอาคารประเภทที่อยู่อาศัยธุรกิจการค้า และอุตสาหกรรมร้อยละ 27ของปัจจัยทั้งหมดDepartment of Trade and Industry (DTI) (2006)และมีความเป็นไปได้สูงมากกว่า สภาวะการณ์ดังกล่าวได้เกิดขึ้นบน โลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1750 จากกิจกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และพื้นที่ส่วนรวมสาธารณะนั้น สาเหตุสำคัญมาจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น เศรษฐกิจ และความหนาแน่นของเมือง(Change, 2007) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและการใช้ประโยชน์ที่ดินของเมืองที่ปกคลุมด้วยสิ่งก่อสร้างจำนวนมากนั้น มีส่วนทำให้พื้นที่สีเขียวและแหล่งน้ำลดลง(Steenefeld และคณะ, 2011)

คาร์ณี บัญชรเทวกุล (2006)อ้างถึง McGee (1991) ปรากฏการณ์ใหม่ของกระบวนการเป็นเมืองในเอเชีย และเสนอรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในพื้นที่ว่า มีวิวัฒนาการมาจากพื้นที่ปลูกข้าว และมีประชากรที่มีความหนาแน่นโดยใช้คำว่า เดซากอตา(Desakota) เป็นพื้นที่ที่มีการแผ่ขยายไปยังบริเวณโดยรอบของเมืองขนาดใหญ่ที่มีรูปแบบของการใช้ที่ดิน และการตั้งถิ่นฐานของเมืองกับการทำเกษตรกรรมอยู่ร่วมกันอย่างหนาแน่น ยกตัวอย่างเช่นประเทศไทยนั้นมีรูปแบบการใช้ที่ดินที่แตกต่างกันอยู่รวมกันเป็นจำนวนมาก อีกทั้งการใช้ที่ดินที่ไม่เป็นระเบียบนั้น(Chia, 2003)ยังก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ด้านลบต่อสิ่งแวดล้อมด้านการใช้ที่ดินต่อภาคเศรษฐกิจ สังคมและประชากร รวมไปถึงสิ่งแวดล้อม(ตะวันฉาย ฉายาทับ และ คาร์ณี ถวิลพิพัฒน์กุล, 2007)

จังหวัดปทุมธานีพื้นที่ขยายตัวของอิมหานครกับการเติบโตของภาคอุตสาหกรรมเกิดปฏิสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างพื้นที่ขยายตัวกับศูนย์กลาง การแผ่กระจายด้านนวัตกรรมมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เศรษฐกิจ ประชากร และความเป็นเมืองจากปัจจัยทางกายภาพที่เอื้ออำนวยต่อกระบวนการผลิต และการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งของผู้ใช้แรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่อาศัยใกล้ที่ทำงาน และเส้นทางคมนาคมที่สะดวก ทางเลือกในรูปแบบของที่อยู่อาศัยมีทั้งประเภท

บ้านเดี่ยว ทาวน์เฮ้าส์ หอพัก อพาร์ตเมนต์ และแฟลต โดยเฉพาะแรงงาน นอกพื้นที่มักเลือกการเช่าหอพัก อพาร์ตเมนต์ และแฟลตทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินและเศรษฐกิจในพื้นที่แบบก้าวหน้า จากพื้นที่ภาคเกษตรสู่พื้นที่นอกภาคเกษตร การปะปนดังกล่าวเกิดขึ้นในการใช้ที่ดินภาคการเกษตรทำให้พื้นที่เกษตรกรรมลดลงมีการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ภายนอกภาคเพิ่มขึ้น ความสำเร็จในด้านที่ตั้ง เส้นทางคมนาคม และราคาที่ดินสู่การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ขยายตัวของเมืองหลวง (เปี่ยมสุข สนิท และ ดารณี ถวิลพิพัฒน์กุล, 2007; ยุทธศักดิ์ จิตสำรวย และ ดารณี ถวิลพิพัฒน์กุล, 2002)



ภาพ 1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เศรษฐกิจ ประชากร และความเป็นเมืองของจังหวัดปทุมธานี

การปรับแต่งสภาพภูมิอากาศโดยมนุษย์ใช้ปัจจัยภายนอกด้านการใช้ที่ดินอย่างหนาแน่น (Auttarat และคณะ, 2015; Liu และคณะ, 2018; Meier, 2006) ซึ่งความเข้มของเกาะความร้อนในเมือง มีความสัมพันธ์กับการใช้พลังงาน และอุณหภูมิเฉลี่ยภายในเขตเมือง (Du และคณะ, 2016) องค์ประกอบทางกายภาพของเมืองที่ปกคลุมพื้นดิน และร้อยละของการครอบครองอาคารมีผลต่ออุณหภูมิพื้นผิวของแผ่นดิน (Bokaie และคณะ, 2016; Madanian และคณะ, 2018; Zhou และคณะ, 2011; Zhou และ Chen, 2018) ปัจจัยพฤติกรรมของมนุษย์ และสิ่งอำนวยความสะดวก ในการดำรงชีวิต (Meier, 2006; Wong, 2016) ก่อให้เกิดพลังงานความร้อนที่กระจายไปสู่สภาพแวดล้อม โดยรอบจำนวนมาก และปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศเป็นผลมาจากความร้อนที่เกิดจากมนุษย์ และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเผาไหม้เชื้อเพลิง แหล่งโรงงานอุตสาหกรรม การทำความร้อนและความเย็น รวมทั้งไอเสียจากยานพาหนะที่ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิพื้นผิวร้อนมีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่เมืองกับรอบนอกเมือง เกิดเป็นปรากฏการณ์ “เกาะร้อน (Heat island)” ที่ถูกพบได้ในเมืองต่างๆทั่วโลก (Gartland, 2011) ซึ่งผลกระทบดังกล่าวมีผลต่อสภาวะน่าสบายของมนุษย์ด้านอุณหภูมิ ทั้งเรื่องของอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบในภาวะปกติของร่างกายนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงไป (Arifwidodo และ Tanaka, 2015; Helmis และ Nastos, 2013)

การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสภาพอากาศ การทำนายและบรรเทาปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอาจมาจากการจัดสภาพแวดล้อมอาคาร หรือกลุ่มอาคารให้เกิดสมดุลพลังงาน ซึ่งเป็นสาเหตุหลักในการก่อตัวของปรากฏการณ์ดังกล่าวได้ อย่างไรก็ตามการศึกษาถึงการกำหนดค่าการปกคลุมที่ดินยังมีการศึกษาเพียงน้อย (Zheng และคณะ, 2019) ได้ศึกษากลุ่มอาคารที่อยู่อาศัยในแนวราบ และแนวดิ่ง เพื่อจัดสภาพแวดล้อมส่วนกลางทางด้านภูมิทัศน์ พบว่า มีอุณหภูมิพื้นผิวที่แตกต่างกัน ซึ่งมีปัจจัยมาจากความสูง และความหนาแน่นของกลุ่มอาคาร รวมถึงความครอบคลุมของพืชพรรณ สอดคล้องกับ (Hilal และคณะ, 2018) ที่กล่าวถึง กำแพงสีเขียวในโครงสร้างอาคารตามแนวดิ่ง หรือกลุ่มอาคารสูงใช้วัสดุพื้นผิวพืชที่มีคุณภาพสูง Mirzaei และ Haghighat (2010) ทำการศึกษาผลกระทบจากการใช้พลังงานของอาคาร (Li และคณะ, 2019) และคุณภาพอากาศภายนอกโดยวิธีการสังเกต และสร้างแบบจำลองแบบบูรณาการทำนายปรากฏการณ์ขนาดใหญ่ที่มีปฏิสัมพันธ์เหนือชั้นผิวโดยใช้แบบจำลอง (Meso-scale) อภิปรายผลถึงสาเหตุของปรากฏการณ์ดังกล่าวที่ไม่เหมือนกันนั้นมาจากสภาพอากาศ หรือลักษณะของเมืองที่แตกต่างกัน และเสนอถึงปัจจัยที่สำคัญในสถานะน่าสบายในเรื่องของความร้อนแฝง และความร้อนสะสมภายในของมนุษย์

ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในการพัฒนากายภาพของเมืองอาจเป็นเพียงส่วนหนึ่งที่จะช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการเกิดเกาะความร้อนได้ จากการใช้องค์ความรู้ทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการวางผัง และออกแบบทางสถาปัตยกรรม รวมทั้งการจัดการสภาพแวดล้อมทางกายภาพในพื้นที่อาจช่วยสร้างความสมดุลให้กับสภาพแวดล้อมของธรรมชาติอย่างเหมาะสม และอยู่ในขอบเขตสถานะน่าสบายแก่ผู้อาศัยในเขตชุมชนเมืองสู่ความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรโลก

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และส่งผลต่อการเกิดเกาะความร้อนเมือง จากการพัฒนาเมืองทางด้านสถาปัตยกรรม
2. วิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดเกาะความร้อนเมือง
3. เสนอแนวทางในการจัดการสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่สอดคล้องกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อเกาะความร้อนเมือง เพื่อการพัฒนาเมืองที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ช่วงระยะเวลาของข้อมูลภูมิประเทศ และภูมิอากาศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 ถึง 2562

จังหวัดปทุมธานีเป็นพื้นที่ศึกษา และเก็บข้อมูลภายในพื้นที่ปกครองในอำเภอชัยบุรี และอำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี มีเกณฑ์ในการเลือก ดังนี้

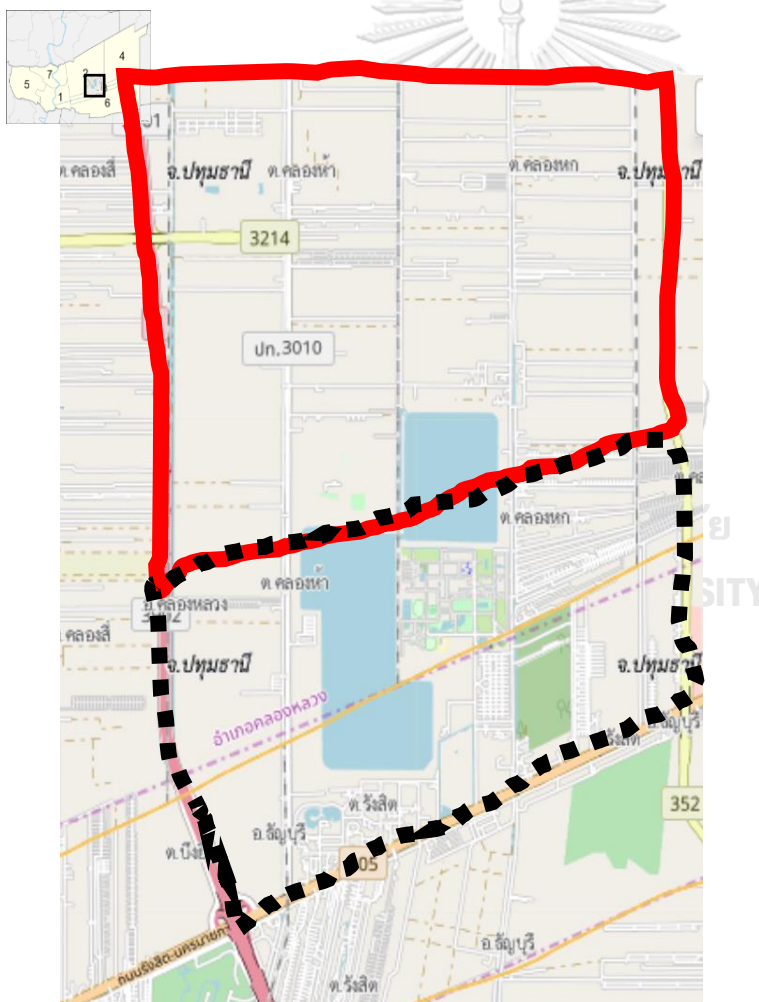
1). ความหนาแน่นของประชากร 2). สัดส่วนของประชากรในเขตเทศบาล 3). ลักษณะการใช้ที่ดิน
ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

ทิศเหนือ จรดถนนภายในตัดไปคลองสี่(หมายเลข3214)

ทิศใต้ จรดถนนรังสิตนครนายก(หมายเลข305)

ตะวันออก จรดถนนชัยบุรี(หมายเลข352)

ทิศตะวันตก จรดทางหลวงพิเศษ หมายเลข9(ทางด่วนกาญจนาภิเษก)



ภาพ 2 พื้นที่ศึกษา ตำบลรังสิต(กรอบล่าง)ในอำเภอชัยบุรี และตำบลคลองห้า และคลองหก(กรอบบน)ในอำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การก่อตัวเกาะความร้อนเมือง(Urban heat island formation) เป็นการกระทำจากกิจกรรมของมนุษย์ที่สร้างการเปลี่ยนแปลงในสภาพแวดล้อมเมืองอย่างต่อเนื่อง(Gartland, 2011; Hutcheon และคณะ, 1967; Landsberg, 1981)
2. ตำบล หรือกิ่งอำเภอในเมือง(Urban sub district) ความหมายตามกฎหมายไทยคือ ท้องที่ที่รวมหมู่บ้านหลายหมู่บ้านเข้าด้วยกัน และมีประกาศจัดตั้งเป็นตำบลมีกำนันเป็นหัวหน้าปกครองสำหรับคำจำกัดความ American Heritage Dictionary(Language, 2020) คือ ย่านที่อยู่อาศัยหรือชุมชนรอบนอกเมือง หรือชานเมืองเป็นพื้นที่ที่อยู่อาศัยมักจะอยู่รอบ ๆ เมืองใหญ่ ในงานวิจัยนี้เป็นขอบเขตพื้นที่ที่เชื่อมโยงกับความเป็นเมืองและสามารถรับรู้จากลักษณะทางกายภาพเมือง (กระทรวงมหาดไทย, 2562)
3. จังหวัดปทุมธานี (Pathumthani) เป็นจังหวัดจังหวัดหนึ่งที่อยู่ในภาคกลางของประเทศไทย เป็นหนึ่งในห้าจังหวัดในพื้นที่ปริมณฑลของกรุงเทพมหานคร ตั้งอยู่บริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาทางทิศเหนือของกรุงเทพมหานคร(เว็บไซต์จังหวัดปทุมธานี, 2020)

1.5 สมมติฐานการวิจัย

1. การพัฒนาเมือง และกิจกรรมของมนุษย์อาจเป็นสาเหตุในการก่อตัวของเกาะความร้อนเมือง และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเมือง
2. การใช้ที่ดินเพื่อสิ่งปลูกสร้างอย่างหนาแน่น อาจเป็นการเพิ่มความเข้มข้นของเกาะความร้อนเมืองที่มีความสัมพันธ์กับการใช้พลังงาน และอุณหภูมิเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นในเขตเมือง
3. การลดความร้อนเมืองโดยใช้องค์ประกอบทางธรรมชาติ แหล่งน้ำ และพื้นที่สีเขียว

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลภาคเอกสารอ้างอิง และเก็บข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุของการเกิดเกาะความร้อนเมือง และพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสังคมเมือง
2. คำนวณหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ การก่อตัวของเกาะความร้อนเมืองที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และการบริหารจัดการเมือง
3. สร้างแบบจำลอง หรือแบบคำนวณในการปรับปรุงพื้นที่ทางกายภาพ เพื่อบรรเทาเกาะความร้อนเมือง และแนวทางการสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับมนุษย์ในชุมชนเมือง

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อเกาะความร้อนด้านสถาปัตยกรรมจากสภาพแวดล้อมทางกายภาพของชุมชนเมือง
2. ทราบถึงค่าน้ำหนักของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อเกาะความร้อนจากองค์ประกอบทางกายภาพเมือง
3. ทราบถึง วิธีการ รูปแบบและความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อเกาะความร้อน และการปรับปรุงออกแบบกายภาพของเมือง

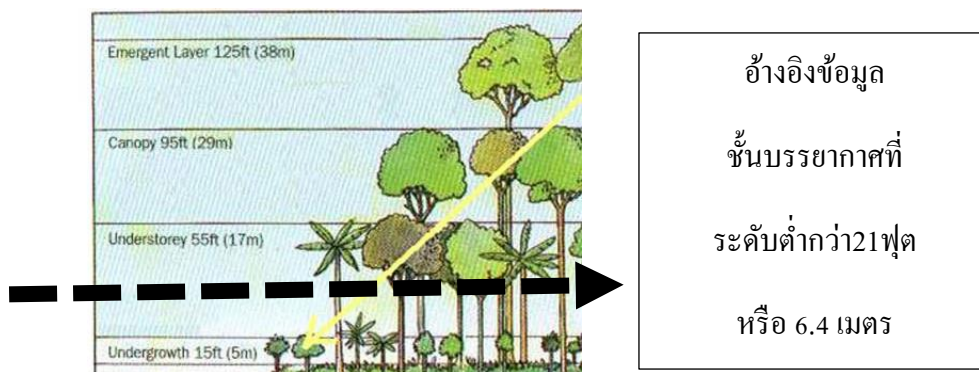
1.8 ข้อจำกัดในการศึกษา

1. ข้อมูลตัวแทนสภาพอากาศ

- 1.1 สถานีอุตุนิยมวิทยาปทุมธานี ตำบล คลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง ปทุมธานี ตัวแทนพื้นที่จังหวัดและอำเภอคลองหลวง
- 1.2 ศูนย์วิจัยข้าว ปทุมธานี ตำบลรังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ตัวแทนพื้นที่อำเภอธัญบุรี และตำบลคลอง5 คลองหก รวมถึงตำบลรังสิต
- 1.3 การเก็บข้อมูลสภาพอากาศตั้งแต่เดือนตุลาคม 2562ถึงเดือนกันยายน 2563 ในพื้นที่ศึกษาตำบลคลอง5 คลองหก รวมถึงตำบลรังสิต

2. ข้อมูลในการคำนวณ

- 2.1 ข้อมูลพื้นผิว เป็นการนำเข้าของข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ และทำการประมวลผลภาพบนสื่อดิจิทัลแสดงการปกคลุมอาคารสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่แหล่งน้ำ ดิน และพื้นที่สีเขียวในระนาบแนวนอนเป็นค่าดิจิทัลพิกเซล(pixel)
- 2.2 ข้อมูลชั้นบรรยากาศ เป็นข้อมูลปริมาณความร้อนจากรังสีจากดวงอาทิตย์ การใช้กระแสไฟฟ้า การเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง และความร้อนจากมนุษย์ในตำแหน่งที่ต่ำกว่าเรือนยอดต้นไม้ และเกิดกับชั้นบรรยากาศที่ติดกับพื้นผิวเป็นชั้นบรรยากาศที่ผู้คนอาศัย



ภาพ 3 ข้อมูลบรรยากาศในตำแหน่งที่ต่ำกว่าเรือนยอดไม้เป็นชั้นบรรยากาศที่ผู้คนอาศัย

ตาราง 1 วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	วิเคราะห์	ผลที่ได้รับ
1.ศึกษาด้านเหตุการณ์ เกิดเกาะความร้อน จากการพัฒนาเมือง ด้านสถาปัตยกรรม	1.1ศึกษาข้อมูลสาเหตุ ของความร้อนจาก -การพัฒนาเมือง -การกระทำของมนุษย์ 1.2ศึกษาตัวแปรการลด ความร้อนสู่สมดุล พลังงาน	1.1แหล่งที่มาของ ความร้อน -พื้นผิว -บรรยากาศ 1.2การลดความร้อน เมือง	1.1ตัวแปรจาก การพัฒนาเมือง และการกระทำ ของมนุษย์ 1.2 คัดเลือกตัว แปรที่เกี่ยวข้อง กับการลดความ ร้อนเมือง
2.หาความสัมพันธ์ และอิทธิพลของตัว แปรต่างๆต่อการเกิด เกาะความร้อนในเขต ร้อนชื้น ประเทศไทย	2.1ศึกษาอิทธิพลของตัว แปรต่อสภาพอากาศ 2.2ศึกษาพื้นที่ศึกษา จังหวัดปทุมธานี 2.3 สํารวจและเก็บข้อมูล ภาคสนาม 2.4 คำนวณและ วิเคราะห์ตัวแปร	2.1อิทธิพลของตัว แปรต่างๆใน -พื้นผิว -บรรยากาศ 2.2วิเคราะห์สภาพ อากาศ -อุณหภูมิเฉลี่ย -ความชื้น -ปริมาณน้ำฝน -ความยาวนานของ แสงแดด -การระเหยของน้ำ	2.1 ตัวแปร สภาพอากาศที่ รับอิทธิพลจาก ความร้อนเมือง 2.2ความสัมพันธ์ ของตัวแปร ต่างๆ 2.3สัดส่วน และ ค่าของปริมาณ ความร้อน
3.เสนอแนวทางจัด สภาพแวดล้อม กายภาพสอดคล้อง กับปัจจัยที่มีอิทธิพล ต่อเกาะความร้อน เมือง	3.1 ศึกษาตัวอย่างเมือง ในประเทศไทย 3.2 สรุปแนวทางการ จัดการสภาพแวดล้อม ทางกายภาพของเมือง	วิเคราะห์กรณี ตัวอย่าง -องค์ประกอบทาง กายภาพ -องค์ประกอบทาง ธรรมชาติ	ความน่าจะเป็น ของสัดส่วนการ พัฒนาเมืองกับ ความร้อนเมือง สำหรับภูมิภาค ร้อนชื้น

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการก่อตัวของเกาะความร้อนจากการพัฒนาเมืองด้านสถาปัตยกรรมสามารถสรุปจากแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยแบ่งเป็น 4รอบพิจารณา ดังต่อไปนี้

1. หลักการ และการจัดการความร้อนตามธรรมชาติ ประกอบด้วย
 - 1.1 แหล่งพลังงานความร้อน
 - 1.2 ความสมดุลของพลังงาน โลก และบรรยากาศ
 - 1.3 การถ่ายเทความร้อน
2. เกาะความร้อนเมือง และความร้อนที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์
 - 2.1 กระบวนการเป็นเมืองและการพัฒนาเมือง
 - 2.2 ปฏิกิริยาการแผ่รังสีความร้อน
 - 2.3 ผลกระทบจากเกาะความร้อนเมือง
3. หลักการคำนวณค่าปริมาณความร้อน
 - 3.1 แหล่งที่มาของความร้อนจากพื้นผิว
 - 3.2 แหล่งที่มาของความร้อนในชั้นบรรยากาศ
4. แนวทางจัดการลดความร้อนเมือง
 - 4.1 พื้นที่สีเขียว
 - 4.2 แหล่งน้ำ

2.1 หลักการ และการจัดการความร้อนตามธรรมชาติ

ระบบภูมิอากาศ เกิดจากพลังงานที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ โลกสกัดกั้นส่วนหนึ่งของพลังงานที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ การแผ่รังสีสู่พื้นผิวที่ตั้งฉากกับรังสีนั้นพบที่ขอบด้านบนของชั้นบรรยากาศโลก และเป็นค่าคงที่ของแสงอาทิตย์(Solar constant หรือ S_0) ส่วนพลังงานที่ส่งไปยังขอบด้านบนของชั้นบรรยากาศของโลกสามารถสะท้อน และดูดซับได้โดยชั้นบรรยากาศ และอีกส่วนหนึ่งเกิดการสะท้อน และดูดซับที่พื้นผิวโลก การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์เท่ากับการแผ่รังสีของโลกที่ปล่อยออกมาเป็นกฎธรรมชาติทางกายภาพของรังสีดวงอาทิตย์และรังสีความร้อน (Guyot, 1998)

สมดุลการแผ่รังสีของโลก เป็นการจัดการพลังงานแสงอาทิตย์ที่โลกได้รับในช่วงระยะเวลาที่กำหนด มีรูปแบบของความสมดุลที่เกิดขึ้นจากปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่โลกดูดซับโดย

ชั้นบรรยากาศและพื้นผิวของโลก เท่ากับปริมาณรังสีความร้อนที่โลกปล่อยออกมาจากพื้นผิวและบรรยากาศ เพื่อกลับสู่อวกาศอาจใช้ระยะเวลาหนึ่งปี หรือมากกว่านั้น (Burroughs, 2001)

2.1.1 แหล่งพลังงานความร้อน

ดวงอาทิตย์ แหล่งพลังงานความร้อนขนาดใหญ่ที่สุดของโลก มีความยาวแสงคลื่นสั้นและถ่ายเทพลังงานจากแหล่งความร้อนสูงกว่าสู่ความร้อนต่ำกว่าเสมอ มักเกิดขึ้นได้ 3 ทางคือ การนำความร้อน (Conduction) การพาความร้อน (Convection) และการแผ่รังสี (Radiation) ความร้อนจึงเป็นพลังงานที่เปลี่ยนจากรูปแบบอื่นๆ ได้ เช่น พลังงานไฟฟ้า พลังงานกล พลังงานเคมี หรือพลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น (รังสรรค์ อากาศ์ภะกุล, 2004)

นิยามของปริมาณความร้อนคือ ปริมาณความร้อน 1 แคลอรีเป็นปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำมวล 1 กรัมมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส ปริมาณความร้อน 1 บีทียูเป็นปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำมวล 1 ปอนด์มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาฟาเรนไฮต์ ปริมาณความร้อน 1 บีทียูเท่ากับ 252 แคลอรี และพลังงานความร้อน 1 แคลอรีเกิดจากการทำงาน 4.2 จูล ค่าที่ใช้ในการคำนวณพลังงานความร้อนจากแคลอรีเป็นจูล 1 แคลอรีเท่ากับ 4.20 จูล 1 บีทียูเท่ากับ 252 แคลอรี หรือ 1 กิโลแคลอรีเท่ากับ 4,200 จูล โดยปริมาณความร้อน 1 จูลคือ ปริมาณความร้อนที่มีขนาดเท่ากับงานที่เกิดจากแรง 1 นิวตันกระทำต่อวัตถุแล้วมีผลให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรงกระทำเป็นระยะทาง 1 เมตร พลังงานความร้อน 1 แคลอรีเป็นพลังงานความร้อนที่ทำให้ น้ำมวล 1 กรัมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส หรือพลังงานความร้อน 1 บีทียูเป็นพลังงานความร้อนที่ทำให้ น้ำมวล 1 ปอนด์ มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาฟาเรนไฮต์ (คณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2012; สุชาติ สุภาพ, 2015)

ความหมายของความร้อนคือ ปริมาณของพลังงานที่จะทำให้วัตถุร้อนขึ้น และความหมายของอุณหภูมิคือ ตัววัดค่าของพลังงานจลน์เฉลี่ยอาจใช้เครื่องมือในการวัดระดับความร้อนหนาวของอากาศและสิ่งต่างๆ ในทางฟิสิกส์ได้กล่าวไว้ว่า โมเลกุลของสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าศูนย์เคลวิน การเคลื่อนที่ตลอดเวลา และอัตราการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น การเคลื่อนที่ของโมเลกุลมีผลทำให้สสารเกิดความร้อนแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิกับความร้อนมีความสัมพันธ์กัน และขนาดของวัตถุอาจมีผลต่ออุณหภูมิ ตัวอย่างเช่น วัตถุที่มีขนาดเล็กจะมีปริมาณความร้อนน้อยกว่าวัตถุที่มีขนาดใหญ่ (ปรเมษฐ์ ปัญญาเหล็ก, 2010) (คณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2012)

ในความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความร้อน เมื่อความร้อนเพิ่มหรือลดลง จะทำให้ อุณหภูมิสูงขึ้นและลดลงเช่นเดียวกัน ทิศทางการไหลของความร้อน ความร้อนจะไหลออกจากวัตถุ ที่ร้อนกว่าไปยังวัตถุที่เย็นกว่า จึงทำให้วัตถุสูญเสียความร้อนไปมีผลต่ออุณหภูมิที่ลดลงอุณหภูมิ อากาศเกิดจากการปลดปล่อยพลังงานความร้อนของพื้นดินที่ได้รับจากพลังงานรังสีดวงอาทิตย์ส่ง ให้กับบรรยากาศ และมนุษย์สามารถรับรู้ในความร้อนรู้สึก(Sensible heat)(บดินทร์ชาติ สุขบท, 2003)จากกระบวนการนำความร้อนที่เกิดจากพื้นผิวที่มีอุณหภูมิสูงส่งให้กับอากาศที่ติดอยู่กับพื้นผิว และถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศที่สูงขึ้นในกระบวนการพาความร้อน

การวัดอุณหภูมิอากาศ(Temperature measurement) เป็นการวัดอุณหภูมิในชั้นบรรยากาศที่ เกิดขึ้นจากกระบวนการนำความร้อน โดยส่วนใหญ่การอ้างอิงมาจากอุณหภูมิอากาศที่อยู่เหนือ ระดับพื้นดิน 1-2 เมตรขึ้นไป อุณหภูมิเป็นปริมาณที่แปรผันโดยตรงกับพลังงานจลน์เฉลี่ยของก๊าซ การกล่าวอ้างถึงวัตถุร้อนมาก หรือน้อยสามารถบอกได้ด้วยอุณหภูมิของวัตถุนั้น คือวัตถุที่มีระดับ ความร้อนมากจะมีอุณหภูมิสูง วัตถุที่มีระดับความร้อนน้อยจะมีอุณหภูมิต่ำ หากเอาวัตถุที่มีอุณหภูมิ สูงมาสัมผัสวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำ พลังงานความร้อนจะถูกถ่ายโอนจากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงไปยังวัตถุที่ มีอุณหภูมิต่ำ จนวัตถุทั้งสองมีอุณหภูมิใกล้เคียงหรือเท่ากัน อุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิ เรียกว่า เทอร์โมมิเตอร์ และมีมาตรวัด 2 รูปแบบคือ(คณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2012; ริงสรรค์ อากาศัทกะกุล, 2004)

1. องศาเซลเซียส (Celsius, °C) หรือองศาเซนติเกรดที่ความดัน 1 บรรยากาศ จุดเยือกแข็งของน้ำ เป็น 0เซลเซียส และจุดเดือดเป็น 100เซลเซียสระหว่างจุดเยือกแข็งและจุดเดือดแบ่ง100 ส่วนเท่ากัน
2. องศาเคลวิน (Kelvin, K) เป็นหน่วยมาตรฐานในระบบเอสไอของอุณหภูมิสัมบูรณ์ที่ความดัน 1บรรยากาศ จุดเยือกแข็งของน้ำ 273.16เคลวิน และจุดเดือด 373.16เคลวิน ระหว่างจุดเยือกแข็งและ จุดเดือดแบ่งเป็น 100 ส่วนเท่ากัน



ภาพ 4 เทอร์โมมิเตอร์ใช้วัดอุณหภูมิ เครื่องมืออุณหภูมิตามวิทยาลัย (ซ้าย) และเครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรด เทอร์โมมิเตอร์(ขวา)

ปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศ(Factors effecting on air temperature) มี 6ปัจจัย ประกอบด้วย (เสริม จันทร์ฉาย, 2017; รังสรรค์ อากาศ์พะกุล, 2004)

1. ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์(Quantity of solar radiation)

โลกได้รับรังสีดวงอาทิตย์ก่อให้เกิดการผันแปรของลมฟ้าอากาศ ดวงอาทิตย์เปรียบเสมือนก้อนสสารขนาดมหึมาที่พื้นผิวชั้นบรรยากาศโฟโตสเฟียร์มีอุณหภูมิประมาณ 6,000 องศาเซลวิน แผ่รังสีออกจากตัวโคจรอบ มีแหล่งกำเนิดพลังงานเทอร์โมนิวเคลียร์ตามธรรมชาติอยู่ในบริเวณใจกลาง คลื่นรังสีดวงอาทิตย์มีลักษณะเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากับอัตราความเร็วแสง หน่วยที่ใช้วัดรังสีที่นิยมในปัจจุบันนี้เป็นการวัดความเข้มรังสีในหน่วยของ System International (SI) units คือ วัตต์ต่อตารางเมตร ($W m^{-2}$) หรือเมกะจูลต่อตารางเมตร($MJ m^{-2}$)

ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกตั้งฉากบนพื้นผิว และชั้นบรรยากาศโลกในระยะทางเฉลี่ย พื้นที่แต่ละตารางเมตรในแต่ละวินาทีจะได้รับพลังงาน 1,360-1,400วัตต์ ค่านี้เรียกว่าค่าคงที่รังสีดวงอาทิตย์ (Solar constant หรือ S_c) และประมาณว่า 99% ของรังสีแสงอาทิตย์ที่พื้นผิวโลกได้รับเป็นรังสีคลื่นสั้น มีความยาวคลื่นระหว่าง 0.2 ไมครอน จนถึง 4.0 ไมครอน อันประกอบด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีที่ตามองเห็น และรังสี อินฟราเรดที่โลกได้รับทั้งหมด รังสีดวงอาทิตย์จะผันแปรเปลี่ยนแปลงตามความสูงพื้นที่ ตำแหน่งดวงอาทิตย์ ฤดูกาล และสภาพของบรรยากาศ

2. พื้นดิน และพื้นน้ำ(Land and water)

กรณีรับพลังงานแสงอาทิตย์เท่ากัน ในช่วงเวลากลางวัน และกลางคืนพบว่าอุณหภูมิอากาศเหนือแผ่นดินเปลี่ยนแปลงมาก และไม่คงที่ ส่วนอุณหภูมิอากาศเหนือพื้นน้ำเปลี่ยนแปลงน้อยมาก และคงที่ทั้งกลางวัน และกลางคืน

3. ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์(Geographic position) มีอิทธิพลของน้ำควบคุมอุณหภูมิอากาศ จึงไม่เกิดภาวะอากาศร้อน หรือหนาวเกินไป

4. ความสูงของพื้นที่(Altitude)

4.1. พื้นที่สูง ความกดอากาศ และความหนาแน่นอากาศน้อย บรรยากาศเหนือพื้นผิวมีมวลอากาศน้อย จึงดูดกลืน และสะท้อนรังสีแสงอาทิตย์ได้น้อย และมีอุณหภูมิ

อากาศสูงในเวลากลางวัน และลดลงในเวลากลางคืน รวมทั้งอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยมีค่าการเปลี่ยนแปลงน้อย แต่มีค่าความต่างระหว่างอุณหภูมิกกลางวัน และกลางคืนมาก

4.2. พื้นที่ต่ำ ความกดอากาศ และความหนาแน่นอากาศมาก บรรยากาศเหนือพื้นผิวมีมวลอากาศมาก จึงดูดกลืน และสะท้อนรังสีแสงอาทิตย์ได้มาก และมีอุณหภูมิอากาศสูงในเวลากลางวัน และลดลงในเวลากลางคืน รวมทั้งอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยมีค่าการเปลี่ยนแปลงมาก แต่มีค่าความต่างระหว่างอุณหภูมิกกลางวัน และกลางคืนน้อย

5. กระแสน้ำในมหาสมุทร(Ocean current) เป็นตัวกลางในการควบคุมอุณหภูมิอากาศ ทั้งกระแสน้ำอุ่น และน้ำเย็นจะมีผลต่ออุณหภูมิอากาศในพื้นที่นั้น

6. วงจรของอุณหภูมิอากาศ(Cycle of air temperature)

6.1. รอบวัน(Diurnal march of temperature) เป็นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศในรอบ 24 ชั่วโมง อุณหภูมิอากาศต่ำสุด ช่วงเช้า อุณหภูมิอากาศสูงสุด 14.00- 16.00 น. มาจากความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ กับปริมาณการแผ่รังสีของโลก พบว่า อุณหภูมิอากาศในช่วงกลางวันสูงขึ้นตามปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์และสะสมความร้อนในพื้นที่โลก เมื่อพระอาทิตย์ลับฟ้าเกิดการแผ่รังสีของโลกสู่บรรยากาศโดยไม่มีพลังงานความร้อน มีผลทำให้พื้นผิวโลกมีการสูญเสียพลังงาน และอุณหภูมิอากาศเหนือผิวโลกมีอุณหภูมิลดลง การเกิดปรากฏการณ์ ช่วงเวลาล่าของค่าสูงสุด(Lag of the maximum) เป็นการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศสูงสุดที่เกิดขึ้นช้ากว่าปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่มีค่ามากที่สุดประมาณ 2 ชั่วโมง

6.2. รอบปี(Annual march of temperature) เป็นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศต่ำสุด และสูงสุดที่เกิดขึ้นช้ากว่าประมาณ 1-2 เดือนหลังจากช่วงเวลาปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ต่ำสุด และสูงสุด

2.1.2 ความสมดุลพลังงานโลกและบรรยากาศ

ส่วนประกอบของภูมิอากาศ(Climatic component) เป็นส่วนประกอบทางกายภาพของระบบภูมิอากาศของโลก ซึ่งประกอบด้วย 5 ส่วน คือ พื้นธรณี พื้นน้ำ น้ำแข็ง บรรยากาศ และชีวภาพโดยส่วนประกอบเหล่านี้ต่างได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ในรูปการแผ่รังสี และดูดซับในปริมาณต่างกัน เป็นที่น่าสังเกตว่าบริเวณเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตรเป็นส่วนที่ร้อนที่สุดเกิดการถ่ายเทความร้อน และการแลกเปลี่ยนมวลสารระหว่างมวลน้ำและอากาศในกระบวนการสมดุล

พลังงานซึ่งมีอิทธิพลต่อภูมิอากาศ(Kiehl และ Trenberth Kevin, 1997; บุศราศิริ ธนะ และคณะ, 2019) ได้สรุปจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1. พลังงานในบรรยากาศโลกเกือบทั้งหมดมาจากดวงอาทิตย์ ซึ่งปริมาณเฉลี่ยของพลังงาน เรียกว่า ค่าคงที่รังสีดวงอาทิตย์(Solar constant) มีค่าเท่ากับ 1,370 วัตต์ต่อตารางเมตร หรือ 4,671.7 บีทียู(เสริม จันทร์ฉาย, 2017)ซึ่งเป็นค่าค่อนข้างคงที่อุณหภูมิเป็นการวัดระดับปริมาณพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้น ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิ ได้แก่ ตำแหน่งที่ตั้ง(ละติจูด) ลักษณะการกระจายของพื้นดิน และพื้นน้ำ กระแสน้ำในมหาสมุทร และระดับความสูงของพื้นที่ ส่วนการรับรู้ของมนุษย์ในความรู้สึกร้อนหรือเย็นตัวแปรสำคัญคือ ลม หรือความเร็วลม เมฆทำหน้าที่เก็บกักรังสี และความร้อนจากผิวโลก เพื่อสร้างสมดุลพลังงานโลก เมฆที่หนาจะสะท้อนรังสีจากดวงอาทิตย์ แต่คู่อรังสีที่แผ่จากผิวโลก ระบบอากาศที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ และวัฏจักรน้ำ น้ำมีคุณสมบัติการดูด และคายพลังงานช้ากว่าพื้นดิน และมีค่าความจุความร้อน(Heat capacity)มากกว่าพื้นดิน ค่าความจุความร้อนเป็นสัดส่วนระหว่างปริมาณความร้อนที่ดูดกลืนของวัตถุต่ออุณหภูมิที่เปลี่ยนไป ค่าความร้อนจำเพาะ(Specific heat)ของวัตถุเป็น ปริมาณพลังงานที่ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิ 1 องศาของมวลวัตถุ 1 หน่วย(Brunetti และ Prodi, 2015; อนุชา ศรีเรืองหล้า, 2007)

2. รังสีดวงอาทิตย์เมื่อผ่านสู่บรรยากาศโลกถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานในรูปแบบ เช่น พลังงานแสง และพลังงานความร้อน พลังงานจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ผ่านบรรยากาศโลกสามารถถ่ายเทในรูปแบบ เช่น การแผ่รังสี(Radiation) การนำความร้อน(Conduction) การพาความร้อนในแนวตั้ง(Convection) และการพาความร้อนในแนวราบ(Advection) ในสภาวะปัจจุบันการดูดกลืนรังสีที่ปรากฏในชั้นบรรยากาศส่งผลให้อุณหภูมิบรรยากาศสูงไม่เกิน 1,800 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของโลกมีค่าคงที่ และสัมพันธ์กับภาวะสมดุลพลังงานที่โลกคาย และได้รับจากดวงอาทิตย์(Gofa และคณะ, 2014) โดยอ้างอิงจากการคำนวณตามกฎสเติเฟนบอล์ทซ์แมน(Stefen-Boltzman Law) พบว่า อุณหภูมิของโลกเท่ากับ -18 องศาเซลเซียส ซึ่ง ณ ปัจจุบันอาจเกิดจากสิ่งปกคลุม หรือปัจจัยใดที่ทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้นอย่างนี้ ซึ่งในการศึกษานี้ตัวแปรสำคัญ คือสิ่งปกคลุมพื้นผิวโลกที่มีคุณสมบัติที่ต่างกันทั้งการดูดกลืน และคายพลังงาน มีอิทธิพลต่อสมดุลพลังงานโลก ในแต่ละวันที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ นั้น ขึ้นกับปริมาณพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่โลกได้รับ และปริมาณเมฆบนท้องฟ้า รวมทั้งมวลอากาศที่ ปกคลุมพื้นที่ การขึ้น-ลงและตำแหน่งสูงสุดของดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน พลังงานที่คายจากโลกจึงมีค่าเท่ากับพลังงานที่บรรยากาศได้รับจากรังสีดวงอาทิตย์ หรือเท่ากับค่ารังสีดวงอาทิตย์ ความล่าช้าระหว่างอุณหภูมิ และพลังงานความร้อนกล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในแต่ละวัน

ช้ากว่า การเปลี่ยนแปลงพลังงานประมาณ 3 ชั่วโมง ส่วนฤดูกาลมีความล่าช้าถึง 30 วัน หรือ 1 เดือน โดยประมาณ พื้นผิวโลกมีประสิทธิภาพความเร็วในการดูด และคายรังสีได้ดี(เสริม จันทรฉาย, 2017)

3.รูปแบบการสะสมความร้อนในวัสดุ เป็นความร้อนแฝง(Latent heat) พลังงานที่ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิของสสารโดยไม่ได้มีการเปลี่ยนสถานะของสสาร โดยอุณหภูมิมิได้เปลี่ยน แต่เป็นการทำลายพันธะของโมเลกุลที่ยึดกันในสถานะนั้นๆ กระบวนการความร้อนแฝงมีส่วนในการเกิดเมฆเมื่อไอน้ำในอากาศเย็นลงเกิดการควบแน่น และปล่อยพลังงานแฝงออกมาในปริมาณมากส่งผลให้บริเวณนั้นมีเสถียรภาพลดลงจึงสนับสนุนการเกิดเมฆ ในสภาพแวดล้อมที่มีความร้อนแฝงสูงจะส่งผลต่อความชื้นสัมพัทธ์สูง แต่ไม่ขึ้นกับรังสีดวงอาทิตย์อันเกี่ยวข้องกับสมดุลพลังงานในบรรยากาศ(คณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2012; สุชาติสุภาพ, 2015)

4.การคายพลังงาน อธิบายจากกฎสเตฟาน-โบลทซ์แมน(Stefen-Boltzman Law) กล่าวถึงพลังงานทั้งหมดที่วัตถุดำปลดปล่อยออกมาที่อุณหภูมิผิวหน้าที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส หากกรณีร่างกายของมนุษย์เรามีอุณหภูมิผิวกาย 37 องศาเซลเซียส และมีพื้นที่ผิวกายประมาณ 2 ตารางเมตรจะเกิดการคายพลังงาน 1 กิโลวัตต์ หรือเท่ากับ 3,414.42 บีทียูต่อชั่วโมง พลังงานมหาศาลที่กล่าวถึงนั้นร่างกายมนุษย์มิเป็นสีดำจึงไม่ได้คายทั้งหมด แต่คายเพียง 0.1 ถึง 0.9 และคงรับพลังงานจากสิ่งแวดล้อมด้วย หากอุณหภูมิวัตถุเท่ากับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมจะไม่เกิดผลต่างระหว่างพลังงานที่คายกับพลังงานที่ดูดกลืน (เสริม จันทรฉาย และ เพ็ญพร นิมนวล, 2015)

การคายพลังงานเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิวัตถุสูงกว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม หรือมีการรับพลังงานจากสิ่งแวดล้อมน้อย กรณีวัตถุดำเป็นคุณสมบัติของโลกจะพบว่า พลังงานของโลกที่ได้รับอาจเพิ่มสูงถึง 5.4 วัตต์ต่อตารางเมตรโดยอ้างอิงตัวเลขจากสมการ $E = \sigma T^4$ จะมีผลให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส หรือเท่ากับ 18.414 บีทียู ทำให้อุณหภูมิเกิดการเปลี่ยนแปลง 1 องศาเซลเซียสในขณะที่โลกมีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แต่อย่างไรก็ตามการคายพลังงานของโลกขึ้นกับสิ่งที่ปกคลุมพื้นผิวโลก เช่น พื้นน้ำ พื้นดิน พื้นที่สีเขียวจากการปกคลุมของพืชพรรณ และสิ่งปลูกสร้างต่างๆ (เสริม จันทรฉาย, 2017)

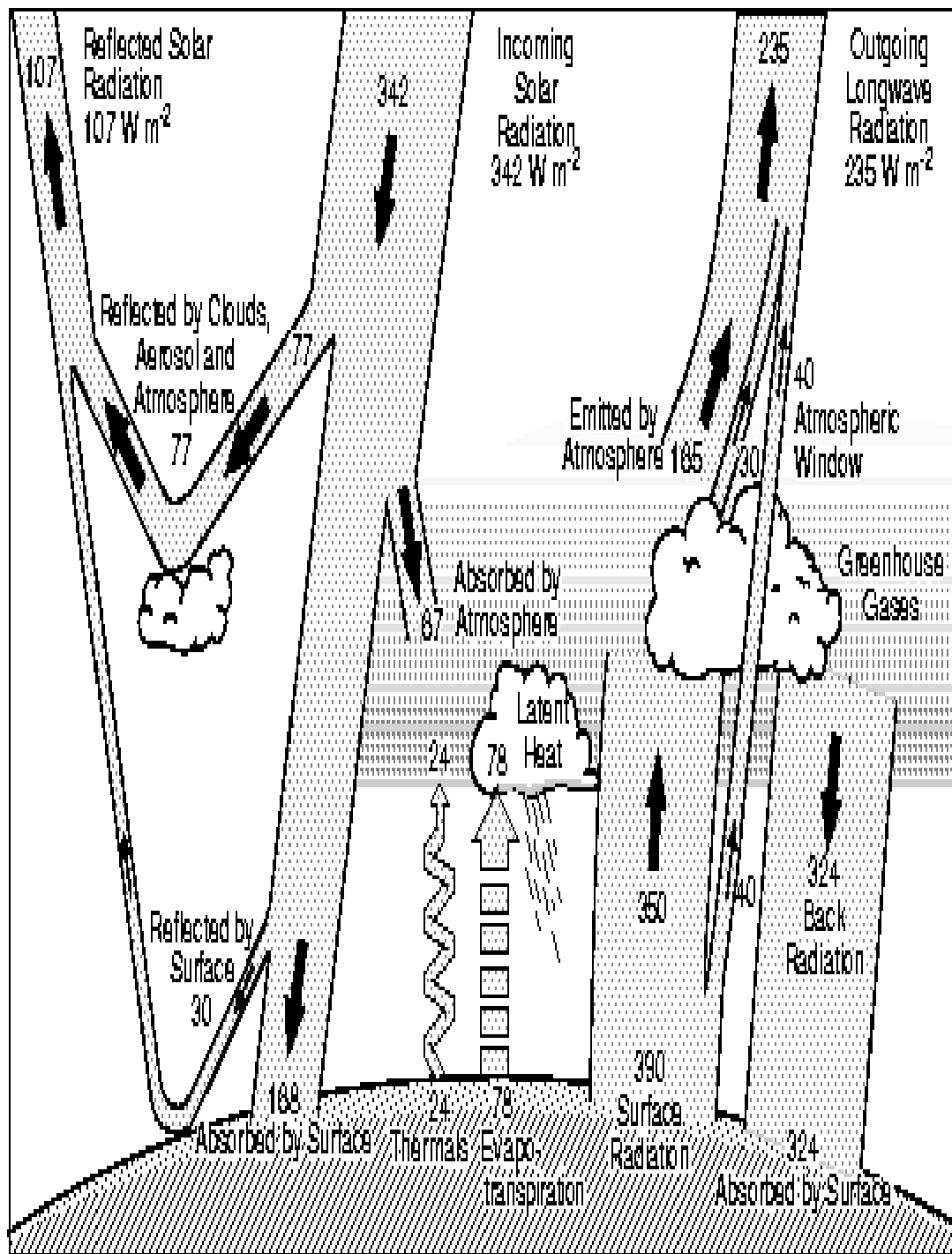
รังสีดวงอาทิตย์ตกสู่โลกโดยกระบวนการแผ่รังสีโดยตรง(Direct radiation) ในช่วงเวลา เป็นปีที่รังสีดวงอาทิตย์ทั้งหมดผ่านสู่ชั้นบรรยากาศ และเกิดสมดุลพลังงาน โลก และบรรยากาศใน 2 ลักษณะคือ(Kiehl และ Trenberth Kevin, 1997; รังสรรค์ อาภาศัพท์กุล, 2004)

1. การสะท้อนกลับเท่ากับร้อยละ	30	ประกอบด้วย
1.1 บรรยากาศร้อยละ	6	
1.2 เมฆร้อยละ	20	
1.3 พื้นผิวโลกร้อยละ	4	
2. การดูดกลืนเท่ากับร้อยละ	70	ประกอบด้วย
2.1 บรรยากาศ และเมฆร้อยละ	19	
2.2 พื้นผิวโลกร้อยละ	51	

สมดุลของพลังงานความร้อนบนพื้นผิวโลก โลกได้รับพลังงานความร้อนจากการแผ่รังสี ของดวงอาทิตย์อยู่ตลอดเวลา แต่การแผ่รังสีและปลดปล่อยพลังงานของโลกมีและเกิดขึ้นอยู่ ตลอดเวลาเช่นกัน แสดงว่าพลังงานที่ได้รับ และพลังงานที่สูญเสียต้องมีความสมดุลกัน พลังงานที่ โลกได้รับจากดวงอาทิตย์แผ่ออกมาในรูปรังสีอินฟราเรดเท่ากับ 100% ถูกสะท้อนกลับสู่ อวกาศ 30% และพลังงานที่เหลือดูดกลืน 70% โดยพื้นผิวโลก 51% และบรรยากาศ 19% ดังตาราง บัญชีพลังงานของโลก(Planetary Energy Budget) ได้สรุปสมดุลของสัดส่วนพลังงานความร้อนบน พื้นผิวโลก

ตาราง 2 บัญชีพลังงานของโลก

พลังงานขาเข้า	พลังงานขาออก
พลังงานที่โลกได้รับจากดวงอาทิตย์ 100%	พลังงานที่โลกสะท้อนกลับ 30%
	พื้นผิวโลกดูดกลืน 51%
	บรรยากาศโลกดูดกลืน 19%



ภาพ 5 สมดุลพลังงานของบรรยากาศโลก (Kiehl และ Trenberth Kevin, 1997)

2.1.3 การถ่ายเทความร้อน

การส่งผ่านพลังงานความร้อนเกิดขึ้นจากความแตกต่างของอุณหภูมิ (Temperature Different) ซึ่งเป็นแรงขับเคลื่อน (Driving Force) อัตราการถ่ายเทความร้อนจากความแตกต่างของอุณหภูมิ พลังงานความร้อนสามารถถ่ายเทจากสสารหนึ่งไปอีกสสารหนึ่ง โดยมีหรือไม่มีสื่อตัวกลางได้ผ่านกระบวนการถ่ายเทความร้อนที่แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ (คณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2012; บุศราศิริ ธนะ และคณะ, 2019; สุชาติสุภาพ, 2015)

1. การนำความร้อน (Conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนจากโมเลกุลสู่โมเลกุลหนึ่งที่อยู่ติดกันจากอุณหภูมิสูงไปสู่อุณหภูมิต่ำ เช่น เมื่อใช้ช้อนตักข้าวในหม้อหุงจะเกิดความรู้สึกร้อนมือ ความร้อนที่เคลื่อนที่ผ่านตัวนำความร้อนซึ่งเป็นโลหะสัมผัสทิศทางไหลของความร้อน ณ ตำแหน่งใดภายในตัววัตถุ และให้ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านพื้นที่หนึ่งหน่วยนั้นต่อหนึ่งหน่วยเวลา มีค่าของปริมาณนี้เรียกว่า ฟลักซ์ความร้อน มีหน่วยพื้นฐานเท่ากับวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2) แสดงความแปรผันตามความชันของอุณหภูมิต่ำแหน่งนั้น และสัมพันธ์กับการนำความร้อนเป็นค่าเฉพาะตัวตามสมบัติกายภาพของวัตถุ
2. การพาความร้อน (Convection) เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยการเคลื่อนที่ของโมเลกุลสสาร ซึ่งมีสถานะเป็นของเหลวและแก๊ส ของแข็งมีการถ่ายเทความร้อนการนำความร้อนและการแผ่รังสี การพาความร้อนส่วนมากเกิดในบรรยากาศและมหาสมุทร การเคลื่อนที่ของของไหลถ่ายเทความร้อนระหว่างผิวหน้าของวัตถุกับของไหล การไหลที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ หรือความหนาแน่น และการไหลที่เกิดขึ้นจากลมเป็นการพาความร้อนตามธรรมชาติ
3. การแผ่รังสี (Radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนออกรอบตัวทุกทิศทาง โดยไม่อาศัยตัวกลางในการส่งถ่ายพลังงาน มี 2 กระบวนการคือ กระบวนการคงที่เป็นการถ่ายเทความร้อน และกระจายอุณหภูมิกายในตัววัตถุ และปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทมีค่าคงที่และไม่สัมพันธ์กับเวลา กระบวนการถ่ายเทไม่คงที่ เป็นปริมาณความร้อนที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ในการวิจัยนี้ตัวแปรที่ศึกษาอยู่ในกระบวนการคงที่ของการถ่ายเทความร้อน

2.2 เกาะความร้อนเมือง และการกระทำของมนุษย์

บรรยากาศของโลกเกิดการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา ภูมิอากาศของโลกมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาต่างกันตามแต่ละปัจจัยและสาเหตุนั้น ความร้อนจากมนุษย์เป็นสาเหตุสำคัญในการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน การสะสมความร้อนที่เกิดขึ้นมีการคาดการณ์ว่าเกิดขึ้นก่อนปีพ.ศ. 2490ทราบจากการสังเกตการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ(Change, 2007) ความร้อนที่สะสมก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง อาทิเช่น การเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำในมหาสมุทร และขนาดของแผ่นน้ำแข็ง การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีสาเหตุมาจากการปัจจัยต่างๆในการดำรงชีวิต และกิจกรรมของมนุษย์

2.2.1 กระบวนการเป็นเมือง และการพัฒนาเมือง

กระบวนการการเป็นเมืองกับความเป็นเมืองมีความสัมพันธ์กันซึ่งความเป็นเมืองนั้นเป็นผลจาก กระบวนการการเป็นเมือง ส่วนการพัฒนาเมืองในการศึกษานี้เป็นมุมมองในความพยายามของมนุษย์ที่จะศึกษาที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมของเมืองภายใต้เงื่อนไขการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง เพื่อนำเสนอแนวทางความปกตึสุขด้านสภาวะน่าสบายของคนเมือง

ทฤษฎีกระบวนการเป็นเมือง และปัจจัยในการกำหนดความเป็นเมือง(ดารณี บัญชรเทวกุล, 2006) ความหมายของ ความเป็นเมือง(Urbanization) เป็นกระบวนการกลายเป็นชุมชนเมืองจากการเคลื่อนย้ายคนเข้าสู่บริเวณเมือง หรือการขยายตัวของพื้นที่เมืองออกไปจนเกิดการเพิ่มจำนวนประชากรที่อยู่รวมกันอย่างหนาแน่น ทำให้สัดส่วนประชากรในเขตเมืองเพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดมาจากกระบวนการความเป็นเมืองใน 2 ขั้นตอนคือ การเคลื่อนย้ายคนเพื่อประกอบกิจกรรม หรือกิจการต่างๆ และการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิต ค่านิยม ทัศนคติ และพฤติกรรมจากชนบทเป็นคนเมือง

การกำหนดพื้นที่ชุมชนของประเทศไทย โดยอ้างอิงการศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2490ถึง2510 ของ (Goldstein, 1987)และตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518 ถึง2531ของ (Tirasawat, 1985) ดังนี้

1. จำนวนประชากรและการกระจายตัวของประชากรในพื้นที่เมืองพบว่าในปี พ.ศ.2510มีการเปลี่ยนแปลงของเมืองขนาดเล็กไปสู่เมืองขนาดกลาง จำนวนของเมืองที่มีประชากรน้อยกว่า 10,000คน ลดลงเหลือแค่ 1 ใน 3 เมืองที่มีประชากรระหว่าง 10,000 ถึง 20,000 คน แต่เมืองที่มีประชากร 20,000 -50,000คนกลับมีประชากรที่เพิ่มจากร้อยละ 4.4 ในปี พ.ศ.2490 มาเป็นร้อยละ 27.8ในปี พ.ศ.2510

2. การกระจายตัวของประชากรของเมืองขนาดต่างๆในประเทศไทย เมืองขนาดใหญ่ที่มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มขึ้นของประชากรในเมืองทั้งประเทศซึ่งการเปลี่ยนแปลงระดับของกระบวนการเป็นเมืองในประเทศไทยนั้นเป็นปรากฏการณ์ของเมืองใหญ่อย่างกรุงเทพมหานครที่มีบทบาทในเรื่องนี้เป็นอย่างมาก และพบว่าภาคกลางมีอัตราเพิ่มของประชากรในเมืองสูงสุด (Goldstein, 1987)

3. ส่วนความแตกต่างของเมืองระดับภาค มีอัตราการขยายตัวของประชากรในเมืองมากกว่ากรุงเทพมหานคร (Tirasawat, 1985)

Hackenber (1980) ทำการศึกษา และคาดการณ์เกี่ยวกับรูปแบบของกระบวนการเป็นเมืองในภูมิภาคอาเซียนได้แก่ ประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ และไทย ได้ข้อสรุปว่า

1. มีการขยายตัวสูงในอัตราการเติบโตของประชากรภาคเกษตรกรรม
2. ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2503 เกิดการเจริญเติบโต และความทันสมัยขึ้นผ่านทาง การอุตสาหกรรม และกระบวนการเป็นเมือง ทำให้ประชากรมีรายได้เพิ่มขึ้นจำนวนหนึ่ง
3. ระดับความเป็นเมืองมีค่อนข้างต่ำจากอัตราการเพิ่มประชากรในภาคชนบท
4. เกิดการกระจุกตัวของประชากรในเมืองหลวง ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเมืองกับชนบท
5. การเกิดขึ้นของเมืองรองในภาคการผลิตศูนย์กลางอุตสาหกรรม

McGee (1991) เสนอแนะรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของการตั้งถิ่นฐานที่เกิดขึ้นในภูมิภาคเอเชีย วิวัฒนาการจากเกษตรกรรมการปลูกข้าวอย่างเช่นประเทศไทย

1. เกิดการลดลงของการตั้งถิ่นฐานในชนบท จากการใช้ที่ดินทางการเกษตร และประชาชนจากแรงงานภาคเกษตรมีการเคลื่อนย้ายเข้าสู่เมือง
2. การโยกย้ายกิจกรรมภาคเกษตรเป็นกิจกรรมนอกภาคเกษตรเมืองศูนย์กลาง หรือพื้นที่ใกล้เคียงที่อยู่อาศัย ความสัมพันธ์กับรายได้ของครัวเรือน โครงข่ายคมนาคมและโครงสร้างพื้นฐาน
3. การเติบโตทางเศรษฐกิจที่เชื่องช้า แต่มีการเพิ่มขึ้นของแรงงานส่วนเกินในพื้นที่ศูนย์กลางรอง ความหนาแน่นของประชากรอันนำไปสู่กระบวนการเกิดชุมชน เป็นการรวมกลุ่มบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปเพื่อวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง เช่นการประกอบอาชีพ กลุ่มบุคคลเกิดความรู้สึกต้องการทำกิจกรรมเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์จึงเกิดความสัมพันธ์ในลักษณะกลุ่มสังคม หรือองค์กรทางสังคมเชิงพื้นที่ในสถานที่เพื่อการดำเนินกิจกรรม มีความแน่นอนในการรวมตัวกันตามลักษณะบ้านละแวกเดียวกันสู่การขยายตัวชุมชนและจำนวนครัวเรือนที่ขยายไปตามกิจกรรมของชุมชน การรวมตัวของกลุ่มบุคคลดังกล่าวอาจเกิดขึ้นพร้อมการเปลี่ยนแปลงที่ปรากฏลักษณะความเป็นชุมชนชนบท หรือเมือง ดังนี้

ชุมชนชนบท(Rural community) เป็นชุมชนขนาดเล็ก และการตั้งถิ่นฐานที่อยู่อาศัยแบบกลุ่ม(Cluster settlement) และแบบกระจาย(Scattered settlement) หรือแนวยาว(Line settlement) ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทางการเกษตร เลี้ยงสัตว์ หรือทำการประมง โดยมีพื้นที่อยู่นอกเขตเมืองหรือนอกเขตเทศบาล จึงมีความเจริญด้านวัตถุน้อยกว่าในเมือง(คำรงค์ดี แก้วเพ็ง, 2013)

ชุมชนเมือง(Urban community)จากสมัยก่อนอยู่ตามแหล่งที่เหมาะสมตามการประกอบกิจกรรมต่างๆ เช่นการประกอบอาชีพทางการเกษตรอยู่ใกล้แหล่งน้ำ มาสู่ปัจจุบันเป็นแยกหน้าที่ของเมืองให้ทำหน้าที่เฉพาะอย่างเช่น ศูนย์กลางธุรกิจ ศูนย์กลางอุตสาหกรรม ศูนย์กลางการศึกษาหรือศูนย์กลางการปกครอง ก่อให้เกิดการเคลื่อนที่ทั้งการเดินทางระหว่างศูนย์กลาง และย้ายถิ่นที่อยู่อาศัยนำไปสู่การแพร่กระจายตัวของความเป็นเมืองสู่ชุมชนชนบท(อรทัย ก๊กผล และคณะ, 2559)

การกำหนดความเป็นเมืองมี 5 ปัจจัยได้แก่ ปัจจัยทางลักษณะประชากร ปัจจัยด้านอาชีพ รายได้ และการแบ่งงานกันทำ ปัจจัยที่อยู่อาศัย และสิ่งแวดล้อมรวมถึงปัจจัยทางสังคม และวัฒนธรรมซึ่งเกณฑ์ในการกำหนด มีดังนี้(Borrego Carlos และคณะ, 2006)

1. ความหนาแน่นของประชากรต่อพื้นที่
2. ที่ตั้งของชุมชน และที่อยู่อาศัย
3. ปริมาณพื้นที่ส่วนรวม และสาธารณะ
4. การจัดสรรพื้นที่ภายในชุมชน
5. สภาพอากาศ และสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ

ความแตกต่างระหว่างชุมชนเมืองกับชนบทตามเกณฑ์ในการกำหนดความเป็นเมือง ดังนี้ ตาราง 3การเปรียบเทียบปัจจัยระหว่างชุมชนเมืองกับชุมชนชนบท

ปัจจัย	ชุมชนเมือง	ชุมชนชนบท
1.ความหนาแน่นของประชากรต่อพื้นที่	มากกว่า1,500 คนต่อ 1ตร.กม.	น้อยกว่า 1,500 คนต่อ 1ตร.กม.
2.ที่ตั้งของชุมชน และที่อยู่อาศัย	รวมตัวอย่างหนาแน่น	กระจัดกระจาย
3.ปริมาณพื้นที่ส่วนรวม และสาธารณะ	น้อยกว่า 9 ตร.ม./คน	มากกว่า 9 ตร.ม./คน
4.การจัดสรรพื้นที่ภายในชุมชน	มีการใช้ประโยชน์	มีพื้นที่ว่างรอการพัฒนา
5.สภาพอากาศ สิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ	มีการถูกทำลาย	ยังคงความเป็นธรรมชาติ

การพัฒนาเมือง(คารณิ บัญชรเทวกุล, 2006; สีนาค ตีรวรรณไชย และคณะ, 2557; อรทัย ก๊กผล และคณะ, 2559)

ความหมายของเมือง เป็นสถานที่ตั้งถิ่นฐานอันถาวร หนาแน่น และมีขนาดใหญ่โตที่นำความแตกต่างของบุคคลรวมตัวกันเป็นกลุ่มบุคคลที่มีกฎหมายควบคุมในความหนาแน่นของประชากรต่อพื้นที่ตารางกิโลเมตร มีลักษณะชุมชนที่สร้างขึ้นโดยอาคารบ้านเรือนตึก ถนนและสาธารณูปโภค รวมถึงสาธารณูปการที่รองรับอำนาจของกฎหมาย

เมือง จึงเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น ณ สถานที่ใด หรือจุดใดที่มีความหลากหลายทางศักยภาพภายใต้การบริการของระบบการขนส่งเพื่อลดความแออัดในการขนถ่ายวัสดุ และกลุ่มคน ศูนย์กลางเมืองมีลักษณะการจัดการที่รวดเร็ว และสิ้นเปลือง กิจกรรมการใช้แรงงานคนที่มีความชำนาญเฉพาะอย่าง เพื่อช่วยลดความซับซ้อนขององค์กร จึงเพิ่มโอกาสในการทำงานของคนเมืองมากกว่าคนที่อาศัยอยู่ในชนบทอาจพบว่า รูปแบบของวิธีการดำรงชีพ และความรู้สึกลึกซึ้งมีความต่างจากคนชนบทในประเทศไทย พระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496 บริเวณเทศบาลและสุขาภิบาลที่มีประชากรไม่น้อยกว่า 5,000 คน และมีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 1,500 คนต่อ 1 ตารางกิโลเมตรเป็นเมือง (Borrego Carlos และคณะ, 2006)

การจัดแบ่งสถานที่ที่มีลักษณะของแต่ละกลุ่มงานชัดเจน เช่น สถานที่พาณิชยกรรมเป็นการปฏิบัติภารกิจในการแจกจ่ายสินค้าและบริการ สถานที่อุตสาหกรรมมีโรงงานอุตสาหกรรมเพียงกลุ่มเดียว ศูนย์กลางการคมนาคมเป็นสถานที่ที่ผู้คนใช้ในการเดินทางเข้าประกอบการทำงาน หรือประกอบธุรกิจ ส่วนศูนย์กลางการบริหารและศาสนาเป็นสถานที่ที่ก่อให้เกิดการเคลื่อนไหวที่มีผลต่อชีวิตของคน กลุ่มคนพื้นเพเดียวกันมาอาศัยอยู่เป็นเมืองสมัยใหม่ที่รวมคนจำนวนมากในบริเวณที่มนุษย์สร้างขึ้น มีปฏิริยาตอบโต้ซึ่งกันและกัน และมีการควบคุมพฤติกรรมของสมาชิกผ่านกลไกอื่นที่มีใช้ครอบคร้ว

การพัฒนาเมืองมีการนิยามความหมายแยกออกเป็น 2 ประเด็นคือ

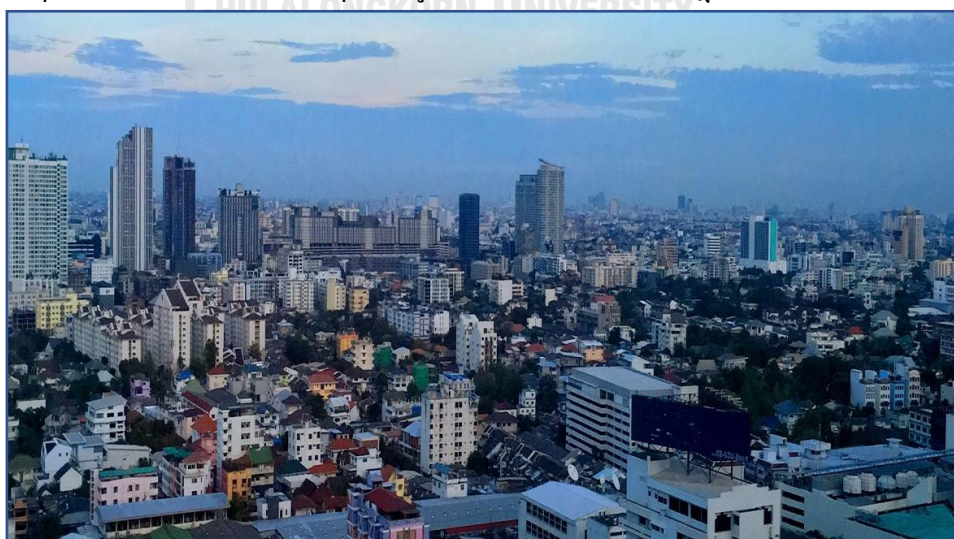
1. พัฒนาการ หรือวิวัฒนาการของเมืองโดยธรรมชาติปราศจากการแทรกแซงของรัฐ
2. จัดการจากมนุษย์ หรือรัฐที่ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมเมือง และหาวิธีแก้ไข

เมืองที่มีปัญหาต้องปรับเปลี่ยน หรือทำการปรับปรุง แก้ไขสภาพแวดล้อมด้านกายภาพ จิตวิทยา โครงสร้าง และพฤติกรรมทางด้านการเมือง เศรษฐกิจ และสังคมของเมืองที่เกี่ยวข้องกับ ปัจจัย ดังนี้

ตาราง 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาเมือง

การพัฒนาเมือง	ปัญหา	ผลกระทบที่เกิดขึ้น
1.สภาพแวดล้อม	กระจายกิจกรรมการเมือง เศรษฐกิจสังคม	ความมั่นคงทางรายได้
2. โครงสร้าง	การวางรูปแบบการใช้ที่ดิน, ประชากร และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ	คุณภาพชีวิตปลอดภัย และ สะดวกสบาย
3.กระบวนการ	การเคลื่อนย้ายของคนผู้แรงงานในเมือง	แออัดเกินความต้องการ
4.พฤติกรรม	กิจกรรมมีการขัดตามที่กฎหมายระบุ	ลดคุณค่าของมนุษย์

การพัฒนาเมืองในปัจจุบันด้านโครงสร้างเป็นการให้ความสำคัญในการวางโครงสร้างการใช้ที่ดิน และการกระจายตัวของประชากรที่สอดคล้องกับการบริการสาธารณะต่างๆ อาจมีรูปแบบการใช้ที่ดินแบบกระจาย (Urban sprawl) ที่มีถูกแปลความว่า เป็นตัวการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาอย่างขาดหลักฐาน และงานวิจัยนี้เป็นการหาปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นและมีผลต่อสภาพอากาศ ปัจจัยสนับสนุนที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน หรือการขาดการควบคุมวางผัง หลักฐานในการปะปนของกิจกรรม และความแออัดที่กระจุกตัวบริเวณศูนย์กลางของเมือง จนทำให้ชุมชนไร้ทิศทาง อาจทำให้มุมมองรูปแบบการใช้ที่ดินปรากฏชัดเจนขึ้น ได้



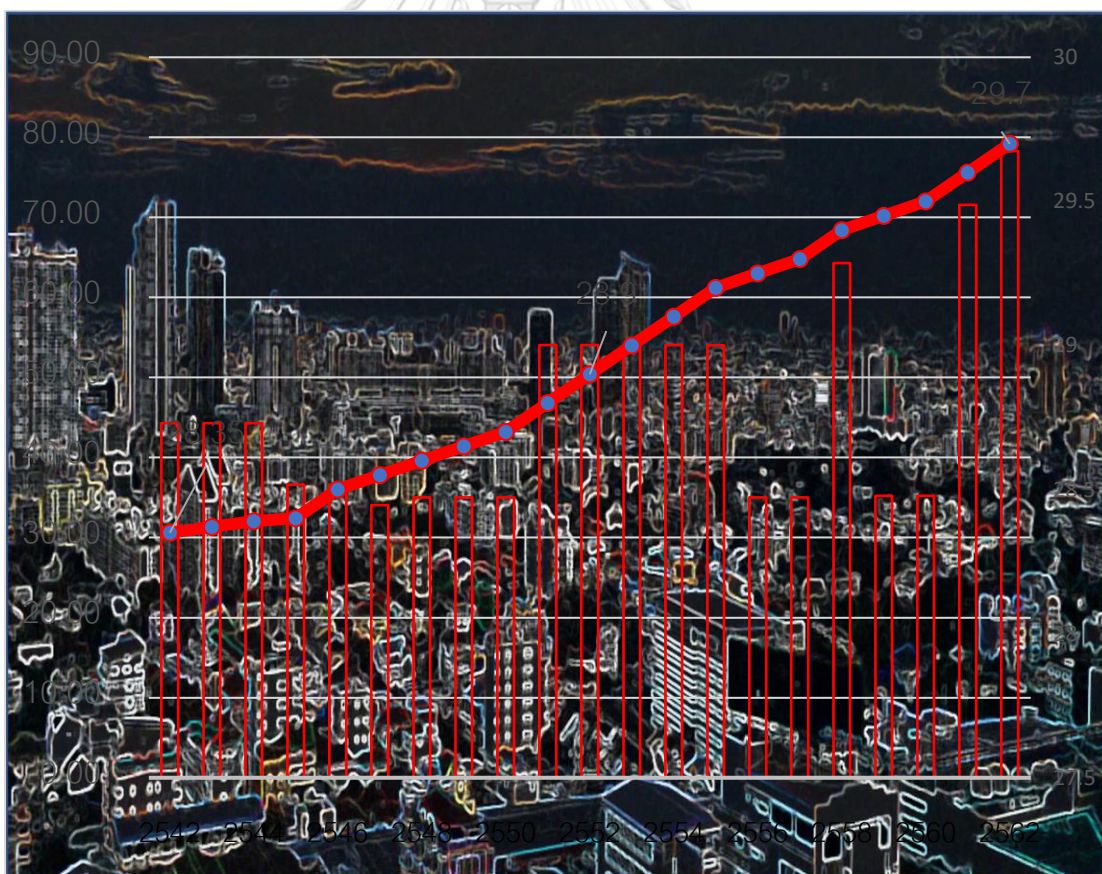
ภาพ 6 บรรยากาศมุมสูงของชุมชนเมือง จังหวัดปทุมธานี

2.2.2 ปรากฏการณ์เกาะความร้อน

เอกสารที่เกี่ยวข้องมีมุมมองของสาเหตุการเกิด ผลกระทบ และการแก้ปรากฏการณ์เกาะความร้อน ลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างระหว่างเมืองกับชนบท มีผลต่ออุณหภูมิเฉลี่ยที่สัมพันธ์กับสัดส่วนของสิ่งปกคลุมพื้นผิวดิน โดยสิ่งปลูกสร้างนั้นมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิในทางกลับกันกับพื้นน้ำ และพื้นที่เกษตรกรรมที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับเกาะความร้อนเมือง

2.2.2.1 ความหมายของเกาะความร้อนเมือง(Urban Heat Island)

การเรียกลักษณะภูมิอากาศที่มีภาพความคล้ายกับสภาพทางภูมิศาสตร์รูป ”เกาะ (Island)” จากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างความอบอุ่น กับความเย็นที่อยู่โดยรอบเมืองกับบริเวณเขตชนบท โดยรูปแบบของเส้นอุณหภูมิ(Isotherm)มีลักษณะเป็นเส้นโค้งที่มีจุดยอดสูงสุดบริเวณศูนย์กลางของเมืองที่สะท้อนการกักตัวของปริมาณความร้อนสูงและสัมพันธ์กับค่าของอุณหภูมิอากาศ (Gartland, 2012) ทำการจัดการศึกษาเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้



ภาพ 7 รูปแบบของเส้นอุณหภูมิ และปริมาณความร้อนของจังหวัดปทุมธานี

1. ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างพื้นผิวในเมืองและชนบทในช่วงเวลากลางคืนปี

อุณหภูมิที่ต่างกันระหว่างชนบท และเขตเมือง มีค่าที่สูงขึ้นตลอดทั้ง ความแข็งแกร่งที่สุดพบในตอนเย็น และตอนกลางคืน ความร้อนที่สุคมาจากการใช้พลังงานระบบทำความเย็นในตอนกลางวัน(Krayenhoff E S, 2018 ; Salamanca F, 2016) เมืองที่ล้อมรอบด้วยทะเลทรายหรือพื้นที่ปกคลุมกิ่งแห้งแล้ง อาจไม่พบปรากฏการณ์ในเวลากลางวัน(Salamanca F, 2012) ดังกล่าว เนื่องจากเมือง มีปัญหาในการระบายความร้อนจากสภาพทางภูมิศาสตร์ท้องถิ่น (Hutcheon และคณะ, 1967; Oke, 1982; Peng, Ma, และคณะ, 2018; Peres และคณะ, 2018; Schwarz และคณะ, 2011; T. R. Oke, 1967; Yao และคณะ, 2017)

2. ความร้อนแฝงจากความหนาแน่นของอาคาร และสิ่งก่อสร้างในเมือง

ความเข้มของความร้อนมาจากรังสีดวงอาทิตย์ที่แผ่สู่พื้นผิว และกลุ่มอาคารสิ่งก่อสร้างเมือง และขนาดของเกาะความร้อนคงขึ้นอยู่กับความแตกต่างของเมือง และชนบทในเชิงพื้นที่ ความเข้มจึงถือว่าเป็นปริมาณของความร้อนภายนอกที่เพิ่มเข้าสู่ชั้นบรรยากาศของเมือง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั่วโลกบ่งบอกถึงต้นเหตุที่เกิดจากมนุษย์ผ่านการพัฒนาเมือง (Martilli และคณะ, 2020)มีอิทธิพลต่อสภาพอากาศในท้องถิ่น (Balázs และคณะ, 2009; Hu และคณะ, 2016; Schwarz และคณะ, 2011; Zhou และคณะ, 2011)

Zhou และคณะ (2016) แสดงผลต่างของอุณหภูมิเมืองกับชนบทตามการพัฒนาเมือง สภาพภูมิอากาศได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของมนุษย์ และผลกระทบการขยายเมือง ยกตัวอย่างความร้อนแฝงปรากฏพร้อมกับ โครงการก่อสร้างที่ถูกจัดเตรียมสำหรับการแข่งขันกีฬาโอลิมปิกที่กรุงปักกิ่งเมื่อ 2008(Quan และคณะ, 2014)ค่าเฉลี่ยความรุนแรงอยู่ระหว่าง 2.12 ถึง 2.97 ° C

ค่าความร้อนส่วนเกินที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ในเมือง และถูกมองว่าเป็นตัวการในปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง ในบริบทภูมิอากาศและภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน ช่วง 2-3 ทศวรรษที่ผ่านมา นักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์จำนวนมากศึกษาสภาพอากาศในเมือง ความร้อนและการใช้พลังงานในอาคารการศึกษาเหล่านี้มีวัตถุประสงค์ปัญหาเกาะความร้อนเมือง (ดูตัวอย่างเว็บไซต์ US-EPA <https://www.epa.gov/heat-islands>) ตัวแปรเป็น รูปแบบรายวัน และฤดูกาล

2.2.2.2 สาเหตุการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน

โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ การแผ่รังสีเข้าสู่ชั้นบรรยากาศมีขนาดของความร้อนที่ต่างกัน การเข้าสู่ระบบในชั้นบรรยากาศของโลกเกิดการชนกันของอะตอมที่มีสารหลากหลายขนาด การดูดกลืนในชั้นบรรยากาศจึงมีความเกี่ยวข้องกับความยาวของช่วงคลื่น ทำให้โลกสามารถดูดกลืนได้บางส่วน และต้องสะท้อนกลับร้อยละ 30 ประกอบด้วยในชั้นบรรยากาศ ร้อยละ 6 และเมฆ ร้อยละ 20 รวมถึงพื้น โลก ร้อยละ 4 ส่วนการดูดกลืนที่เกิดขึ้นนั้นมี 2 ลักษณะคือ การดูดกลืนในบรรยากาศ ร้อยละ 19 (อาจกลายเป็นพลังงานความร้อน) และการดูดกลืนของพื้นผิวโลก ร้อยละ 51 รวมเป็นร้อยละ 70 อีกทั้งพื้นผิวของโลกมีการรับความร้อนที่ไม่เท่ากัน ในการเคลื่อนที่ของอากาศที่ถ่ายเทความร้อนระหว่างผิวพื้นต่างๆ มีความแตกต่างกันตามกายภาพ เช่น ผิวดิน ผิวน้ำ และผิวที่ปกคลุมพืชพรรณ เพื่อกลับสู่ความสมดุลพลังงาน โลก (Brunetti และ Prodi, 2015; Kiehl J. T., 1997)

กายภาพของเมืองเปลี่ยนแปลง เป็นข้อสังเกตสภาพภูมิอากาศในเขตเมือง และชานเมืองในกรุงลอนดอนของลูกโฮเวิร์ด Luke (1833) อากาศและอุณหภูมิบริเวณพื้นผิวของเมืองเกิดปริมาณความร้อนมากกว่าในสภาพแวดล้อมชนบท การเกิดเกาะความร้อน และความร้อนเทียมในเมืองสามารถทำการเปรียบเทียบบางสิ่งๆ ที่คล้ายกันในประเทศต่างๆ ได้ เช่น ประเทศฝรั่งเศส ออสเตรีย และสหรัฐอเมริกา ผลจากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้จัดแบ่งสาเหตุเป็น 9 หัวข้อ

1. ความร้อนจากธรรมชาติ
2. ความร้อนจากสัณฐานเมือง การวางผังเมือง
3. ความร้อนจากมนุษย์
4. ความร้อนจากสิ่งปกคลุม
5. ความร้อนจากวัสดุที่ใช้ในอาคารและสิ่งก่อสร้าง
6. ความร้อนจากการสูญเสียพืชพรรณในเขตเมือง
7. ความร้อนจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
8. ความร้อนจากแสงแดด และรังสีดวงอาทิตย์

1. ความร้อนในระบบนิเวศเมือง

ปศุสัตว์ และการเลี้ยงสัตว์มีผลต่อการเพิ่มความร้อนเมือง การถางป่าเพื่อสร้างพื้นที่ในการเลี้ยงสัตว์ และเพาะปลูกพืชเพื่อเป็นอาหารสัตว์ Zhao และคณะ (2019) เสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลทั้งระบบนิเวศ เศรษฐกิจ และสังคม กระบวนการทางนิเวศวิทยาที่กำหนดรูปแบบของชุมชน และการประยุกต์ใช้ ทฤษฎีการเผาผลาญเมทาโบลิซึมอธิบายอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีต่อรูปแบบ และกระบวนการทางชีววิทยา (Bruno และ Carror, 2015)

2. ความร้อนจากสัณฐานเมือง และการวางผังเมือง

อุณหภูมิพื้นผิวจากรูปแบบเมืองที่แตกต่างกันระหว่างเขตเมืองและชนบท ทำการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน ประเภทที่ดินและการปกคลุม (Flores R และคณะ, 2016) รูปแบบเมืองใช้วิธีการคำนวณความเข้มของพื้นผิว ความสัมพันธ์รูปร่าง และรูปแบบเมืองมีอิทธิพลต่อความร้อน Yue และคณะ (2019) การพัฒนาเมืองขนาดกะทัดรัดแบบกระจุกกระจายอาจเพิ่มความเข้มของเกาะเมืองร้อนการเพิ่มอย่างต่อเนื่องของเมืองที่แผ่ขยายทั้งขนาด และความหนาแน่นส่งผลต่อเกาะความร้อนเมืองในระดับภูมิภาค การพัฒนาเมือง ได้แก่ ความหนาแน่นของประชากร ความซับซ้อนทางรูปทรงอาคาร และความต่อเนื่องของพืชพรรณ รวมถึงพื้นที่ป่ามีอิทธิพลต่อความเข้มของเกาะความร้อนในเวลากลางคืน (Liang และคณะ, 2020)

3. ความร้อนจากมนุษย์

ความร้อนที่ปล่อยออกมาจากส่วนประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ ภาคอาคาร ภาคการขนส่ง และการเผาผลาญของมนุษย์ อาคารมีความร้อนที่ปล่อยออกมาจากการใช้ไฟฟ้า และจากเชื้อเพลิงเช่นก๊าซธรรมชาติและน้ำมันเตา (Sailor และ L., 2004) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพพลังงานอาคาร ในแง่ของการขนส่งการพักผ่อนหย่อนใจ และการอุตสาหกรรมเป็นปัจจัยจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (Dihkan และคณะ, 2015) การใช้พลังงานได้แก่ไฟฟ้าอาคาร น้ำมัน และบริโภคอาหารของมนุษย์ ใช้ข้อมูลจากซอฟต์แวร์แบบไดนามิก (Mirzaei, 2015; Santamouris, 2014; Santamouris และคณะ, 2015)

4. ความร้อนจากสิ่งปกคลุม

สภาพแวดล้อมเมือง และประเภทการใช้ที่ดินเมืองมีความสัมพันธ์กับการกลายเป็นเมือง การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทสามารถทำการคำนวณหาค่าความต่างในการใช้ที่ดินของพื้นที่การศึกษาได้ (Doan และคณะ, 2019; Huang และคณะ, 2019) การประเมินปริมาณความร้อนที่พื้นผิวใช้การคำนวณหาความเข้มของการใช้ที่ดินระดับต่างๆของเมือง ความหลากหลายวัสดุก่อสร้างผสมกับพื้นที่สีเขียว แหล่งน้ำ และพื้นดินที่ลดลงมีอิทธิพลต่อการแผ่รังสีความร้อน คุณสมบัติของพื้นผิว และตำแหน่งทางภูมิศาสตร์เมืองเป็นตัวแปรสำคัญ (Hu และคณะ, 2016; Sobrino และคณะ, 2012)

5. ความร้อนจากวัสดุที่ใช้ในอาคารและสิ่งก่อสร้าง

การกลายเป็นเมืองนำไปสู่การลดพืชพรรณ และการแทนที่ด้วยพื้นผิวที่ขาดความสามารถในการระบายความร้อนส่งผลให้เกิดการสะสมพลังงานความร้อนเขตเมืองที่อุ่นกว่าพื้นที่รอบนอก คุณสมบัติของวัสดุ และความร้อนสะสมที่พื้นผิวมีบทบาทสำคัญในการกำหนดลักษณะเกาะความร้อนเมือง (Chun และ Guldmann, 2018) เช่นวัสดุพื้นผิวลานจอดรถ เปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมพื้นผิวดินเป็นแอสฟัลต์หรือซีเมนต์ (Peron และคณะ, 2015) ความสัมพันธ์กับปัจจัยสภาพอากาศได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ระยะเวลาของแสงแดด และความเร็วลม (Yao และคณะ, 2018)

6. ความร้อนจากการสูญเสียพืชพรรณในเขตเมือง

อัตราส่วนระหว่างพื้นผิวประดิษฐ์ และพื้นที่สีเขียวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ความหนาแน่นของประชากรมีอิทธิพลต่อการกำหนดค่าทางภูมิทัศน์ และความหลากหลายของวัสดุปกคลุม ขนาดของเกาะความร้อนในเมืองมีอิทธิพลต่อสภาพอากาศภูมิอากาศของเมือง ความเย็นของเมืองเกิดจากพื้นที่สีเขียวในเมืองสูงกว่าช่วงคลื่นความร้อนที่เพิ่มขึ้น (Ali และคณะ, 2016; Ward และคณะ, 2016) ตัวแปรทางภูมิทัศน์และส่วนแบ่งของพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองมีความเกี่ยวข้องกับอัตราส่วนประชากรต่อพื้นที่เมืองและความเสื่อมโทรมของที่ดิน การกำหนดดัชนีพืชพรรณ และกำหนด

ความหลากหลายทางภูมิทัศน์ในพื้นที่ผิวประดิษฐ์และพื้นที่สีเขียวมีผลต่อขนาดของเกาะความร้อนเมือง (Huang และคณะ, 2017)

ปัจจัยฤดูกาลอาจขึ้นอยู่กับความแตกต่างเชิงพื้นที่ อัตราส่วนการมีส่วนร่วมในดัชนีพืชพรรณของประชากรในเขตเมือง และดัชนีรูปร่างภูมิทัศน์เมืองตัวแปรอิสระ อิทธิพลของความหลากหลายของภูมิทัศน์และปัจจัยหากกำหนดค่าจะลดแนวโน้มการเกิดความร้อนในเขตเมือง (Peng, Jia, และคณะ, 2018)

7. ความร้อนจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การกลายเป็นเมือง Amfield (2003) ในชั้นบรรยากาศความเข้มข้นสูงของฝุ่นละออง (PM10) ในเขตเมือง การกระจายตัวของอนุภาคลดการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ กลับเพิ่มการแผ่รังสีคลื่นยาวในชั้นบรรยากาศทำให้พื้นผิวเปลี่ยนแปลงการดูดกลืนรังสี การขนส่งสร้างมลพิษในบรรยากาศ ผลกระทบจากการขนส่งสารปนเปื้อนสู่ระบบชีวภาพ และระบบนิเวศในท้องถิ่น (Li และคณะ, 2018)

8. ความร้อนจากแสงแดด และรังสีดวงอาทิตย์

คุณสมบัติพื้นผิวเมือง และคลื่นความร้อนเป็นค่าเฉพาะของแต่ละเมืองตามภูมิศาสตร์ตำแหน่งที่ตั้ง ค่าทางความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ และกิจกรรมเมืองที่ต่างกันมีผลต่อความร้อนเมือง องค์ประกอบพื้นผิวโครงสร้างเมือง ประเภทอาคารวัสดุ และรูปทรงเรขาคณิตที่สัมผัสแสงแดดโดยตรงมีผลต่อสภาพอากาศเมือง (Gago และคณะ, 2013; Hu และคณะ, 2016; Lai และคณะ, 2018; Oliveira และคณะ, 2011; Sobrino และคณะ, 2012; Ward และคณะ, 2016)

การเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่เกิดขึ้นนั้น มีการก่อตัวและเกิดขึ้นกับเมืองต่างๆทั่วโลก การก่อตัวของเกาะความร้อนมีสาเหตุหนึ่งจาก วัสดุก่อสร้างเกิดดูดซับ และกักเก็บความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ในปริมาณมากกว่าวัสดุก่อสร้างจากธรรมชาติ ในทางกลับกันวัสดุก่อสร้างที่ใช้ในเขตเมืองมีการกักเก็บน้ำและความชื้น จึงมีความสามารถต่ำในการระบายอากาศ ความร้อนที่มนุษย์สร้างขึ้น เป็นมลพิษทางอากาศในเขตเมืองที่มีผลต่อการก่อตัวของเกาะความร้อน กิจกรรมต่างๆของมนุษย์ทำให้เกิดความร้อนขึ้น อุณหภูมิภายในเมืองสูงกว่าชนบท การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศท้องถิ่นพบ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในชั้นบรรยากาศของเมือง แต่กลับมีความชื้นลดลง ส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานภายในอาคาร โดยเฉพาะภูมิภาคเขตร้อน และร้อนชื้น มีปริมาณความต้องการด้านพลังงานสูงขึ้นในการปรับอากาศเพื่อเข้าสู่สภาวะสบายของมนุษย์ การเพิ่มปริมาณความร้อนจากระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศเข้าสู่สิ่งแวดล้อม และสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าสูงขึ้น ในทางตรงกันข้ามของการเกิดปรากฏการณ์นี้มีประโยชน์ในภูมิภาคเขตนาน และอบอุ่น เนื่องจากการกักเก็บความร้อนที่เกิดขึ้นนั้นช่วยลดการใช้พลังงานเพื่อสร้างความอบอุ่น โดยเฉพาะช่วงฤดูหนาว นอกจากนี้ปัจจัยสำคัญในการเข้าสู่ความสมดุลพลังงานยังเกิดจากสาเหตุที่มาจากการขาดพืชพรรณในพื้นที่เขตเมืองที่ช่วยบรรเทาอากาศให้เย็นลงจากการระเหยคายน้ำของต้นไม้

ลักษณะทางกายภาพของเมืองมีพื้นผิวแตกต่างหลากหลาย และใช้วัสดุที่มีความสามารถในการดูดซับความร้อนสูง เช่นกลุ่มอาคารคอนกรีต หรือพื้นถนนยางแอสฟัลต์ เมื่อเกิดกระแสลมในบริเวณที่ต่ำในระดับพื้นดิน ทำให้อากาศที่ร้อนกว่าเกิดการเคลื่อนที่จากบริเวณที่ร้อนสู่บริเวณที่เย็นกว่าได้แก่พื้นที่ธรรมชาติ หรือพื้นที่สีเขียว หรือพื้นที่นอกเมืองเขตชนบท การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเมืองส่งผลต่อการก่อตัวของปรากฏการณ์เกาะความร้อน และปัจจัยสำคัญในช่วงเวลาตอนกลางคืน มีลักษณะของปรากฏการณ์เกาะความร้อนแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่พื้นผิวจากสิ่งปกคลุมดิน และในชั้นบรรยากาศ มีความแตกต่างกันในวิธีการก่อตัวของความร้อน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (Gartland, 2012; Oke, 1987)

1. จากพื้นผิวของสิ่งปกคลุมดิน (Surface urban heat island) เป็นปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวในปริมาณความร้อนมาก หรือน้อยนั้น การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่พื้นผิวเกิดขึ้นมากที่สุดในช่วงฤดูร้อนเนื่องจากในฤดูร้อนท้องฟ้าโปร่ง และลมสงบ รังสีดวงอาทิตย์สามารถทะลุผ่านชั้นบรรยากาศลงกระทบในบริเวณพื้นผิวได้มาก ประกอบกับการขาดกระแสลมช่วยพาความร้อนออกจากเขตเมืองไปสู่เขตชนบท ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิเมือง และชนบทเพิ่มสูงขึ้นในฤดูร้อน

2. ในชั้นบรรยากาศ (Atmospheric urban heat island) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ
 - 2.1. ในตำแหน่งที่ต่ำกว่าเรือนยอด และเกิดกับชั้นบรรยากาศที่ติดกับพื้นผิวเป็นชั้นบรรยากาศที่ผู้คนอาศัยอยู่
 - 2.2. ในตำแหน่งที่สูงกว่าเรือนยอดต้นไม้ขึ้นไปจะมีความสูงถึง 1.5 กิโลเมตรจากพื้นผิวโลก ส่งผลกระทบบ่อน้างน้อยในช่วงสายจนถึงทั้งวัน แต่กลับส่งผลมากขึ้นเมื่อดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้าไป เนื่องจากการปลดปล่อยความร้อนอย่างช้าๆ จากองค์ประกอบทางกายภาพ และโครงสร้างพื้นฐานในเขตเมือง ช่วงเวลาที่อุณหภูมิขึ้นสูงสุดจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของพื้นผิวเมือง และชนบท โดยรอบ, ฤดูกาล และสภาพอากาศ

ช่วงเวลาในการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน มีรายละเอียด ดังนี้

1. ช่วงกลางวัน เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในช่วงเวลาที่เกิดความร้อนวิกฤต (Overheated period) คือ ช่วง 14.00-16.00 น. เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่พื้นผิวโลก รวมถึงสิ่งปกคลุมต่างๆ ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง และสิ่งปกคลุมดินสะท้อนความร้อนออกมาจำนวนมาก
2. ช่วงกลางคืน เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในช่วงเวลาหลังพระอาทิตย์ลับขอบฟ้า ในช่วงเวลาดังกล่าว พื้นดินมีการคายความร้อนได้ดี ประกอบกับวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารได้คายความร้อนออกมา ทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวมีอุณหภูมิสูงกว่าในช่วงเวลาอื่น



ภาพ 8 กรอบการพิจารณาตัวแปรในงานวิจัย

2.2.3 ผลกระทบจากความร้อนเมือง

ความหนาแน่นของอาคาร และสิ่งปลูกสร้างในเขตเมืองทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิเขตเมืองสูงกว่าบริเวณเขตชนบท หรือเขตป่าไม้ อุณหภูมิที่มนุษย์ รู้สึกถึงความแตกต่างของอุณหภูมิ มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิภายในเมือง (Gartland, 2012; Oke, 1982) การพัฒนา และการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในเมือง สิ่งปลูกสร้างอาคารเขตพื้นที่ เมืองจำนวนมาก อาคารเหล่านั้นใช้วัสดุประกอบอาคารที่มีความแตกต่างจากพื้นผิว บ้านเรือนในพื้นที่ชนบท เช่นการเลือกใช้คอนกรีต ยางมะตอย และหิน วัสดุเหล่านี้มี คุณสมบัติในการดูด และเก็บความร้อน รวมถึงการสะท้อนความร้อนไปยังพื้นผิวที่อยู่ บริเวณใกล้เคียงในเวลากลางคืน ทำให้อุณหภูมิในเมืองร้อนกว่าอุณหภูมิในพื้นที่โดยรอบ ดังนี้ (Bahi และคณะ, 2016; Zhu และคณะ, 2019; ปุณยนุช รุทริโก, 2558) (Gu และ Li, 2018; Zhou และคณะ, 2016)

1. อุณหภูมิอากาศเมือง (Baranka และคณะ, 2016; Oke, 1982; Wong, 2016)

ความร้อนที่สูงขึ้นในพื้นที่เมืองทำให้มนุษย์ต้องการใช้พลังงานมากขึ้น การใช้ เครื่องปรับอากาศส่งผลต่อการเพิ่มความร้อนในชั้นบรรยากาศ เครื่องปรับอากาศจะระบาย อากาศร้อนทิ้งจากในอาคารสู่ด้านนอก และความร้อนจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในการ เดินทาง รวมทั้งการบริโภคของมนุษย์จำพวกอาหารแช่แข็งที่ต้องแปรรูปยี่อาอาหารใน ระบบทำความเย็นทั้งการแข็งตัว และละลายจากความต้องการบริโภคของมนุษย์

2. อัตราการระเหยของน้ำในพื้นที่เมือง (Yang และคณะ, 2019)

การระเหยของน้ำทำให้เกิดความเย็น ตัวช่วยสำคัญในการเพิ่มความชื้นอากาศ และ ลดปริมาณความร้อนได้ ลักษณะพื้นผิวเมืองส่วนใหญ่เป็นวัสดุทึบ มีความสามารถในการ ระบายน้ำได้อย่างรวดเร็ว ไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ที่พื้นผิวได้ และการสูญเสียพืชพรรณใน เมือง ต่างกับพื้นดินที่มีพืชพรรณปกคลุม ความสัมพันธ์ของพืชพรรณ และพื้นดินช่วยชะลอ การไหลของน้ำ และเพิ่มอัตราการไหลได้ จึงเกิดการกักเก็บบริเวณพื้นผิวดิน ผิวดินชุ่มน้ำ

3. การเคลื่อนที่ของลมในเมือง (Landsberg, 1981)

เขตเมืองประกอบด้วยวัสดุพื้นผิวที่มีความหลากหลาย และมีระดับความสูงอาคาร ที่แตกต่างกันออกไป อาจส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของลม ทำให้ความเร็วของลมไหลผ่าน เมืองได้ช้าลง ในกลุ่มอาคารที่มีลักษณะขวางลม หรือมีความสูงมากอาจเป็นอุปสรรคต่อ การไหลของลม และสามารถกระจายความร้อนในเมือง

4. ความชุ่มชื้นจากน้ำ และพื้นดิน(Muhammad, 1983)
- แสงอาทิตย์ดูดซับบริเวณพื้นผิวเป็น การระเหยของน้ำตามกระบวนการธรรมชาติ ทั้งการสังเคราะห์แสง และกระบวนการระเหย(Evapotranspiration) เมื่อแสงแดดถูกดูดซับ โดยโครงสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้นเช่น ถนนลานจอดรถและอาคาร ภายภาพของเมือง มีน้ำเพียงเล็กน้อย หรือไม่มีที่ระเหยออกไป พลังงานแสงอาทิตย์เข้าเพิ่มอุณหภูมิของพื้นผิว เหล่านั้น และอากาศที่สัมผัส การก่อตัวเกิดความร้อนขึ้นทั่วเมืองเนื่องจากถ่ายเทความร้อน ในรูปการพาความร้อนจากพื้นผิวไปสู่ชั้นบรรยากาศที่สูงขึ้นหลังจากพระอาทิตย์ตกดิน อุณหภูมิยังคงสูงขึ้นเช่นเดิมอยู่เหนือพื้นที่สีเขียว หรือพื้นที่เกษตรกรรมรอบเมือง การก่อตัวของเกาะความร้อนคงตัวอยู่ในตอนกลางคืน
5. สุขภาพของมนุษย์ (เบญจพร พอเทอร์, 2009) (Walter และคณะ, 2010)
- การเปลี่ยนแปลงส่งผลให้มนุษย์ลักษณะทางชีววิทยา และสิ่งแวดล้อมได้รับ อิทธิพลจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เขตเมืองมีการตัดแปลงสภาพแวดล้อมเพื่อความ สะดวกสบาย ภูมิอากาศแปรปรวนมีผลต่อสุขภาพอนามัยต่อมนุษย์ ผลทางตรงคือ อากาศที่มี อุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้อากาศมีความไม่เย็นสบาย ส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์ผ่านทาง ระบบนิเวศ ทั้งในวัฏจักรของน้ำ แหล่งอาหาร พาหนะนำโรค สภาวะในความรู้สึกที่มีต่อ ความร้อนในการรับและสูญเสียจากสภาพแวดล้อม จึงเป็นสภาวะสมดุลทางอุณหภูมิและ ความร้อนที่มีต่อร่างกายและสภาพแวดล้อม
6. มลภาวะอากาศ (Li และคณะ, 2018)
- พื้นที่เมืองมีกิจกรรมหนาแน่นอาจก่อให้เกิดมลพิษจากการถูกพัดพาไป เมื่อมีการ ไหลเวียนของลม หากมลพิษมีการรวมตัวกันขึ้นอย่างหนาแน่นในสภาพลมที่สงบนิ่งเป็น ระยะเวลาานาน จนทำให้เกิดความร้อนขึ้น และอากาศไม่สามารถถ่ายเท ทำให้ปริมาณก๊าซ บางชนิดในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเช่น ก๊าซแอมโมเนีย และคาร์บอนไดออกไซด์เกิดเป็น ปรากฏการณ์เรือนกระจกที่ความร้อนในเมืองไม่สามารถสะท้อนออกได้แต่กลับสะท้อน กลับสู่ภายในเมือง

7. การสูญเสียพลังงาน (Santamouris, 2014; Zheng และคณะ, 2019)

พื้นที่เมืองมีอุณหภูมิสูงขึ้นในฤดูร้อนจากความต้องการในการใช้พลังงานสำหรับการระบายความร้อนภายในกลุ่มอาคารสำนักงาน และที่อยู่อาศัยเพื่อจัดการอุณหภูมิอากาศ ลดลง ความต้องการด้านการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้การใช้พลังงานในแต่ละวันมีอัตราขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่วนพลังงานจากเชื้อเพลิงต่างๆ การใช้น้ำมันรถยนต์ และใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมมีการเปลี่ยนรูปพลังงานเหล่านี้เป็นพลังงานความร้อนที่กลับเข้าสู่ระบบการสะสมความร้อนในเมือง

8. การแปรปรวนของฤดูกาล (Bahi และคณะ, 2016) (Chun และ Guldmann, 2018)

กระบวนการระเหย และการกลั่นตัวของน้ำฝนเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การเกิดฝนตกบ่อยขึ้นในฤดูร้อน และการระเหยของน้ำเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว พื้นดินที่ชุ่มน้ำเกิดการแห้งเร็วกว่าปกติ พืชจึงขาดน้ำจากการสะสมความชุ่มชื้นของดินในฤดูเพาะปลูก อันนำไปสู่การเกิดสภาพภัยแล้ง ในทางกลับกันเมื่อมีปริมาณน้ำเพิ่มก่าปกติ ดินและพืชปรับตัวไม่ทันตามการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว จึงอาจเกิดการทรุดตัวจากการลดแรงยึดเหนี่ยวกันได้

2.2.4 ผลกระทบต่อสภาพอากาศ

ความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างบรรยากาศกับพื้นโลก มหาสมุทร และสิ่งที่มีชีวิตโดยทั่วไป ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในบรรยากาศแสดงถึงสภาพของลมฟ้าอากาศ ณ ที่แห่งหนึ่งตามเวลาที่กำหนด ส่วนภูมิอากาศ(Climate) เป็นสภาพของบรรยากาศโดยทั่วไปของท้องถิ่น ซึ่งเป็นผลเฉลี่ยจากการเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศประจำวัน หรือเป็นค่าเฉลี่ยของลักษณะลมฟ้าอากาศในระยะเวลานาน ลมฟ้าอากาศ (Weather) สภาพของบรรยากาศในเวลาใดเวลาหนึ่ง หรือสถานที่ใดสถานที่หนึ่ง และมีการเปลี่ยนแปลงตามวัน เวลาและสถานที่ องค์ประกอบทางอุตุนิยมวิทยา (Meteorological element) เป็นสิ่งที่ผันแปรไปในบรรยากาศ หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ ซึ่งสภาพของลมฟ้าอากาศ ณ ที่แห่งหนึ่งตามเวลาที่กำหนด หรือองค์ประกอบทางกายภาพของลมฟ้าอากาศหรือภูมิอากาศ(คณาจารย์ภาควิชาพืชศาสตร์, 2543)

1. อุณหภูมิอากาศ

โมเลกุลของวัตถุที่เกิดการสั่นสะเทือน มีพลังงานความร้อนเกิดขึ้น เมื่อโมเลกุลเกิดการสั่นสะเทือนหรือเคลื่อนไหวเร็วขึ้น พลังงานความร้อนเพิ่มมากขึ้นเพราะการเคลื่อนไหวของโมเลกุลเร็วกว่าเกิดการถ่ายเทความร้อนให้แก่โมเลกุลช้า จนกระทั่งมีระดับความร้อนหรืออุณหภูมิเท่ากัน การถ่ายเทความร้อนจึงจะสิ้นสุดลงในกระบวนการแผ่รังสี การนำความร้อน หรือการพาความร้อน

อุณหภูมิของพื้นผิวโลกในแต่ละท้องถิ่นหรือในแต่ละเวลามีความสัมพันธ์กับปริมาณรังสีที่ลงสู่พื้นผิว และออกจากพื้นผิว หรือขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีสุทธิ (R_n) ของพื้นผิวซึ่งบริเวณเส้นศูนย์สูตรมีอุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิลดลงจากบริเวณเส้นศูนย์สูตร ไปยังขั้วโลกทั้งสองข้างในกรณีของอุณหภูมิอากาศในชั้นล่างสุดของบรรยากาศตั้งแต่พื้นผิวดินถึงที่ระดับความสูง 8-10 กิโลเมตร พบว่า อุณหภูมิอากาศลดลงตามความสูงเพิ่มขึ้นอัตรา 1 องศาเซลเซียสต่อระดับความสูง 100 เมตร

แต่อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิอากาศใกล้พื้นผิวดินในเวลากลางวันจะแตกต่างจากเวลากลางคืน โดยที่ในเวลากลางวันอากาศที่ติดกับพื้นผิวดินมีอุณหภูมิสูงกว่า แต่ในเวลากลางคืนกลับมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศที่อยู่เหนือพื้นผิวขึ้นไป ส่วนอุณหภูมิดินตั้งแต่ผิวดินจนถึงระดับความลึก 1 เมตร มีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับอุณหภูมิอากาศ ในเวลากลางวันผิวดินมีอุณหภูมิสูงสุด และเกิดการถ่ายเทความร้อนให้แก่ชั้นดินที่อยู่ลึกกว่า พอตกเวลากลางคืน พื้นผิวดินสูญเสียความร้อนให้กับบรรยากาศ ทำให้อุณหภูมิมิวดินลดลงอย่างรวดเร็ว และมีอุณหภูมิต่ำกว่าชั้นดินที่อยู่ลึกลงไป ด้วย ส่วนชั้นดินที่อยู่ลึกกว่า 1 เมตรลงไปนั้น อุณหภูมิมีค่อนข้างคงที่และมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

2. ความชื้นในบรรยากาศ

บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกประกอบด้วย แก๊สที่มีทั้งอากาศแห้งและไอน้ำที่เป็นแก๊สอิสระผสมรวมกันเรียกว่า อากาศชื้น (Moist air) ในทางอุตุนิยมวิทยาไอน้ำเป็นส่วนที่สำคัญที่สุด แม้ว่าจะมีปริมาณเพียงเล็กน้อยก็ตาม และมีการจัดตัวอยู่ในระยะความสูงไม่เกิน 8 กิโลเมตร ปริมาณไอน้ำจะมีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงระหว่าง 0-5% โดยปริมาตร บรรยากาศเหนือบริเวณพื้นจะมีไอน้ำในปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิอากาศ เพราะว่า อุณหภูมิอากาศมีผลต่อการระเหยน้ำ เมื่ออุณหภูมิอากาศเพิ่ม ปริมาตรของอากาศจะขยายตัวออก อากาศจึงมีช่องว่างที่สามารถอุ้มไอน้ำไว้ได้มากขึ้น จนถึงขีดสูงสุดจำกัด ทำให้อากาศมีความดันไอน้ำสูงสุดที่อุณหภูมิขณะนั้น ขีดกำหนดสูงสุดของปริมาณไอน้ำในอากาศดังกล่าวนี้เรียกว่า จุดอิ่มตัว (Saturation point)

ดังนั้นปริมาณไอน้ำที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศ จะแสดงให้เห็นถึงความชื้นของอากาศ ซึ่งตามปกติแล้วจำนวนไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศขณะนั้น จะน้อยกว่าจำนวนไอน้ำที่จุดอิ่มตัว และหาค่าของจำนวนไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศในขณะนั้นได้หลายวิธี สำหรับวิธีที่นิยมใช้มากที่สุดคือ วิธีหาความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ (Relative humidity) โดยเทียบเป็นอัตราส่วนระหว่างมวลของไอน้ำที่มีอยู่จริง กับมวลของไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิขณะนั้น และมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ไอน้ำในบรรยากาศอาจเกิดการควบแน่นใกล้พื้นผิวดินกลายเป็นหมอกหรือน้ำค้าง หรือไอน้ำอาจลอยสูงขึ้นพร้อมกับเกาะรวมตัวกันเป็นเมฆ และสูญเสียน้ำนั้นตกลงสู่พื้นดินเป็นวัฏจักรของน้ำ

3. น้ำฟ้า (คณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ศาสตร์, 2543)

ผลอันเกิดจากการควบแน่นของไอน้ำในบรรยากาศ ซึ่งคำว่า น้ำฟ้า (Precipitation) น้ำในสถานะของแข็ง หรือของเหลวที่ตกลงมาจากท้องฟ้าสู่พื้นดิน มีการเกิดที่ความแตกต่างกัน เช่น หิมะ (Snow) เกิดจากไอน้ำในอากาศควบแน่นกลายเป็นเกล็ดน้ำแข็ง อันเนื่องมาจากอุณหภูมิลดต่ำลงจากจุดเยือกแข็ง ลูกเห็บ (Hail) เกิดจากกระแสอากาศที่ยกตัวขึ้นและจมตัวลงภายในเมฆคิวมูโลนิมบัส จนกระทั่งไอน้ำควบแน่นและรวมตัวกันกลายเป็นก้อนน้ำแข็งขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมากกว่าที่อากาศจะพยุงไว้ได้ก็จะตกลงสู่พื้นโลก และฝน (Rain) หยดน้ำที่เกิดจากละอองขนาดเล็กหลายๆ หยดมารวมกันเป็นหยดน้ำขนาดใหญ่ มีเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า 0.5 มิลลิเมตรที่ตกลงสู่พื้นโลก

ในการศึกษานี้พิจารณาตัวแปร น้ำฟ้าเฉพาะฝนที่ตกลงสู่พื้นโลกในลักษณะของละอองน้ำ (Drizzle) จนถึงหยดน้ำขนาดใหญ่ มีเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า 0.5 มิลลิเมตร และการวัดน้ำฟ้า จะวัดเป็นความสูงของน้ำเหนือพื้นดิน โดยสมมุติว่าน้ำไม่มีการซึมซาบลงสู่ดินและไม่เกิดการระเหยขึ้นสู่บรรยากาศ โดยมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

4. การระเหยน้ำ

น้ำจากพื้นผิวน้ำ หรือพื้นผิวดินเคลื่อนที่ช้ามวล และพลังงานจากพื้นโลกสู่บรรยากาศ การระเหยน้ำใช้พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ และอากาศ ความดันไอน้ำที่น้อยกว่าพื้นผิวเกิดการระเหยน้ำ ดังนั้นน้ำ 1 กิโลกรัมจึงเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอน้ำใช้ความร้อนแฝงสำหรับการระเหย (Latent heat of vaporization) 2.45 เมกะจูล สำหรับปริมาณน้ำระเหยจากพื้นผิวดินเป็นความสูงของน้ำที่เกิดสูญเสียน้ำ โดยมีหน่วยมิลลิเมตร และมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับความชื้นในบรรยากาศ

2.3 หลักการ วิธีการ และการคำนวณค่าปริมาณความร้อน

ในการหาค่าปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากลักษณะของปรากฏการณ์เกาะความร้อน ทั้ง 2 ประเภท คือ พื้นผิวจากสิ่งปกคลุมดิน และในชั้นบรรยากาศนั้น มีปัจจัยจากธรรมชาติ และการกระทำในกิจกรรมของมนุษย์

2.3.1 แหล่งที่มาของความร้อนพื้นผิวของสิ่งปกคลุมดิน

ใช้วิธีการวัดข้อมูลโดยตรงและการสร้างแบบจำลอง การวัดติดตามสภาพอากาศ เมือง และทำแผนที่จากความร้อนเมืองเฉพาะกับเวลาที่ได้รับข้อมูล(Bechtel และคณะ, 2019; Nichol และ To, 2012) Flores R และคณะ (2016) เสนอการคำนวณปริมาณความร้อนของพื้น ใช้ 2 วิธี 1) วิธีคำนวณความร้อน โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิว เพื่อให้เหมาะสมกับความแตกต่างระหว่างรูปแบบเมือง และชนบท 2) ประเมินความร้อนโดยความแตกต่างระหว่างพื้นที่เขตเมือง และพื้นที่ชนบทจากการใช้ที่ดินแยกตามประเภทที่ดินปกคลุมและใช้ภาพถ่ายทางอากาศ(ธีรวิไล ลากตระกูล และคณะ, 2558) ประกอบข้อมูลการสำรวจพื้นที่ด้านสิ่งปกคลุม 4 ชนิด 1). มีสิ่งปลูกสร้าง 2). มีพืช ต้นไม้ และหญ้าปกคลุม 3). มีน้ำ 4). ไม่มีสิ่งปกคลุม (อรรถพล ห่อมณี และ นพรัตน์ ตาปนานนท์, 2010)

สูตรหาค่าปริมาณความร้อน

$$Q = M * C * \Delta T$$

เมื่อ M = ค่าความหนาแน่น มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร(kg/m³) ดังตารางที่ 3

C = ความจุความร้อนจำเพาะ มีหน่วยเป็นกิโลจูลต่อกิโลกรัมองศาเซลเซียส (kJ/kg.C)

ΔT = อุณหภูมิที่เปลี่ยนไปมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส(°C)

ตาราง 5 ค่าความหนาแน่น และค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุ

วัสดุ	ค่าความหนาแน่น(kg/m ³)	ค่าความจุความร้อนจำเพาะ(kJ/kg.C)
คอนกรีต	2,400	0.92
ดินเปียก	1,760	
ดินแห้ง	1,280	1.84
อากาศ	1.17	1.01
น้ำ	1,000	4.187

(คณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2012; ประเมษฐ์ ปัญญาเหล็ก, 2010)

2.3.2 แหล่งที่มาของความร้อนในชั้นบรรยากาศ

Arnfield (2003) และ Yow (2007) วัดปริมาณความร้อนจากอุณหภูมิพื้นผิวและอุณหภูมิอากาศโดยการวัดอุณหภูมิอากาศ (ปกติ 2 เมตร) เหนือพื้นดิน การเปรียบเทียบอุณหภูมิจากการวัดจุดใจกลางเมืองเมื่อเทียบกับพื้นที่ชนบทโดยรอบ ใช้ข้อมูลสถิติสภาพอากาศ ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ตรวจสอบตำแหน่งละติจูด และ ข้อมูลสถิติความต้องการสูงสุดต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้า เชื้อเพลิง และการเผาผลาญของมนุษย์ (Yomsatiankul และคณะ, 2018) มี 2 ปัจจัย ดังนี้

2.3.2.1 ปัจจัยจากธรรมชาติ

แหล่งความร้อนจากดวงอาทิตย์ (Muhammad, 1983; Robinson, 1966; Zheng และคณะ, 2019; เสริม จันทร์ฉาย, 2017; เสริม จันทร์ฉาย และ เพ็ญพร นิ่มนวล, 2015)

ดวงอาทิตย์ปล่อยพลังงานมหาศาลออกมาในรูปแบบอนุภาคพลังงานสูง และ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นหลายช่วง และบางช่วงคลื่นนั้นมนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้เช่น คลื่นวิทยุ, รังสีอินฟราเรด รังสีอัลตราไวโอเลต รังสีเอกซ์, รังสีแกมมา และรังสีคอสมิก รวมถึงคลื่นที่เรามองเห็นได้คือในคลื่นแสงธรรมดา ส่วนพลังงานของดวงอาทิตย์ที่ผลิตจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันใน 1 วินาที ดวงอาทิตย์จะเปลี่ยนไฮโดรเจน 700,000,000 ตัน ให้กลายเป็นฮีเลียม 695,000,000 ตัน และพลังงานในรูปแบบของรังสีแกมมาอีกจำนวน 5,000,000 ตัน ซึ่งสามารถผลิตพลังงานความร้อนได้ 386 พันล้าน พันล้าน เมกะวัตต์

พลังงานจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ผ่านบรรยากาศโลกสามารถถ่ายเทในรูปแบบ เช่น การแผ่รังสี (Radiation) การนำความร้อน (Conduction) การพาความร้อนในแนวตั้ง (Convection) และการพาความร้อนในแนวราบ (Advection) การหาค่าพลังงานจากดวงอาทิตย์ ซึ่งปริมาณเฉลี่ยของพลังงาน เรียกว่า ค่าคงที่รังสีดวงอาทิตย์ (Solar constant) มีค่าเท่ากับ 1,370 วัตต์ต่อตารางเมตร หรือ 4,671.7 บีทียู ซึ่งเป็นค่าก่อนข้างคงที่รังสีดวงอาทิตย์เมื่อผ่านสู่บรรยากาศโลกถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานในรูปแบบ เช่น พลังงานแสง พลังงานความร้อน การหาค่าทางสถิติรังสีอาทิตย์จากข้อมูลอุตุนิยมิวิทยา มีวิธีการหาจาก 1. ข้อมูลความยาวนานแสงแดด 2. ปริมาณเมฆ และ 3. อุณหภูมิอากาศ รวมทั้งจากฐานข้อมูลความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในประเทศไทย (เสริม จันทร์ฉาย, 2017)

$$\bar{H} = A_D * C_v$$

เมื่อ \bar{H} = ค่ารังสีอาทิตย์ มีหน่วยเป็นเมกะจูลต่อตารางเมตร ($\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$)

A_D = พื้นที่รองรับรังสี มีหน่วยเป็นตารางเมตร (m^2)

C_v = ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ มีหน่วยเป็นเมกะจูลต่อตารางเมตร ($\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$)

2.3.2.2 การกระทำในกิจกรรมของมนุษย์

1. แหล่งความร้อนจากการใช้ไฟฟ้า มี 4 ลักษณะการเกิดดังต่อไปนี้(Kent, 2008; Yii และคณะ, 2006)

ความต้านทานในวงจรไฟฟ้า มีลักษณะคล้ายกับแรงเสียดทานที่ทำให้เกิดความร้อน ในขณะที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำไฟฟ้า(Conductor)ต้องมีปริมาณมากพอที่จะสามารถดึงเอาแรงเสียดทานระหว่างอะตอมที่มีการเคลื่อนจากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่ง โดยความต้านทานนี้จะเปลี่ยนเป็นความร้อน และปริมาณของความร้อนที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยได้แก่ การหุ้มฉนวนตัวนำไฟฟ้า, ขนาดของตัวนำไฟฟ้า, วัสดุที่ใช้ผลิตตัวนำไฟฟ้า และความไวในการกระจายตัวของความร้อนที่เกิดขึ้น การเกิดความร้อนมากน้อยขึ้นกับการนำไฟฟ้าของโลหะ หรือความต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้า ตามกฎของโอห์ม

1. แรงดันไฟฟ้า(Volt, V)เป็นแหล่งจ่ายพลังงานภายนอกทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า
2. โหลด เป็นภาระที่ทำให้เกิดค่าต้านทานไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ohm, Ω) เป็นปฏิภาคผกผันกับค่ากระแสไฟฟ้า
3. กระแสไฟฟ้า (Ampere, A) อัตราส่วนระหว่างค่าของแรงดันไฟฟ้าที่มีต่อค่าต้านทานไฟฟ้า ดังนั้น ปริมาณการไหลของกระแสไฟฟ้าเมื่อไหลผ่านความต้านทาน ย่อมทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้า(Electrical energy) เป็นกำลังไฟฟ้าที่ถูกนำไปใช้ในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งของปริมาณไฟฟ้าคือ ผลคูณของกำลังไฟฟ้า กับระยะเวลาที่ใช้ ดังนี้สูตรหาค่าพลังงานความร้อนจากไฟฟ้า

$$E = P \times \text{time}$$

เมื่อ E = พลังงานไฟฟ้า มีหน่วยเป็น วัตต์/ชั่วโมง (W/Hr)
 P = กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)
 time = เวลา มีหน่วยเป็นวินาที (Hr)

หน่วยวัดพลังงานไฟฟ้า

1. วัตต์ - ชั่วโมง (Watt - Hour) คือ พลังงานไฟฟ้าเกิดจากกำลังไฟฟ้า 1 วัตต์ใน 1 ชั่วโมงเท่ากับ 3,412 บีทียู
2. กิโลวัตต์ - ชั่วโมง (Kilo-watt - Hour) คือ พลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากกำลังไฟฟ้า 1,000 วัตต์ ในเวลา 1 ชั่วโมง (Hour) หรือ 1 หน่วย หรือ 1 ยูนิต (Unit)

2. ความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง

ปฏิกิริยาการเผาไหม้ เป็นปฏิกิริยาแบบคายความร้อนระหว่างเชื้อเพลิงกับออกซิเจนเพื่อให้เกิดความร้อน จึงมีความร้อนเกิดขึ้นในปฏิกิริยานี้ โดยทั่วไปปฏิกิริยาประกอบด้วย 3 สิ่งคือ เชื้อเพลิง¹, ออกซิเจน และการจุดติดของเชื้อเพลิง ในการเผาไหม้ส่วนใหญ่จะไม่ใช้ออกซิเจนทั้งหมดจะเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก แต่จะใช้อากาศ² สมการทั่วไปของปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ของไฮโดรคาร์บอนคือ

$$C_xH_y + (x + y/4) O_2 \rightarrow x CO_2 + y/2 H_2O + \text{ความร้อน}$$

เชื้อเพลิงก๊าซ หรือเชื้อเพลิงที่อยู่ในสถานะก๊าซภายใต้อุณหภูมิและความดันปกติ มี 2 กลุ่มใหญ่คือ ก๊าซธรรมชาติ และก๊าซที่ผลิตขึ้นจากการแยกเชื้อเพลิง

ตาราง 6 ค่าความจุพลังงานของเชื้อเพลิงต่อหน่วยปริมาตร

เชื้อเพลิง	ความร้อนของเชื้อเพลิงต่อหน่วย	
	กิโลแคลอรี/หน่วย(kcal/UNIT)	พันบีทียู/หน่วย(103Btu/UNIT)
น้ำมันเบนซิน	7,520	29.84
น้ำมันดีเซล	8,700	34.52
น้ำมันเตา	9,500	37.70
แก๊สโซฮอล์	7,800	30.68
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	6,360	25.24

ที่มา: <http://www.thaigasifier.com/ค่าพลังงานความร้อน>

พลังงานของเชื้อเพลิง(Energy content of fuel) เป็นค่าความร้อนที่ถูกใช้ใน ช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง ดังนั้นสูตรหาค่าพลังงานความร้อนจากไฟฟ้า

$$Q = C \times \text{Volume}$$

เมื่อ Q = พลังงานความร้อนของเชื้อเพลิง มีหน่วยเป็น บีทียู (Btu)

C = ค่าความจุพลังงานต่อลิตร มีหน่วยเป็นบีทียู/ลิตร (Btu/Lit)

Volume = ปริมาณน้ำมันที่ใช้ มีหน่วยเป็นลิตร (Lit)

¹ ไฮโดรคาร์บอน

² ประกอบด้วย ก๊าซออกซิเจนประมาณร้อยละ 21 และก๊าซไนโตรเจนร้อยละ 79 โดยปริมาตร หรือ ก๊าซออกซิเจนประมาณร้อยละ 23 และก๊าซไนโตรเจนร้อยละ 77 โดยน้ำหนัก

3. ความร้อนจากมนุษย์

มนุษย์คายพลังงานความร้อนออกมาอยู่ในรูปของความร้อนสัมผัส และความร้อนแฝง อุณหภูมิบริเวณผิว (Surface temperature) มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับการไหลเวียนเลือดที่ผิวหนัง และมีการสูญเสียความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อมภายนอก ซึ่งร่างกายมนุษย์สามารถผลิตความร้อนออกได้โดยกลไกของร่างกาย (Physiological mechanisms)

- 1.1 การเผาผลาญสารอาหารในร่างกาย (Metabolism) เพื่อให้เกิดพลังงาน คนปกติจะมีความร้อนจากการเผาผลาญสารอาหารอย่างน้อย 40 แคลอรีต่อชั่วโมงต่อพื้นที่ผิวของร่างกาย 1 ตร.ม.
- 1.2 BMR (Basal metabolic rate) อัตราการใช้พลังงานของร่างกายเพื่อดำรงกิจกรรมที่จำเป็น เช่น การหายใจ (Breathing) Metabolic rate ลดลง สัมพันธ์กับอายุที่เพิ่มขึ้น
- 1.3 การทำงานของกล้ามเนื้อ (Muscular activity) เช่น อาการหนาวสั่น (Shivering) อาการสั่นเพิ่มการผลิตความร้อนได้ 4-5 เท่า มากกว่าปกติ
- 1.4 การเพิ่มการหลั่งฮอร์โมนไทร็อกซิน (Thyroxine) ซึ่งเป็นฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์ การเพิ่มไทร็อกซิน ทำให้เพิ่มอัตราการเผาผลาญภายในเซลล์มากขึ้น มีผลให้เพิ่มความร้อนมาก
- 1.5 ภาวะไข้ (Fever) ภาวะไข้ จะเพิ่มอัตราการเผาผลาญภายในเซลล์ ดังนั้นจะทำให้อุณหภูมิร่างกายเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิร่างกายเพิ่มขึ้นก็จะผลิตความร้อนมากขึ้น

ตาราง 7 ค่าเฉลี่ยความร้อนจากการเผาผลาญรายบุคคล

ระดับของกิจกรรม	อัตราการเผาผลาญเฉลี่ย (Btu/Hr)
นั่งพักผ่อนทำงานเบา	100-120
งานสำนักงาน และการเดินช้า	130
เดิน	150-160
ทำงานหนัก หรือออกกำลังกายหนัก	430

ที่มา: Tool (2004)

สูตรหาค่าพลังงานความร้อนจากคน (Humans Load)

$$Q = (N \times Met) \times H$$

เมื่อ N = จำนวนหน่วยคน

Met = อัตราการเผาผลาญเฉลี่ยมีหน่วยเป็นบีทียูต่อชั่วโมง (Btu/Hr)

H = จำนวนชั่วโมงที่ทำกิจกรรม มีหน่วยเป็นชั่วโมง (Hr)

2.4 แนวทางจัดการลดความร้อนเมือง

มนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับส่วนต่างๆของโลกทั้ง 4 ส่วน คือ อุทกภาค ชีวภาค ธรณีภาคและบรรยากาศ เมื่อความไม่สมดุลเกิดขึ้นต้องแก้ไขเพื่อจัดการลด หรือบรรเทาความร้อนเมืองให้กลับสู่สมดุลพลังงาน องค์ประกอบทางธรรมชาติเป็นทางเลือกในการจัดการลดความร้อนเมือง การอบการศึกษาหัวข้อนี้เป็นการรวบรวมข้อเสนอ และแนวทางแก้ไข หรือการบรรเทาความร้อนจากกิจกรรมของมนุษย์

2.4.1 พื้นที่สีเขียว

ปรากฏการณ์อุณหภูมิต่ำที่เพิ่มขึ้นในเขตเมือง หรือเกาะความร้อนเมือง เป็นหนึ่งในการปรับเปลี่ยนภูมิอากาศของมนุษย์ที่ชัดเจนที่สุด การบรรเทาและปรับสภาพอุณหภูมิของเมือง วิธีที่มีประสิทธิภาพสูง เร็วที่สุด และง่ายที่สุดเป็นการเพิ่มพื้นที่สีเขียว และพืชพรรณในโครงสร้างพื้นฐานของเมือง (Nastran และคณะ, 2019; จเร เศรษฐสกุล, 2548)

องค์การอนามัยโลก(WHO, 2016) ระบุว่าอัตราพื้นที่สีเขียวเฉลี่ยต่อประชากร 9 ตารางเมตรต่อคน การวางแผนพื้นที่สีเขียวในเมือง มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ ตั้งแต่ปี 1920 อย่างไรก็ตามหลายเมืองกำลังเผชิญกับหนทางในการบรรลุเป้าหมายที่ระบุไว้ในตามนโยบาย (Maryanti และคณะ, 2016)เนื่องจากอัตราการขยายตัวของเมืองสูง และความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น ประเทศไทยมีมาตรฐานของพื้นที่สีเขียว(สำนักงานโยธาธิการและผังเมือง, 2545) และสัดส่วนของพื้นที่สีเขียวเพื่อบริการต่อจำนวนประชากร แบ่งการใช้ประโยชน์ตามชุมชนเมือง 2 ระดับ ได้แก่ ระดับมหภาค(Macro scale) เพื่อกำหนดสัดส่วนของพื้นที่สีเขียวให้เพียงพอต่อจำนวนประชากรในชุมชน โดยอ้างอิงมาตรฐานของไทยเท่ากับ 16 ตารางเมตรต่อคน ได้จัดแบ่งตามจำนวนประชากรทั้ง 3ขนาด(WHO, 2016) และการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อสิ่งแวดล้อมสำหรับการปลูกต้นไม้ภายในพื้นที่พักอาศัย ทั้งบ้านพักอาศัย และอาคารชุดพักอาศัย(กรมผังเมือง, 2549)

1.1 ชุมชนขนาดใหญ่ มีประชากรระหว่าง 100,000-1,000,000คน ควรมีพื้นที่สีเขียว 10 ตารางเมตรต่อคน และเพื่อสิ่งแวดล้อมร้อยละ 15 ของขนาดพื้นที่ดิน

1.2 ชุมชนขนาดกลาง มีประชากรระหว่าง 250,000-100,000คน ควรมีพื้นที่สีเขียว 16 ตารางเมตรต่อคน และเพื่อสิ่งแวดล้อมร้อยละ 30 ของขนาดพื้นที่ดิน

1.3 ชุมชนขนาดเล็ก มีประชากรระหว่าง 5,000-25,000คน ควรมีพื้นที่สีเขียว 21 ตารางเมตรต่อคน และเพื่อสิ่งแวดล้อมร้อยละ 35 ของขนาดพื้นที่ดิน

2. ระดับจุลภาค(Micro scale) เพื่อให้เกิดการถึงพร้อมของพื้นที่บริการประชาชนนำไปสู่ด้านนันทนาการ และสุนทรียภาพของเมือง 4 ประเภท ได้แก่ พื้นที่สีเขียวเพื่อบริการ พื้นที่สีเขียวเพื่อสิ่งแวดล้อม พื้นที่สีเขียวบริเวณเส้นทางสัญจร และพื้นที่สีเขียวเพื่อเศรษฐกิจชุมชนโดยอ้างอิงมาตรฐานของไทย ในการศึกษาวิเคราะห์รายละเอียดในพื้นที่สีเขียวเพื่อบริการ(สำนักงานโยธาธิการและผังเมือง, 2545)

- 2.1 สนามเด็กเล่นควรมีขนาดพื้นที่ 0.05-0.5 ไร่ พื้นที่สีเขียว 0.5 ไร่ต่อ1,000 คน
- 2.2 สวนสาธารณะแนวถนน มีขนาดพื้นที่ 25-50 ไร่ พื้นที่สีเขียว 12.5 ไร่ต่อ1,000 คน
- 2.3 สวนสาธารณะระดับชุมชน ควรมีขนาดพื้นที่ 25-50 ไร่ พื้นที่สีเขียว 2.5 ไร่ต่อ1,000 คน
- 2.4 สวนสาธารณะระดับย่านควรมีขนาดพื้นที่ 30-75 ไร่ พื้นที่สีเขียว 1.5 ไร่ต่อ1,000 คน
- 2.5 สวนสาธารณะระดับเมือง มีขนาดพื้นที่มากกว่า 100 ไร่ แต่ไม่ได้กำหนดพื้นที่ต่อคน
- 2.6 สวนสาธารณะระดับภาค ควรมีขนาดพื้นที่มากกว่า 200 ไร่ แต่ไม่ได้กำหนดพื้นที่ต่อคน

ณัฐ พิษกรรม และ เกษม จันท์แก้ว (2543) ศึกษาผลของพื้นที่สีเขียวต่อการลดอุณหภูมิอากาศและอิทธิพลของพื้นที่สีเขียวต่อสภาพในเขตเมือง พบว่า พื้นที่ต้นไม้ใหญ่ปกคลุม และพื้นที่สนามหญ้ามีผลต่อการลดอุณหภูมิ (O'Malley และคณะ, 2014) รวมถึงพื้นที่สีเขียวบนหลังคาสามารถลดอุณหภูมิในฤดูร้อนลดความต้องการการทำความเย็นในร่มและปรับปรุงความสะอาดสภาพกลางแจ้ง และมีผลต่อการระบายความร้อน ประสิทธิภาพการลดอุณหภูมิขึ้นกับปริมาณขนาดของพื้นที่ และชนิดของพืช (Maimaitiyiming และคณะ, 2014; Perini และ Magliocco, 2014) พื้นที่สีเขียว หรือสวนสาธารณะขนาดใหญ่ที่สุดมีผลต่อการลดอุณหภูมิถึง 4 องศาเซลเซียสในรัศมีประมาณ 1.6 กิโลเมตร(ปริญญา ฉายะพงษ์, 2553)

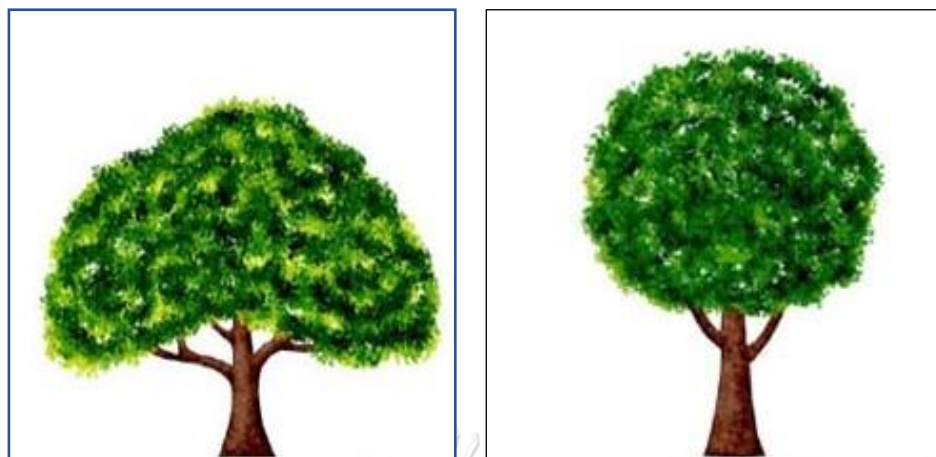
การปกคลุมพื้นผิวจากอาคาร และสิ่งก่อสร้างมีลักษณะเกาะกลุ่มเกาะความร้อน อรรถพล ห่อมณี และ นพนนท์ ตาปนานนท์ (2010)พบความหนาแน่นของเมืองเพิ่มขึ้นร้อยละ50มีผลต่ออุณหภูมิถึง6.5องศาเซลเซียสและการเพิ่มพื้นที่สีเขียวร้อยละ50มีผลลดอุณหภูมิได้ 3.5 องศาเซลเซียส องค์ประกอบทางชีวภาพ และความหลากหลายทางภูมิทัศน์ในเมืองมีนัยสำคัญต่ออุณหภูมิพื้นผิวเมือง(Guo และคณะ, 2015) พรรณไม้ในสวนเมือง เช่น พืชสวนครัว พืชหอม และพืชสมุนไพร(Tsilini และคณะ, 2015) การใช้สวนสาธารณะในเมือง การบังแดด และความเย็นของต้นไม้ ทางเดินเท้า และสวนหลังคาในสวนสาธารณะ ลดความเข้มของการทำความเย็น และอุณหภูมิเฉลี่ยของการแผ่รังสี (MRT คำนึงความสะอาดสบายทางความร้อนมีความสัมพันธ์ในเชิง

บวกกับระดับอุณหภูมิ (Akbari และ Kolokotsa, 2016; Evola และคณะ, 2017; Li และคณะ, 2011; Zhang และคณะ, 2019; วิษณุ ก่อพิมพ์, 2556)

ในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นต้นไม้อาศัยพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์และสภาพแวดล้อมในการดำรงชีวิตอยู่โดยการดูดน้ำจากใต้ดินขึ้นมาแปลงสภาพให้เป็นไอน้ำผ่านออกทางปากใบ กระบวนการสังเคราะห์แสงจะต้องใช้พลังงานความร้อนประมาณ 2.3 เมกะจูลหรือ 2,200 บีทียูเพื่อทำให้น้ำ 1 ลิตรเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอช่วงเวลากลางวัน 12 ชั่วโมงนั้นต้นไม้ขนาดใหญ่ 1 ต้นสามารถดูดน้ำจากดินขึ้นมาแปลงสภาพให้น้ำกลายเป็นไอในอัตราส่วนประมาณ 65 ลิตรต่อวันจากนั้นต้นไม้จะมีความสามารถในการลดความร้อนจากน้ำให้กับสภาพแวดล้อมเทียบเท่ากับเครื่องปรับอากาศขนาด 1 ต้นหรือ 12.56 เมกะจูลต่อชั่วโมงเท่ากับ 12,000 บีทียูต่อชั่วโมง (สุนทร บุญญาธิการ, 2004)

McPherson และคณะ (2016) ต้นไม้ใหญ่สูง 18-20 เมตรให้ความเย็นเทียบเท่ากับเครื่องปรับอากาศ 5 เครื่องทำงานติดต่อกันเป็นเวลา 20 ชั่วโมง น้ำที่ระเหยจากการคายน้ำที่ใบช่วยลดความร้อนจากบรรยากาศลดอุณหภูมิได้ถึง 3-5 องศาเซลเซียส สุนทร บุญญาธิการ (2004) การใช้ต้นไม้ช่วยลดรังสีความร้อนที่ส่องมาจากดวงอาทิตย์ลมมีอุณหภูมิประมาณ 35 องศาเซลเซียสพัดผ่านต้นไม้กลายเป็นลมที่มีอุณหภูมิลดลง 3 องศาเซลเซียส ประเภทของต้นไม้ทั้ง 3 กลุ่ม และมี 2 รูปทรงที่ให้ร่มเงาและบรรเทาความร้อน(วันเพ็ญ ภูติจันทร์, 2540; สำนักงานเสริมสร้างเอกลักษณ์ของชาติ, 1993)

1. ไม้ยืนต้น มีความสูงจากพื้นดินตั้งแต่ 240 เซนติเมตรขึ้นไป ทนแดด ทนฝน เช่น นนทรี ไทร หูกวาง จีเหือก ชัยพฤกษ์ ราชพฤกษ์ เป็นต้น
2. ไม้พุ่ม มีความสูงจากพื้นดินไม่เกิน 45- 240 เซนติเมตรเช่น บานไม่รู้โรย ดอกเรื่อง พลูค้าง ลั่นมังกะ สับประเดลี แก้ว เข็มขาว หางนกยูงไทย เป็นต้น
3. ไม้คลุมดิน สูงจากพื้นดินไม่เกิน 30 ซม. ประโยชน์ของไม้คลุมดินคือ ยึดหน้าดินไม่ให้พังทลาย ลดอุณหภูมิของดินในตอนกลางวัน เช่น หญ้ามาเลเซีย หญ้าขนวลน้อย คุณนายตื่นสาย เป็นต้น



ภาพ 9 รูปทรงร่ม(ซ้าย) และรูปทรงกลม(ขวา)เป็นรูปทรงที่งานวิจัยอ้างอิงถึงร่มเงา

ต้นไม้เพียงองค์ประกอบเดียวในอาคารจะตอบสนองต่อการลดเกาะความร้อน อุณหภูมิอากาศที่สูงกว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงที่อาจคาดการณ์ในศตวรรษที่ 21 มีแนวโน้มที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน ทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 3-6 องศาเซลเซียส (Saxel และคณะ, 2000) การล้อมโถงของที่ดินและจุลินทรีย์ในชั้นบรรยากาศ พืชพันธุ์แห่งจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้เกิดช่องโหว่ในความแข็งแรง การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมมีตัวแปรที่สำคัญดังนี้ 1). การใช้ประโยชน์จากไม้ยืนต้น2). การใช้ประโยชน์จากพืชคลุมดิน 3). การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ และ4). การใช้ประโยชน์จากวัสดุปูพื้นดิน(วรสิทธิ์ บูรณากาญจน์, 2012) การจัดการความร้อนเมืองควรใช้หลายองค์ประกอบธรรมชาติประกอบกัน อาทิ ต้นไม้ประเภทพุ่มใบและพืชคลุมดินเช่นหญ้า การใช้วัสดุพื้นผิวอาคารและมีแหล่งน้ำจัดในเมืองช่วยเพิ่มความยืดหยุ่น และประสิทธิผลของกลยุทธ์ในการบรรเทาความร้อนเมือง(O'Malley และคณะ, 2015)

ประชากรในเมืองควรมีส่วนร่วมในนโยบายและแผนปฏิบัติการของเมือง การด้านการจัดการและการปกครองของเมือง และกำหนดบทบาท กำกับดูแลสภาพภูมิอากาศในเมือง ควรดำเนินการและระบุในวาระนโยบายเกี่ยวกับความสามารถของหน่วยงานระดับท้องถิ่น รวมถึงสร้างแรงจูงใจแก่คนในชุมชน และท้องถิ่น มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็น และมีส่วนร่วมในกระบวนการสังเคราะห์วิธีแก้ปัญหา(Nassar, 2015; Parsae และคณะ, 2019)สร้างระบบนิเวศเมือง(Li และคณะ, 2011)

2.4.2 แหล่งน้ำ

แหล่งน้ำผิวดินมีบทบาทในการเพิ่มความชื้นที่อาจเกิดขึ้นจากการระเหยอุณหภูมิจากกระแสน้ำ น้ำจึงมีความเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมทางความร้อน(Webb และคณะ, 2008) แม่น้ำแหล่งน้ำธรรมชาติในเขตเมืองลดการก่อตัวของเกาะความร้อนได้(Hathway และ Sharples, 2012; Moyer และ Hawkins, 2017; Wang และคณะ, 2019) การแพร่กระจาย หรือลดความชื้นที่อาจเกิดขึ้นได้ระดับความชื้นเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิก๊าซที่เพิ่มขึ้นอ้างอิงตามฤดูกาล และอุณหภูมิของน้ำจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ ความเร็วลม และความชื้นสัมพัทธ์

น้ำมีความร้อนแฝงของการระเหยเป็นไอเท่ากับ 2,257.2 กิโลจูลต่อกิโลกรัม (KJ / Kg) หรือ 540 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (Kcal/kg) ณ ความดันบรรยากาศ หมายความว่า น้ำ 1 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสความร้อนแฝง(Latent heat of vaporization) เป็นปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอ โดยที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง(อนุชา ศรีสิงห์, 2007) การระเหยของน้ำเป็นผลทำให้พื้นดินเย็นลงมากกว่าปกติ แหล่งน้ำที่ความลึก 120 เซนติเมตรรับความร้อนสะสมจากพื้นผิว และใต้ดินเปลี่ยนแปลงสถานะเป็นไอน้ำ หากมีลมพัดผ่านรวมไอน้ำทำให้พื้นที่เย็นขึ้น 4 องศาเซลเซียส(สุนทร บุญญธิการ, 2004)

การจัดระเบียบพื้นที่ชุ่มน้ำในเมืองมีความเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิในเขตเมือง พื้นที่ชุ่มน้ำในเมืองมีการควบคุมอุณหภูมิที่ดีในเมือง(Chun-ye และ Wei-ping, 2011) ตัวอย่างการออกแบบภูมิทัศน์ระดับจุลภาค ได้แก่ 1.)พื้นที่ตัวน้ำ 2.) เรขาคณิต 3.)ดัชนีรูปร่างแนวอน 4.) ตำแหน่งที่ตั้ง การอ้างอิงกำหนดสัดส่วนที่สร้างขึ้น โดยรอบจากข้อมูลการปกคลุมของพื้นดิน และอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Sun และ Chen, 2012)

การบังแดด หรือร่มเงาจากกลุ่มอาคาร การจัดการผังเมือง รูปแบบเมือง วางกลุ่มอาคาร และส่วนปิดล้อมที่วางกลุ่มอาคารลดความร้อนในเขตเมือง(O'Malley และคณะ, 2014) Hien (2016) และจิตติศักดิ์ ชรรมาภรณ์พิลาศ และคณะ (2012) ใช้กรณีศึกษาในภูมิภาคเขตร้อน และร้อนชื้นอธิบายถึงผลของการบังแดดที่เกิดจากอาคารใกล้เคียงกันลดความร้อนเมืองได้

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยการก่อตัวของเกาะความร้อนจากการพัฒนาเมืองด้านสถาปัตยกรรมมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยที่ใช้ในการศึกษานี้ 2 กรอบ และจำแนกปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเกาะความร้อนเมือง ดังตารางที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ข้อมูลทฤษฎีหลักการเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสู่ประเด็นในการศึกษา และขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาพื้นที่ศึกษา จังหวัดปทุมธานี

ทำการเก็บข้อมูลภาคเอกสาร และสถิติ รวมทั้งสำรวจ และบันทึกข้อมูลทางกายภาพ เพื่อนำมาวิเคราะห์กรณีศึกษาตามประเด็น ดังนี้

3.1 ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์

3.2 ลักษณะภูมิประเทศ

3.3 ลักษณะภูมิอากาศ

1. อุณหภูมิอากาศ
2. ความชื้นสัมพัทธ์
3. ปริมาณน้ำฝน
4. การระเหยของน้ำ

3.4 ข้อมูลพื้นฐาน

1. อาณาเขต และการแบ่งเขตการปกครอง
2. จำนวนประชากร
3. เส้นทางคมนาคม
4. ด้านการเกษตร และอุตสาหกรรม
5. กฎหมายผังเมือง

2. สำรวจ และเก็บข้อมูลภาคสนาม

ทำการเก็บข้อมูลปฐมภูมิของกรณีศึกษาจากเอกสารและการลงพื้นที่ศึกษาในระดับตำบล อำเภอ และจังหวัด จัดแบ่งการศึกษา 6 ประเด็นได้แก่

4.1 ศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน

4.2 ศึกษาข้อมูลสภาพภูมิอากาศ

4.3 ศึกษาความเข้มรังสีดวงอาทิตย์

4.4 ศึกษาความต้องการใช้ไฟฟ้า

4.5 ศึกษาความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

4.6 ศึกษาความต้องการบริโภคของประชากร

3.1 จำแนกปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดเกาะความร้อนเมือง

ตาราง 8 ขั้นตอนการวิจัย และการจำแนกตัวแปร

วิธีการ	ประเด็น	ตัวแปร	ขั้นตอน
1. ศึกษาข้อมูลภาคเอกสาร และเก็บข้อมูลสาเหตุ และพฤติกรรมมนุษย์	1. สิ่งปกคลุมพื้นผิว 2. ความร้อนจากมนุษย์	1. แหล่งกำเนิดความร้อนจากพื้นผิว 2. แหล่งกำเนิดความร้อนในชั้นบรรยากาศ	1. รวบรวมทฤษฎีหลักการเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2. คัดแยกข้อมูลภาคเอกสารที่เกี่ยวข้อง 3. เก็บข้อมูลหลักฐาน 4. สรุปข้อมูลภาคเอกสาร
2. กำหนดหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการก่อตัวเกาะความร้อนเมือง	1. การเปลี่ยนแปลงกายภาพ 2. การบริหารจัดการเมือง	1. พื้นที่สิ่งก่อสร้าง 2. แหล่งน้ำ 3. พื้นที่สีเขียว 4. พื้นดินว่างเปล่า 1. ผังเมืองรวม 2. ผังเมืองเฉพาะ	1. เก็บข้อมูลภาคเอกสารและข้อมูลสถิติ 2. สำรวจและบันทึกข้อมูลกายภาพ 3. วิเคราะห์ข้อมูลและหลักฐานจากสรุปภาคเอกสาร และกรณีศึกษา 4. ใช้สูตรการคำนวณหาปริมาณความร้อน 5. เปรียบเทียบข้อมูลที่กำหนดกรอบการศึกษา 6. ตรวจสอบผล
3. สร้างแบบจำลองหรือแบบคำนวณในการปรับปรุงกายภาพ	1. ลดความร้อนเมือง 2. แนวทางการสร้างสภาพแวดล้อมเมือง	1. สัดส่วนพื้นผิวของเมือง 1.1 พื้นที่สิ่งก่อสร้าง 1.2 พื้นที่ธรรมชาติ	1. ทดสอบตัวแปร 2. เลือกตัวอย่าง 3. ทำการศึกษาและวิเคราะห์ 4. สรุปผล

3.2 ศึกษาพื้นที่ศึกษา จังหวัดปทุมธานี

การเกิดเกาะความร้อนเมือง ปรากฏการณ์หนึ่งที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิในพื้นที่นั้น ๆ โดยปัจจัยในการเกิดมาจากความร้อนที่มนุษย์สร้างขึ้นผ่านการทำกิจกรรมต่างๆ ในการดำรงชีวิตประจำ ความเป็นเมืองนำไปสู่การก่อตัวของเกาะความร้อนในพื้นที่ศึกษาดำบลคลองห้า ตำบลคลองหก และตำบลรังสิตในพื้นที่ปกครองอำเภอคลองหลวง และธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี

ประวัติศาสตร์การตั้งถิ่นฐานบ้านเมืองมากกว่า 300 ปี ตั้งแต่รัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราชแห่งกรุงศรีอยุธยา พุทธศักราช 2202 มังนันทมิตรกวาดล้อมนครอคร่วมอญ เมืองเมาะตะมะอพยพหนีภัยจากศึกพม่ามาพึ่งพระบรมโพธิสมภารจำนวน 3 ครั้ง คือ 1). ในรัชสมัยสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวกรุงเทพทวารวดีศรีอยุธยา สมเด็จพระนารายณ์มหาราช 2). สมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราชแห่งกรุงธนบุรี และ 3). พระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัยทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ครอบครัวอญเหล่านั้น ตั้งบ้านเรือนอยู่ที่บ้านสามโคก ชุมชนขนาดเล็ก "บ้านสามโคก" กลายเป็น "เมืองสามโคก" เมื่อเดือน 11 พุทธศักราช 2358 พระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัยเสด็จประพาสออกเยี่ยมพสกนิกรที่เมืองสามโคก และบันดลพระราชหฤทัยให้พระราชทานนามเมืองสามโคก เป็น "เมืองประทุมธานี" เมื่อวันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2358 ต่อมาในปี พ.ศ. 2461 พระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงโปรดเกล้าฯ ให้ใช้คำว่า "จังหวัด" แทน "เมือง" จาก "ประทุมธานี" เป็น "ปทุมธานี" และสมัยพระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงโปรดเกล้าฯ ให้ยุบจังหวัดธัญบุรีมาขึ้นกับจังหวัดปทุมธานี เมื่อ พ.ศ. 2475 จังหวัดปทุมธานีจึงแบ่งการปกครองเป็น 7 อำเภอตั้งปัจจุบัน

จังหวัดปทุมธานีตั้งอยู่ในภาคกลางมีเนื้อที่ประมาณ 1,525.856 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 953,660 ไร่ พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดเป็นที่ราบลุ่มริมสองฝั่งแม่น้ำ โดยมีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านใจกลางจังหวัดในเขตอำเภอเมืองปทุมธานีและอำเภอสสามโคก เป็นระยะทาง 27 กิโลเมตร พื้นที่จังหวัดปทุมธานีถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ฝั่งตะวันตกของจังหวัดหรือบนฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยา และฝั่งตะวันออกของจังหวัด หรือบนฝั่งซ้ายของแม่น้ำเจ้าพระยา ระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาในฤดูฝนจะเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ยประมาณ 50 เซนติเมตร ซึ่งทำให้เกิดภาวะน้ำท่วมในบริเวณพื้นที่ราบริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นบริเวณกว้าง และก่อให้เกิดปัญหาอุทกภัยในพื้นที่ฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยา พื้นที่ทางฝั่งซ้ายของแม่น้ำเจ้าพระยา มีคลองซอยเป็นคลองชลประทานจำนวนมาก สามารถควบคุมจำนวนปริมาณน้ำได้

3.2.1 ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์

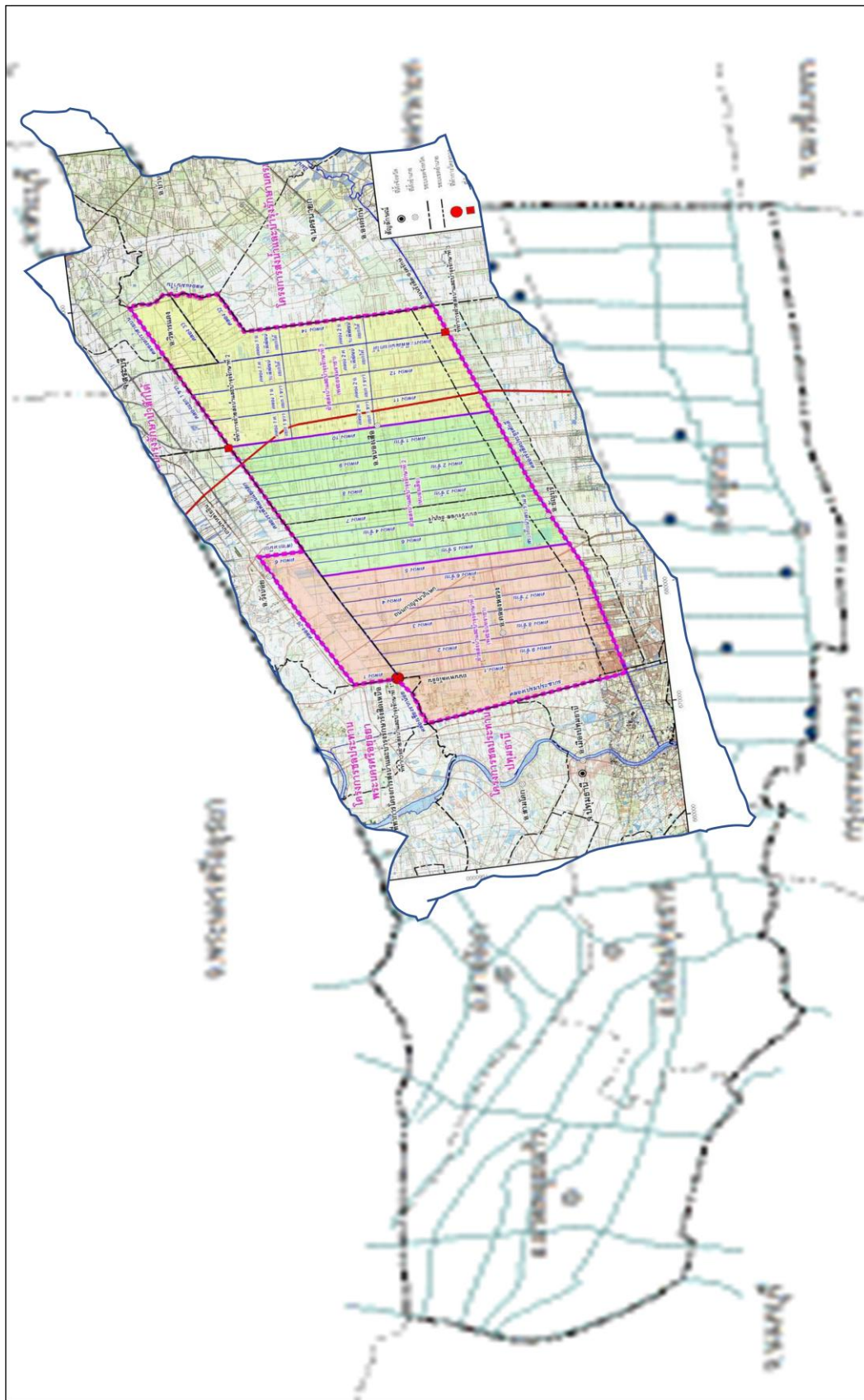
ตั้งอยู่บนพื้นที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทย ประมาณ เส้นรุ้งที่ 14 องศาเหนือ และเส้นแวงที่ 100 องศาตะวันออก พิกัดทางภูมิศาสตร์ บริเวณละติจูด 14.02 องศาเหนือ ลองจิจูด 100.52 องศาตะวันออก อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 2.30 เมตร

3.2.2 ลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดเป็นที่ราบลุ่มริมสองฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา ไหลผ่านกลาง จังหวัดในเขตอำเภอเมืองปทุมธานี และอำเภอสามโคก ส่งผลให้พื้นที่ของจังหวัดปทุมธานี ถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ฝั่งตะวันตกของจังหวัด หรือบนฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยา ได้แก่ พื้นที่ในเขต อำเภอลาดหลุมแก้วกับพื้นที่บางส่วนของอำเภอเมือง และอำเภอสามโคก
2. ฝั่งตะวันออกของจังหวัด หรือบนฝั่งซ้ายของแม่น้ำเจ้าพระยา ได้แก่ บางส่วนของพื้นที่ อำเภอเมือง อำเภอธัญบุรี อำเภอลองหลวง อำเภอหนองเสือ อำเภอลำลูกกา และบางส่วนของอำเภอสามโคก

แหล่งน้ำที่สำคัญในจังหวัดปทุมธานี มีแม่น้ำเจ้าพระยา และมีระบบคลองส่งน้ำชลประทาน และคลองธรรมชาติเช่น คลองควาย คลองเชียงรากน้อย คลองบางเตย คลองบางโพธิ์ คลองแม่น้ำอ้อม คลองบางหลวง คลองหกวา คลองรังสิตประยูรศักดิ์ และคลองรพีพัฒน์รับน้ำจากเขื่อนชัยนาท และแม่น้ำป่าสักเขื่อนพระรามหก จุดสูบน้ำดิบจากแม่น้ำเจ้าพระยาเพื่อนำน้ำดิบ มาผลิตน้ำประปาบริการในพื้นที่กรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก โดยมีสถานีสูบน้ำบริเวณตอนล่างของปากคลองอ้อม ตำบลบ้านกระแซง อำเภอเมืองปทุมธานี เพื่อส่งน้ำดิบตามคลองไปยัง โรงกรองน้ำที่บางเขน และสามเสน และเพื่อคุณภาพน้ำที่จะนำมาผลิตเป็นน้ำประปา ที่บางสวนในเขตอำเภอสามโคก อำเภอเมืองปทุมธานี และอำเภอลองหลวง ครอบคลุมพื้นที่ 350 ตารางกิโลเมตร



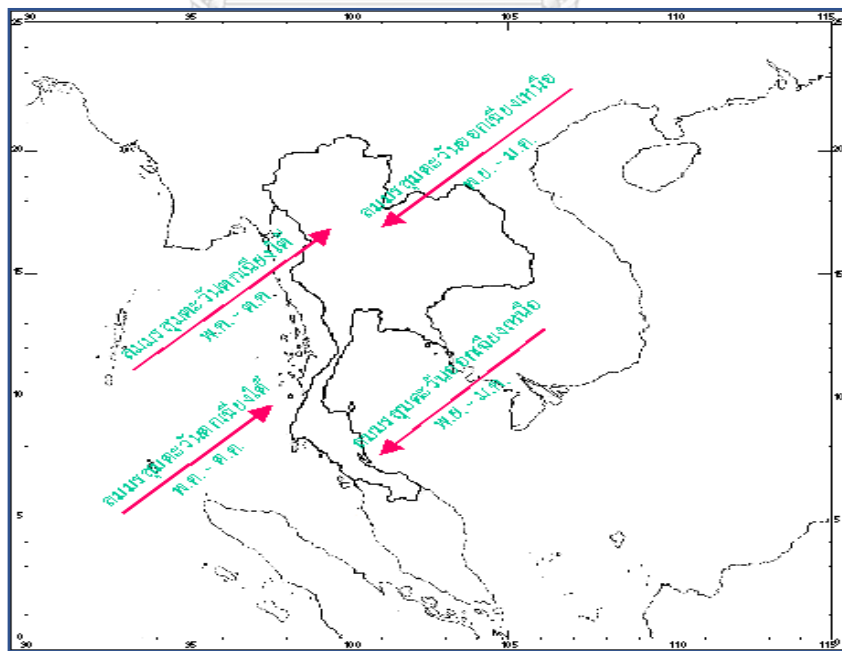
ภาพ 10 แหล่งน้ำในจังหวัดปทุมธานี แม่น้ำเจ้าพระยา ระบบคลองส่งน้ำ และคลองธรรมชาติ

3.2.3 ลักษณะภูมิอากาศ

จังหวัดปทุมธานีอยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือปกคลุมในช่วงฤดูหนาว และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ปกคลุมในช่วงฤดูฝนทำให้อากาศชุ่มชื้นและมีฝนตก ฤดูกาลพิจารณาตามลักษณะลมฟ้าอากาศของประเทศไทย แบ่งฤดูกาลของจังหวัดมี 3 ฤดู

1. ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคม ถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์เป็นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ
2. ฤดูร้อน เริ่มเมื่อมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือสิ้นสุดลง โดยประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ ถึง กลางเดือนพฤษภาคม
3. ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม ถึงกลางเดือนตุลาคมเป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทย

จากข้อมูลของสถานีอุตุนิยมวิทยา คลองหลวง จังหวัดปทุมธานีเส้นรุ้งที่ $14^{\circ} 06'$ เหนือ เส้นแวงที่ $100^{\circ} 37'$ ตะวันออก บาโรมิเตอร์สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 6 เมตร พบว่าในปี พ.ศ.2562 จังหวัดปทุมธานีมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปี 35.8 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิสูงสุดที่ 41.2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดที่ 21.4 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝน 837 มิลลิเมตร จำนวนวันที่มีฝนตก 21 วัน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดทั้งปี 76 %



ภาพ 11 จังหวัดปทุมธานีอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมทั้ง 3 ฤดูกาล

ตาราง 9 ข้อมูลสภาพอากาศ จังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ. 2562

ข้อมูลเดือน	อุณหภูมิอากาศ(°C)			ความชื้นสัมพัทธ์(%)			น้ำฝน หรือ น้ำท่า		ปริมาณน้ำ		ลม	
	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	ปริมาณ (มม.)	จำนวนวันที่ฝนตก(วัน)	ระเหย (มม.)	ความเร็วลม (กม./ชม.)	ทิศทาง	
มกราคม	27.8	33.7	22.8	73	91	53	0.7	1	122	1.7	NE	
กุมภาพันธ์	30	36.4	24.9	77	97	55	2.7	2	130.8	2.9	SW	
มีนาคม	30.8	37.8	25.5	76	97	51	7.5	1	182	3.4	S	
เมษายน	31.9	38.6	26.9	77	97	58	94.1	6	187.2	3.0	S	
พฤษภาคม	31.5	37.5	27.1	78	92	60	155.8	11	199.8	2.9	SW	
มิถุนายน	30.3	36.1	26.6	83	97	65	96	15	154.1	3.6	SW	
กรกฎาคม	30.2	35.5	26.4	77	91	61	66.2	7	170.5	4.1	SW	
สิงหาคม	29.4	34.2	26	76	90	58	84	21	138.4	4.1	SW	
กันยายน	28.9	34.5	25.4	79	93	8	247.2	21	155.4	2.6	SW	
ตุลาคม	29.9	36.1	25.8	75	92	54	81.5	19	143.1	1.9	NE	
พฤศจิกายน	28.8	34.9	23.7	70	89	50	1.3	9	130.1	1.9	NE	
ธันวาคม	27	33.7	21.4	71	91	50	-	2	129.7	1.6	NE	

3.2.4 ข้อมูลพื้นฐาน

จากแผนพัฒนาจังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2557ถึง2560 จังหวัดปทุมธานีมีคำขวัญ "ถิ่นบัวหลวง เมืองรวงข้าว เชื้อชาวมอญ นครธรรมะ พระตำหนักร่วมใจ สดใส เจ้าพระยา ก้าวหน้าอุตสาหกรรม" มีเนื้อที่ประมาณ 1,525,856 ตารางกิโลเมตร หรือ ประมาณ 953,660ไร่ ความหนาแน่นของประชากร 504.63คนต่อตร.กม.ห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศเหนือ ตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1 หรือถนนพหลโยธินระยะทางประมาณ 27.8กิโลเมตร

1. อาณาเขต และการแบ่งเขตการปกครอง

อาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียงตามทิศ ดังนี้

ทิศเหนือ

ติดต่อกับอำเภอบางไทร อำเภอบางปะอินและอำเภอมั่นขวัญน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
อำเภอหนองแค และอำเภอวิหารแดง จังหวัดสระบุรี

ทิศตะวันออก

ติดต่อกับอำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก และอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา

ทิศตะวันตก

ติดต่อกับอำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม
อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี

ทิศใต้

ติดต่อกับเขตหนองจอก เขตคลองสามวา เขตสายไหม เขตบางเขน เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร และอำเภอปากเกร็ด อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี

การแบ่งเขตการปกครอง

จังหวัดปทุมธานีแบ่งการปกครองส่วนภูมิภาคออกเป็น 7 อำเภอประกอบไปด้วย อำเภอเมืองปทุมธานี อำเภอธัญบุรี อำเภอลองหลวง อำเภอลำลูกกา อำเภอลาดหลุมแก้ว อำเภอสามโคก และ อำเภอหนองเสือ 60 ตำบล 466 หมู่บ้าน และการปกครองส่วนท้องถิ่น ประกอบด้วย

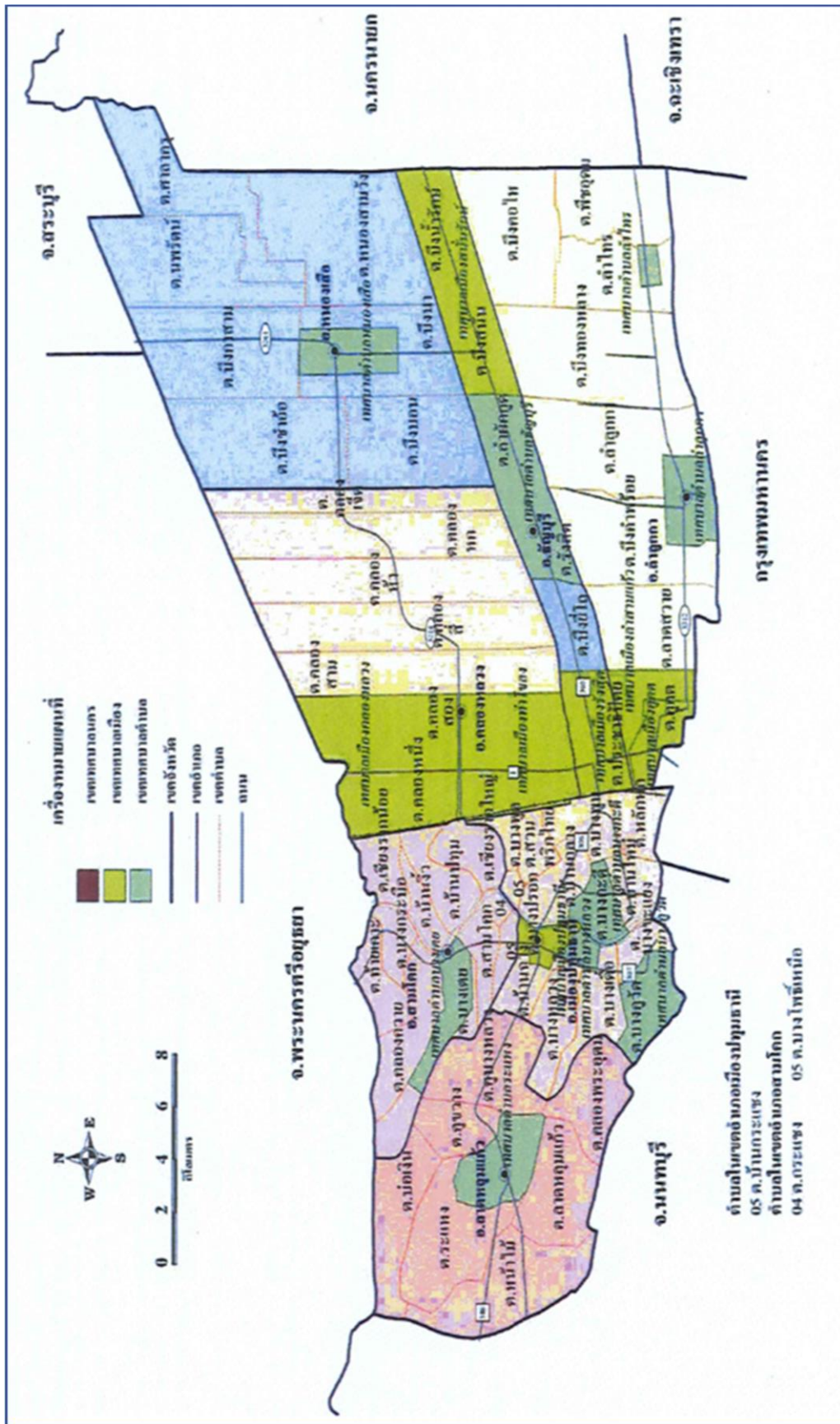
องค์การบริหารส่วนจังหวัด 1 แห่ง

เทศบาลนคร 1 แห่ง

เทศบาลเมือง 7 แห่ง

เทศบาลตำบล 19 แห่ง

องค์การบริหารส่วนตำบล 37 แห่ง



ภาพ 12 อาณาเขต และการแบ่งเขตการปกครอง จังหวัดปทุมธานี

2. จำนวนประชากร

จังหวัดปทุมธานี มีประชากร ณ ปี พ.ศ. 2554 เท่ากับ 1,005,760 คน เพิ่มขึ้นจากปี 2553 คิดเป็นร้อยละ 2.04 จำแนก เป็นชาย 478,182 คน หญิง 527,578 คน จำนวนประชากรชายคิดเป็นร้อยละ 47.54 ประชากรหญิงคิดเป็นร้อยละ 52.46 ของประชากรทั้งหมด มีจำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 470,698 ครัวเรือน ประชากรแฝงประเมินจำนวนรวม 470,996 คน เป็นชาย 227,456 คน หญิง 243,540 คน ทำงานเป็นแรงงานตามสถานที่ต่าง ๆ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

ปีพ.ศ. 2562 จังหวัดปทุมธานีมี ประชากรทั้งสิ้นประมาณ 1,163,604 คน ความหนาแน่นของประชากร ทั้งจังหวัด 762.84 คนต่อ ตารางกิโลเมตร

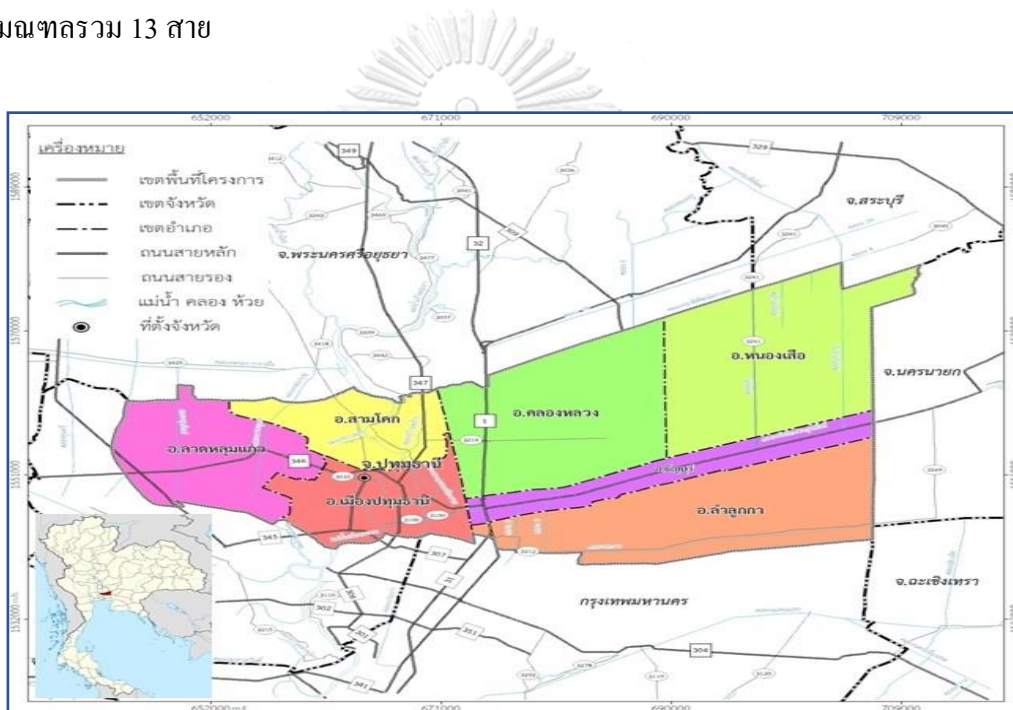
ตาราง 10 โครงสร้างประชากร ความหนาแน่น จังหวัดปทุมธานี พ.ศ.2562

ระดับ	ตำบล	จำนวน ประชากร (คน)	พื้นที่		พื้นที่การเกษตร	
			ขนาด (ตร.กม.)	หนาแน่น (คน/ตร.กม)	เนื้อที่ (ไร่)	ร้อยละ
จังหวัด						
ปทุมธานี	-	1,163,604	1,525.86	762.84	332,492.84	34.93
อำเภอ						
1.เมืองปทุมธานี	14	208,118	125.151	1,662.93	20,655.87	2.17
2. คลองหลวง	7	284,647	299.152	951.51	42,358.81	4.45
3.ธัญบุรี	6	212,308	112.124	1,893.51	3,141.215	0.33
4.หนองเสือ	7	54,153	413.632	130.92	88,334.77	9.28
5.ลาดหลุมแก้ว	7	67,674	183.12	369.56	82,813.85	8.7
6.ลำลูกกา	8	281,117	297.71	944.26	59,968.65	6.3
7.สามโคก	11	55,587	94.967	585.32	35,219.68	3.7
ตำบล						
1.คลองห้า	-	12,294	15.21	808.25	-	-
2.คลองหก	-	10,817	18.68	579.06	-	-
3.รังสิต	-	22,072	11.43	1931.02	-	-

ที่มา: รายงานสถิติ.2562 และแผนที่สภาพการใช้ที่ดินจังหวัดปทุมธานี ปีพ.ศ.2562

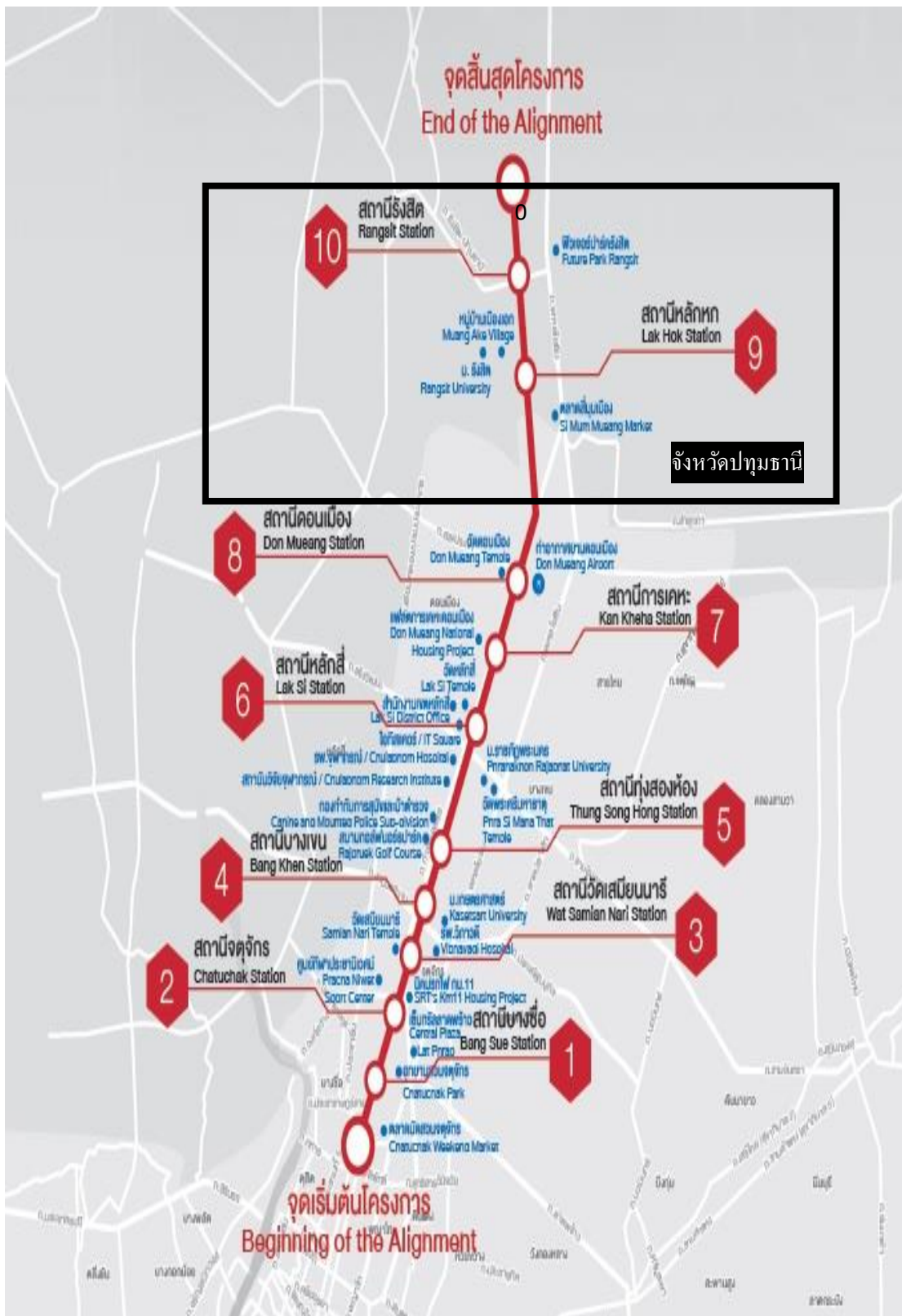
3. เส้นทางคมนาคม

ถนน การสัญจรทางบกสำหรับยานพาหนะรถยนต์ รถจักรยานยนต์ และการขนส่งมวลชน รวมถึงทางรถไฟ มีเส้นทางรถไฟสายเหนือ และสายตะวันออกเฉียงเหนือผ่านจุดจอดรถที่สถานีรถไฟรังสิต และสถานีเชียงราก จุดจอดรับส่งผู้โดยสารระยะสั้นเพื่อเดินทางไปยัง กรุงเทพมหานคร และจังหวัดใกล้เคียงอยู่ที่หมู่บ้านรัตนโกสินทร์ การขนส่งภายในจังหวัด มีรถโดยสารประจำทางจำนวน 18 สาย รถขนาดเล็กจำนวน 2 สายบริการขนส่งทุกอำเภอในเขตจังหวัดปทุมธานี การบริการขนส่งระหว่างจังหวัด ประกอบด้วย การบริการขนส่ง 3 ลักษณะ มีบริการขนส่งขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ รถประจำทางวิ่งบริการระหว่างจังหวัดปทุมธานีกับกรุงเทพมหานครและปริมณฑลรวม 13 สาย



ภาพ 13 เส้นทางคมนาคม ถนนสายหลัก และสายรองในจังหวัดปทุมธานี

การบริการขนส่งระหว่างจังหวัดระยะสั้นมีรถโดยสารประจำทางรวม 12 สาย และ การบริการรถรับจ้างขนส่งระหว่างจังหวัดระยะทางไกล มีรถโดยสารประจำทางระหว่างจังหวัดผ่านปทุมธานี เพื่อไปจังหวัดในภาคกลาง เหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือรวม 100 สาย รถไฟฟ้าสายสีแดงช่วงบางซื่อ-รังสิต กำลังอยู่ระหว่างการเร่งก่อสร้าง โดยเฉพาะเส้นทางช่วงรังสิต-มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิตเป็นเส้นทางสำคัญในการเชื่อม โชนเหนือของกรุงเทพมหานครกับจังหวัดปทุมธานีอำนวยความสะดวกสบายด้านการเดินทางมุ่งหน้าเข้าสู่ "สถานีกลางบางซื่อและหัวลำโพง" ตลอดจนพื้นที่ใจกลางกรุงเทพมหานคร มี 4 สถานี ได้แก่ สถานีคลองหนึ่งสถานีมหาวิทยาลัยกรุงเทพฯ สถานีเชียงราก และสถานีมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์



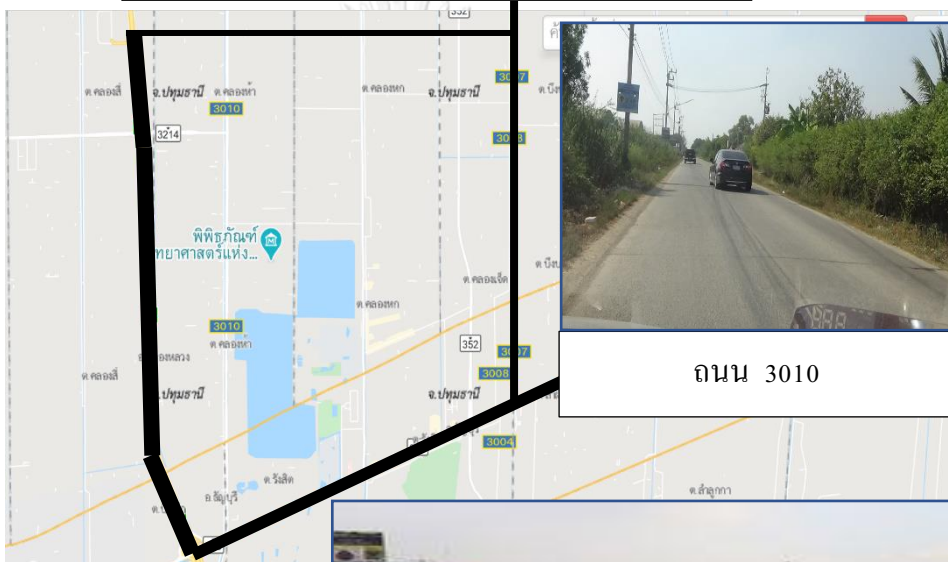
ภาพ 14 จุดเชื่อมการขนส่งระหว่างจังหวัด รถไฟฟ้าสายสีแดงช่วงบางซื่อ-รังสิต จังหวัดปทุมธานี

ตาราง 11 ถนนการคมนาคมทางบกของจังหวัดปทุมธานี

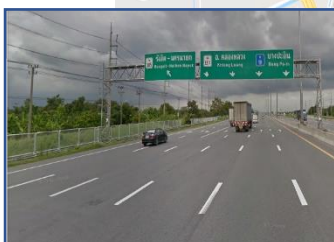
เส้นทางคมนาคม	การเชื่อมโยง	ผ่านพื้นที่
ทางหลวงหมายเลข 1 ถนนพหลโยธิน	ทางหลวงสายหลักเชื่อมโยง กรุงเทพมหานครและ ปริมณฑล กับภาคเหนือและ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ผ่านอำเภอลำลูกกา อำเภอ ธัญบุรี และอำเภอคลองหลวง
ทางหลวงหมายเลข 346 ถนนปทุมธานี-ลาดหลุมแก้ว	เชื่อมโยงจังหวัดปทุมธานี กับ จังหวัดนครปฐม และ สุพรรณบุรี	ผ่านอำเภอเมืองปทุมธานี และ อำเภอลาดหลุมแก้ว
ทางหลวงหมายเลข 347 ถนนบางพูน - ศูนย์ศิลปาชีพ บางไทร	ทางหลวงสายหลักด้านทิศ เหนือเชื่อมโยงจังหวัด พระนครศรีอยุธยา และ ภาคเหนือ	ผ่านอำเภอเมืองปทุมธานี และ อำเภอสามโคก
ทางหลวงหมายเลข 345	โครงข่ายทางหลวงสายหลัก ด้านทิศใต้ที่สำคัญทางหลวงวง แหวนรอบนอก	ติดต่อกับภาคใต้ ภาคตะวันตก และภาคเหนือ
ทางหลวงหมายเลข 306	ทางหลวงสายหลักในแนว เหนือ-ใต้ เชื่อมโยงกับจังหวัด นนทบุรี	จึงผ่านย่าน อุตสาหกรรม พาณิชยกรรมที่สำคัญ มีปริมาณและการจราจรความ หนาแน่น
ทางหลวงหมายเลข 307	ทางหลวงสายหลักในเขตฝั่ง เมืองรวมแนวเหนือ-ใต้ เชื่อมโยงโครงข่ายรอบนอก	ทางหลวงหมายเลข 345 346 306 ผ่านย่านอุตสาหกรรม พาณิชยกรรม และสถานที่ ราชการ มีปัญหาการจราจร
ทางด่วนแจ้งวัฒนะ – บางพูน ทางพิเศษอุดรรัถยา หรือ ทางด่วนสาย บางปะอิน-ปากเกร็ด	เชื่อมโยงจังหวัดกรุงเทพ ทาง ด่วนศรีรัชแจ้งวัฒนะ จังหวัด นนทบุรี และถนนกาญจนาภิเษ กด้านตะวันตก จังหวัด พระนครศรีอยุธยา	ผ่านเมืองทองธานี มีเส้นทาง แยกทางทิศตะวันออกไป มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์รังสิต ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ อ.บางไทร พระนครศรีอยุธยา



ถนน คลองหลวง 3214



ถนน 3010



ทางด่วนกาญจนภิเษก
หมายเลข 9



ถนน รังสิต นครนายก

ภาพ 15 ถนนทางคมนาคมพื้นที่ศึกษา ระดับ อำเภอ และตำบล จังหวัดปทุมธานี

ตาราง 12 รายละเอียดเกี่ยวกับถนนถนนในพื้นที่ศึกษา จังหวัดปทุมธานี

ระดับอำเภอ	ชื่อถนน	ปีที่สร้าง	ขนาด(ตร.ม.)
คลองหลวง			
	ถนนพหลโยธิน1	2479	27,853.00
	ถนนกาญจนาภิเษก9	2538	1,173.76
	ถนนรังสิตนครนายก305	2490	7,983.36
	ถนนรังสิตปทุมธานี346	2450	3,108.84
	ถนนลำลูกกาวังน้อย352	2555	185.36
ชัยบุรี			
	ถนนคลองหลวง3214	2556	168.00
	ถนนคลองหลวง3214	2556	20.72
	ถนนกาญจนาภิเษก9	2538	146.72
	ถนนลำลูกกาวังน้อย352	2555	46.48
	ถนน4001	2561	57.40
	ถนน3007 และ3008	2499	41.16
	ถนน3010	2558	72.10
	ถนนเลียบคลองห้า	2555	118.93
ระดับตำบล			
	ชื่อถนน	ปีที่สร้าง	ขนาด(ตร.ม.)
คลองห้า และคลองหก			
	ถนนรังสิตนครนายก305	2490	88.20
	ถนนลำลูกกาวังน้อย352	2555	23.52
	ถนนกาญจนาภิเษก9	2538	21.14
	ถนน3010	2558	16.10
	ถนนเลียบคลองหก	2555	20.86
รังสิต			
	ถนนรังสิตนครนายก305	2490	88.20
	ถนนลำลูกกาวังน้อย352	2555	23.52
	ถนน3010	2558	72.10

4. ด้านการเกษตร และอุตสาหกรรม

ด้านการเกษตร

จังหวัดปทุมธานีมีพื้นที่ทำการเกษตร 509,090,090.50 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 56.81 ของพื้นที่ทั้งหมด ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดเป็นที่ราบลุ่มที่เอื้อแก่การเพาะปลูก จึงทำให้จังหวัดปทุมธานีมีพื้นที่ทำการเกษตรทุกอำเภอ โดยอำเภอหนองเสือเป็นอำเภอที่มีพื้นที่ทำการเกษตรมากที่สุด รองลงมาคืออำเภอลาดหลุมแก้ว อำเภอลำลูกกา และอำเภอคลองหลวงตามลำดับ

พืชเศรษฐกิจสำคัญคือ ข้าว ไม้ผล ไม้ยืนต้น พืชผัก ไม้ดอกไม้ประดับ และพืชพลังงาน โดยการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการขยายตัวของธุรกิจ อสังหาริมทรัพย์เขตเมือง-เขตอุตสาหกรรม ที่ดินรกร้างว่างเปล่า จึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากการซื้อขายที่ดินเพื่อเก็งกำไร

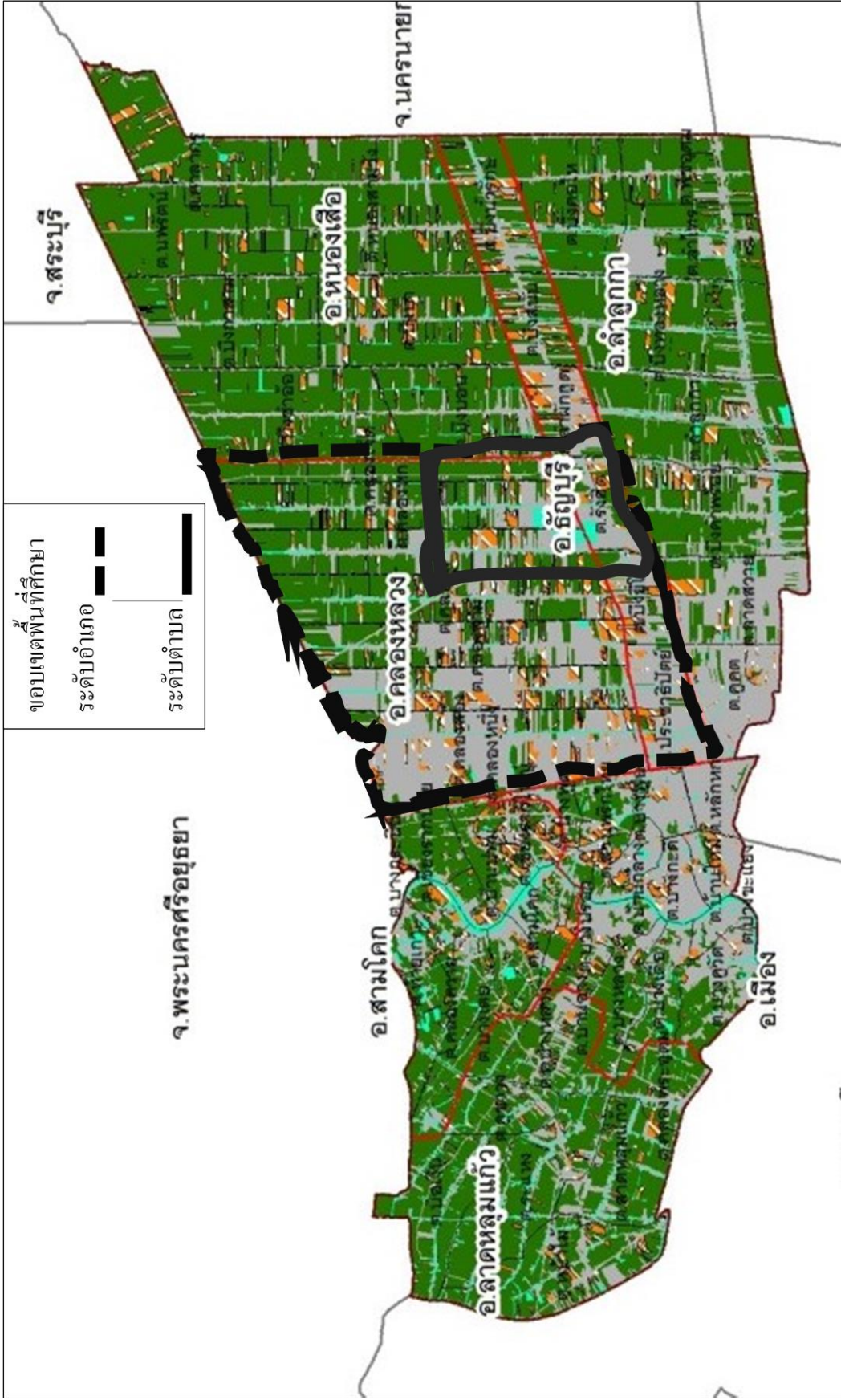
ตาราง 13 พื้นที่ทางการเกษตรแยกรายอำเภอ จังหวัดปทุมธานี ณ ปี พ.ศ.2552

อำเภอ	พื้นที่(ตร.กม.)	พื้นที่เกษตร(ตร.กม.)	คิดเป็นร้อยละ
คลองหลวง	303.518	101.014	33.281
ชัยบุรี	114.861	21.787	18.968
เมืองปทุมธานี	142.858	37.141	25.998
ลาดหลุมแก้ว	195.705	142.816	72.975
ลำลูกกา	304.200	169.805	55.820
สามโคก	118.936	54.893	46.153
หนองเสือ	339.989	217.595	64.001
รวม	1,520.067	745.051	49.014

ที่มา: รายงานแผนพัฒนาจังหวัด, 2552.

พืชเศรษฐกิจของจังหวัดปทุมธานี ได้แก่

1. ข้าว เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีพื้นที่เพาะปลูกทั่วทุกอำเภอในพื้นที่ 363,772 ไร่ มีเกษตรกร 21,203 ราย ผลผลิตเฉลี่ย 990 กก./ไร่
2. ไม้ผล ไม้ยืนต้น อาทิ กล้วยหอม มะม่วง มีพื้นที่ปลูก 29,831 ไร่
3. พืชผักปลูกเชิงการค้า มีพื้นที่เพาะปลูก 21,388 ไร่ ส่วนใหญ่เป็นและพืชเพื่อผลิตพลังงาน 12,000 ไร่ อยู่ในอำเภอหนองเสือ



ภาพ 16 พื้นที่ทางการเกษตรในจังหวัดปทุมธานี

ด้านการอุตสาหกรรม

จังหวัดปทุมธานีมีโรงงานอุตสาหกรรมที่ได้รับใบอนุญาตทั้งสิ้นจำนวน 3,104 โรงงาน เงินลงทุน 379,951,478,172 บาท มีการจ้างงาน 286,006 คน ข้อมูล ณ ปี พ.ศ.2552

ตาราง 14 จำนวนและการใช้ไฟฟ้าของโรงงานแยกรายอำเภอ จังหวัดปทุมธานี ณ ปี พ.ศ.2552

อำเภอ	จำนวน (โรงงาน)	เงินทุน (บาท)	รวมแรงงาน (คน)	กำลังไฟฟ้า (แอมป์)
1. เมือง	452	82,388,178,511	53,962	1,145,083.49
2. คลอง หลวง	1,004	223,184,709,360	140,626	1,455,661.14
3. ชัยบุรี	284	15,223,713,657	20,843	325,616.73
4. หนองเสือ	65	1,329,063,043	2,403	19,666.06
5. ลาดหลุม แก้ว	334	19,230,292,276	21,482	320,755.86
6. ลำลูกกา	706	27,188,377,147	38,096	261,624.75
7. สามโคก	259	1,140,714,178	8,594	94,690.69
รวม	3,104	379,951,478,172	286,006	3,623,098.72

ที่มา: รายงานแผนพัฒนาจังหวัด, 2552.

อำเภอที่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่มากที่สุด คือ อำเภอคลองหลวง 1,004 โรง (32.35%) รองลงมา อำเภอลำลูกกา 706 โรง (22.75%) อำเภอเมือง 452 โรง (14.56%) อำเภอลาดหลุมแก้ว 334 โรง (10.76%) อำเภอชัยบุรี 284 โรง (9.15%) อำเภอสามโคก 259 โรง (8.34%) และอำเภอหนองเสือ 65 โรง (2.09%)

โรงงานที่อยู่ในอำเภอคลองหลวงมีการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 1,455,661.14 แอมป์ รองลงมาอำเภอเมือง 1,145,083.49 แอมป์ ลำดับที่สาม คือ อำเภอชัยบุรี 325,616.73 แอมป์ ลำดับถัดมาอำเภอลาดหลุมแก้ว 320,755.86 แอมป์ อำเภอลำลูกกา 261,624.75 แอมป์ อำเภอสามโคก 94,690.69 แอมป์และอำเภอหนองเสือ 19,666.06 แอมป์

ตาราง 15 ข้อมูลเกี่ยวข้องกับประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม จังหวัดปทุมธานี

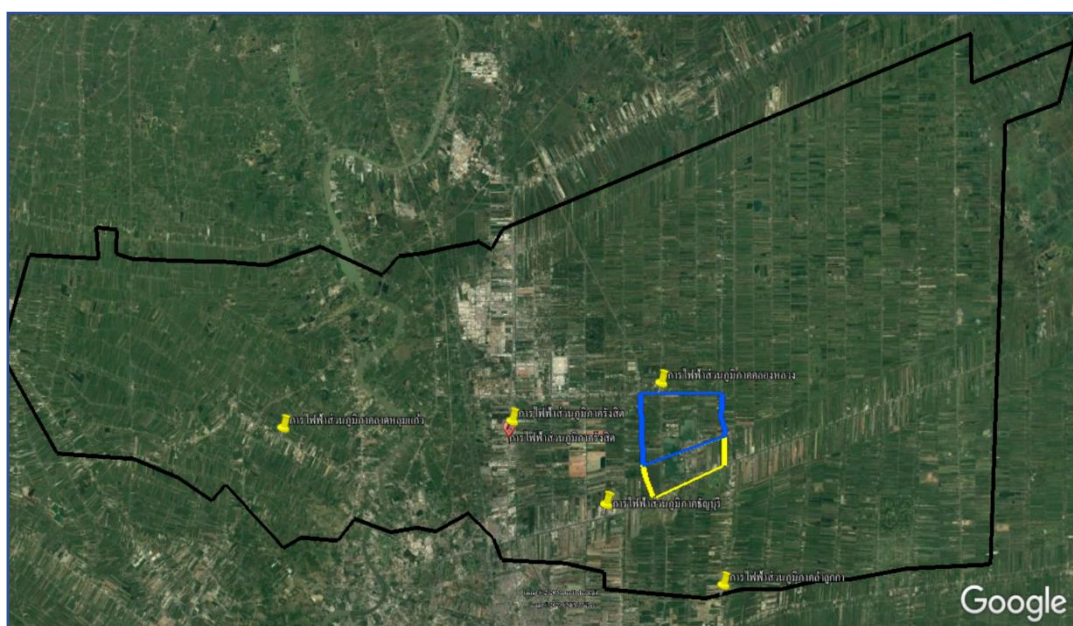
รายการอุตสาหกรรม	จำนวน (แห่ง)	เงินลงทุน (บาท)	คนงาน (คน)	กำลังไฟฟ้า (แอมป์)
การเกษตร	80	4,500,455,595	2,498	102,577.20
อาหาร	238	17,513,847,259	2,2034	416,620.93
เครื่องดื่ม	22	16,172,181,795	5,980	253,054.90
สิ่งทอ	64	7,268,862,565	7,179	131,924.07
แต่งกาย	30	783,857,415	4,119	3,992.47
เครื่องหนัง	28	4,991,670,967	2,851	22,546.39
ไม้และผลิตภัณฑ์ จากไม้	173	4,358,427,326	7,390	99,266.71
เฟอร์นิเจอร์และ เครื่องเรือน	116	2,237,246,699	4,982	29,584.30
กระดาษและผลิ ภัณฑ์จากกระดาษ	90	5,287,335,325	4,916	308,725.74
สิ่งพิมพ์	49	1,985,699,522	1,845	10,046.01
เคมี	198	39,061,286,275	9,734	241,411.45
ปิโตรเคมี และ ผลิตภัณฑ์	24	1,507,068,015	823	33,322.46
ยาง	39	9,644,717,066	5,550	157,727.37
พลาสติก	248	15,521,256,805	12,466	198,835.24
อลูมิเนียม	180	10,232,695,031	8,797	148,194.67
โลหะ	29	16,341,064,555	7,377	158,636.47
ผลิตภัณฑ์โลหะ	472	34,746,150,542	21,019	269,702.97
เครื่องจักรกล	225	43,865,932,307	28,371	213,904.08
ไฟฟ้า	205	105,621,663,030	92,617	522,295.37
ขนส่ง	250	15,621,663,030	12,450	125,477.70
อื่นๆ	344	22,602,017,257	23,008	180,302.22
รวม	3,104	379,951,478,172	286,006	3,623,098.72

ที่มา: รายงานแผนพัฒนาจังหวัด ปี พ.ศ.2558 ถึง 2561

หน่วยงานการไฟฟ้า จังหวัดปทุมธานี

จังหวัดปทุมธานีหน่วยงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค(กฟผ.)จัดตั้ง 2 ระดับ ดังนี้

1. ระดับจังหวัด ตั้งอยู่ที่ถนน รังสิต-ปทุมธานี ตำบล บางพูน อำเภอเมืองปทุมธานี ปทุมธานี
2. ระดับอำเภอ มีรแห่ง 1). ส่วนภูมิภาครังสิต 2). ส่วนภูมิภาคอำเภอชัยบุรี 3.) ส่วนภูมิภาคอำเภอลำลูกกา 4). ส่วนภูมิภาคลาดหลุมแก้ว 5). การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคคลองหลวง



ภาพ 17 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ระดับอำเภอ 5 แห่ง จังหวัดปทุมธานี

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีหน้าที่จ่ายไฟฟ้ากระแสสลับในความถี่ 50 เฮิรตซ์ และแรงดันที่ต่างกันตามประเภทอาคาร

1. แรงดันต่ำ 1 เฟส แรงดัน 220 โวลต์
แรงดันต่ำ 3 เฟส แรงดัน 380/220 โวลต์
2. แรงสูง 1 เฟส แรงดัน 19,000 โวลต์ 22,000
3 เฟส แรงดัน 22,000 โวลต์ 33,000 โวลต์ 69,000 โวลต์ 115,000 โวลต์
และ 230,000 โวลต์

เกณฑ์ในการจัดตั้งการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในอำเภอต่างๆ โดยพิจารณาความต้องการใช้ไฟฟ้าของชุมชนเมือง ดังนี้

1. จำนวนประชากรในเขตเทศบาล
2. ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด

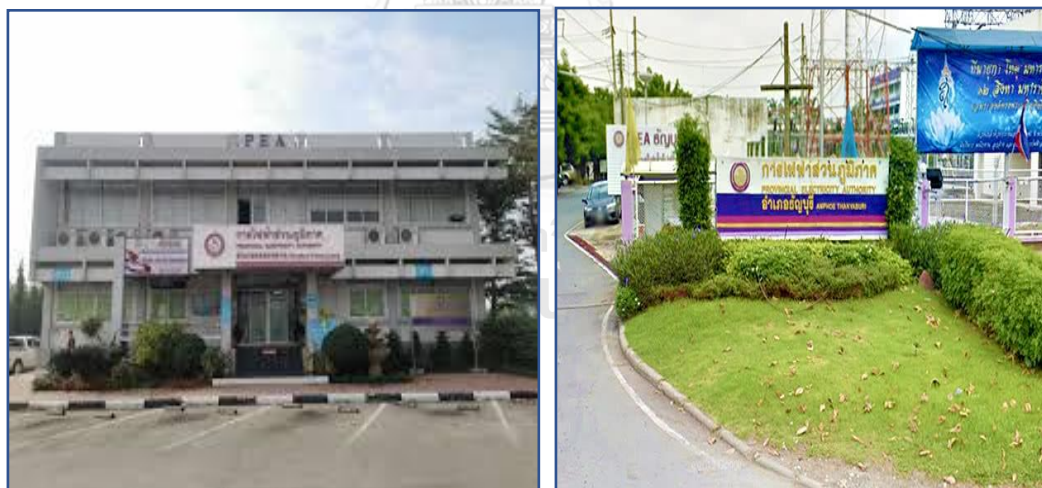


ภาพ 18 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทั้ง 5 อำเภอ จังหวัดปทุมธานี

ขอบเขตความต้องการใช้ไฟฟ้า และประเภทอาคารมี 6 กลุ่ม(การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2554)

1. บ้านที่อยู่อาศัย คือประเภท บ้าน วัด สำนักสงฆ์ และสถานประกอบศาสนกิจของทุกศาสนา ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องโดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว ใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน และใช้เกิน 150 หน่วยต่อเดือน
2. กิจการขนาดเล็ก คือการประกอบธุรกิจในที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรม ส่วนราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ สถานทูต สถานที่ทำการของหน่วยงานราชการต่างประเทศ สถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ หรืออื่นๆตลอดจน บริเวณที่เกี่ยวข้อง มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 15 นาที่สูงสุด ต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ ผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว
3. กิจการขนาดกลาง คือ ประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม ส่วนราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ สถานทูต สถานที่ทำการราชการต่างประเทศ สถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ หรืออื่นๆที่เกี่ยวข้อง มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 15 นาที่สูงสุดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ แต่ไม่ถึง 1,000 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนก่อนหน้าไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน ผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

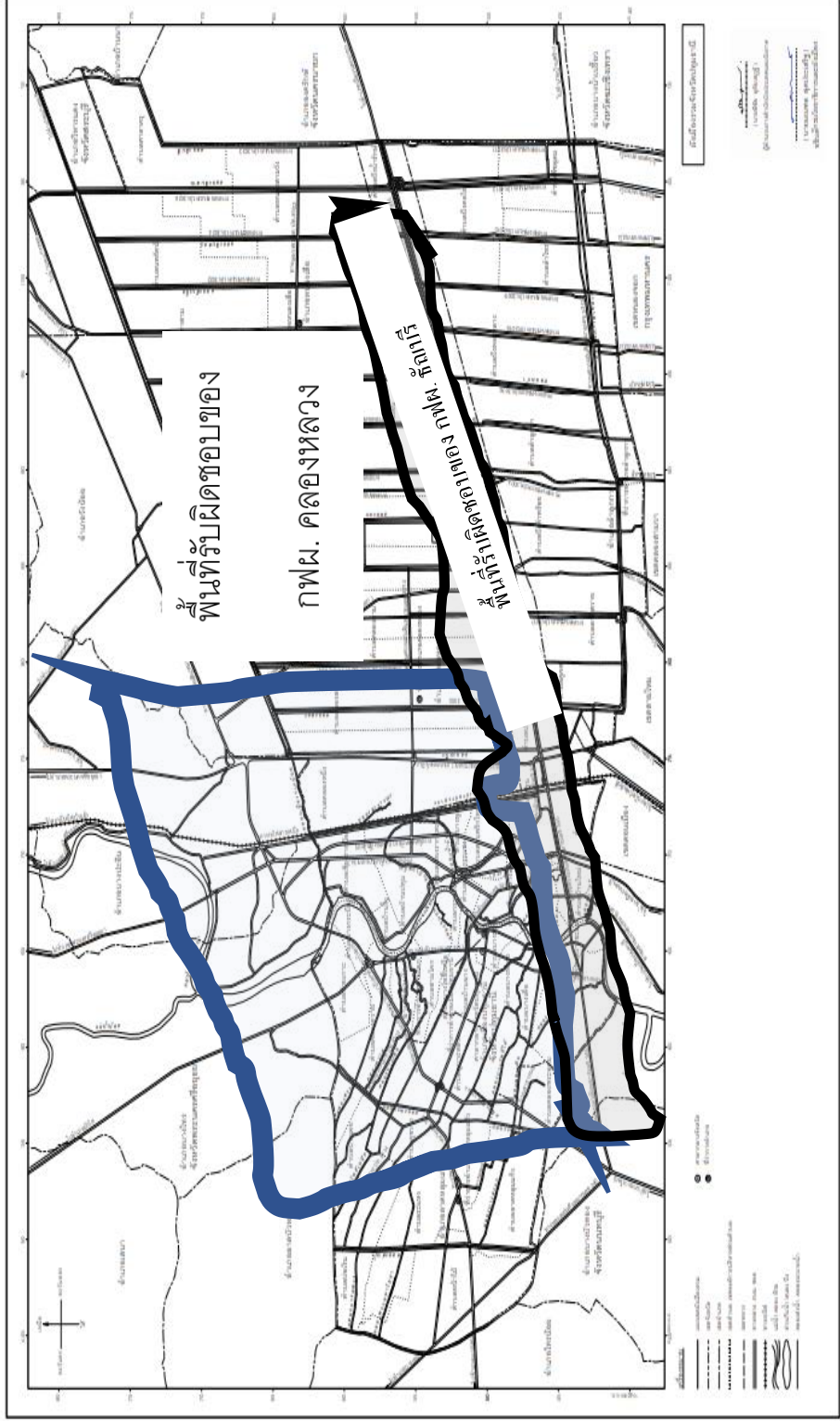
4. กิจการขนาดใหญ่ คือ การประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม ส่วนราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ สถานทูต สถานที่ทำการของหน่วยงานราชการต่างประเทศ สถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ หรืออื่นที่เกี่ยวข้อง มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 15 นาที่สูงสุดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนก่อนหน้าเกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว
5. กิจการเฉพาะอย่าง คือ การประกอบกิจการ โรงแรม และกิจการให้เช่าที่พักอาศัย ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง โดยมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาที่สูงสุดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว
6. องค์กรไม่แสวงหากำไร คือ องค์กรที่มีวัตถุประสงค์ในการให้บริการโดยไม่คิดค่าตอบแทน โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว แต่ไม่รวมถึงส่วนราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ สถานทูต สถานที่ทำการของหน่วยงานราชการต่างประเทศ และสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ



ภาพ 19 หน่วยงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคคลองหลวง(ซ้าย) ชาญบุรี(ขวา)

แผนที่ผังเมืองรวม
พื้นที่ตำบลโคกกลาง
พ.ศ. 2568

มาตราส่วน 1 : 10,000



ภาพ 20 เขตบริการของการไฟฟ้าคดองหลวง(กรอบบน) และรัฐบุรี(กรอบล่าง) จังหวัดปทุมธานี

5. กฎหมายผังเมือง จังหวัดปทุมธานี

ผังเมืองออกแบบโดยกรมโยธาธิการและผังเมือง เป็นการกำหนดความเป็นอยู่ของคน และภาพถ่ายทางอากาศใช้เป็นหลักฐานประกอบการออกแบบผังเมือง กฎหมายผังเมืองในประเทศไทย จัดทำขึ้นเพื่อกำหนดพื้นที่ใช้สอยโดยรวมของประเทศ ให้เป็นระเบียบและเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีของทุกคน โดยตัวกฎหมายผังเมือง 1). เนื้อหากฎหมายผังเมือง (กฎกระทรวง) เป็นลายลักษณ์อักษร อธิบายถึง ความหมาย และประเภทของที่ดิน 2). แผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน หรือผังสีจะแนบท้ายตัวกฎหมาย เพื่อแสดงสีของที่ดินต่างๆ ดังนี้

เขตสีเหลือง	ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย
เขตสีส้ม	ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง
เขตสีน้ำตาล	ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก
เขตสีเขียว	ที่ดินประเภทชุมชน
เขตสีแดง	ที่ดินประเภทพาณิชยกรรม
เขตสีม่วง	ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า
เขตสีเมืงมะพร้าว	ที่ดินประเภทคลังสินค้า
เขตสีม่วงอ่อน	ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมเฉพาะกิจ
เขตสีเขียว	ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม
เขตสีเขียวมะกอก	ที่ดินประเภทสถาบันการศึกษา
เขตสีขาวมีกรอบและเส้นทแยงสีเขียว	ที่ดินประเภทอนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม
เขตสีน้ำตาลอ่อน	ที่ดินประเภทอนุรักษ์เพื่อส่งเสริมเอกลักษณ์ศิลปวัฒนธรรมไทย
เขตสีเทา	ที่ดินประเภทสถาบันศาสนา
เขตสีน้ำเงิน	ที่ดินประเภทสถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ

Wongsaichue (2010) การใช้ประโยชน์ที่ดินของไทยระหว่างปี 2529 ถึง 2549 พบว่ามีพื้นที่ทำนา หรือเนื้อที่ภาคการเกษตรลดลงเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นภาคนอกเกษตร ปลูกพืชแทนการปลูกข้าว และโครงการขุดคลองชลประทานรอบเมืองทำให้เกิดพื้นที่ที่เหมาะสมทำการเกษตรเพิ่มขึ้น จังหวัดปทุมธานี และนครนายกกลับถูกปรับเปลี่ยนเป็นนิคมอุตสาหกรรม ตลาดห้างสรรพสินค้า และที่อยู่อาศัย เนื่องจากการขยายตัวของเมืองหลวง และผลตอบแทนทางการเกษตรที่น้อยกว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านอื่นๆ ดังนั้นพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทยจึงมีแนวโน้มการปลูกไม้ผล และไม่ขึ้นต้นแทนการปลูกข้าวที่ลดลงถึง 5 ล้านไร่ ส่งผลต่อแรงงานส่วนเกินในภาคเกษตรกรรมที่ปรับเปลี่ยนสู่ภาคอุตสาหกรรม และบริการสู่เขตเมือง

ความน่าสนใจใน ผังเมืองรวมจังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2558

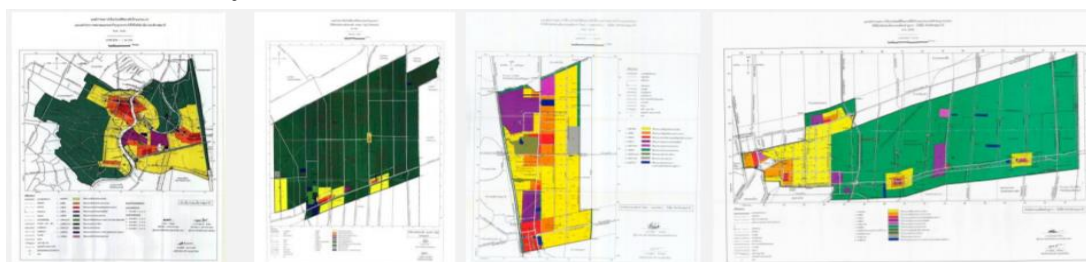
1. เขตสีเขียว คือ ที่ดินประเภทชุมชน ให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย พาณิชยกรรม เกษตรกรรม สถาบันการศึกษา สถาบันศาสนา สถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ มีข้อกำหนดคือ 1.) ดำเนินการหรือประกอบกิจการได้ในอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 23 เมตร 2.) ให้ใช้ได้ไม่เกินร้อยละ 15 ของที่ดินประเภทนี้ในแต่ละบริเวณ

แต่ในพื้นที่สีเขียว มีการกำหนดไว้ด้วยว่า 1).ห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการตามที่กำหนด เช่น โรงงานในบางประเภท 2). ห้ามจัดสรรที่ดินเพื่อประกอบอุตสาหกรรม 3).ห้ามใช้ที่ดินเพื่อกำจัดมูลฝอย เป็นต้น

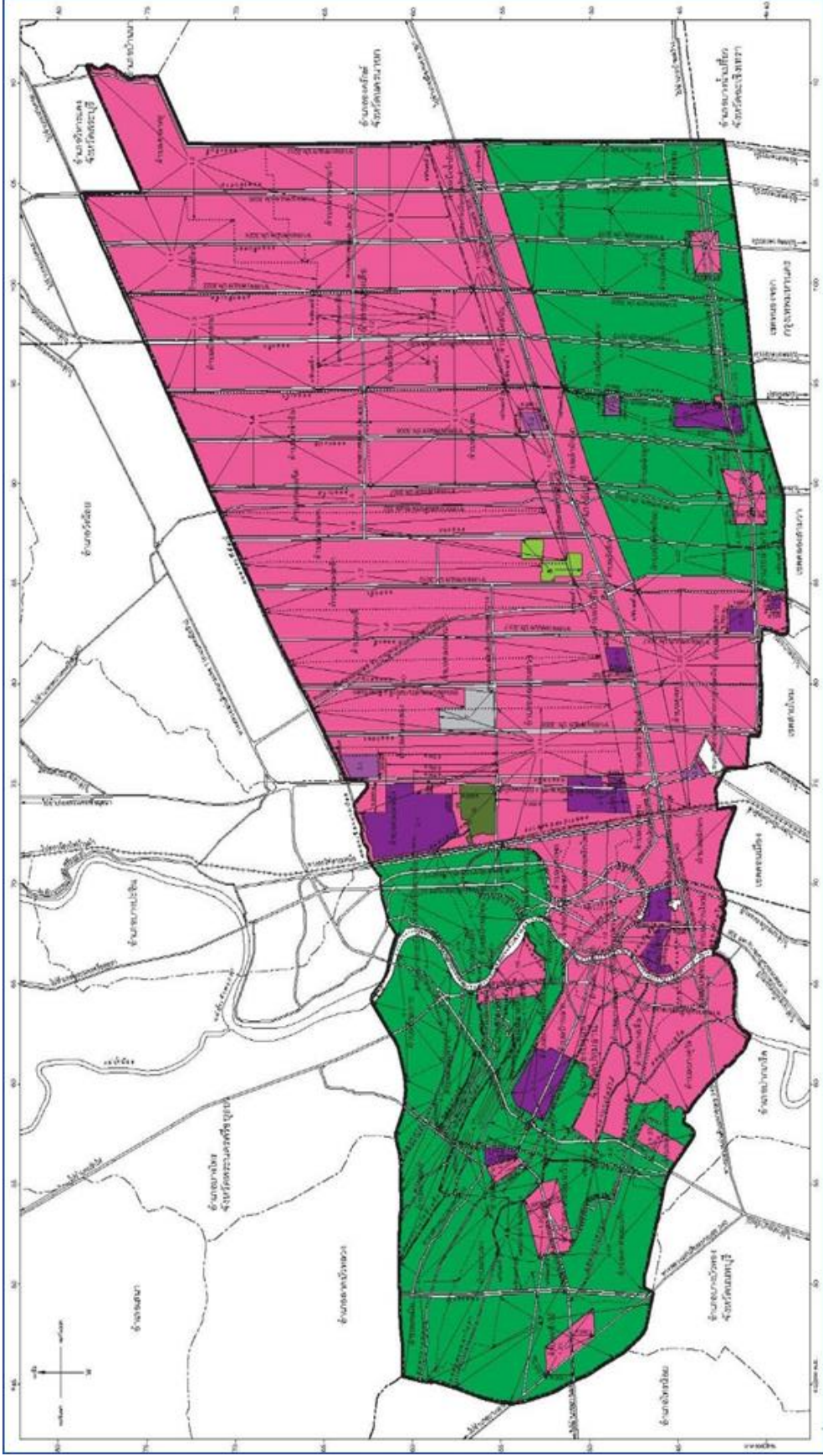
2. เขตพื้นที่สีม่วง คือ ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า ให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่ออุตสาหกรรม หรือเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรม คลังสินค้า สถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ ข้อกำหนดดังนี้ 1.) ให้ดำเนินการหรือประกอบกิจการได้ในอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 16 เมตร และ 2.) ให้ใช้ได้ไม่เกินร้อยละสิบห้า ของที่ดินประเภทนี้ในแต่ละบริเวณ

ดังนั้นหากจะสร้างบ้านพักอาศัย สามารถทำได้ แต่ต้องใช้พื้นที่ไม่เกินร้อยละ 15 ของที่ดินทั้งหมด ห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการอื่นด้วย เช่น 1). ห้ามจัดสรรที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย เช่นถ้าเรามีดินขนาดใหญ่มาก ต้องการทำหมู่บ้านจัดสรร ไม่สามารถทำได้ 2). ห้ามประกอบพาณิชยกรรมประเภทอาคารขนาดใหญ่ และ 3). ห้ามสร้างสถานสงเคราะห์หรือรับเลี้ยงเด็ก เป็นต้น

ผังเมืองรวมเฉพาะพื้นที่ เช่น ผังเมืองรวมเมืองท่าโขลง-คลองหลวง-รังสิต จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2552 ข้อบัญญัติท้องถิ่น เช่น เทศบัญญัติเทศบาลตำบลบ้านใหม่ อ.เมือง จ.ปทุมธานี พ.ศ. 2558 ที่ใช้บังคับในพื้นที่ ผังเมืองรวมเมืองหนองเสือ-คลองหลวง-ธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2550 ผังเมืองรวมเมืองลำลูกกา-บึงยี่โถ จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2555



ภาพ 21 ประมวลผังสี จังหวัดปทุมธานีช่วงปี พ.ศ. 2546-2555



ภาพ 22 ผังที่ตั้งจังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2558(ผังใหม่กำลังอยู่ระหว่างการประชุมผัง ณ ธันวาคม 2563)

3.3 ตำราจ และเก็บข้อมูลภาคสนาม

การเลือกจังหวัดปทุมธานีเป็นกรณีศึกษางานวิจัยมีเกณฑ์วัดความเป็นเมือง ดังนี้วัดความเป็นเมือง 3 ตัวชี้วัด ใช้ข้อมูลสถิติระดับจังหวัด อำเภอ และตำบล ปี พ.ศ. 2562(สินาค ตริวรณไชย และคณะ, 2557)

1. จำนวนของประชากรในเขตเทศบาล (Proportion of population in municipal areas) สัดส่วนของประชากรสูง ในเขตเทศบาล แสดงถึงกระจุกตัวของประชากรว่าอยู่อาศัยในเขตเมือง (ตามนิยามของรัฐ) โดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ระดับเป็นเทศบาล จำเป็นต้องมีจำนวนประชากร ความหนาแน่นของประชากร และรายได้ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสูงระดับหนึ่ง เช่น กรณีเทศบาลตำบล ต้องมีรายได้จริงโดยไม่รวมเงินอุดหนุนในปีงบประมาณที่แล้วไม่ต่ำกว่า 5 ล้านบาท มีประชากรตั้งแต่ 7,000 คนขึ้นไป และมีความหนาแน่นของประชากร ตั้งแต่ 1,500 คน ต่อ 1 ตารางกิโลเมตร

ประเทศไทยระบุความเป็นเมืองใช้เกณฑ์การพิจารณาเขตเทศบาลตามพระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496 เกณฑ์กำหนด ดังนี้

1. เทศบาลนคร มีประชากรตั้งแต่ 50,000 คนขึ้นไป
 2. เทศบาลเมือง มีประชากรตั้งแต่ 10,000 คนขึ้นไป
 3. เทศบาลตำบล พิจารณา 1). มีประชากรตั้งแต่ 7,000 คนขึ้นไป
2). มีความหนาแน่นประชากรตั้งแต่ 1,500 คนต่อตร.กม.
3). มีงบประมาณมากกว่า 5 ล้านบาท
2. ความหนาแน่นของประชากร (Population density) เป็นค่าของปริมาณคน ต่อ 1 หน่วยพื้นที่ หน่วยเป็นตารางกิโลเมตร ความหนาแน่นของประชากรสูง คือประชากรมีการพักอาศัยอยู่ใกล้ชิดกันจำนวนมาก และมีโอกาสมีความเป็นเมืองสูง
 3. ลักษณะการใช้ที่ดิน(Land use) พื้นที่ที่มีความเป็นเมืองสูง มีการใช้ที่ดินด้านการเกษตรน้อย แต่มีการใช้ประโยชน์ด้านอื่น เช่น ที่พักอาศัย กิจกรรมนอกภาคเกษตร เช่น การพาณิชย์ อุตสาหกรรม และภาคบริการมากกว่าพื้นที่ที่มีความเป็นเมืองน้อย

ตาราง 16 ตัวชี้วัดความเป็นเมือง ประเมินกรณีศึกษา จังหวัดปทุมธานี

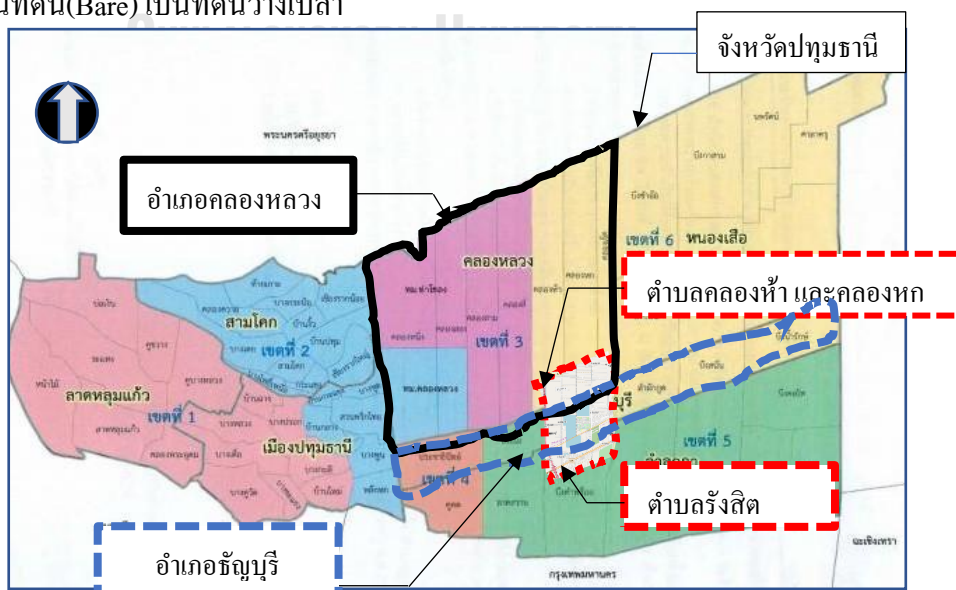
ตัวชี้วัดพื้นฐาน	ผลการศึกษา	
จำนวนประชากรในเขตเทศบาล	หน่วย(คน)	
จังหวัด	ปทุมธานี	1,163,604.00
อำเภอ	คลองหลวง	284,647.00
	ธัญบุรี	212,308.00
ตำบล	รังสิต	22,072
	คลองห้า	12,294
	คลองหก	10,817
ความหนาแน่นของประชากร	หน่วย (คนต่อตารางกิโลเมตร)	
-จังหวัด	ปทุมธานี	762.59
-อำเภอ	คลองหลวง	951.51
	ธัญบุรี	1,893.51
-ตำบล	รังสิต	1,931.02
	คลองห้า	808.28
	คลองหก	579.06
ลักษณะการใช้ที่ดิน		
	-ด้านการเกษตรน้อยลง แทนที่การใช้ประโยชน์อื่นๆ (ดูผลการศึกษา 3.4.1)	

การพิจารณาถึงบริบททางกายภาพและสภาพแวดล้อมของเมือง (Urban patterns and characteristics) ตามมิติของช่วงเวลาตั้งแต่ปีพ.ศ.2542ถึง2562เป็นเวลา20ปีใช้เป็นกรอบการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงจากอดีตถึงปัจจุบัน หลักฐาน ข้อมูลทางกายภาพ และสถิติของจังหวัดปทุมธานีมีทิศทางในการขยายตัวชัดเจนทางกายภาพเมือง และการพัฒนาอย่างรวดเร็วเกิดขึ้นในระดับอำเภอและตำบลทั้งจำนวนประชากร และความหนาแน่นของประชากรเพิ่มขึ้นเกินเกณฑ์การจัดตั้งเทศบาลตามกฎหมาย เมื่อใช้เกณฑ์ความเป็นเมืองทั้ง 3 ประการพิจารณากรณีศึกษา ตำบลรังสิต อำเภอธัญบุรี และตำบลคลองห้า และคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานีถึงความเหมาะสมในการศึกษาการก่อตัวของเกาะความร้อนเมือง การศึกษาและสำรวจตัวชี้วัดเรื่อง ลักษณะการใช้ที่ดิน ในพื้นที่ศึกษาระดับตำบล อำเภอ และจังหวัด ดังรายละเอียด

3.3.1 ศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน

วิธีการศึกษา และการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพมีหลายวิธียกตัวอย่างเช่น การทำแผนที่โดยแสดงภาพและพื้น (Figure-ground mapping) ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลอาคารกับพื้นที่เปิด การจำแนกประเภท (Typological analysis) เพื่อจัดกลุ่มรูปแบบและลักษณะขององค์ประกอบกายภาพเมืองเป็นการดำเนินการ 2 ส่วนในข้อมูลภาคทฤษฎี และปฐมภูมิ ดังนี้

1. ทำการบันทึกข้อมูลลงบนแผนที่(Mapping) เช่นการซ้อนทับแผนที่(Overlay mapping) การใช้ภาพถ่ายทางอากาศ(Aerial photographs) และการใช้แผนที่ภาพและพื้น (Figure-ground mapping)
2. ใช้ข้อมูลทางภูมิศาสตร์(Geographic information systems) เช่น การวิเคราะห์โดยการซ้อนทับข้อมูลบนแผนที่
3. จำแนกประเภท (Typological analysis) กำหนดพิเซลแยกลักษณะกายภาพ ดังนี้
 - 3.1 พื้นที่ชุมชน และสิ่งก่อสร้าง(Community and Structure)
 - ตัวอาคาร วัสดุ และพื้นที่ส่วนใหญ่ที่ตัวอาคารปกคลุมดิน (Floor Area Ratio)
 - โครงข่ายถนน สัรวถถึงขนาด ความกว้างและยาวของถนน และวัสดุก่อสร้างส่วนใหญ่เป็นคอนกรีต และแอสฟัลท์ที่ปกคลุมพื้นผิว
 - 3.2 พื้นที่เกษตรกรรม หรือพื้นที่สีเขียว(Green) เป็นต้นไม้ใหญ่ ไม้ยืนต้น สวนสาธารณะ นาข้าว สนามหญ้า สวนสาธารณะของเมืองและชุมชน สวนระหว่างอาคาร
 - 3.3 พื้นที่แหล่งน้ำ(Water) เป็น แม่น้ำ คลอง บึง สระเก็บน้ำ และพื้นที่ชุ่มน้ำ
 - 3.4 พื้นที่ดิน(Bare) เป็นที่ดินว่างเปล่า

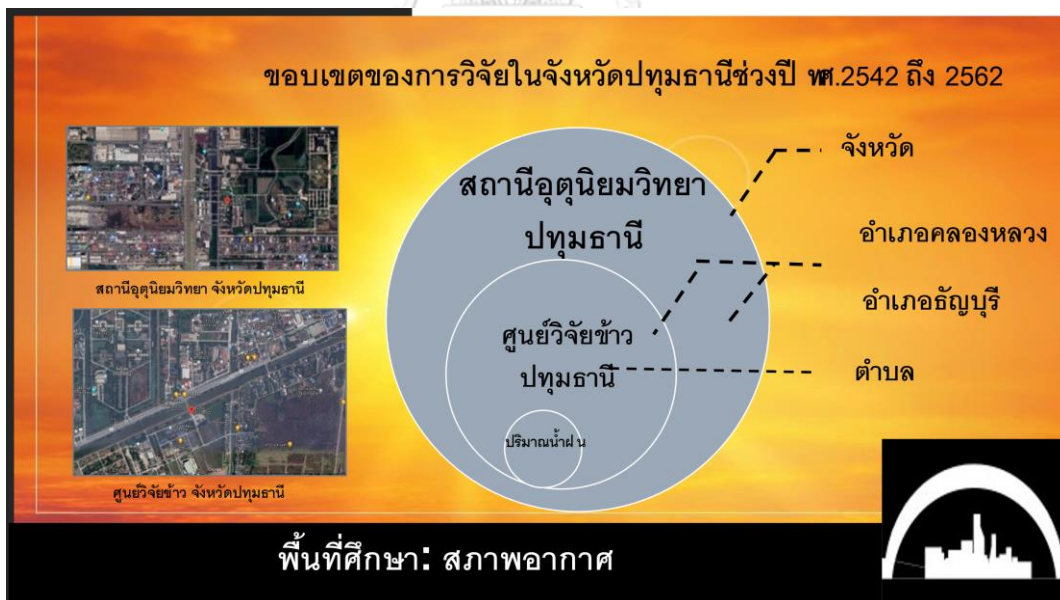


ภาพ 23 ขอบเขตพื้นที่จังหวัด อำเภอ ตำบลของพื้นที่ศึกษา จังหวัดปทุมธานี

3.3.2 ศึกษาข้อมูลสภาพภูมิอากาศ

ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ(Local Climate)ประกอบด้วยอุณหภูมิ ความชื้น ฤดูกาล แสงแดด องศาของดวงอาทิตย์ ความเร็ว และทิศทางลม ลมประจำฤดู ตัวแทนข้อมูลในการใช้ข้อมูลสถิติที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศคาบ 10 ปี และรายปีตั้งแต่ พ.ศ. 2549 ถึง 2562 ทั้ง 3 ฤดูกาล โดยฤดูร้อน (กุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม) ฤดูหนาว (ตุลาคมถึงมกราคม) และฤดูฝน (มิถุนายนถึงกันยายน) รวมถึงรายวันใน 24 ชั่วโมง จัดแบ่งทุก 3 ชั่วโมง เป็นข้อมูลจาก

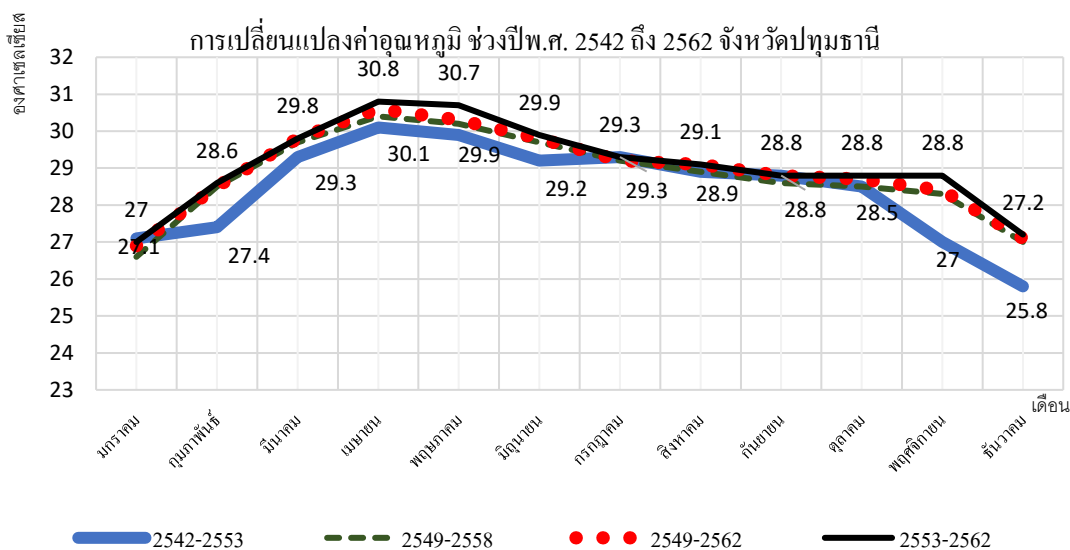
- 1.1 สถานีอุตุนิยมวิทยาปทุมธานี ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี โดยอ้างอิงข้อมูลสภาพอากาศระดับจังหวัด และอำเภอคลองหลวง
- 1.2 ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ตำบลรังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี โดยอ้างอิงข้อมูลสภาพอากาศระดับอำเภอธัญบุรี และตำบลคลองห้าและหก รวมทั้งตำบลรังสิต
- 1.3 เก็บข้อมูลสภาพอากาศด้วยเครื่องมือ และบันทึกข้อมูลสภาพอากาศจากตัวแทนกลุ่มอาคาร โดยอ้างอิงข้อมูลสภาพอากาศระดับตำบลและพื้นที่ศึกษา ตั้งแต่ ตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึง กันยายน 2563 ทั้ง 3 ฤดูกาล โดยฤดูร้อน (กุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม) ฤดูหนาว (ตุลาคมถึงมกราคม) และฤดูฝน (มิถุนายนถึงกันยายน) รวมถึงรายวันใน 24 ชั่วโมง จัดแบ่งทุก 3 ชั่วโมง



ภาพ 24 ตัวแทนข้อมูล และการอ้างอิงในการใช้ข้อมูลสถิติที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศ

1. อุณหภูมิอากาศ

อุณหภูมิพื้นผิวในแต่ละตำแหน่งที่ตั้ง และช่วงเวลามีความต่างกันตามปริมาณรังสีที่ลงสู่พื้นผิว และออกจากพื้นผิว รวมทั้งขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีสุทธิ (Net Radiation) และค่าคงที่สุริยะ (Solar Constant) การตรวจวัดรังสีดวงอาทิตย์ และฟลักซ์ต่างๆของรังสีที่ส่องถึงและออกจากผิวโลกเป็นตัวแปรที่สำคัญที่สุดต่อระบบบรรยากาศ และการถ่ายเทพลังงานภายในระบบ ความเข้มแสงอาทิตย์ เป็นปริมาณแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบต่อพื้นที่นั้นๆ ณ วินาทีที่ทำการวัดหน่วยเป็น กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน หรือต่อปี



ภาพ 25 การเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิช่วงปีพ.ศ. 2542 ถึง 2562 จังหวัดปทุมธานี

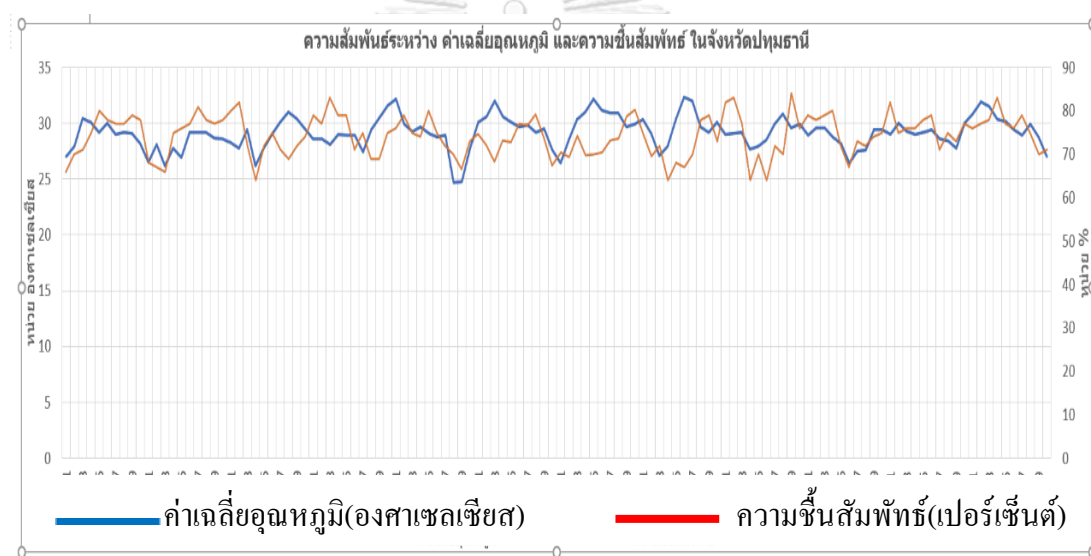
จังหวัดปทุมธานี พิกัดทางภูมิศาสตร์บริเวณละติจูด 14.02 องศาเหนือ ลองจิจูด 100.52 องศาตะวันออก อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 2.30 เมตร จากฐานข้อมูลสถิติความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของจังหวัดปทุมธานีอยู่ในช่วงค่า 17 – 18 เมกะจูล ต่อ ตารางเมตร ต่อ วัน (MJ/m² -day) เป็นค่าคงที่จนถึงปัจจุบัน

งานวิจัยนี้กำหนดกรอบเวลาศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 ถึง 2562 แบ่งช่วงละ 10 ปี เป็น 3 ช่วง ได้แก่ ปี 2542 2552 และ 2562 มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 28.35 28.9 29.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ความต่างของอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 10 ปี เท่ากับ 0.45 0.55 0.80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เดือนเมษายนร้อนที่สุด 30 องศาเซลเซียส เดือนธันวาคมหนาวที่สุด 25-27 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงที่พบมีนัยสำคัญคือ อุณหภูมิเฉลี่ยคาบ 10 ปี เพิ่มขึ้น 0.1-0.3 องศาเซลเซียส

2. ความชื้นสัมพัทธ์

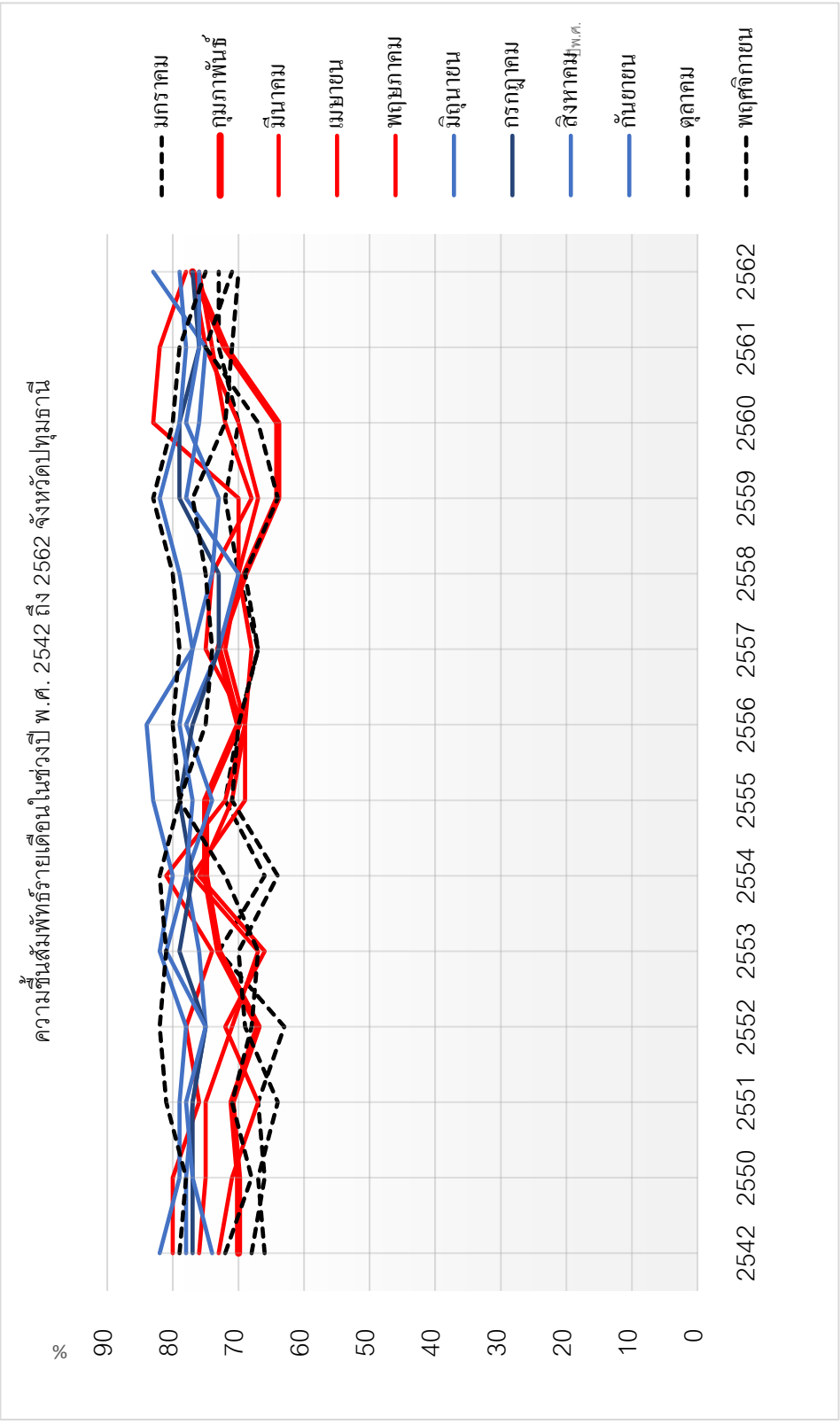
อากาศชื้น หรือแก๊สที่มีในบรรยากาศมีอากาศเปียกและแห้ง อัตราส่วนระหว่างมวลของไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศกับมวลของไอน้ำอิ่มตัวในขณะนั้นสามารถเทียบที่ปริมาตร และอุณหภูมิเท่ากันการกำหนดค่าเป็นร้อยละ จัดวางอยู่ในระยะความสูงไม่เกิน 8 กิโลเมตร และมีค่าการเปลี่ยนแปลงระหว่าง 0 ถึง 5 % โดยปริมาตร

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และความชื้นเป็นสาระสำคัญของการระเหยของน้ำเมื่ออุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้น บรรยากาศเหนือบริเวณพื้นผิวจะมีไอน้ำที่ค่านั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิอากาศ ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจึงมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในความชื้นสัมพัทธ์ ดังภาพความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศ กับความชื้นสัมพัทธ์ ช่วงปีพ.ศ. 2542 ถึง 2562



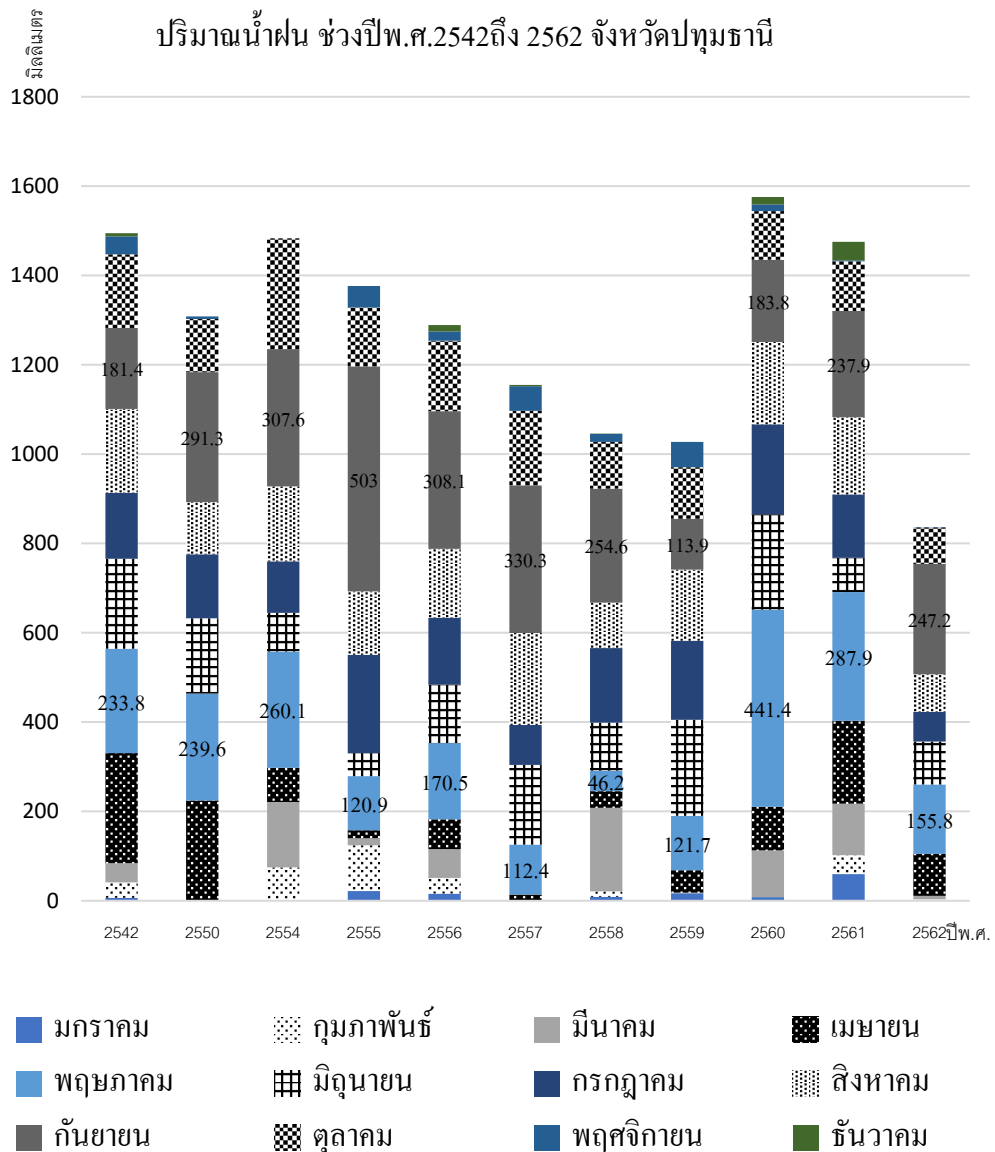
ภาพ 26 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ กับความชื้นสัมพัทธ์ ในจังหวัดปทุมธานี

ค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงปี พ.ศ. 2542 ถึง 2562 เท่ากับ 74 เปอร์เซ็นต์ เดือนที่มีความเฉลี่ยสูงสุดคือ เดือนกันยายน เท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ และค่าต่ำสุดในเดือน ธันวาคม เท่ากับ 68 เปอร์เซ็นต์ จังหวัดปทุมธานีมีแหล่งน้ำที่สำคัญคือแม่น้ำเจ้าพระยา และคลองส่งน้ำ รวมถึงคลองธรรมชาติที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงไอน้ำในบรรยากาศ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในช่วงปี พ.ศ. 2542 ถึง 2562 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิที่สูงขึ้นถึง 0.3 องศาเซลเซียสในระยะเวลา 20 ปีนั้นบ่งบอกถึง การเปลี่ยนแปลงแหล่งน้ำที่มีในปัจจุบันมีจำนวนลดลง การระเหยของน้ำในชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้น ทว่ามีปริมาณไอน้ำที่แขวนลอยในบรรยากาศลดสวนกัน มีผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศลดลงเมื่ออุณหภูมิอากาศสูงขึ้น



ภาพ 27 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน ช่วงปีพ.ศ. 2542 ถึง 2562 จังหวัดปทุมธานี

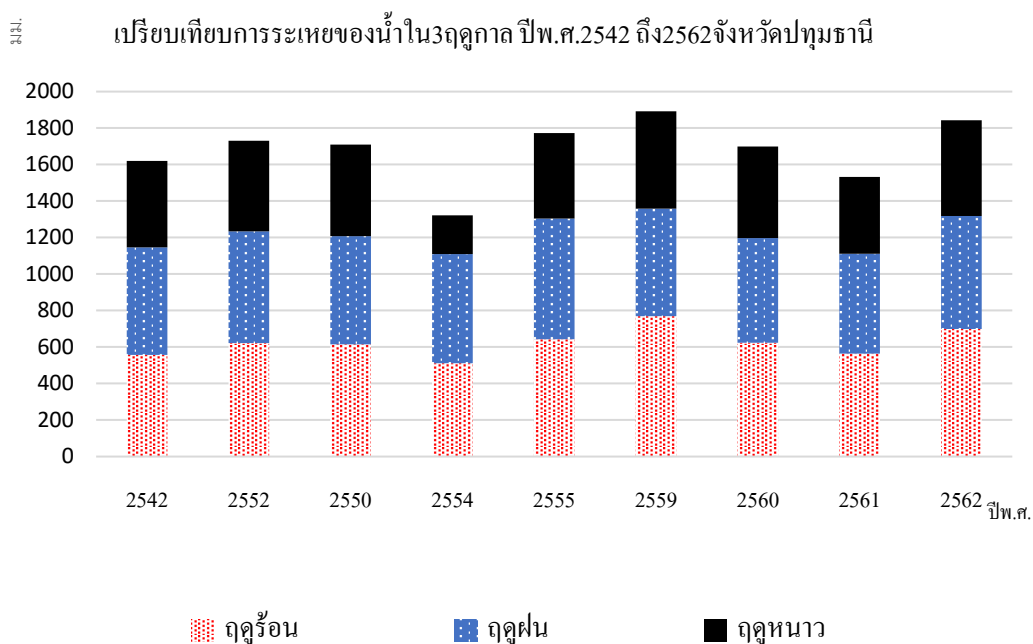
1. ปริมาณน้ำฝน



ภาพ 28 ปริมาณน้ำฝนช่วงปีพ.ศ.2542 ถึง 2562 จังหวัดปทุมธานี

น้ำฝน หรือน้ำฟ้าเกิดจากการควบแน่นของไอน้ำในบรรยากาศรูปของเหลว หรือของแข็ง ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิอากาศ จากภาพพบว่า ปริมาณน้ำฝนลดลงต่อเนื่องตั้งแต่ปี2550 และสูงขึ้นในรอบ 10ปีในพ.ศ. 2560 ปัจจัยการระเหยของน้ำอาจเป็นผลทำให้เกิดขึ้นในรอบทุก10ปี หากการระเหยสูงขึ้นอาจมาจากปัจจัยอื่นๆที่มนุษย์สร้างขึ้นและมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงนี้ เพราะ ปริมาณฝนที่เพิ่มขึ้นจะมีผลต่อความชื้นในบรรยากาศที่สูงขึ้น แต่การระเหยจะลดลง โดยเฉพาะในฤดูฝนการระเหยของน้ำจะสวนทางกับปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์

2. การระเหยของน้ำ



ภาพ 29 การระเหยของน้ำ ช่วงปีพ.ศ. 2542 ถึง 2562 จังหวัดปทุมธานี

การศึกษาสภาพอากาศในงานวิจัยนี้ ครอบคลุมจังหวัดปทุมธานี ช่วงปี พ.ศ. 2542 ถึง 2562 พบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ที่มีปัจจัยน้ำฝนหรือไอน้ำในชั้นบรรยากาศ และการระเหยเป็นสำคัญ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ 0.1 ถึง 0.3 องศาเซลเซียส มาจากการเปลี่ยนแปลงเมือง พบว่าร้อยละของการใช้ที่ดินที่เพิ่มขึ้น 10% ในพื้นที่ชุมชน และสิ่งก่อสร้าง สวนทางกับพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่แหล่งน้ำที่ลดลง 2% ของจังหวัดในรอบ 10 ปี ดังตาราง

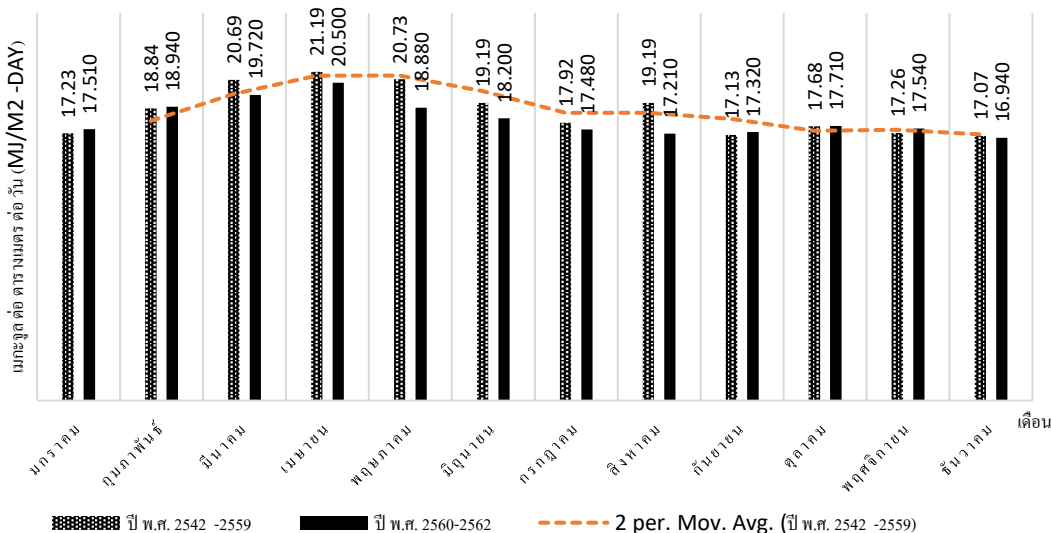
ตาราง 17 ความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศ ในช่วงปี พ.ศ. 2542 ถึง 2562

ปีพ.ศ.	อุณหภูมิ(°c)	$\Delta T(^{\circ}c)$
2542	28.35	0.45
2552	28.9	0.55
2562	29.7	0.80

3.3.3 ศึกษาความเข้มรังสีดวงอาทิตย์

ค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ประเทศไทยจากข้อมูลถ่ายดาวเทียม(เสริม จันทร์ฉาย, 2017) เป็นค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนของบรรยากาศและพื้นผิวโลก พื้นที่จังหวัดปทุมธานีทำการอ้างอิงตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ เส้นรุ้งหรือละติจูด 14.02 องศาเหนือ เส้นแวงหรือลองจิจูด 100.52 องศาตะวันออก ค่าเฉลี่ยความเข้มรังสีอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปี เท่ากับ 17.6 เมกะจูล ต่อตารางเมตร ต่อ วัน (MJ/m² -day)

ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รายเดือน ปีพ.ศ. 2542 ถึง 2562
จังหวัดปทุมธานี



ภาพ 30 ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รายเดือน ปีพ.ศ. 2542 ถึง 2562 จังหวัดปทุมธานี

การกระจายตัวของความเข้มรังสีอาทิตย์ ต่อพื้นที่ หน่วยเมกะจูล ต่อวัน

ตาราง 18 การกระจายตัวของความเข้มรังสีอาทิตย์ ต่อพื้นที่ จังหวัดปทุมธานี

จังหวัด	อำเภอ		ตำบล		
ปทุมธานี	คลองหลวง	ธัญบุรี	คลองห้า	คลองหก	รังสิต
86.69	17	1.29	0.175	0.215	0.131
หน่วย: หน่วยเมกะจูล ต่อวัน					

ตาราง 19 ความเข้มข้นรังสีดวงอาทิตย์ รายเดือนจังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2536-2562

ปี	รายเดือน												ค่าเฉลี่ย (MJ/m ² day)						
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม							
2536-																			
2541	17.4	18.91	19.96	20.15	18.46	18.06	17.03	17.05	17.1	17.18	16.98	16.66						17.91	
2542																			18.53
-2559	17.23	18.84	20.69	21.19	20.73	19.19	17.92	19.19	17.13	17.68	17.26	17.07							18.160
2560-																			
2562	17.510	18.940	19.720	20.500	18.880	18.200	17.480	17.210	17.320	17.710	17.540	16.940							

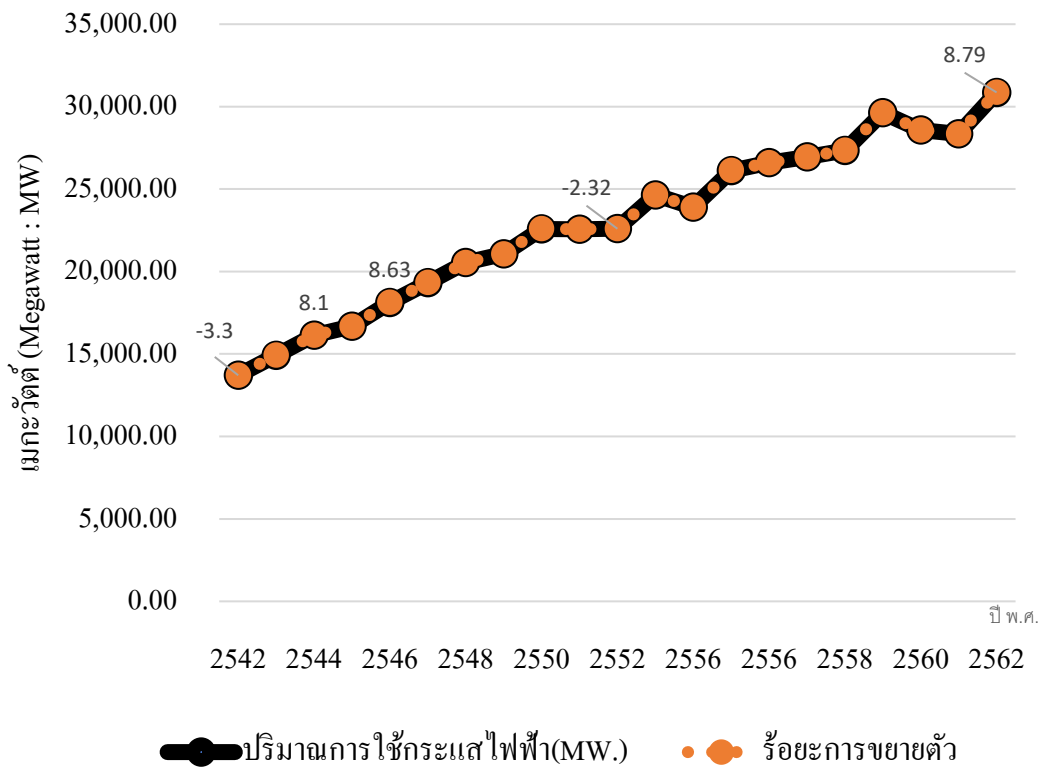
ตาราง 20 ความเข้มรังสีอาทิตย์รายเดือนระดับตำบล อำเภอ จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2536-2562

พ.ศ. 2536-2541	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	เส้นรุ้ง (°N)	เส้นแวง (°E)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย (MJ/m ² ·day)
	ปทุมธานี	คลองหลวง	คลอง ห้า	14.11	100.71	17.4	18.91	19.96	20.15	18.46	18.06	17.03	17.05	17.1	17.18	16.98	16.66	17.91
			คลอง หก	14.12	100.73	17.4	18.87	20	20.19	18.45	18.08	16.99	17.05	17.11	17.2	16.98	16.63	17.91
			รังสิต	14.02	100.73	17.36	18.91	19.79	20.19	18.39	17.89	16.83	16.83	17.04	17.48	17.1	16.69	17.87
พ.ศ. 2542 -2559	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	เส้นรุ้ง (°N)	เส้นแวง (°E)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย (MJ/m ² ·day)
	ปทุมธานี	คลองหลวง	คลอง ห้า	14.11	100.71	17.23	18.84	20.69	21.19	20.73	19.19	17.92	19.19	17.13	17.68	17.26	17.07	18.53
			คลอง หก	14.12	100.73	17.24	18.78	20.66	21.04	20.67	19.2	17.8	19.2	17.13	17.57	17.17	16.99	18.47
			รังสิต	14.02	100.73	17.21	18.78	20.46	21.01	20.48	19.2	17.71	19.2	16.74	17.15	17.07	16.89	18.3
พ.ศ. 2560-2562	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	เส้นรุ้ง (°N)	เส้นแวง (°E)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย (MJ/m ² ·day)
	ปทุมธานี	คลองหลวง	คลอง ห้า	14.11	100.71	17.51	18.94	19.72	20.50	18.880	18.20	17.480	17.21	17.32	17.71	17.54	16.940	18.160
			คลอง หก	14.12	100.73	17.53	18.97	19.78	20.56	18.890	18.18	17.440	17.20	17.32	17.68	17.51	16.920	18.170
			รังสิต	14.02	100.73	17.61	18.96	19.73	20.50	18.570	18.01	17.090	16.95	17.22	17.82	17.67	17.040	18.100

3.3.4 ศึกษาความต้องการใช้ไฟฟ้า

ข้อมูลสำนักงานแผน และนโยบาย กรมพลังงาน(2562) กล่าวถึงการใช้ไฟฟ้าในประเทศไทยแยกตามค่าไฟฟ้า พ.ศ.2554 ว่า ประเภทบ้านที่อยู่อาศัยมีการขยายตัวของความต้องการไฟฟ้าสูงขึ้น 11.71% กิจกรรมขนาดเล็ก 6.8% กิจกรรมขนาดกลาง 4.2 % แต่กิจกรรมขนาดใหญ่ลดลง 0.5% เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2561

ความต้องการการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในประเทศไทยปี พ.ศ. 2542-2562



ภาพ 31 ความต้องการการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในประเทศไทยปี พ.ศ. 2542-2562
ที่มา สื่อสารภายนอก ฝ่ายสื่อสารและประชาสัมพันธ์องค์กร กฟผ.

ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในฤดูร้อน ช่วงเดือนเมษายน พฤษภาคม ปี พ.ศ. 2562 มีค่าสูงสุดในวันที่ 3 พฤษภาคม 2562 เวลา 14.27 น. เท่ากับ 32,273 เมกะวัตต์(MW) ปีพ.ศ. 2561 ในวันที่ 24 เมษายน 2561 เวลา 13.51 น. เท่ากับ 29,968 เมกะวัตต์(MW) (กรมพลังงาน, 2562)

ตาราง 21 ร้อยละของความต้องการใช้ไฟฟ้าในอำเภอคลองหลวง และชัยบุรี จังหวัดปทุมธานี

ปี พ.ศ.	จังหวัด				อำเภอ							
	ร้อยละการใช้ไฟฟ้า				ร้อยละการใช้ไฟฟ้า							
	ที่อยู่อาศัย	ธุรกิจและอุตสาหกรรม	สถานที่ราชการ	อื่นๆ	ที่อยู่อาศัย		ธุรกิจและอุตสาหกรรม		สถานที่ราชการ		อื่นๆ	
	ปทุมธานี				คลองหลวง	ชัยบุรี	คลองหลวง	ชัยบุรี	คลองหลวง	ชัยบุรี	คลองหลวง	ชัยบุรี
2542	13.00	84.00	2.00	1.00	12.00	22.00	85.00	75.00	3.00	3.00	0.00	0.00
2545	17.00	79.00	4.00	0.00	16.00	27.00	83.00	68.00	1.00	5.00	0.00	0.00
2547	52.00	43.00	5.00	0.00	44.00	26.00	37.00	70.00	19.00	4.00	0.00	0.00
2548	56.00	40.00	4.00	0.00	43.00	27.00	41.00	69.00	16.00	4.00	0.00	0.00
2549	53.00	41.00	3.00	3.00	9.00	27.00	88.00	69.00	2.00	3.00	1.00	1.00
2550	30.00	67.00	2.00	1.00	9.00	26.00	88.00	70.00	2.00	3.00	1.00	1.00
2552	15.00	82.00	2.00	1.00	10.00	28.00	87.00	68.00	2.00	3.00	1.00	1.00
2556	25.00	73.00	1.00	1.00	37.00	25.00	55.00	74.00	6.00	0.00	2.00	1.00
2557	25.00	73.00	1.00	1.00	37.00	25.00	55.00	74.00	6.00	0.00	2.00	1.00
2558	82.00	17.00	0.00	1.00	83.00	1.00	16.00	76.00	0.00	23.00	1.00	0.00
2559	29.00	68.00	2.00	1.00	49.00	31.00	50.00	68.00	1.00	0.00	0.00	1.00
2560	20.00	78.00	1.00	1.00	38.00	15.00	56.00	84.00	4.00	1.00	2.00	0.00
2562	20.00	78.00	1.00	1.00	36.00	15.00	58.00	83.00	4.00	1.00	2.00	1.00

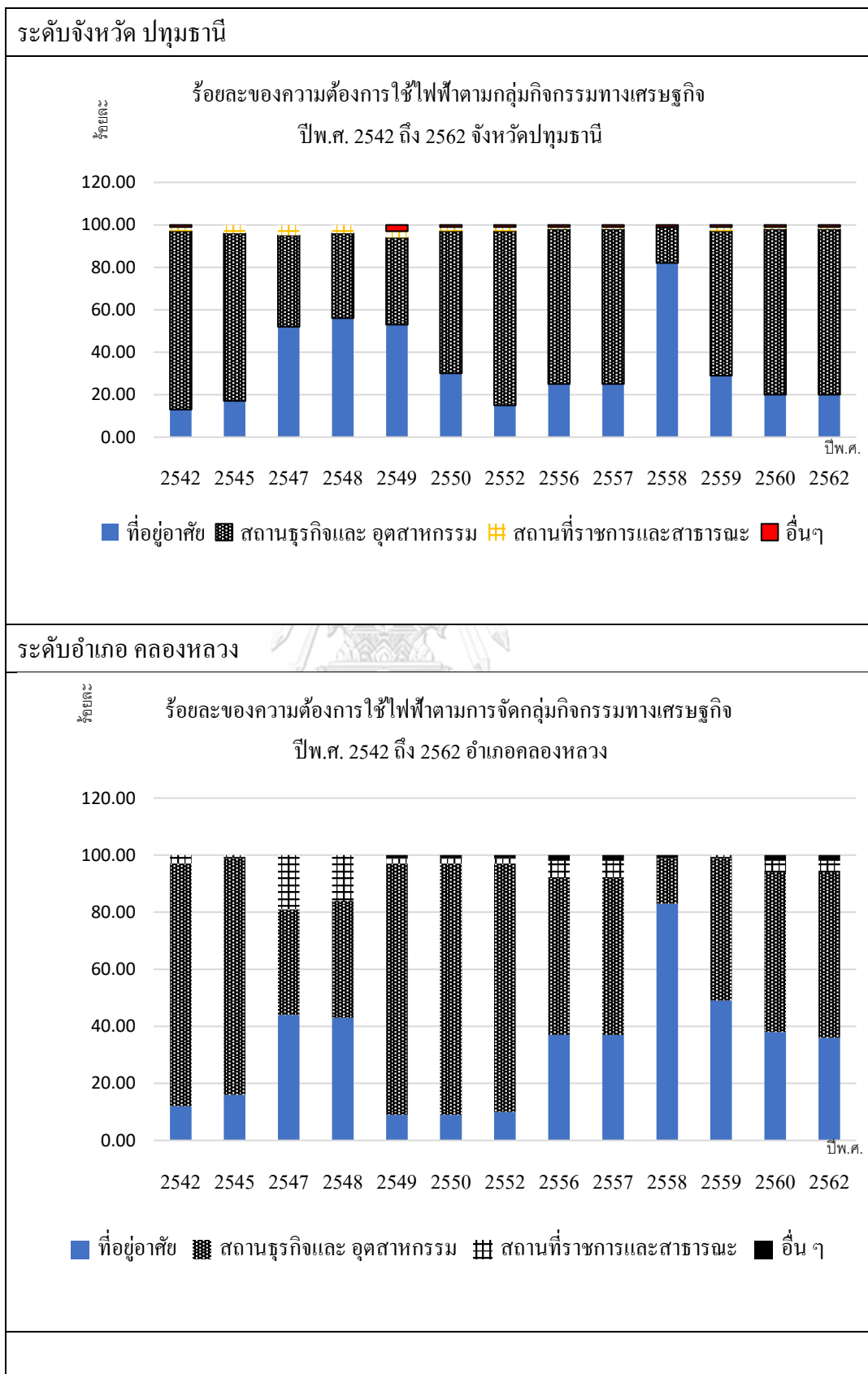
ที่มา : การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดปทุมธานี

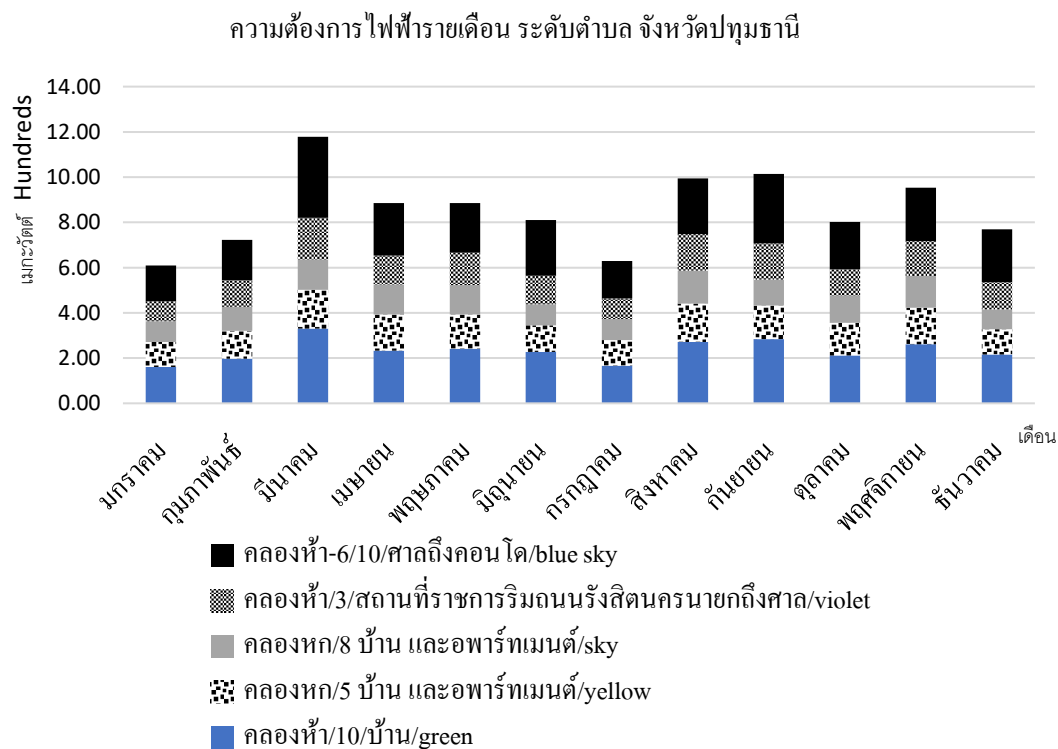
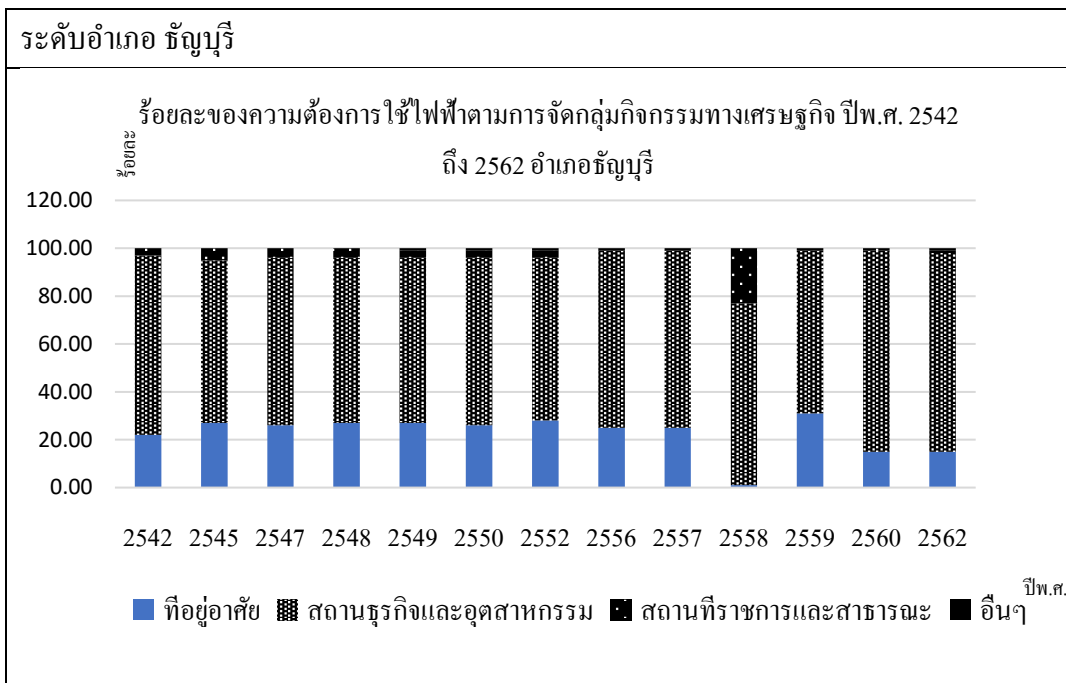
จากตาราง กลุ่มธุรกิจ และอุตสาหกรรม จังหวัดปทุมธานีมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง และปี พ.ศ. 2547 ถึง 2549 มีความต้องการเพิ่มเติมในกลุ่มที่อยู่อาศัย สัดส่วนใกล้เคียงกับกลุ่มธุรกิจมาจากการขยายตัวของเมืองหลวง และความพร้อมในสาธารณูปโภค และสาธารณูปการของจังหวัด จึงส่งผลต่อเนื่องความต้องการใน ปี พ.ศ. 2558 กลุ่มที่อยู่อาศัย ในอำเภอคลองหลวงเติบโต และมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงถึง 83 % และกลุ่มอาคารราชการในพื้นที่อำเภอชัยบุรีสูงถึง 23 % และเพิ่มความต้องการใช้ไฟฟ้าในกลุ่มที่อยู่อาศัยใกล้ที่ทำงาน และแหล่งงาน ทางเลือกของที่อยู่อาศัยประเภทต่างตอบรับกับความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นในระดับอำเภอ

ตาราง 22 ความต้องการใช้ไฟฟ้าระดับตำบล อำเภอ และจังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ.2542-2562

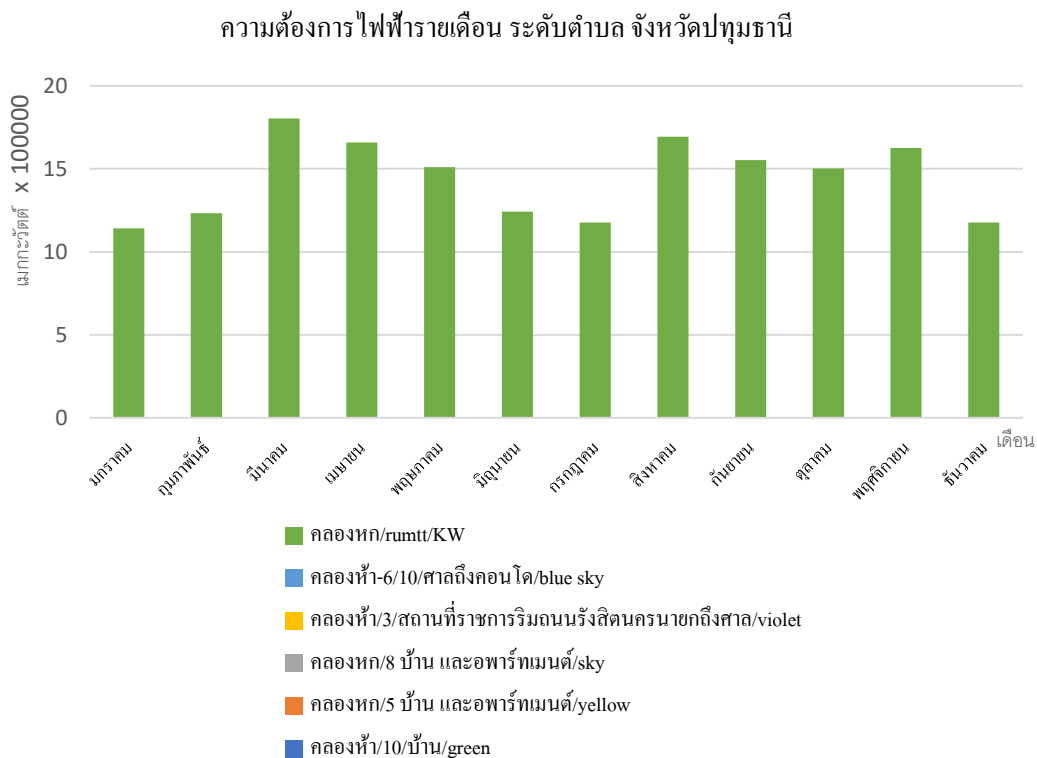
พ.ศ.	จังหวัดปทุมธานี	อำเภอคลองหลวง	อำเภอธัญบุรี	ตำบลรังสิต	ตำบลคลองห้า และหก
	การใช้กระแสไฟฟ้า (MW)	การใช้กระแสไฟฟ้า (MW)	การใช้กระแสไฟฟ้า (MW)	การใช้ กระแสไฟฟ้า (MW)	การใช้กระแสไฟฟ้า (MW)
2542	30,104,849.03	366,053.74	352,803,847.36	2,261,994,583.77	2,271,059,071.58
2543	87,068,719.72	17,690,132.07	426,214,709.09	2,271,059,071.58	211,869,100.87
2544	233,683,581.65	33,097,845.64	454,233,954.14	2,366,608,009.76	2,554,866,100.86
2545	233,683,581.65	66,195,691.28	482,253,199.19	2,496,496,412.70	2,343,680,468.85
2546	1,729,842,113.58	71,080,421.64	628,637,215.65	2,553,957,982.70	2,408,703,607.57
2547	4,150,321,942.17	624,931,695.97	681,728,678.37	2,554,869,100.62	2,554,869,100.62
2548	3,027,024,831.87	1,110,898,409.49	689,732,321.05	2,553,900,286.40	2,579,098,770.67
2549	6,477,387,298.64	1,923,894,196.08	684,369,910.43	2,608,467,113.48	2,608,467,113.48
2550	7,398,038,052.22	2,187,835,551.27	697,735,963.74	3,027,024,831.87	2,929,731,547.22
2551	7,509,513,435.10	2,221,796,818.97	747,040,591.21	3,637,605,774.45	3,027,024,831.87
2552	8,128,559,070.96	3,399,708,372.57	745,465,015.84	4,523,473,065.05	5,273,636,612.45
2553	8,412,369,099.99	3,459,970,035.85	779,018,556.45	5,273,619,052.47	5,273,619,052.47
2554	108,944,436,995.37	3,520,231,699.12	1,326,373,179.38	5,458,655,302.16	5,273,595,622.46
2555	119,522,878,363,000.00	4,294,895,170.69	1,395,471,927.47	8,128,559,070.96	5,879,585,809.45
2556	211,202,145,501,000.00	5,873,421,571.20	1,387,468,284.79	7,928,254,031.34	6,357,441,830.90
2557	228,723,411,356,000.00	7,542,721,200.32	3,551,792,573.55	8,421,427,708.16	8,128,559,070.96
2558	248,906,014,178,020.00	8,128,559,070.96	3,848,563,926.79	8,460,439,163.43	8,040,679,957.58
2559	260,008,574,005,550.00	8,887,187,275.89	4,298,833,164.76	8,714,203,812.29	7,912,824,808.16
2560	289,064,178,020,000.00	30,671,469,757.31	26,629,962,978.67	11,124,187,005.76	11,124,187,005.76
2561	307,500,814,002,630.00	35,312,363,330.65	52,777,672,758.14	13,255,538,051.60	13,255,538,051.60
2562	310,255,641,200,023.00	107,000,429,444.15	56,783,991,090.51	16,166,193,698.98	15,224,437,005.32
หน่วย เมกะวัตต์					

ตาราง 23 ความต้องการไฟฟ้าระดับจังหวัดและอำเภอ พ.ศ.2542-2562

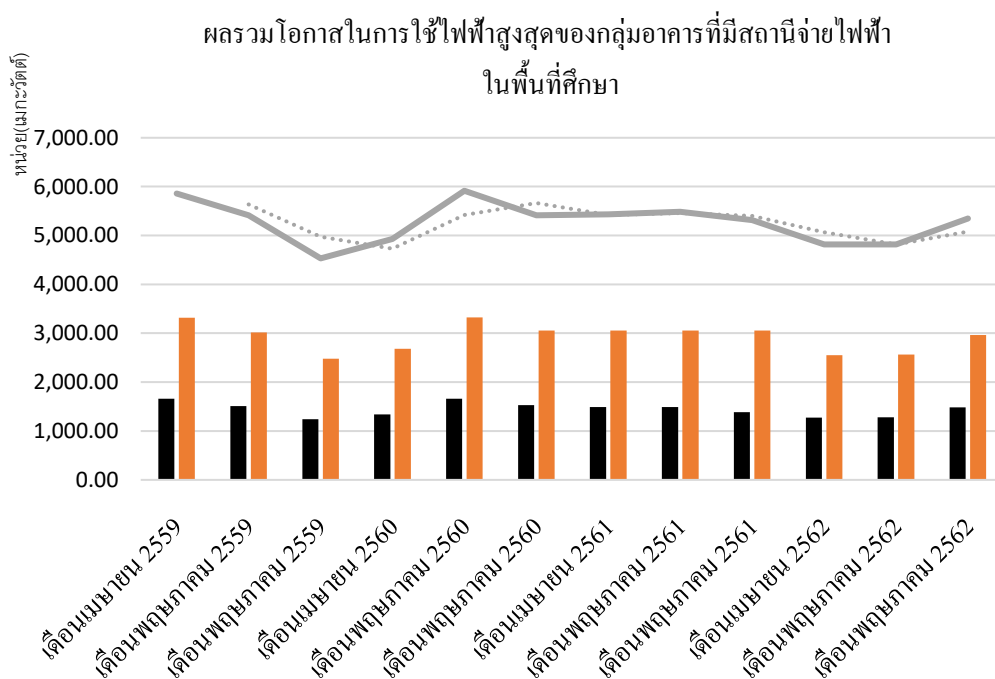




ภาพ 32 ความต้องการไฟฟ้ารายเดือน ระดับตำบล จังหวัดปทุมธานี



ภาพ 33 ความต้องการไฟฟ้ารายเดือน ระดับตำบล จังหวัดปทุมธานี



ภาพ 34 ผลรวมการใช้ไฟฟ้าสูงสุด ระดับตำบลของ 2สถานีจ่ายไฟฟ้า

3.3.5 ศึกษาความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

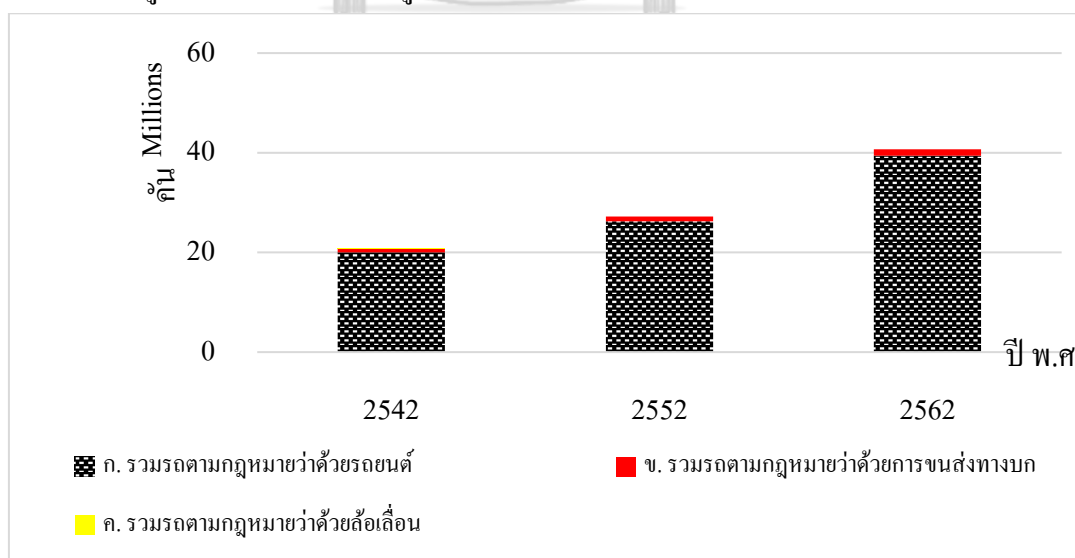
การใช้พลังงานยานพาหนะสะสมในพื้นที่ศึกษา ระดับ ตำบล อำเภอ จังหวัด ปทุมธานี ปีพ.ศ. 2542 ถึง 2562 พบว่า การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประเภท เบนซิน เป็นที่ต้องการสูงสุด รองลงมาได้แก่น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล แอลพีจีและเบนซิน และซีเอ็นจี ตามลำดับ

ตาราง 24 จำนวนรถที่จดทะเบียนสะสมทั่วประเทศ

ประเภทรถ	ปี พ.ศ.		
	2542	2552	2562
ก. รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์	20,030,220	26,258,235	39,396,745
ข. รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก	774,707	926,342	1,315,303
ค. รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยล้อเลื่อน	30757	-	-
รวมทั้งสิ้น(คัน)	20,835,684	27,184,577	40,712,048

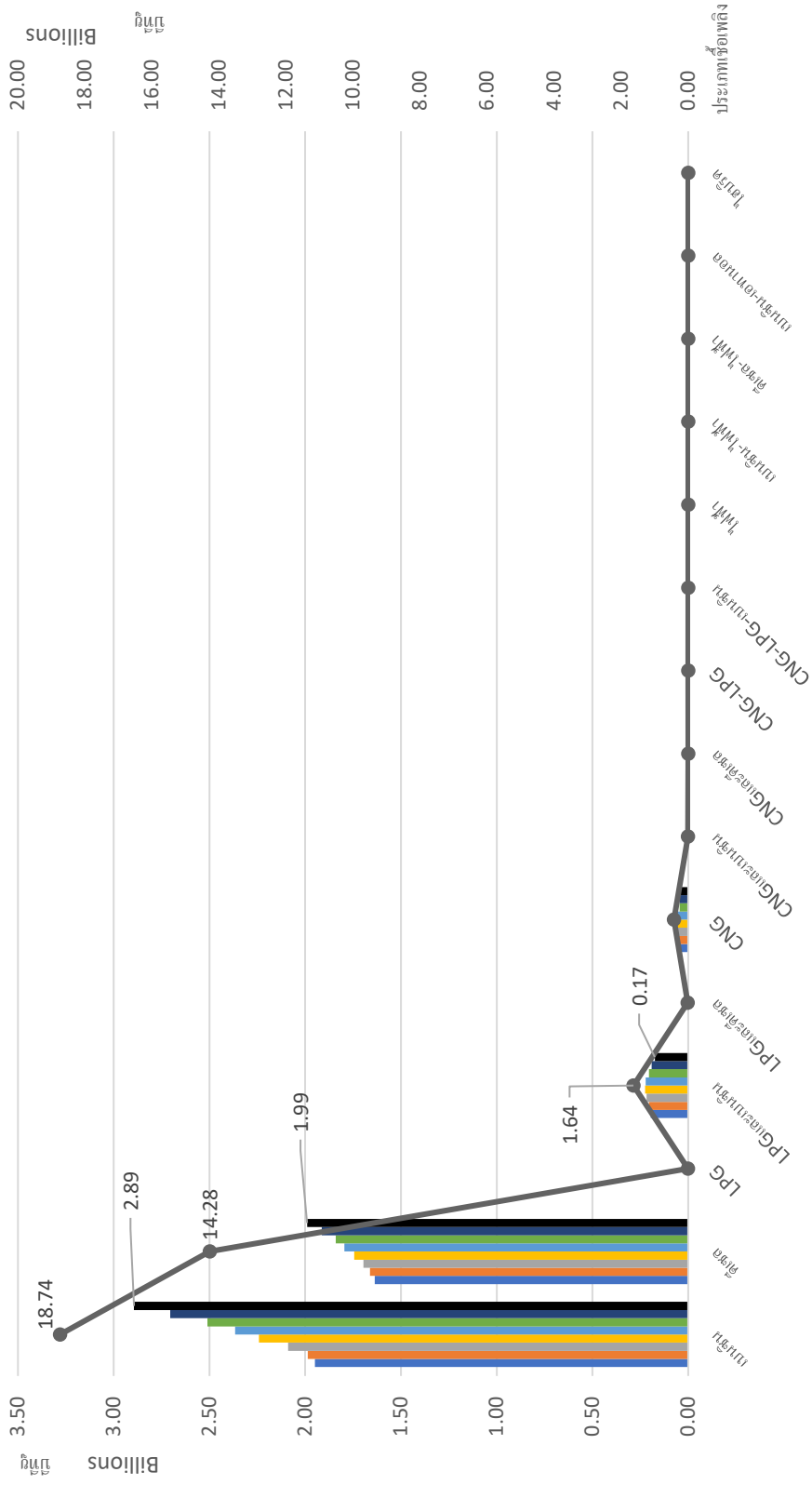
ที่มา กลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก

อันดับที่ 1 พลังงานเชื้อเพลิงจากเบนซิน มีค่าพลังงานความร้อนเท่ากับ 23 หมื่นล้านบีทียู ดีเซลเท่ากับ 29 พันล้านบีทียู และแอลพีจีเบนซิน 2 พันล้านบีทียู พลังงานทางเลือกใช้ในปี พ.ศ. 2551 มีแก๊สโซลล์ อี 10 ออกแทน 91 95 อี20 อี85 ออกมาใช้เพื่อสร้างทางเลือกในเชื้อเพลิงมากขึ้น และลดการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ถึงแม้กระนั้น รถยนต์ใหม่เพิ่มขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 จนถึง 2562 ใช้น้ำมันเบนซินที่มีความจุ 31,265.40 บีทียูต่อลิตร และดีเซล 34,520 บีทียูต่อลิตร เป็นค่าพลังงานที่สูงเมื่อมีการใช้งานเพิ่มสูงขึ้น ทำให้เกิดความร้อนเพิ่มขึ้นตามกัน



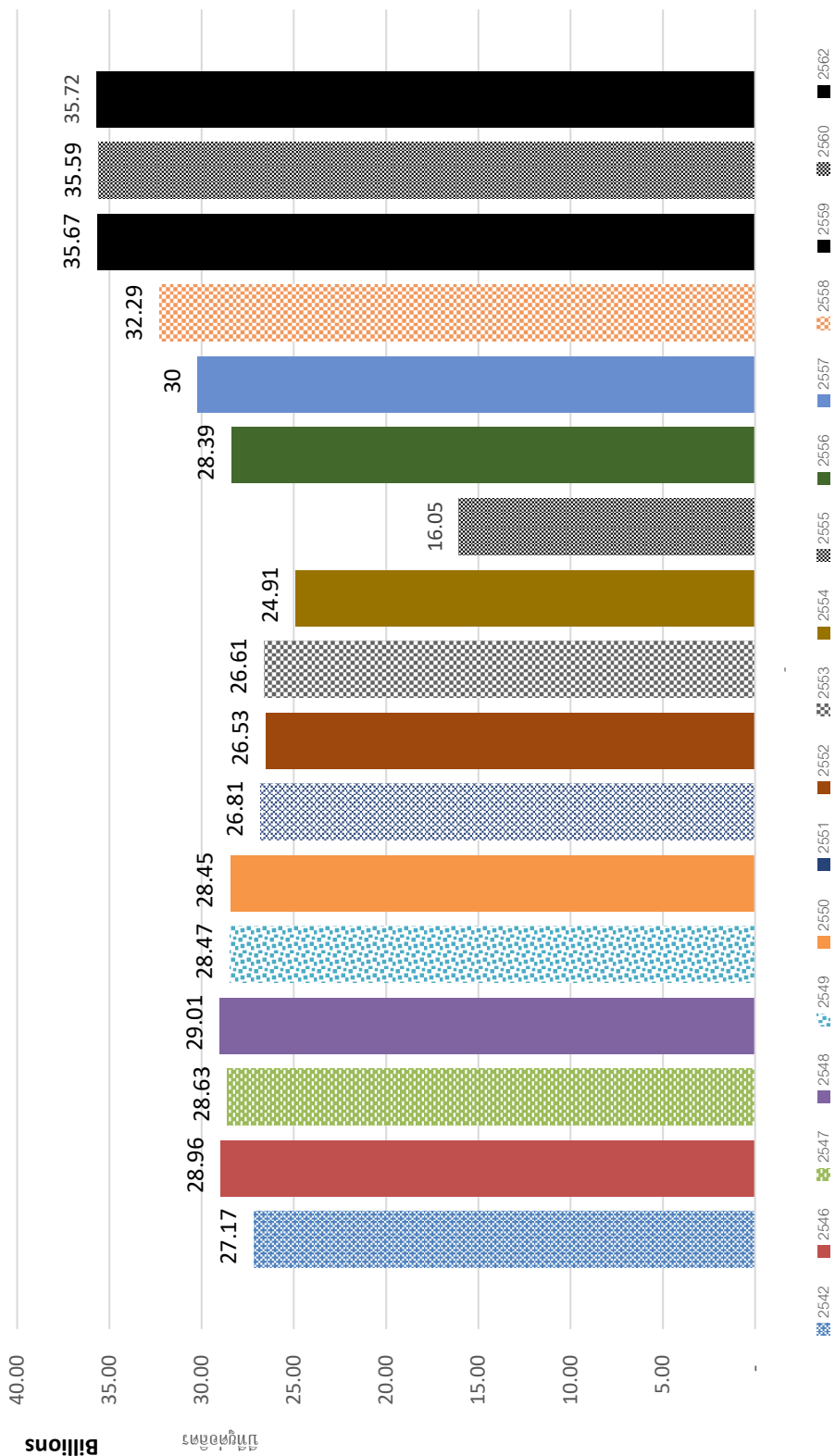
ภาพ 35 จำนวนรถที่จดทะเบียนสะสมทั่วประเทศไทย พ.ศ.2542 ถึง 2562

การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในพื้นที่ศึกษา จังหวัดปทุมธานี



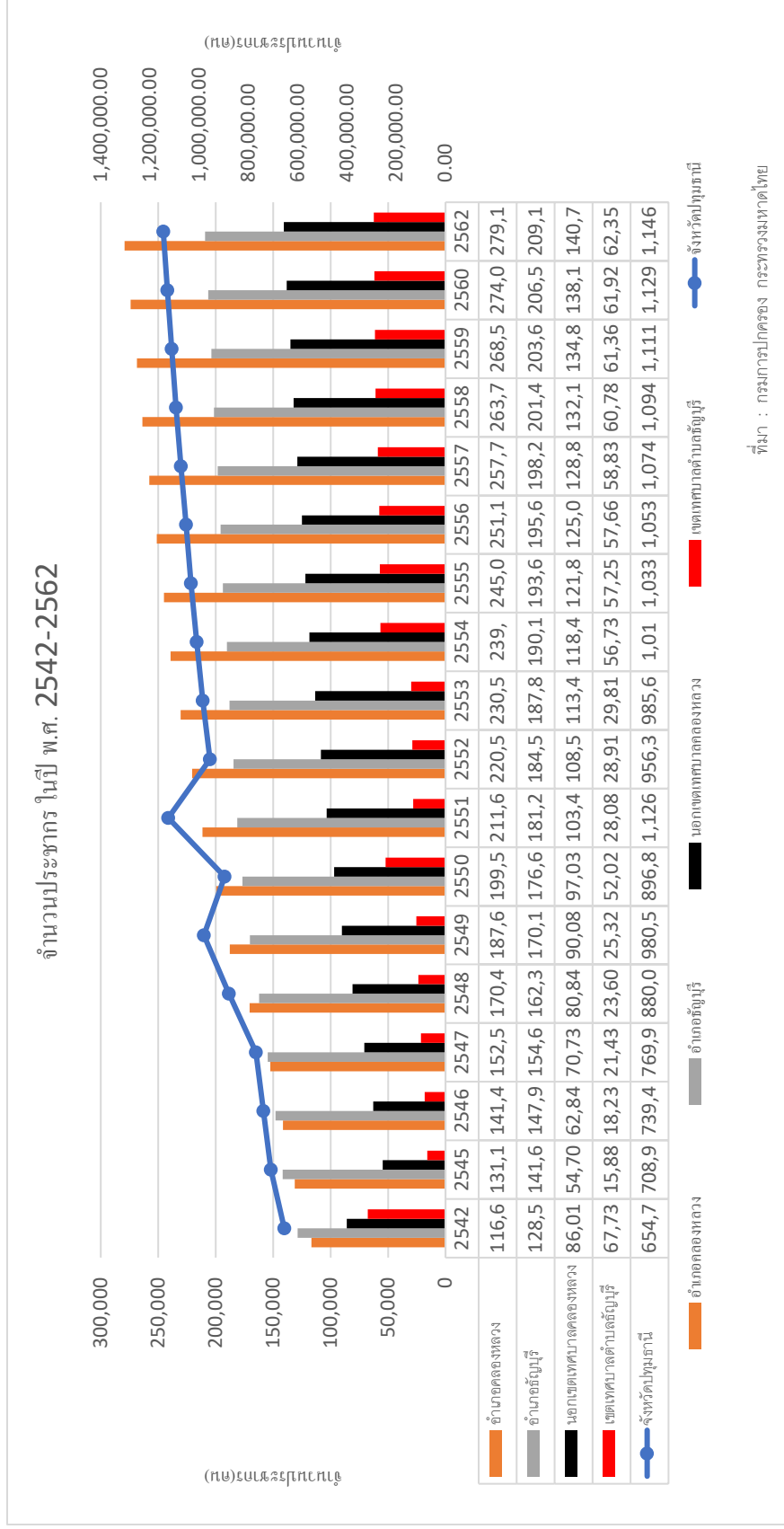
ภาพ 36 การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในพื้นที่ศึกษา จังหวัดปทุมธานี

ค่าอุปถัมภ์งานเชื่อมเหล็กต่อหน่วยปริมาตร จำแนกตามชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542 - 2562



ภาพ 37 ความอุปถัมภ์งานเชื่อมเหล็กต่อหน่วยปริมาตร จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542 ถึง 2562

3.4.6 ศึกษาความต้องการบริโภคของประชากร



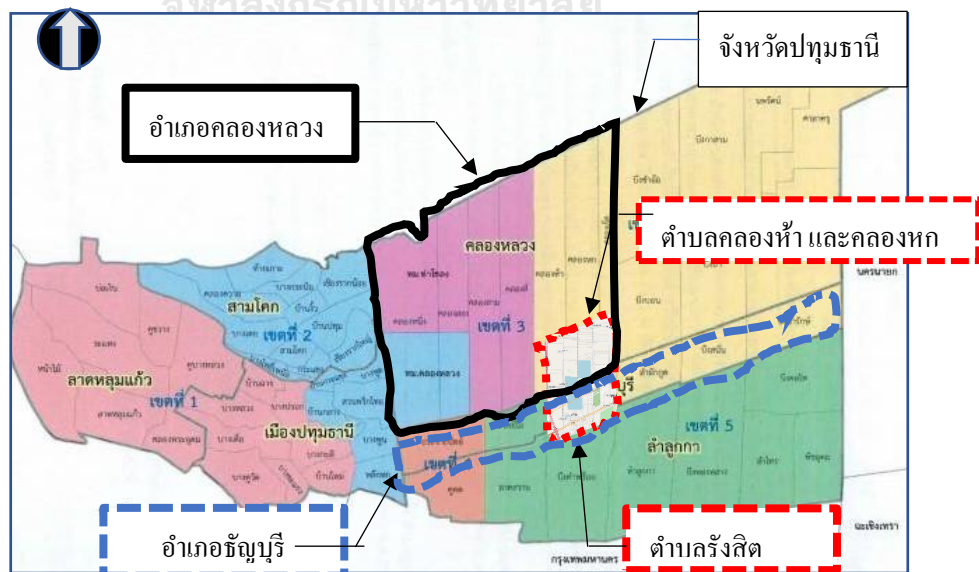
ภาพ 38 จำนวนประชากรระดับตำบล อำเภอ และจังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ.2542-2562

บทที่ 4 ผลการศึกษา

งานวิจัยการก่อตัวของเกาะความร้อนจากการพัฒนาเมืองด้านสถาปัตยกรรม ภูมิศึกษา ตำบลรังสิต อำเภอธัญบุรี และตำบลคลองห้า และคลองหก อำเภอกลองหลวง จังหวัดปทุมธานี มีกรอบการศึกษาในช่วงปี พ.ศ. 2542 ถึง 2562 จัดแบ่งผลการศึกษาออกเป็น 6 ส่วน ดังนี้

1. วิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดิน
เป็นผลการศึกษาในระดับจังหวัด อำเภอ และตำบล
2. วิเคราะห์แหล่งความร้อนเมือง
เป็นผลการศึกษาตัวแปรต่างๆจากแหล่งความร้อนพื้นผิว และในชั้นบรรยากาศ
3. วิเคราะห์พลังงานความร้อนจากแหล่งที่มา
เป็นผลรวมของพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นในแต่ละระดับพื้นที่ศึกษา
4. วิเคราะห์พลังงานความร้อนกับสภาพอากาศ
เป็นผลกระทบของพลังงานความร้อนที่มีต่ออุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน และการระเหยของน้ำ
5. วิเคราะห์สมดุลพลังงานความร้อน
เป็นผลการศึกษาที่ตรวจสอบความร้อนก่อนและหลังจากการพัฒนาเมือง
6. วิเคราะห์การลดความร้อนเมืองโดยการใช้องค์ประกอบทางธรรมชาติ
เป็นผลการศึกษาที่เสนอแนวทางในการบรรเทา หรือลดความร้อนเมือง

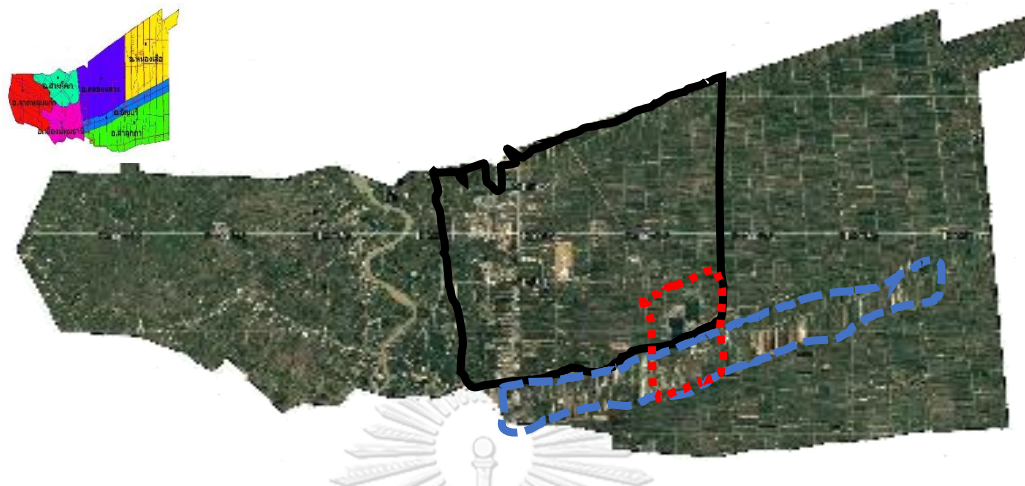
4.1 วิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดิน



ภาพ 39 ขอบเขตพื้นที่จังหวัด อำเภอ ตำบลของพื้นที่ศึกษา จังหวัดปทุมธานี

4.1.1 ลักษณะการใช้ที่ดิน พื้นที่จังหวัดปทุมธานี

ปี พ.ศ.2542



ภาพ 40 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับจังหวัด ปี พ.ศ. 2542



ภาพ 41 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ประเภทพื้นที่ชุมชน และสิ่งก่อสร้าง ระดับจังหวัด ปี พ.ศ. 2542

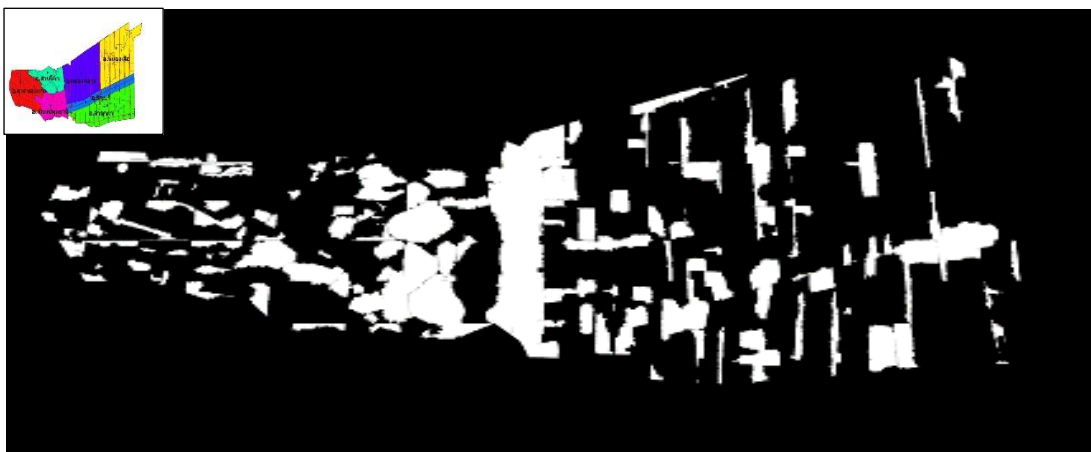
ตาราง 25 สรุปผลการศึกษาค่าการใช้ประโยชน์ที่ดิน จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542

ประเภท	ร้อยละ	เนื้อที่(ตร.ม.)	แผนภูมิภาพ
1.พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง	22	335,688,320.00	
2. พื้นที่เกษตรกรรม	25	381,464,000.00	
3.พื้นที่แหล่งน้ำ	4	61,034,240.00	
4.พื้นที่เบ็ดเตล็ด	49	747,669,440.00	

ปี พ.ศ. 2552



ภาพ 42 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับจังหวัด ปี พ.ศ. 2552



ภาพ 43 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ประเภทพื้นที่ชุมชน และสิ่งก่อสร้าง ระดับจังหวัด ปี พ.ศ. 2552

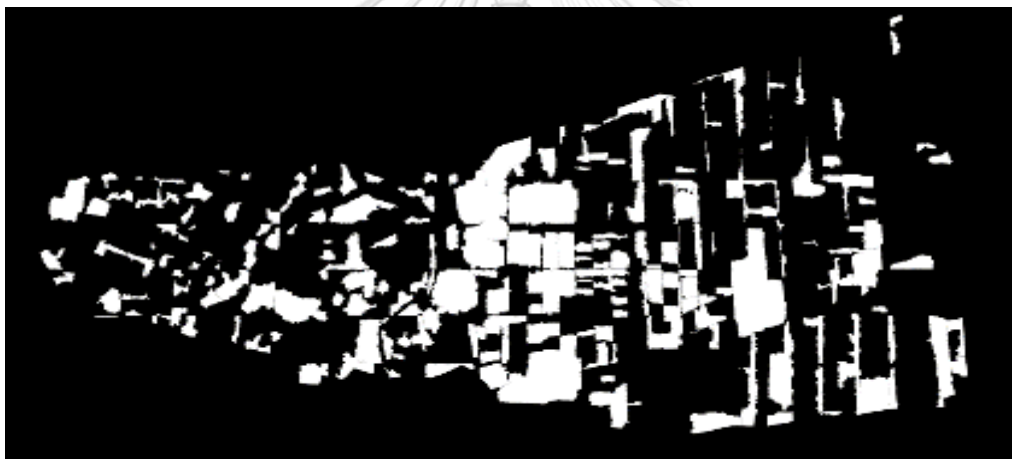
ตาราง 26 สรุปผลการศึกษากการใช้ประโยชน์ที่ดิน จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2552

ประเภท	ร้อยละ	เนื้อที่(ตร.ม.)	แผนภูมิภาพ
1.พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง	35	534,049,600.00	
2. พื้นที่เกษตรกรรม	20	305,171,200.00	
3.พื้นที่แหล่งน้ำ	2	30,517,120.00	
4.พื้นที่เปิดเตีีล็ด	43	656,118,080.00	

ปี พ.ศ.2562



ภาพ 44 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับจังหวัด ปี พ.ศ. 2562



CHULALONGKORN UNIVERSITY

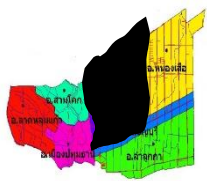
ภาพ 45 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ประเภทพื้นที่ชุมชน และสิ่งก่อสร้าง ระดับจังหวัด ปี พ.ศ. 2552

ตาราง 27 สรุปผลการศึกษาดการใช้ประโยชน์ที่ดิน จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2562

ประเภท	ร้อยละ	เนื้อที่(ตร.ม.)	แผนภูมิภาพ
1.พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง	45	686,635,200.00	
2. พื้นที่เกษตรกรรม	15	228,878,400.00	
3.พื้นที่แหล่งน้ำ	2	30,517,120.00	
4.พื้นที่เบ็ดเตล็ด	38	579,825,280.00	

4.1.2 ลักษณะการใช้ที่ดิน ระดับอำเภอ

ปี พ.ศ. 2542



อำเภอคลองหลวง

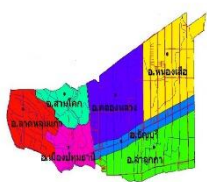
อำเภอธัญบุรี

ภาพ 46 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับอำเภอ ปี พ.ศ. 2542
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตาราง 28 สรุปผลการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอคลองหลวงและธัญบุรี พ.ศ. 2542

ประเภท	ร้อยละ		เนื้อที่(ตร.ม.)		แผนภูมิภาพ
	คลองหลวง	ธัญบุรี	คลองหลวง	ธัญบุรี	
1.พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง	17	24	50,855,840.00	26,909,760.00	
2.พื้นที่เกษตรกรรม	58	39	173,508,160.00	43,728,360.00	
3.พื้นที่แหล่งน้ำ	4	2	11,966,080.00	2,242,480.00	
4.พื้นที่เบ็ดเตล็ด	21	35	62,821,920.00	39,243,400.00	

ปี พ.ศ.2552



อำเภอคลองหลวง



อำเภอชัยบุรี

ภาพ 47 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับอำเภอ ปี พ.ศ. 2552

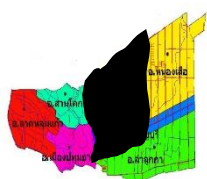
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตาราง 29 สรุปผลการศึกษการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอคลองหลวงและชัยบุรี พ.ศ. 2552

ประเภท	ร้อยละ		เนื้อที่(ตร.ม.)		แผนภูมิภาพ
	คลองหลวง	ชัยบุรี	คลองหลวง	ชัยบุรี	
1.พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง	37	36	110,686,240.00	40,364,640.00	
2.พื้นที่เกษตรกรรม	27	31	98,720,160.00	34,758,440.00	
3.พื้นที่แหล่งน้ำ	3	1	8,974,560.00	1,121,240.00	
4.พื้นที่เบ็ดเตล็ด	33	32	98,720,160.00	35,879,680.00	

ปี พ.ศ. 2562



อำเภอคลองหลวง



อำเภอชัยบุรี

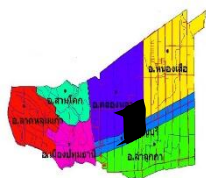
ภาพ 48 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับอำเภอ พ.ศ. 2562

ตาราง 30 สรุปผลการศึกษาค่าการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอคลองหลวงและชัยบุรี พ.ศ. 2562

ประเภท	ร้อยละ		เนื้อที่(ตร.ม.)		แผนภูมิภาพ
	คลองหลวง	ชัยบุรี	คลองหลวง	ชัยบุรี	
1.พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง	46	68	137,609,920.00	76,244,320.00	
2.พื้นที่เกษตรกรรม	11	26	32,906,720.00	29,152,240.00	
3.แหล่งน้ำ	3	1	8,974,560.00	1,121,240.00	
4.พื้นที่เบ็ดเตล็ด	40	5	119,660,800.00	5,606,200.00	

4.1.3 ลักษณะการใช้ที่ดิน ระดับตำบล

ปี พ.ศ. 2542



ตำบลคลองห้าและหก



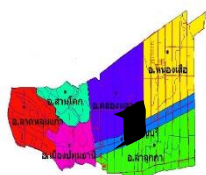
ตำบลรังสิต

ภาพ 49 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับตำบล ปี พ.ศ. 2542

ตาราง 31 สรุปผลการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตำบลรังสิต คลองห้า และคลองหก พ.ศ. 2542

ประเภท	ร้อยละ		เนื้อที่(ตร.ม.)		แผนภูมิภาพ
	คลอง 5+6	รังสิต	คลอง5+6	รังสิต	
1.พื้นที่ ชุมชนและ สิ่งก่อสร้าง	29	19	9,828,100.0	1,945,900.0	
2. พื้นที่ เกษตรกรรม	66	68	22,367,400.	4,428,600	
3.พื้นที่ แหล่งน้ำ	2	4	1,016,700.00	201,300.00	
4.พื้นที่ เบ็ดเตล็ด	3	9	677,800.00	134,200.00	

ปี พ.ศ. 2552



ตำบลคลองห้าและหก



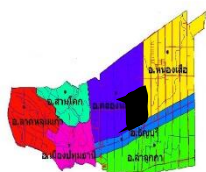
ตำบลรังสิต

ภาพ 50 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับตำบล ปี พ.ศ. 2552

ตาราง 32 สรุปผลการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตำบลรังสิต คลองห้า และคลองหก พ.ศ. 2552

ประเภท	ร้อยละ		เนื้อที่(ตร.ม.)		แผนภูมิภาพ
	คลอง 5+6	รังสิต	คลอง5+6	รังสิต	
1.พื้นที่ ชุมชนและ สิ่งก่อสร้าง	42	50	14,233,800.00	2,818,200.00	
2. พื้นที่ เกษตรกรรม	43	31	14,572,700.00	2,885,300.00	
3.พื้นที่ แหล่งน้ำ	4	4	1,355,600.00	268,400.00	
4.พื้นที่ เบ็ดเตล็ด	11	15	3,727,900.00	738,100.00	

ปี พ.ศ. 2562



ตำบลคลองห้าและหก



ตำบลรังสิต

ภาพ 51 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับตำบล ปี พ.ศ. 2562

ตาราง 33 สรุปผลการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตำบลรังสิต คลองห้า และคลองหก พ.ศ. 2562

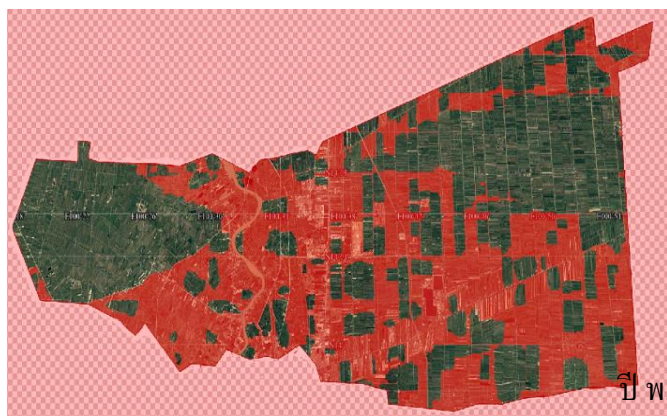
ประเภท	ร้อยละ		เนื้อที่(ตร.ม.)		แผนภูมิภาพ
	คลอง 5+6	รังสิต	คลอง5+6	รังสิต	
1.พื้นที่ชุมชน และสิ่งก่อสร้าง	45	58	15,250,500.00	3,019,500.00	
2. พื้นที่ เกษตรกรรม	19	28	10,844,800.00	2,147,200.00	
3.พื้นที่แหล่งน้ำ	4	4	2,372,300.00	469,700.00	
4.พื้นที่ เบ็ดเตล็ด	32	10	5,422,400.00	1,073,600.00	

4.2 วิเคราะห์แหล่งความร้อนเมือง

ตาราง 34 สรุปตัวแปรที่ก่อความร้อนเมืองจาก 2 แหล่งและสูตรคำนวณปริมาณการถ่ายเทพลังงานความร้อน

แหล่งความร้อน	ตัวแปร	วิธีการ สูตรคำนวณ
1. ความร้อนจากพื้นผิว	1. พื้นที่สิ่งก่อสร้าง 2. พื้นที่ดิน 3. พื้นี่น้ำ 4. พื้นี่สีเขียว	$Q = M * C * \Delta T$ แทนค่า $Q =$ พลังงานความร้อน (kJ หรือ Btu) $M =$ มวล (kg) $C =$ ความจุความร้อนจำเพาะ (KJ/kg. °C) $\Delta T =$ ผลต่างของอุณหภูมิ (°C)
2. ความร้อนจากชั้นบรรยากาศ	1. แสงอาทิตย์	$\bar{H} = A_D * C_V$ แทนค่า $\bar{H} =$ ค่ารังสีอาทิตย์ (MJ/m ² .day) $A_D =$ พื้นที่รองรับรังสี (m ²) $C_V =$ ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ (MJ/m ² .day)
	2. การใช้ไฟฟ้า	$E = P \times \text{time}$ แทนค่า $E =$ พลังงานไฟฟ้า (W/Hr) $P =$ กำลังไฟฟ้า (W) $\text{time} =$ เวลา (Hr)
	3. การเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง	$Q = C \times \text{Volume}$ แทนค่า $Q =$ พลังงานความร้อนของเชื้อเพลิง (Btu) $C =$ ค่าความจุพลังงานต่อลิตร (Btu/Lit) $\text{Volume} =$ ปริมาณน้ำมันที่ใช้ (Lit)
	4. การบริโภคอาหาร	$Q = (N \times \text{Met}) \times H$ แทนค่า $N =$ จำนวนหน่วยคน $\text{Met} =$ อัตราการเผาผลาญเฉลี่ย (Btu/Hr) $H =$ จำนวนชั่วโมงที่ทำกิจกรรม (Hr)

4.2.1 แหล่งความร้อนจากพื้นผิว



ปี พ.ศ. 2542



ปี พ.ศ. 2552



ปี พ.ศ. 2562

ภาพ 52 พื้นที่สิ่งก่อสร้าง(สีแดง) และพื้นที่สีเขียว(สีเขียว)จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542-2562

ตาราง 35 เปรียบเทียบสัดส่วนการใช้ที่ดินในจังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542 -2562

พ.ศ.2542	พ.ศ. 2552	พ.ศ.2562
จังหวัด		
<p>พื้นที่สีเขียว 42%</p> <p>พื้นที่สีส้ม 38%</p> <p>พื้นที่สีเทา 17%</p> <p>พื้นที่น้ำ 3%</p>	<p>พื้นที่สีส้ม 53%</p> <p>พื้นที่สีเขียว 20%</p> <p>พื้นที่สีเทา 25%</p> <p>พื้นที่น้ำ 2%</p>	<p>พื้นที่สีส้ม 48%</p> <p>พื้นที่สีเขียว 19%</p> <p>พื้นที่สีเทา 25%</p> <p>พื้นที่น้ำ 4%</p>

ระดับจังหวัดปทุมธานี

ตาราง 36 ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจาก 4 ตัวแปรพื้นผิว จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542-2562

แหล่งที่มาความร้อนพื้นผิว (Btu)	สิ่งก่อสร้าง (Btu)	พื้นดิน (Btu)	แหล่งน้ำ (Btu)	พื้นที่สีเขียว (Btu)
ปริมาณความร้อน				
ปีพ.ศ. 2542	333,539,914,752.00	451,921,316,313.60	238,880,386,080.00	115,354,713,600.00
ปีพ.ศ. 2552	648,549,834,240.00	484,713,792,780.80	233,571,933,056.00	70,494,547,200.00
ปีพ.ศ. 2562	1,212,872,417,280.00	623,057,052,876.80	254,805,745,152.00	102,537,523,200.00

ระดับอำเภอ

อำเภอคลองหลวง

ตาราง 37 ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจาก 4 ตัวแปรพื้นผิว อำเภอคลองหลวง พ.ศ. 2542-2562

แหล่งที่มาความร้อนพื้นผิว(Btu)	สิ่งก่อสร้าง (Btu)	พื้นดิน (Btu)	แหล่งน้ำ (Btu)	พื้นที่สีเขียว (Btu)
ปริมาณความร้อน				
ปีพ.ศ. 2542	50,530,362,624.00	37,972,081,324.80	108,654,279,955.20	22,615,891,200.00
ปีพ.ศ. 2552	134,417,369,856.00	72,930,505,401.60	61,820,538,595.20	20,731,233,600.00
ปีพ.ศ. 2562	243,074,162,688.00	128,582,709,248.00	36,634,393,241.60	30,154,521,600.00

CHULALONGKORN UNIVERSITY

อำเภอชัยบุรี

ตาราง 38 ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจาก 4 ตัวแปรพื้นผิว อำเภอชัยบุรี พ.ศ. 2542-2562

แหล่งที่มาความร้อนพื้นผิว(Btu)	สิ่งก่อสร้าง (Btu)	พื้นดิน (Btu)	แหล่งน้ำ (Btu)	พื้นที่สีเขียว (Btu)
ปริมาณความร้อน				
ปีพ.ศ. 2542	26,737,537,536.00	23,720,280,696.00	27,383,573,599.20	4,238,287,200.00
ปีพ.ศ. 2552	49,018,818,816.00	26,506,472,396.80	26,603,414,807.20	2,590,064,400.00
ปีพ.ศ. 2562	134,677,966,848.00	6,024,198,272.00	32,454,605,747.20	3,767,366,400.00

ค่าบด

ค่าบดคลองห้า และคลองหก

ตาราง 39 ปริมาณความร้อนจากพื้นผิว 4 ตัว ค่าบดคลองห้าและคลองหก พ.ศ. 2542-2562

แหล่งที่มาความร้อนพื้นผิว(Btu)	สิ่งก่อสร้าง (Btu)	พื้นดิน (Btu)	แหล่งน้ำ (Btu)	พื้นที่สีเขียว (Btu)
ปริมาณความร้อน				
ปีพ.ศ. 2542	9,765,200,160.00	409,689,432.00	14,006,913,228.00	1,921,563,000.00
ปีพ.ศ. 2552	17,285,526,720.00	2,754,023,404.00	11,153,653,126.00	3,131,436,000.00
ปีพ.ศ. 2562	26,938,483,200.00	5,826,694,144.00	12,073,298,944.00	4,190,430,720.00

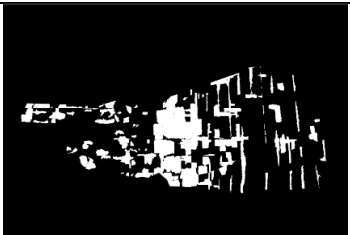
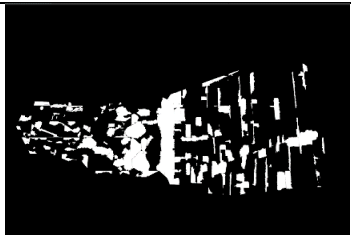
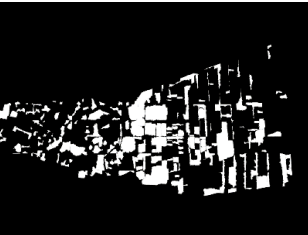
ค่าบดรังสิต

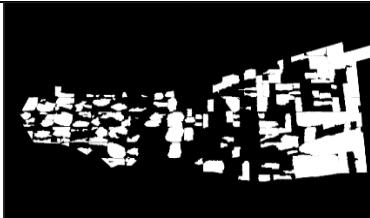

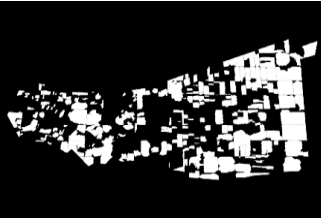
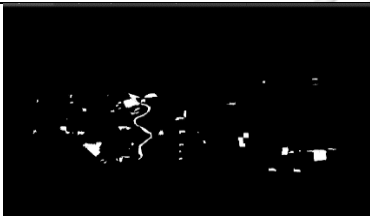

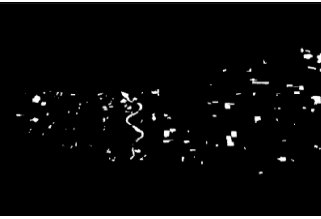
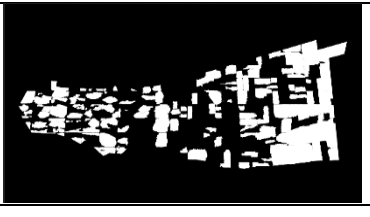

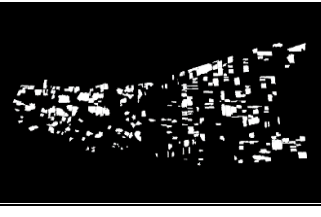
ตาราง 40 ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจาก 4 ตัวจากพื้นผิว อำเภอดุสิต พ.ศ. 2542-2562

แหล่งที่มาความร้อนพื้นผิว(Btu)	สิ่งก่อสร้าง (Btu)	พื้นดิน (Btu)	แหล่งน้ำ (Btu)	พื้นที่สีเขียว (Btu)
ปริมาณความร้อน				
ปีพ.ศ. 2542	1,933,446,240.00	81,115,848.00	2,773,277,892.00	380,457,000.00
ปีพ.ศ. 2552	3,422,422,080.00	545,278,756.00	2,208,350,914.00	620,004,000.00
ปีพ.ศ. 2562	5,333,644,800.00	1,153,647,616.00	2,390,434,816.00	1,578,192,000.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 41 สรุปปริมาณความร้อนจากแหล่งความร้อนจากพื้นผิว ระดับตำบล อำเภอ และจังหวัด

1. ปริมาณการคายความร้อนจาก สิ่งก่อสร้าง ระดับตำบล อำเภอ จังหวัด ตามลำดับ			
พ.ศ.2542	พ.ศ. 2552	พ.ศ.2562	
			
333,539,914,752.00 Btu	648,549,834,240.00 Btu	1,212,872,417,280.00 Btu	
899,131,392.00 Btu	158,926,779,264.00 Btu	310,413,146,112.00 Btu	
10,731,923,280.00 Btu	18,996,737,760.00 Btu	27,170,380,800.00 Btu	

2. ปริมาณการคายความร้อนจาก พื้นดิน ระดับตำบล อำเภอ จังหวัด ตามลำดับ		
พ.ศ.2542	พ.ศ. 2552	พ.ศ.2562
		
451,921,316,313.60 Btu	484,713,792,780.80 Btu	623,057,052,876.80 Btu
49,832,221,672.80 Btu	86,183,741,600.00 Btu	131,594,808,384.00 Btu
285,960,564.00 Btu	3,026,662,782.00 Btu	6,403,517,952.00 Btu
3. ปริมาณการดูดความร้อนจาก แหล่งน้ำ ระดับตำบล อำเภอ จังหวัด ตามลำดับ		
พ.ศ.2542	พ.ศ. 2552	พ.ศ.2562
		
115,354,713,600.00 Btu	70,494,547,200.00 Btu	102,537,523,200.00 Btu
24,735,034,800.00 Btu	22,026,265,800.00 Btu	32,038,204,800.00 Btu
2,111,791,500.00 Btu	3,441,438,000.00 Btu	4,979,526,720.00 Btu
4. ปริมาณการดูดความร้อนจากพื้นที่ สีเขียว ระดับตำบล อำเภอ จังหวัด ตามลำดับ		
พ.ศ.2542	พ.ศ. 2552	พ.ศ.2562
		
238,880,386,080.00 Btu	233,571,933,056.00 Btu	254,805,745,152.00 Btu
122,346,066,754.80 Btu	75,122,245,998.80 Btu	52,861,696,115.20 Btu
15,393,552,174.00 Btu	12,257,828,583.00 Btu	13,268,516,352.00 Btu

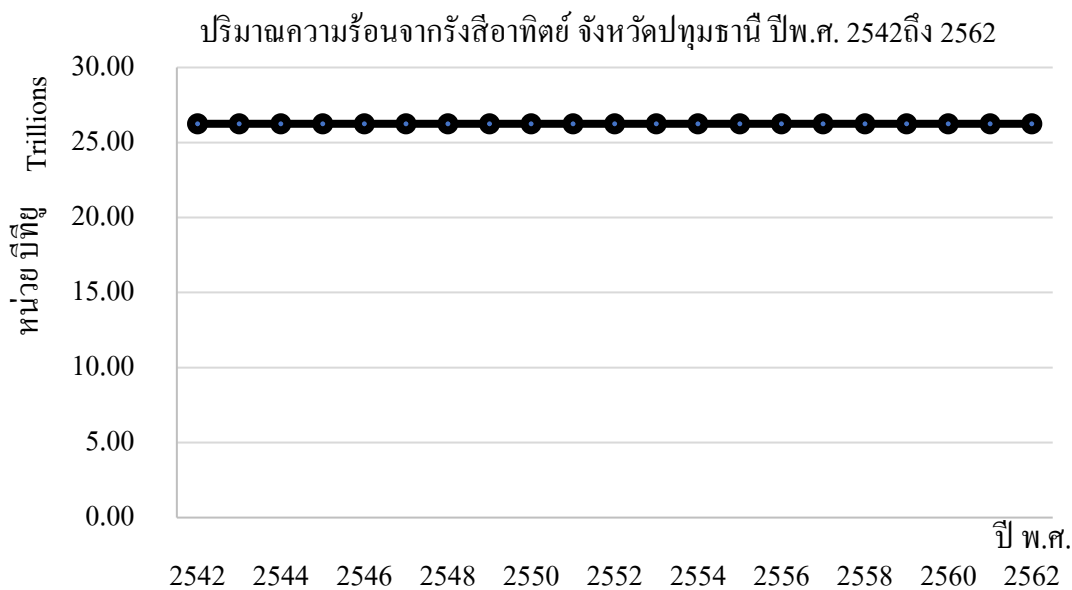
ตาราง 42 สรุปสัดส่วนปริมาณความร้อนจากพื้นผิว ตามขอบเขตพื้นที่ศึกษา

พ.ศ.2542	พ.ศ. 2552	พ.ศ.2562
จังหวัด		
<p>พื้นที่สีฟ้า 17% พื้นที่สีส้ม 2% พื้นที่ดิน 38% พื้นที่น้ำ 3% พื้นที่สีเขียว 42%</p>	<p>พื้นที่สีฟ้า 25% พื้นที่สีส้ม 2% พื้นที่ดิน 53% พื้นที่สีเขียว 20%</p>	<p>พื้นที่สีฟ้า 29% พื้นที่สีส้ม 4% พื้นที่ดิน 48% พื้นที่สีเขียว 19%</p>
1.อำเภอคลองหลวง		
<p>พื้นที่สีฟ้า 17% พื้นที่สีส้ม 4% พื้นที่ดิน 21% พื้นที่น้ำ 4% พื้นที่สีเขียว 58%</p>	<p>พื้นที่สีฟ้า 37% พื้นที่สีส้ม 3% พื้นที่ดิน 33% พื้นที่สีเขียว 27%</p>	<p>พื้นที่สีฟ้า 11% พื้นที่สีส้ม 3% พื้นที่ดิน 46% พื้นที่สีเขียว 40%</p>
2.อำเภอชัยบุรี		
<p>พื้นที่สีฟ้า 24% พื้นที่สีส้ม 2% พื้นที่ดิน 35% พื้นที่น้ำ 2% พื้นที่สีเขียว 39%</p>	<p>พื้นที่สีฟ้า 36% พื้นที่สีส้ม 1% พื้นที่ดิน 32% พื้นที่สีเขียว 31%</p>	<p>พื้นที่สีฟ้า 5% พื้นที่สีส้ม 1% พื้นที่ดิน 68% พื้นที่สีเขียว 26%</p>
ตำบลคลองห้า และคลองหก		
<p>พื้นที่สีฟ้า 11% พื้นที่สีส้ม 4% พื้นที่ดิน 42% พื้นที่น้ำ 4% พื้นที่สีเขียว 43%</p>	<p>พื้นที่สีฟ้า 3% พื้นที่สีส้ม 2% พื้นที่ดิน 29% พื้นที่สีเขียว 66%</p>	<p>พื้นที่สีฟ้า 32% พื้นที่สีส้ม 4% พื้นที่ดิน 45% พื้นที่สีเขียว 19%</p>
ตำบลรังสิต		
<p>พื้นที่สีส้ม 4% พื้นที่สีฟ้า 15% พื้นที่สีน้ำตาล 9% พื้นที่สีเขียว 60%</p>	<p>พื้นที่สีส้ม 4% พื้นที่สีฟ้า 15% พื้นที่สีน้ำตาล 50% พื้นที่สีเขียว 31%</p>	<p>พื้นที่สีส้ม 4% พื้นที่สีฟ้า 10% พื้นที่สีน้ำตาล 58% พื้นที่สีเขียว 28%</p>

4.2.2 แหล่งความร้อนในชั้นบรรยากาศ

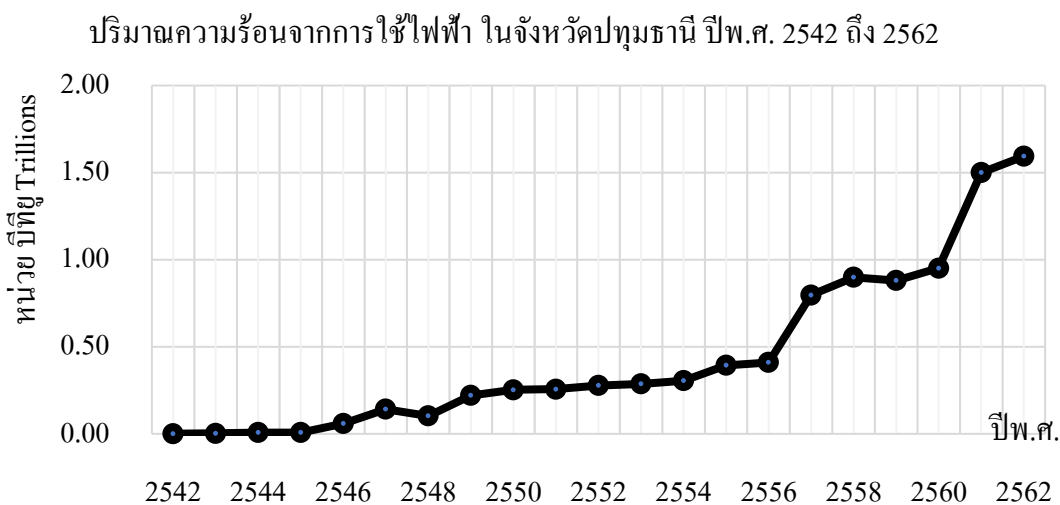
ระดับจังหวัดปทุมธานี

1. ความร้อนจากรังสีอาทิตย์(SUN) เป็นค่าคงที่ ตามตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์



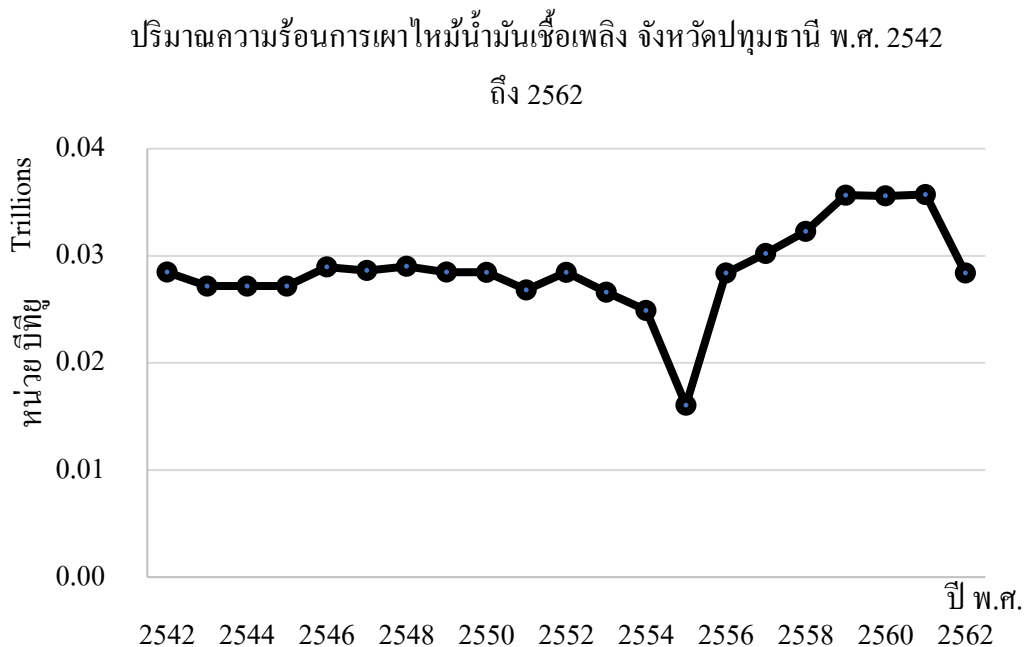
ภาพ 53 ปริมาณความร้อนจากรังสีอาทิตย์ระดับจังหวัด พ.ศ. 2542 ถึง 2562

2. ความร้อนจากการใช้ไฟฟ้า(ELEC) ค่าที่สูงขึ้นในปีพ.ศ.2550 จากกลุ่มบ้านและที่อยู่อาศัย



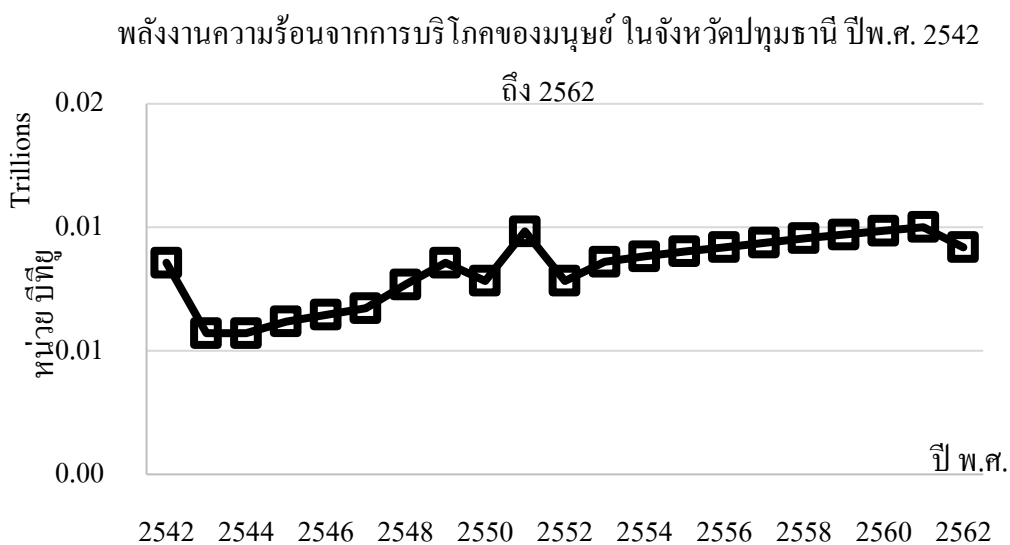
ภาพ 54 ปริมาณความร้อนจากการใช้ไฟฟ้าระดับจังหวัด พ.ศ. 2542 ถึง 2562

3. ความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง(OIL) ปี พ.ศ. 2554 เกิดอุทกภัยน้ำท่วมภายในพื้นที่ ช่วงเวลา
 ปี พ.ศ. 2555จึงมีผลต่อการอุปโภค บริโภค และความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงลดลง



ภาพ 55 ปริมาณความร้อนจากเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงระดับจังหวัด พ.ศ. 2542 ถึง 2562

4. ความร้อนจากคน(FOOD) ปลายเส้นดิ่งลงเกิดจาก ปี พ.ศ. 2562 มีประชากร 1.163 ล้านคน ลดลง
 เทียบกับ พ.ศ. 2561มีประชากร 1.164 ล้าน



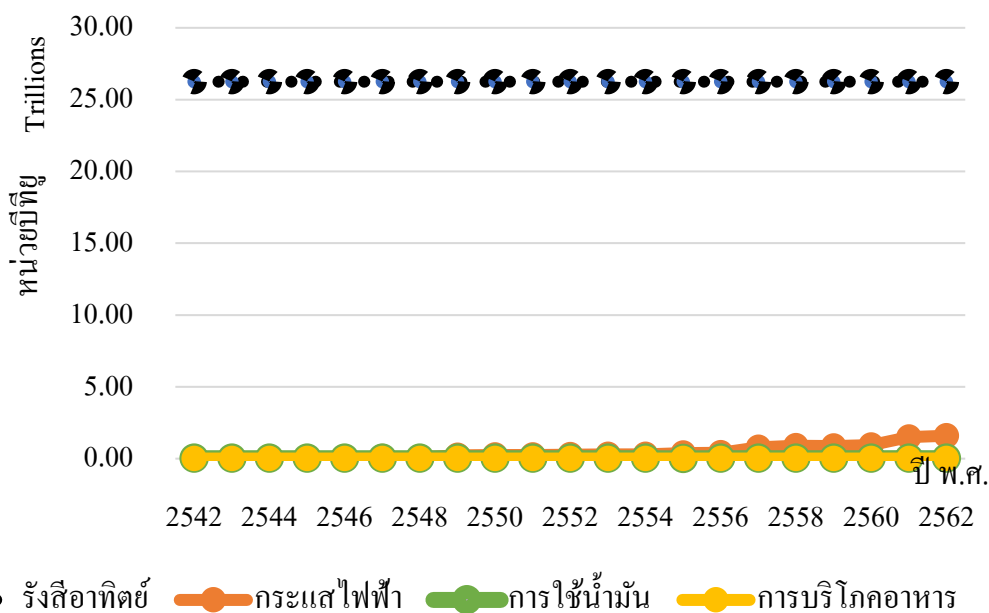
ภาพ 56 พลังงานความร้อนจากการบริโภคของมนุษย์ ระดับจังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542 ถึง 2562

ตาราง 43 แหล่งที่มาของความร้อนจากชั้นบรรยากาศ จังหวัดปทุมธานี

แหล่งที่มา ความร้อน บรรยากาศ (Btu)	รังสีดวงอาทิตย์ (SUN) (Btu)	การใช้ไฟฟ้า (ELEC) (Btu)	การเผาไหม้ เชื้อเพลิง (OIL) (Btu)	จากมนุษย์ (FOOD) (Btu)
ปริมาณความร้อน				
ปีพ.ศ. 2542	26,248,080,083,200	1,027,907,777.00	28,465,948,954.41	8,560,082,712.03
ปีพ.ศ. 2552	26,248,080,083,200	277,543,630,280.00	28,450,637,372.59	7,829,080,652.80
ปีพ.ศ. 2562	26,248,080,083,200	1,593,449,124,471.00	28,389,172,551.48	9,193,648,076.80

พลังงานความร้อนจาก 4 ตัวแปรในชั้นบรรยากาศ จังหวัดปทุมธานี

พ.ศ.2542-2562



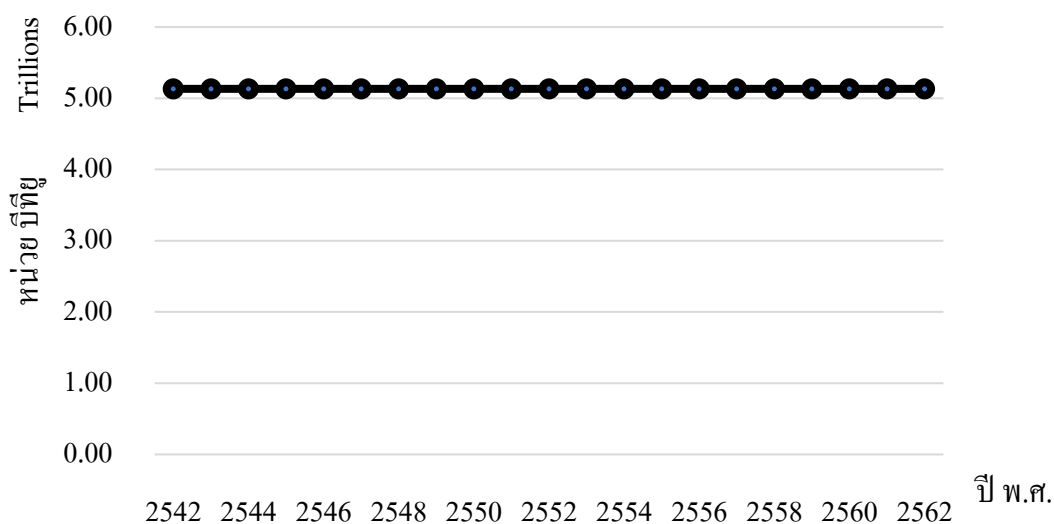
ภาพ 57 พลังงานความร้อนในชั้นบรรยากาศ จังหวัดปทุมธานี พ.ศ.2542-2562

ระดับอำเภอ

อำเภอคลองหลวง

1. ความร้อนจากแสงอาทิตย์(SUN) เป็นค่าคงที่รับอิทธิพลจากตำแหน่งทางภูมิศาสตร์

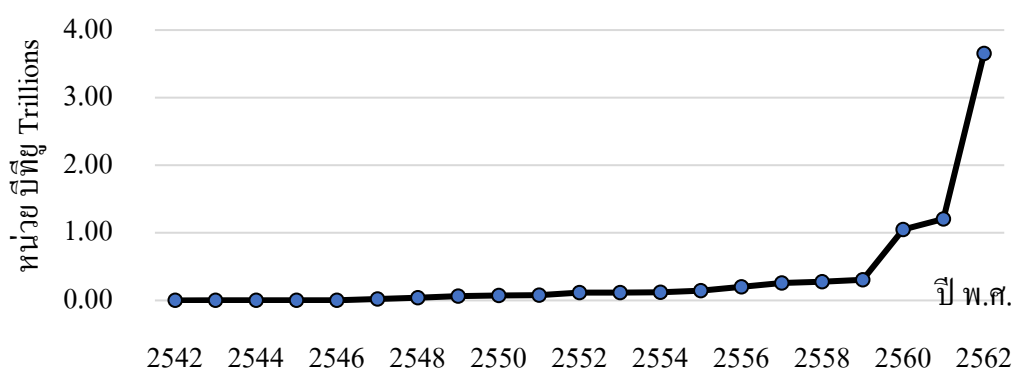
พลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ อำเภอคลองหลวง ปีพ.ศ. 2542- 2562



ภาพ 58 พลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ อำเภอคลองหลวง ปีพ.ศ. 2542- 2562

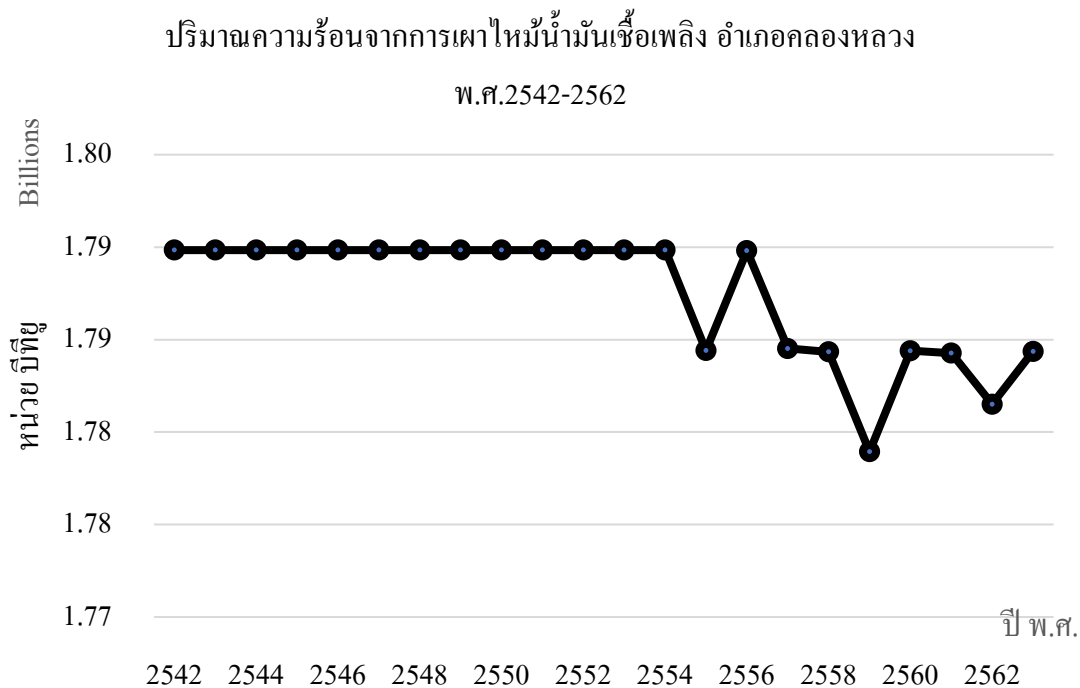
2. ความร้อนจากการใช้กระแสไฟฟ้า (ELEC) รับอิทธิพลจากประเภทอาคาร

ปริมาณความร้อนจากการใช้กระแสไฟฟ้า อำเภอคลองหลวง ปี พ.ศ. 2542-2562



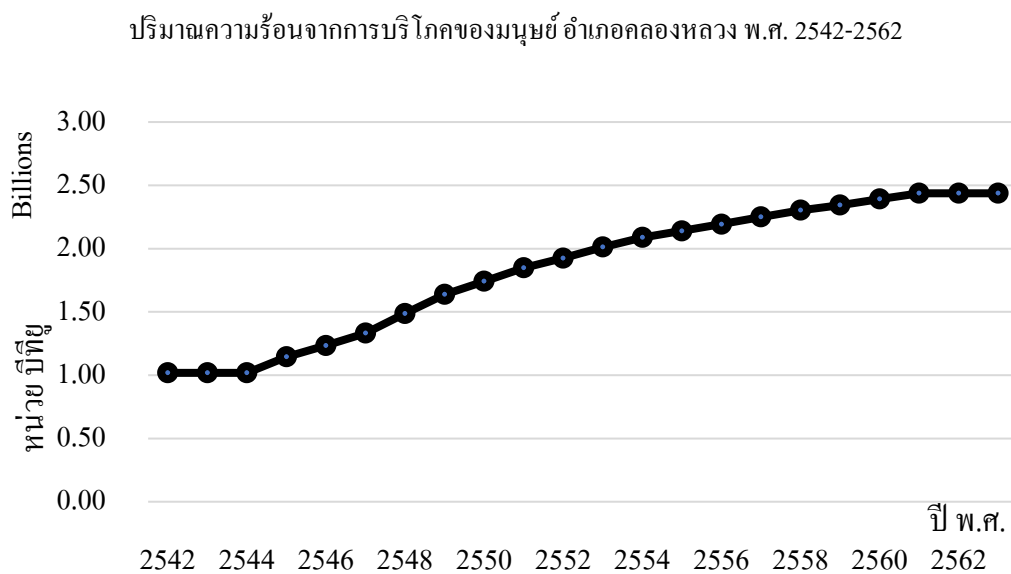
ภาพ 59 ปริมาณความร้อนจากการใช้กระแสไฟฟ้า อำเภอคลองหลวง ปีพ.ศ. 2542- 2562

3. ความร้อนจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง(ELEC) รับผิดชอบต่อปริมาณ และชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง



ภาพ 60 ปริมาณความร้อนจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง อำเภอลองหลวง พ.ศ.2542-2562

4. ความร้อนจากการบริโภคของมนุษย์(FOOD) รับผิดชอบต่อจำนวนประชากร

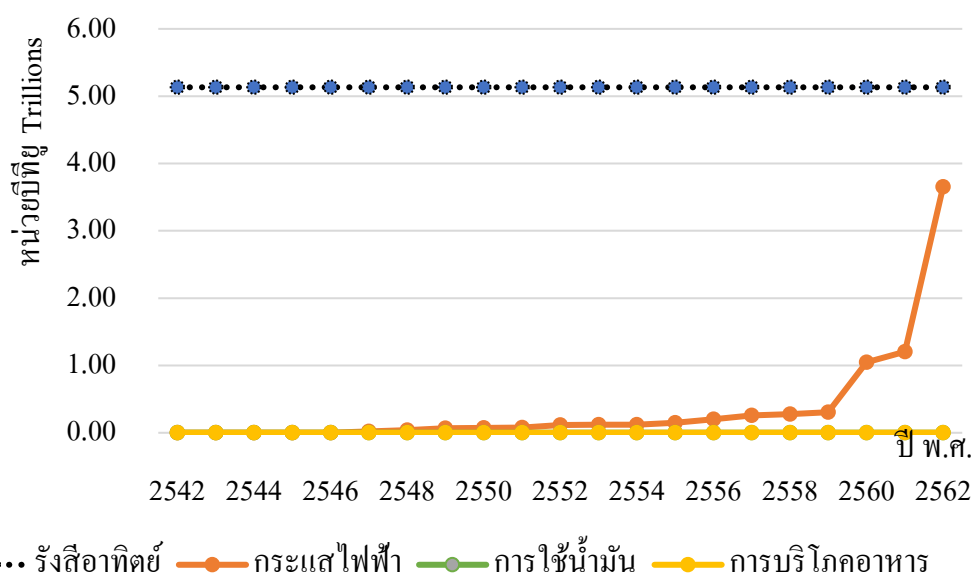


ภาพ 61 ปริมาณความร้อนจากการบริโภคของมนุษย์ อำเภอลองหลวง พ.ศ. 2542-2562

ตาราง 44 แหล่งที่มาของความร้อนจากชั้นบรรยากาศ อำเภอคลองหลวง พ.ศ.2542-2562

แหล่งที่มา ความร้อน บรรยากาศ (Btu)	รังสีอาทิตย์ (SUN) (Btu)	การใช้กระแสไฟฟ้า (ELEC) (Btu)	การเผาไหม้ เชื้อเพลิง (OIL) (Btu)	จากมนุษย์ (FOOD) (Btu)
ปริมาณความร้อน				
ปีพ.ศ. 2542	5,132,344,093,129.12	12,498,633.94	1,789,839,713.21	1,018,080,870.40
ปีพ.ศ. 2552	5,132,344,093,129.12	116,080,524,897.00	1,789,839,713.21	1,925,514,060.80
ปีพ.ศ. 2562	5,132,344,093,129.12	3,653,450,429,552.00	1,781,512,315.06	2,436,981,324.80

ปริมาณความร้อนจาก 4 ตัวแปรในชั้นบรรยากาศ
อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542-2562

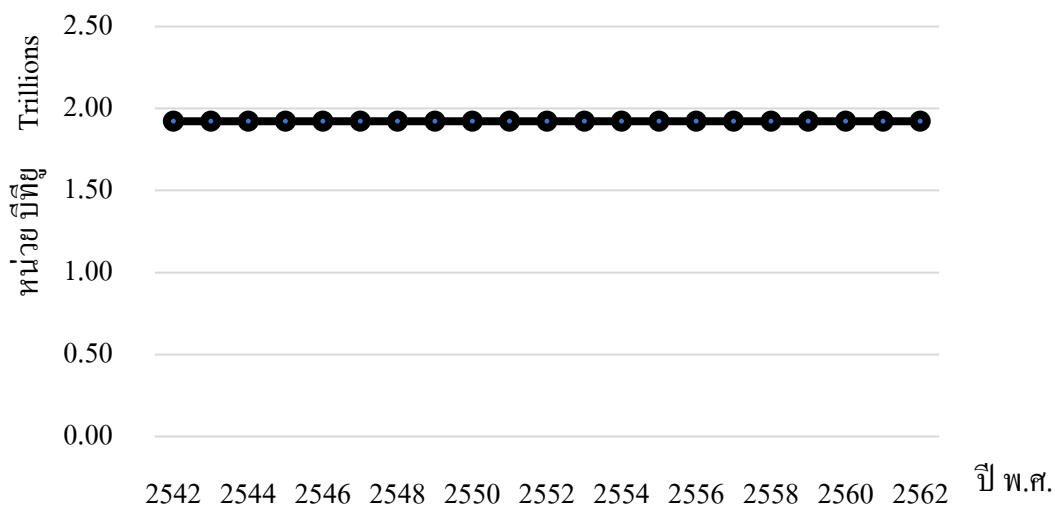


ภาพ 62 ปริมาณความร้อนจาก 4 ตัวแปรในชั้นบรรยากาศ อำเภอคลองหลวง พ.ศ.2542-2562

อำเภอชัยบุรี

1. ความร้อนจากแสงอาทิตย์(SUN) เป็นค่าคงที่ตามอิทธิพลทางภูมิศาสตร์

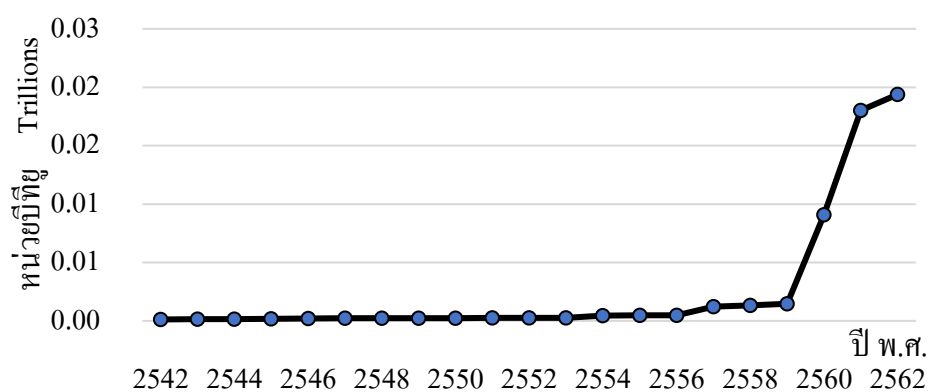
ปริมาณความร้อนจากรังสีอาทิตย์ อำเภอชัยบุรี จังหวัดปทุมธานี พ.ศ.2542-2562



ภาพ 63 ปริมาณความร้อนจากรังสีแสงอาทิตย์ อำเภอชัยบุรี พ.ศ.2542-2562

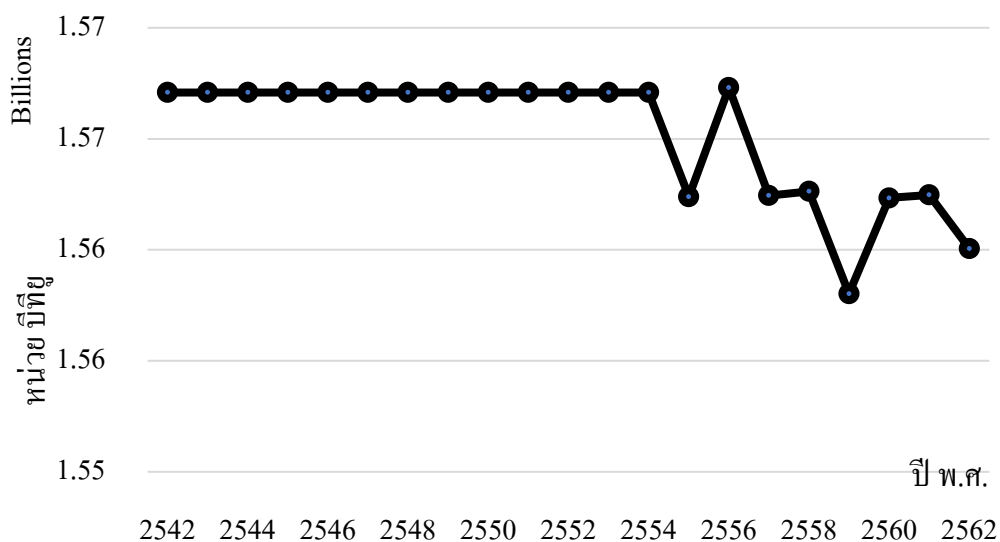
2. ความร้อนจากการใช้กระแสไฟฟ้า(ELEC) รับอิทธิพลจากกลุ่มบ้าน และที่อยู่อาศัย

ปริมาณความร้อนจากการใช้กระแสไฟฟ้า อำเภอชัยบุรี
จังหวัดปทุมธานี พ.ศ.2542-2562



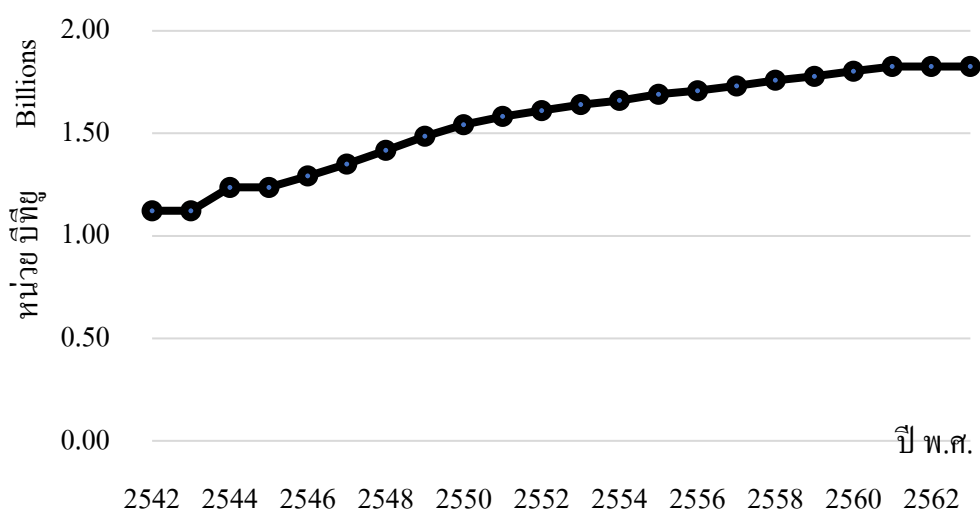
ภาพ 64 ปริมาณความร้อนจากการใช้กระแสไฟฟ้า อำเภอชัยบุรี พ.ศ.2542-2562

3. ความร้อนจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง รับอิทธิพลค่าจู่ร้อนสูงของน้ำมันเชื้อเพลิงฟอสซิล
ปริมาณความร้อนจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง อำเภอัญญบุรี พ.ศ.2542-2562



ภาพ 65 ปริมาณความร้อนจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง อำเภอัญญบุรี พ.ศ. 2542-2562

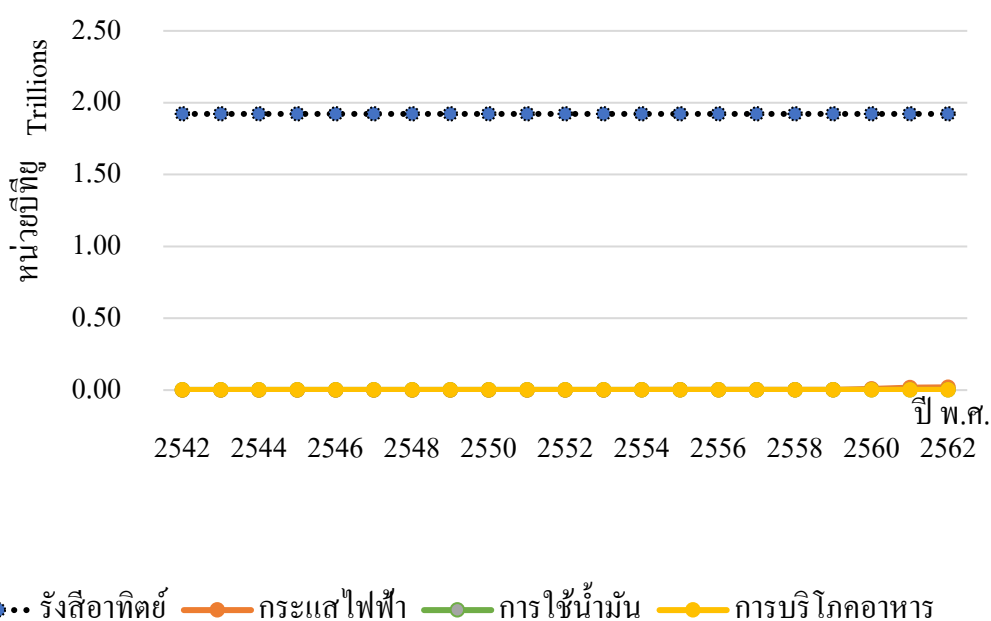
4. ความร้อนจากการบริโภคของมนุษย์ รับอิทธิพลจากจำนวนประชากร
พลังงานความร้อนจากมนุษย์ อำเภอัญญบุรี พ.ศ.2542-2562



ภาพ 66 ปริมาณความร้อนจากมนุษย์ อำเภอัญญบุรี พ.ศ. 2542-2562

ตาราง 45 ปริมาณความร้อนจาก 4 ตัวแปรในชั้นบรรยากาศ อำเภอชัยบุรี พ.ศ.2542-2562

แหล่งที่มา ความร้อน บรรยากาศ (Btu)	รังสีดวงอาทิตย์ (SUN) (Btu)	การใช้กระแสไฟฟ้า (ELEC) (Btu)	การเผาไหม้ เชื้อเพลิง (OIL) (Btu)	จากมนุษย์ (FOOD) (Btu)
ปริมาณความร้อน				
ปีพ.ศ. 2542	1,922,146,157,534.28	120,462,261.00	1,567,091,211.46	1,122,425,779.20
ปีพ.ศ. 2552	1,922,146,157,534.28	254,533,509.00	1,567,091,211.46	1,611,457,971.20
ปีพ.ศ. 2562	1,922,146,157,534.28	19,388,473,272.00	1,560,056,492.72	1,825,900,595.20

ปริมาณความร้อนจาก 4 ตัวแปรในชั้นบรรยากาศ อำเภอชัยบุรี
จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542- 2562

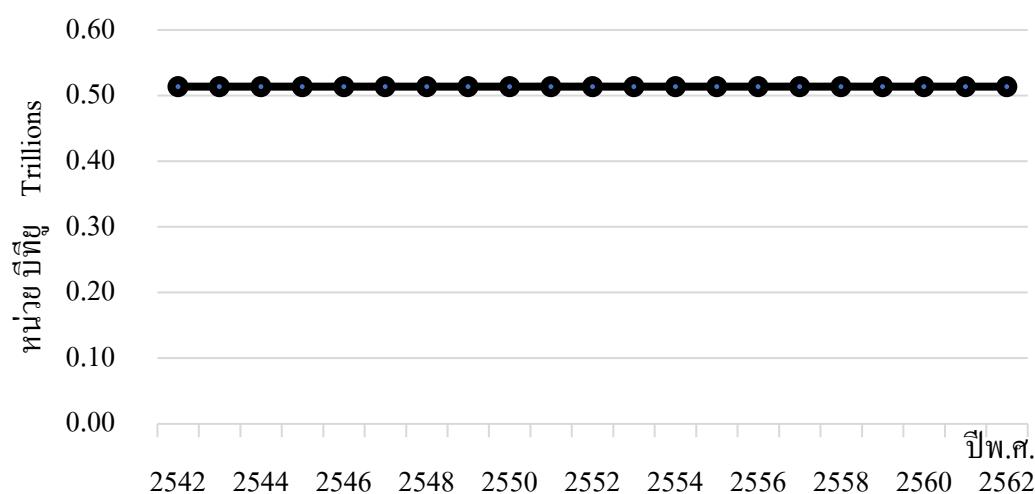
ภาพ 67 ปริมาณความร้อนในชั้นบรรยากาศ อำเภอชัยบุรี จังหวัดปทุมธานี พ.ศ.2542-2562

ตำบล

ตำบลคลองห้า และคลองหก

1. ความร้อนจากรังสีแสงอาทิตย์(SUN) เป็นค่าคงที่ รับผิดชอบจากภูมิศาสตร์เมือง

พลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ ตำบลคลองห้า และคลองหก พ.ศ. 2542-2562

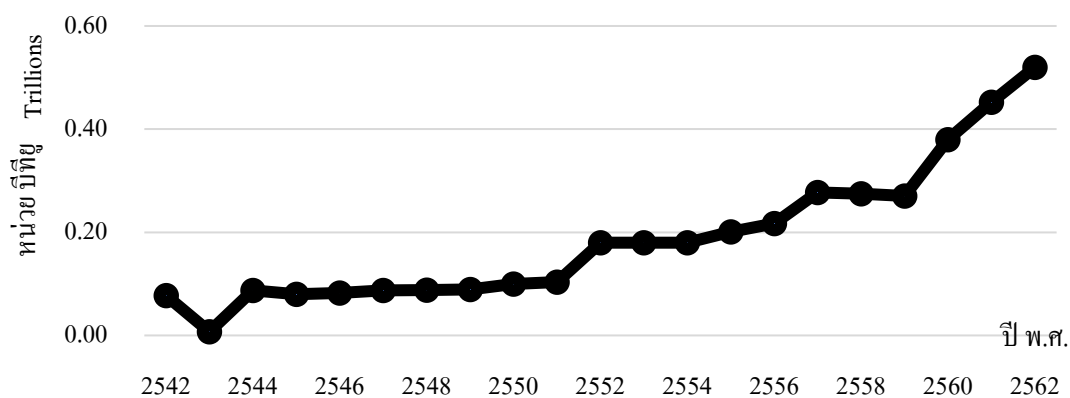


ภาพ 68 ปริมาณความร้อนจากรังสีแสงอาทิตย์ ตำบลคลองห้า และคลองหก พ.ศ.2542-2562

2. ความร้อนจากกระแสไฟฟ้า(ELEC) รับผิดชอบจากกลุ่มอาคารบ้าน และที่อยู่อาศัย

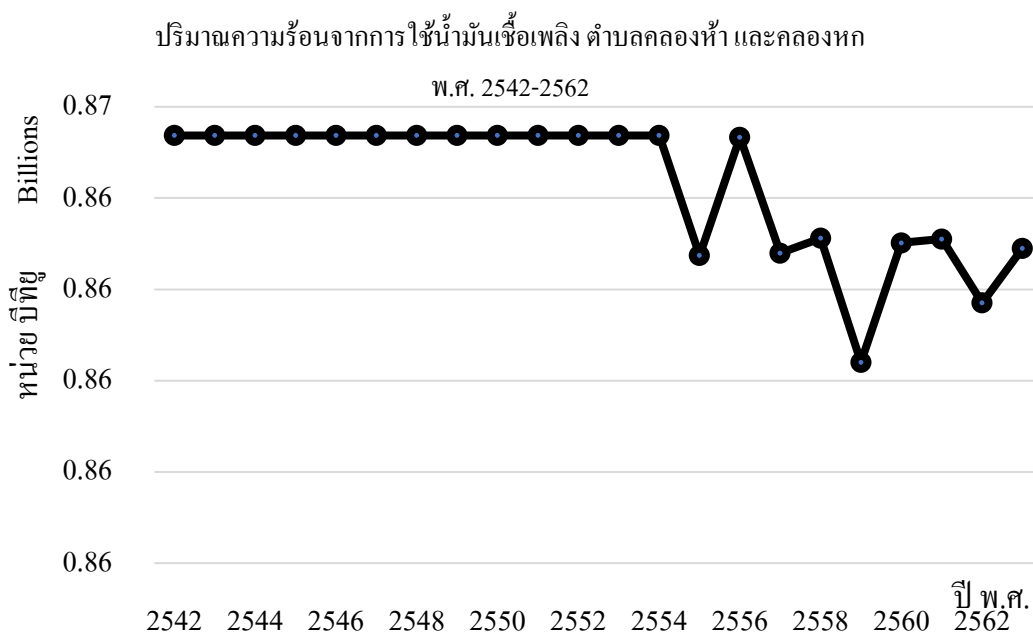
พลังงานความร้อนจากการใช้กระแสไฟฟ้า ตำบลคลองห้า และคลองหก

จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542-2562



ภาพ 69 ปริมาณความร้อนจากการใช้กระแสไฟฟ้า ตำบลคลองห้า และคลองหก พ.ศ.2542-2562

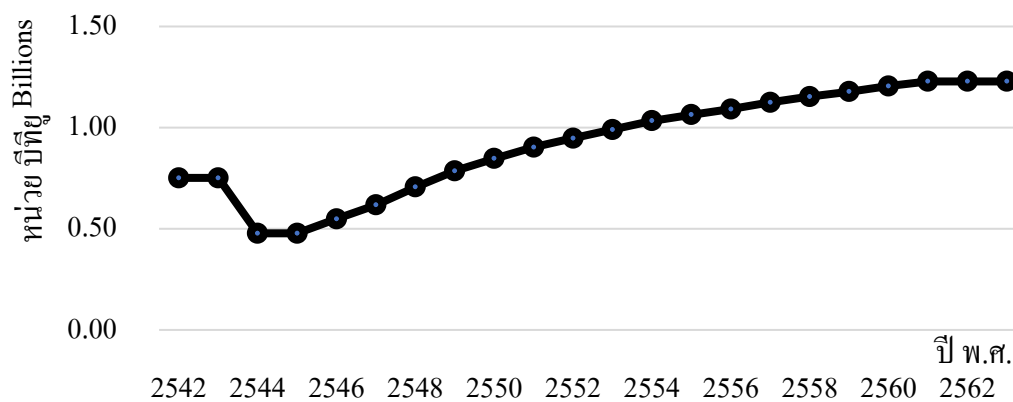
3. ความร้อนจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง(OIL) รับผิดชอบต่อปริมาณและค่าจุพลังงานของเชื้อเพลิงจากฟอสซิล



ภาพ 70 ปริมาณความร้อนจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง ต.คลองห้าและคลองหก พ.ศ.2542-2562

4. ความร้อนจากการบริโภค(FOOD) รับผิดชอบต่อจำนวนประชากร

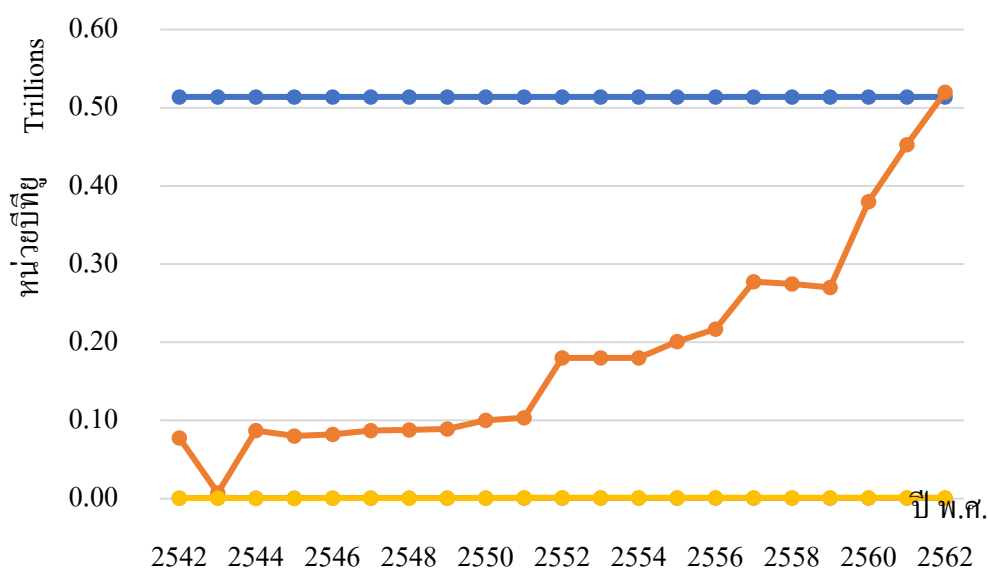
ปริมาณความร้อนจากการบริโภคอาหาร ตำบลคลองห้า และคลองหก พ.ศ. 2542-2562



ภาพ 71 ปริมาณความร้อนจากการบริโภค ต.คลองห้าและคลองหก พ.ศ.2542-2562

ตาราง 46 แหล่งที่มาของความร้อนในชั้นบรรยากาศ ระดับตำบลคลองห้าและหก พ.ศ.2542-2562

แหล่งที่มา ความร้อน บรรยากาศ (Btu)	รังสีดวงอาทิตย์ (SUN) (Btu)	การใช้ไฟฟ้า (ELEC) (Btu)	การเผาไหม้ เชื้อเพลิง (OIL) (Btu)	จากมนุษย์ (FOOD) (Btu)
ปริมาณความร้อน				
ปีพ.ศ. 2542	513,760,410,500.00	77,543,630,280.00	865,371,570.89	750,885,273.60
ปีพ.ศ. 2552	513,760,410,500.00	180,064,417,004.00	865,371,570.89	947,554,432.00
ปีพ.ศ. 2562	513,760,410,500.00	519,827,127,851.00	861,703,726.83	1,228,315,827.20

ปริมาณความร้อนจาก 4 ตัวแปรในชั้นบรรยากาศ ตำบลคลองห้า และคลองหก
จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542-2562

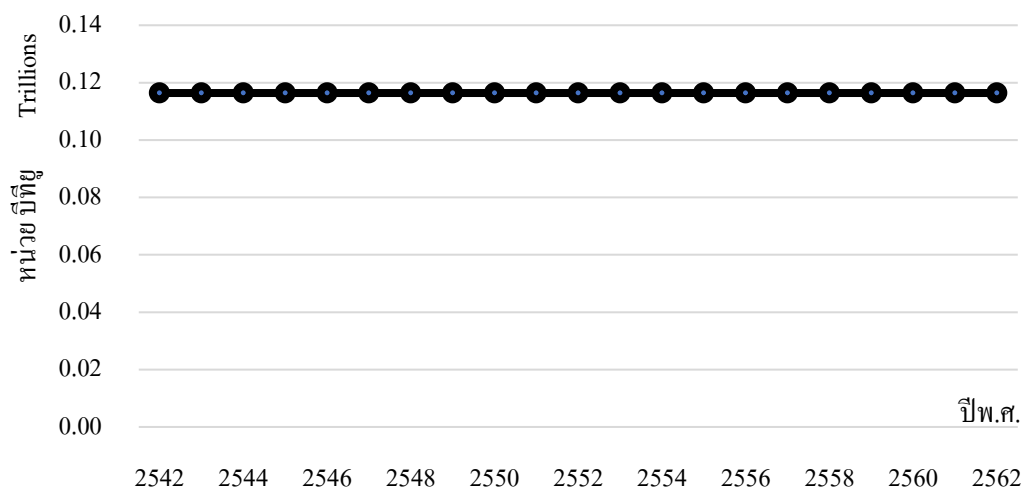
● รังสีอาทิตย์ ● กระแสไฟฟ้า ● การใช้น้ำมัน ● การบริโภคอาหาร

ภาพ 72 ปริมาณความร้อนในชั้นบรรยากาศ ตำบลคลองห้า และคลองหก พ.ศ.2542-2562

ตำบลรังสิต

1. ความร้อนจากรังสีแสงอาทิตย์(SUN) เป็นค่าคงที่ตามตำแหน่งทางภูมิศาสตร์

ปริมาณความร้อนจากรังสีอาทิตย์ ตำบลรังสิต พ.ศ.2542-2562

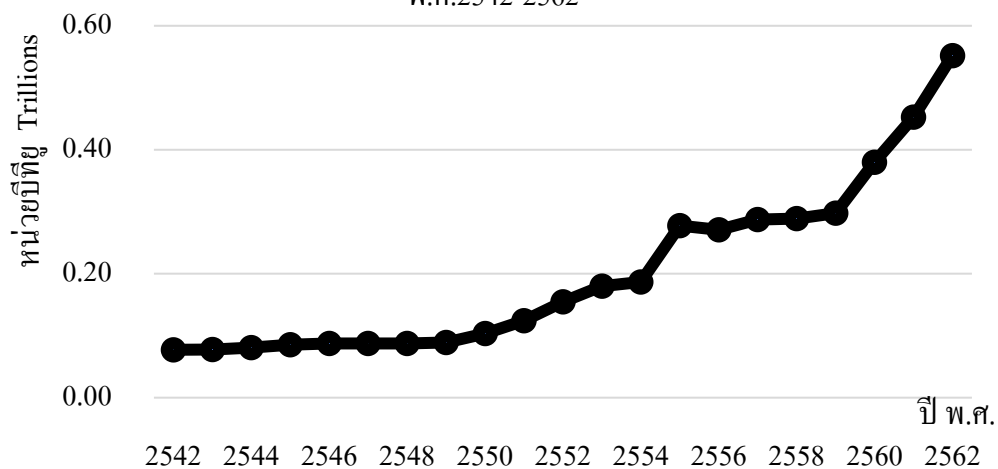


ภาพ 73 ปริมาณความร้อนจากรังสีอาทิตย์ ตำบลรังสิต พ.ศ.2542-2562

2. ความร้อนจากการใช้กระแสไฟฟ้า(ELEC) รับอิทธิพลจากกลุ่มอาคารราชการ

ปริมาณความร้อนจากการใช้กระแสไฟฟ้าตำบลรังสิต จังหวัดปทุมธานี

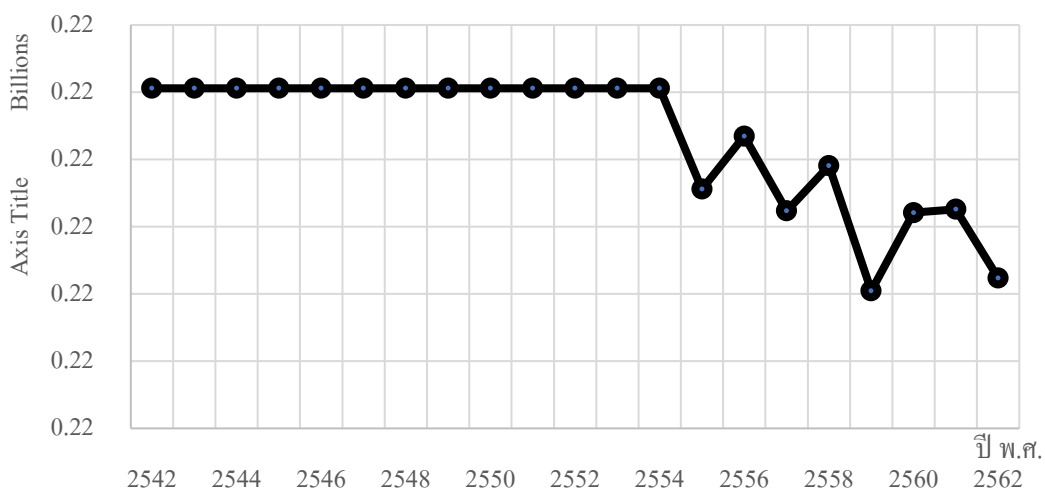
พ.ศ.2542-2562



ภาพ 74 ปริมาณความร้อนจากการใช้กระแสไฟฟ้า ตำบลรังสิต พ.ศ.2542-2562

3. ความร้อนจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง(OIL) เกิดอุทกภัย น้ำท่วมในจังหวัด

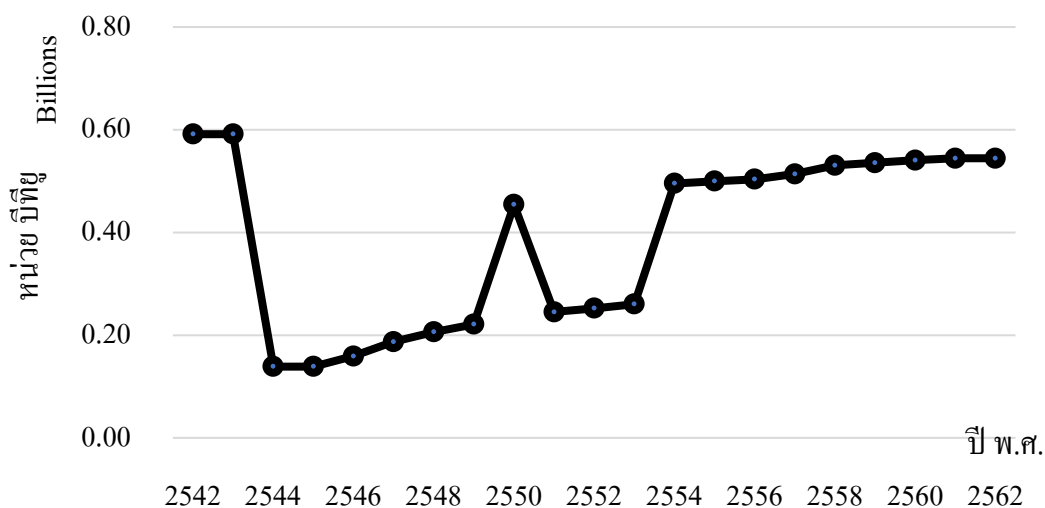
พลังงานความร้อนจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง ตำบลรังสิต พ.ศ.2542-2562



ภาพ 75 ปริมาณความร้อนจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง ตำบลรังสิต พ.ศ. 2542-2552

4. ความร้อนจากการบริโภคอาหารของมนุษย์(FOOD) รับผิดชอบต่อจากจำนวนประชากร และความหนาแน่น

ปริมาณความร้อนจากการบริโภคอาหารของมนุษย์ ตำบลรังสิต พ.ศ.2542-2562

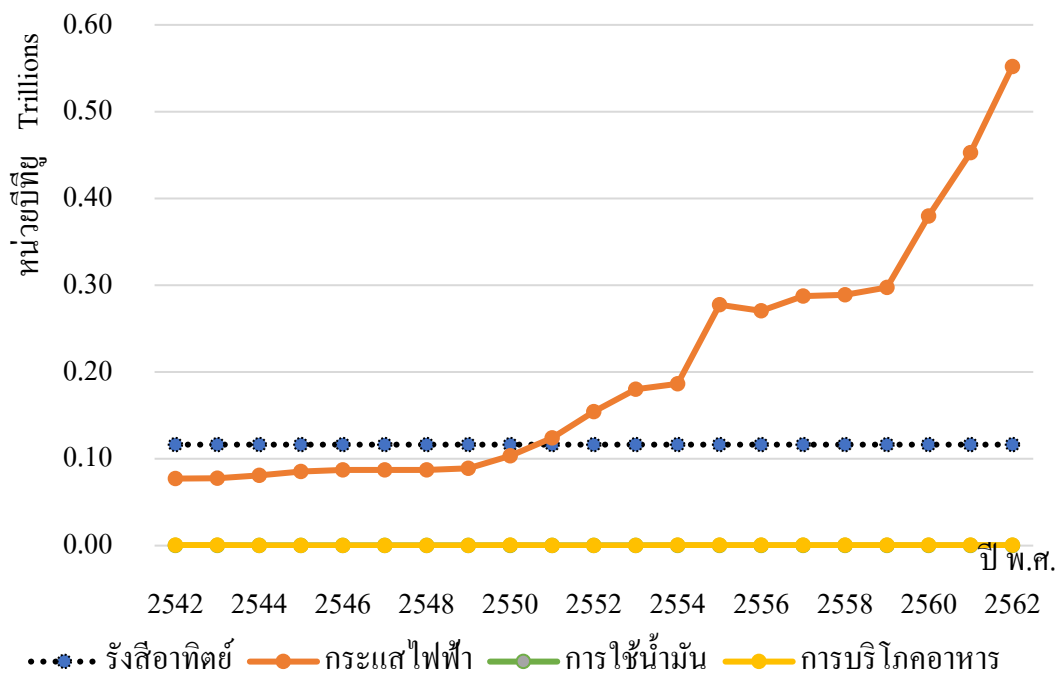


ภาพ 76 ปริมาณความร้อนจากการบริโภคอาหารของมนุษย์ ตำบลรังสิต พ.ศ.2542-2562

ตาราง 47 แหล่งที่มาของความร้อนในบรรยากาศระดับตำบลรังสิต

แหล่งที่มา ความร้อน บรรยากาศ (Btu)	รังสีดวงอาทิตย์ (SUN) Btu	การใช้ไฟฟ้า (ELEC) Btu	การเผาไหม้ เชื้อเพลิง (OIL) Btu	อาหารของมนุษย์ (FOOD) Btu
ปริมาณความร้อน				
ปีพ.ศ. 2542	116,384,433,330.00	77,234,130,056.00	219,029,098.65	591,334,374.40
ปีพ.ศ. 2552	116,384,433,330.00	154,450,638,174.00	219,029,098.65	252,390,195.20
ปีพ.ศ. 2562	116,384,433,330.00	551,982,712,785.00	217,618,562.05	544,316,748.80

ปริมาณความร้อนจาก 4 ตัวแปรในชั้นบรรยากาศ ตำบลรังสิต
จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542-2562

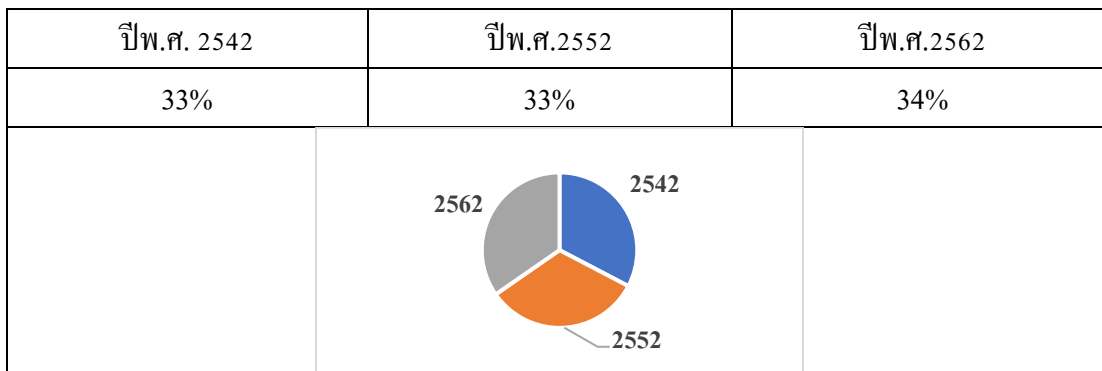


ภาพ 77 ปริมาณความร้อนจาก 4 ตัวแปรในชั้นบรรยากาศ ตำบลรังสิต พ.ศ.2542-2562

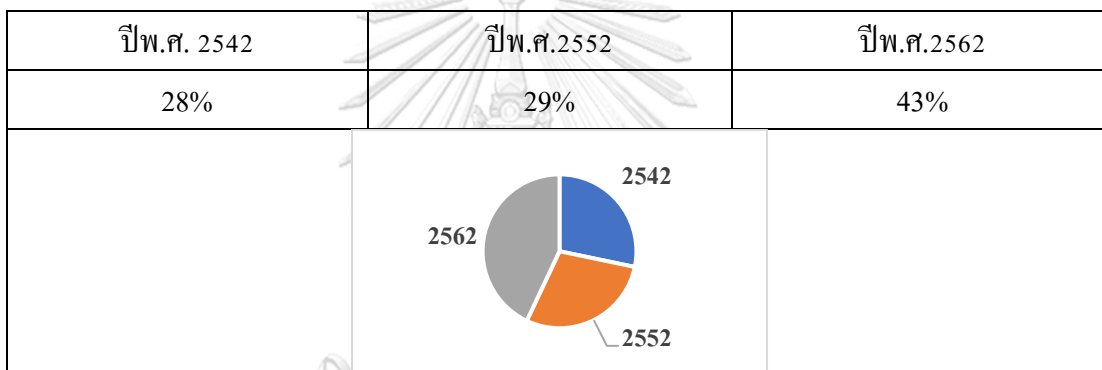
ตาราง 48สรุปสัดส่วนปริมาณความร้อนในบรรยากาศ ตามระดับพื้นที่ศึกษา

พ.ศ.2542	พ.ศ. 2552	พ.ศ.2562
จังหวัดปทุมธานี รังสีแสงอาทิตย์: กระแสไฟฟ้า: การใช้น้ำมัน : การบริโภคอาหาร		
99 ต่อ0.87 ต่อ.01 ต่อ 0.03	98 ต่อ 1 ต่อ 0.1 ต่อ 0.9	94 ต่อ 5.7 ต่อ 0.1 ต่อ 0.2
อำเภอคลองหลวง รังสีแสงอาทิตย์: กระแสไฟฟ้า: การใช้น้ำมัน : การบริโภคอาหาร		
99 ต่อ 0.28 ต่อ 0.71 ต่อ 0.01	97 ต่อ 2.1 ต่อ 0.03 ต่อ 0.87	58 ต่อ 41 ต่อ 0.02 ต่อ 0.98
อำเภอธัญบุรี รังสีแสงอาทิตย์: กระแสไฟฟ้า: การใช้น้ำมัน : การบริโภคอาหาร		
99 ต่อ 0.06 ต่อ 0.89 ต่อ 0.05	99 ต่อ 0.16 ต่อ 0.08 ต่อ 0.76	98 ต่อ 0.9 ต่อ 0.6 ต่อ 0.5
ตำบลคลองห้า และคลองหก รังสีแสงอาทิตย์: กระแสไฟฟ้า: การใช้น้ำมัน : การบริโภคอาหาร		
86 ต่อ 13 ต่อ 0.84 ต่อ 0.16	73 ต่อ 25 ต่อ 1.82 ต่อ 0.18	49 ต่อ 50 ต่อ 0.89 ต่อ 0.11
ตำบลรังสิต รังสีแสงอาทิตย์: กระแสไฟฟ้า: การใช้น้ำมัน : การบริโภคอาหาร		
59 ต่อ 39 ต่อ 1.1 ต่อ 0.9	42 ต่อ 56 ต่อ 1.5 ต่อ 0.5	17 ต่อ 82 ต่อ 0.48 ต่อ 0.52

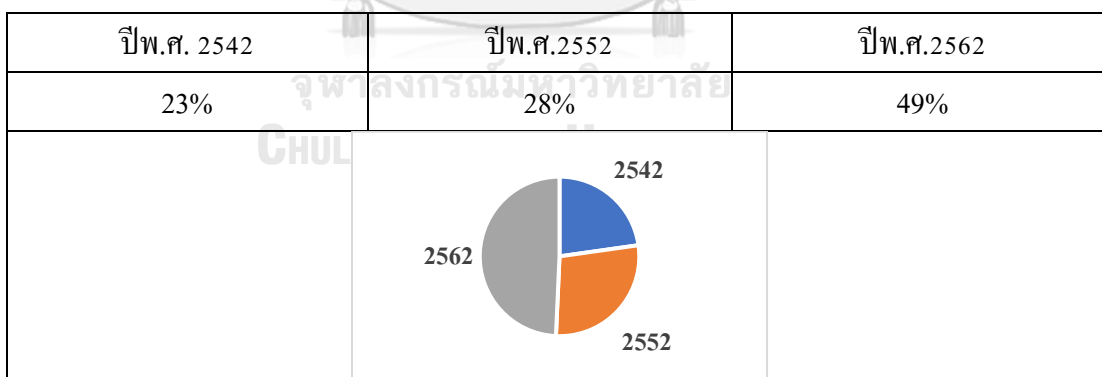
ตาราง 49 เทียบสัดส่วนปริมาณความร้อนในชั้นบรรยากาศ ระดับจังหวัด
จังหวัด



ตาราง 50 เทียบสัดส่วนปริมาณความร้อนในชั้นบรรยากาศ ระดับอำเภอ และตำบล
อำเภอ



ตำบล

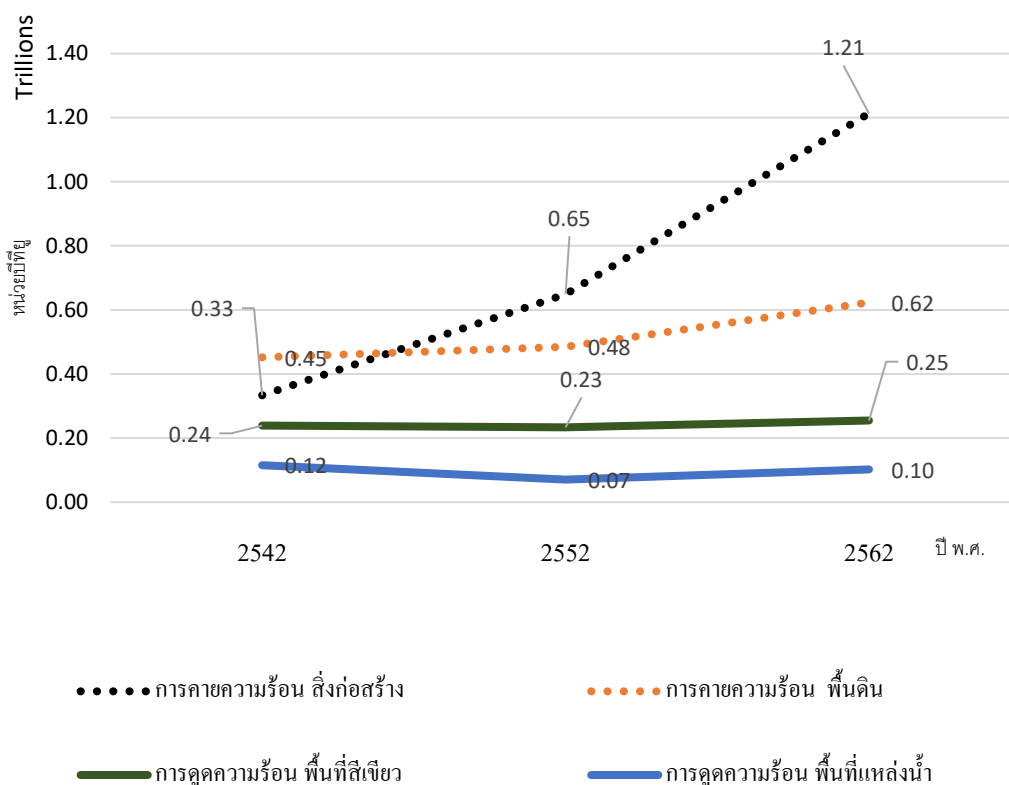


แหล่งความร้อนบริเวณพื้นผิว เกิดจากปริมาณความร้อนสะสมในกลุ่มอาคารสิ่งปลูกสร้าง และพื้นดินว่างเปล่าที่มนุษย์เปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมพื้นผิวจากพื้นที่สีเขียว และพื้นน้ำจนเกินสมดุล ความร้อนที่ธรรมชาติจัดการได้ และความร้อนที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวมี 2 ลักษณะ 1).การคายความร้อน เกิดขึ้นกับพื้นผิวของกลุ่มอาคารสิ่งก่อสร้าง และพื้นดินว่างเปล่า 2).การดูดความร้อนเกิดขึ้นกับพื้นผิวธรรมชาติ ได้แก่ พื้นผิวแหล่งน้ำ และพื้นที่สีเขียว การนำเสนอแบ่งออกเป็น 3ระดับ ได้แก่

1. ระดับจังหวัด

การคายความร้อนเทียบกับ การดูดความร้อนพื้นผิว จังหวัดปทุมธานี

พ.ศ. 2542-2562



ภาพ 78 การคายความร้อนเทียบกับ การดูดความร้อนพื้นผิว จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542-2562

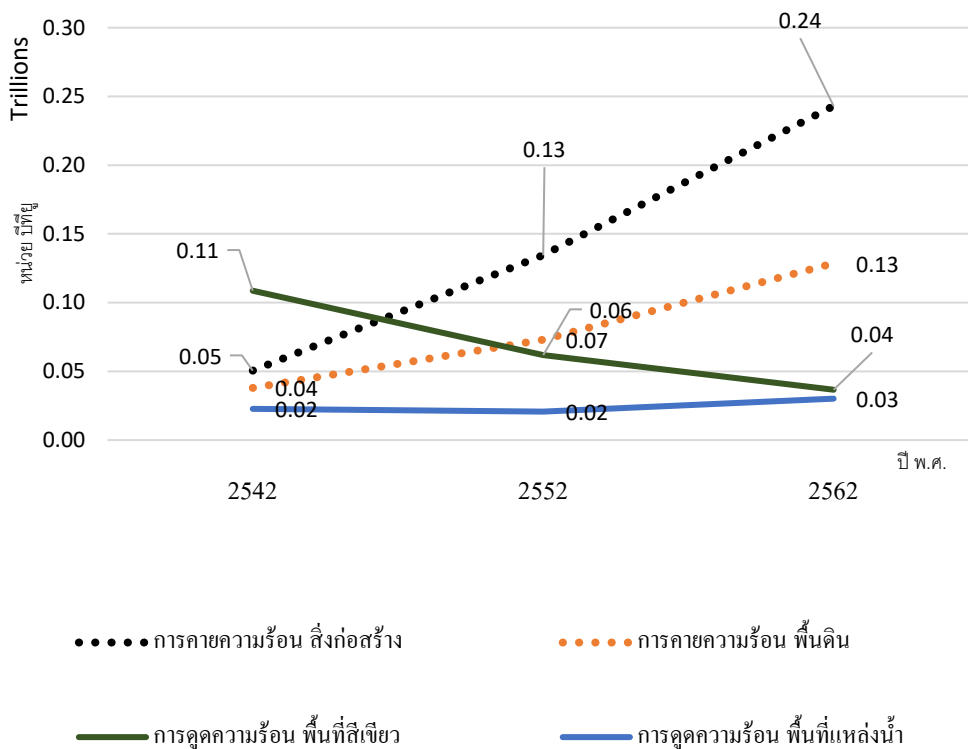
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการศึกษาระดับจังหวัด พบว่า การคายความร้อนที่แหล่งความร้อนบริเวณพื้นผิวในกลุ่มอาคารสิ่งปลูกสร้าง และพื้นดินว่างเปล่าที่มนุษย์เปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมพื้นผิวในปี พ.ศ. 2542 2552 และ 2562 เท่ากับ 0.33 0.65 และ 1.21 ล้านล้านปีทิว และ 0.49 0.48 และ 0.62 ล้านล้านปีทิว ตามลำดับ พื้นที่สีเขียว และพื้นน้ำดูดความร้อน หรือธรรมชาติจัดการได้ ในปี พ.ศ. 2542 2552 และ 2562 เท่ากับ 0.24 0.23 และ 0.25 ล้านล้านปีทิว และ 0.12 0.07 และ 0.10 ล้านล้านปีทิว ตามลำดับ

2. ระดับอำเภอ

การคายความร้อนเทียบกับ การดูดความร้อนพื้นผิว ระดับอำเภอ

พ.ศ. 2542-2562



ภาพ 79 การคายความร้อนเทียบกับ การดูดความร้อน ระดับอำเภอ พ.ศ.2542-2562

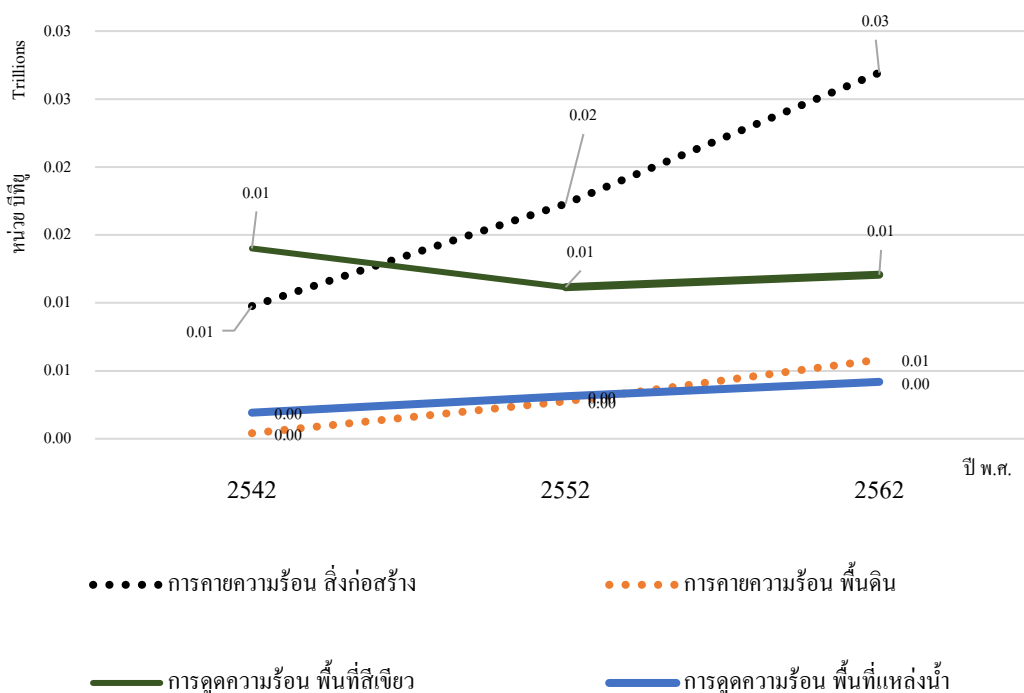
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการศึกษาระดับอำเภอ พบว่า การคายความร้อนที่แหล่งความร้อนบริเวณพื้นผิวในกลุ่มอาคารสิ่งปลูกสร้าง และพื้นดินว่างเปล่าที่มนุษย์เปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมพื้นผิวในปี พ.ศ. 2542 2552 และ 2562 เท่ากับ 0.05 0.13 และ 0.24 ล้านล้านปีทิว และ 0.04 0.07 และ 0.13 ล้านล้านปีทิว ตามลำดับ พื้นที่สีเขียว และพื้นน้ำดูดความร้อน หรือธรรมชาติจัดการได้ ในปี พ.ศ. 2542 2552 และ 2562 เท่ากับ 0.11 0.06 และ 0.04 ล้านล้านปีทิว และ 0.02 0.02 และ 0.03 ล้านล้านปีทิว ตามลำดับ

3. ระดับตำบล

การคายความร้อนเทียบกับการดูดความร้อนพื้นผิว ระดับตำบล

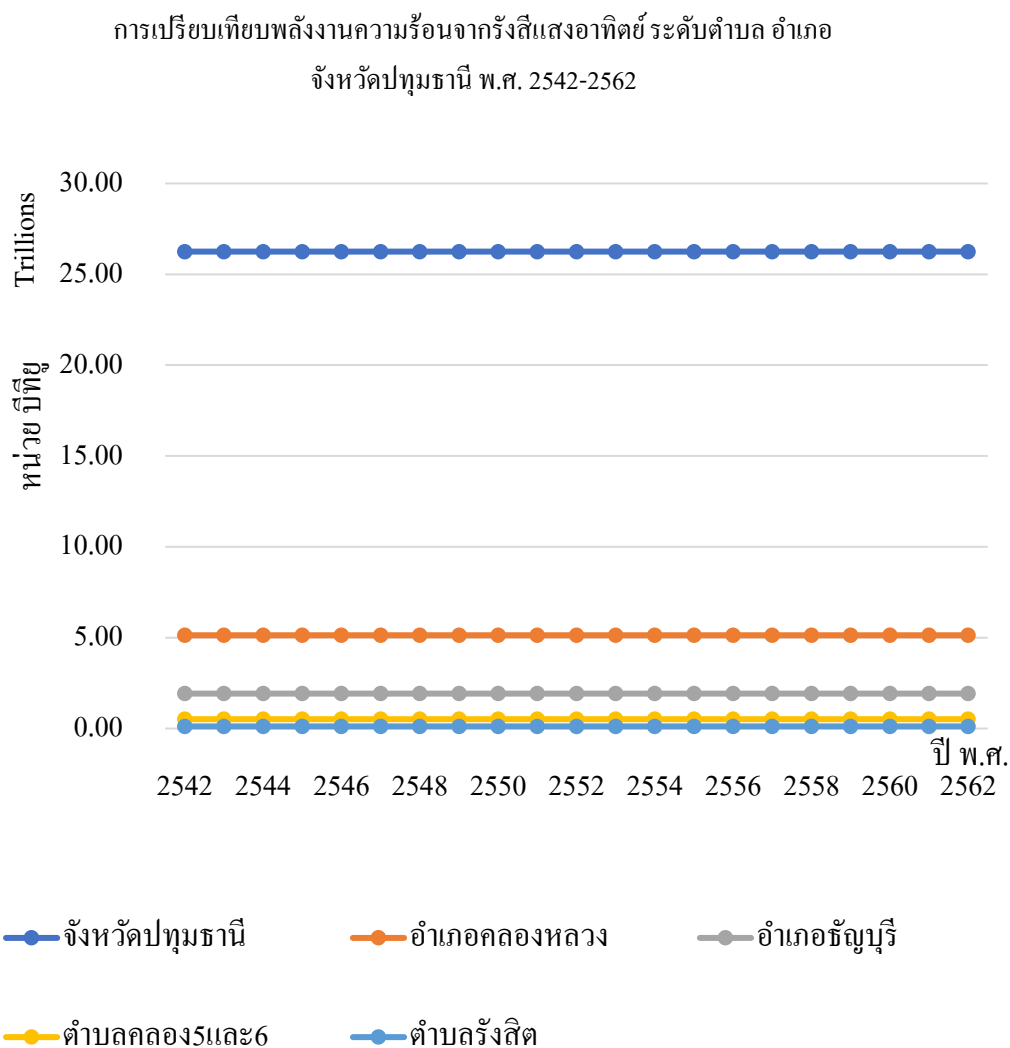
พ.ศ. 2542-2562



ภาพ 80 การคายความร้อนเทียบกับการดูดความร้อน ระดับตำบล พ.ศ. 2542-2562

ผลการศึกษาระดับตำบล พบว่า การคายความร้อนที่แหล่งความร้อนบริเวณพื้นผิวในกลุ่มอาคารสิ่งปลูกสร้าง และพื้นดินว่างเปล่าที่มนุษย์เปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมพื้นผิวในปี พ.ศ. 2542 2552 และ 2562 เท่ากับ 0.01 0.02 และ 0.05 ล้านล้านบีทียู และ 0.00 0.00 และ 0.01 ล้านล้านบีทียู ตามลำดับ พื้นที่สีเขียว และพื้นน้ำดูดความร้อน หรือธรรมชาติจัดการได้ ในปี พ.ศ. 2542 2552 และ 2562 เท่ากับ 0.01 0.01 และ 0.01 ล้านล้านบีทียู และ 0.00 0.00 และ 0.00 ล้านล้านบีทียู ตามลำดับ

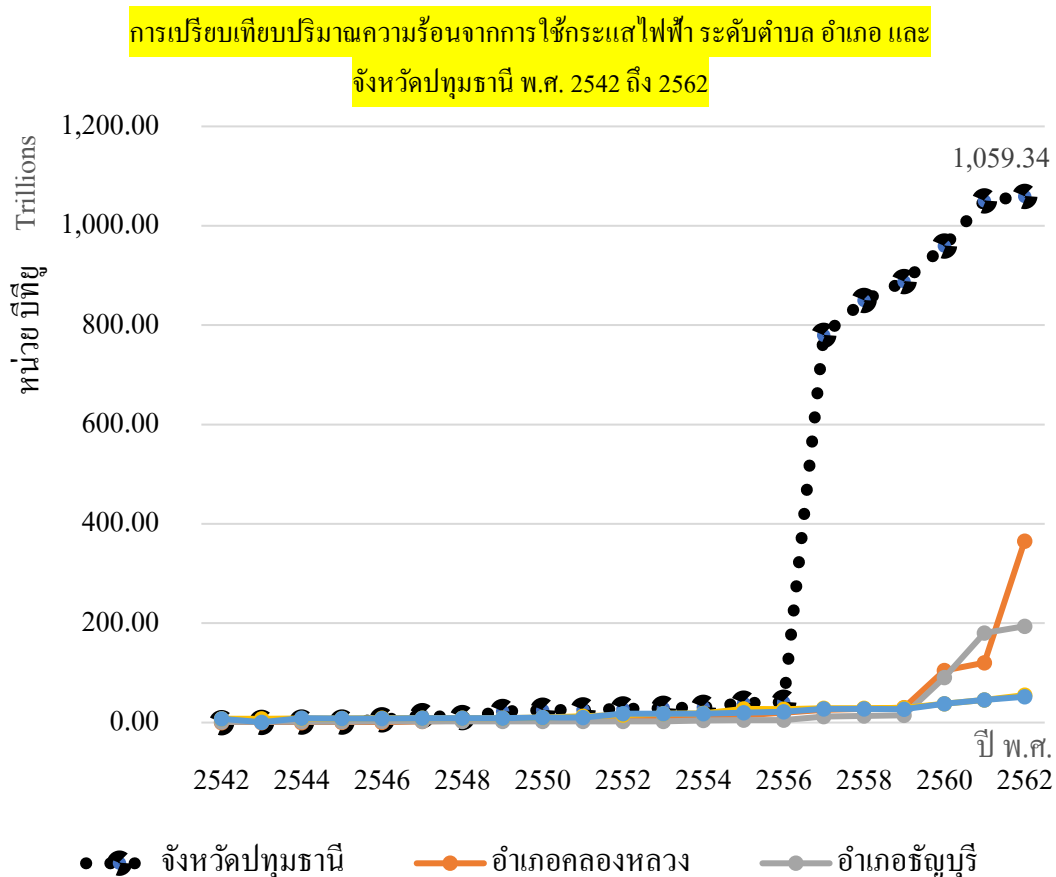
1. ความร้อนจากรังสีอาทิตย์



ภาพ 81 พลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ ระดับตำบล อำเภอ จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542-2562

พลังงานความร้อนจากรังสีแสงอาทิตย์ ระดับตำบล อำเภอ และจังหวัดตั้งแต่ พ.ศ. 2542 ถึง 2562 เป็นค่าคงที่ของรังสีดวงอาทิตย์(Solar constant) ค่าความเข้มรังสีรวมของแสงอาทิตย์ต่างกัน ณ ตำแหน่งนั้นๆ ตามภูมิศาสตร์เส้นรุ้ง(ละติจูด) และเส้นแวง(ลองจิจูด)

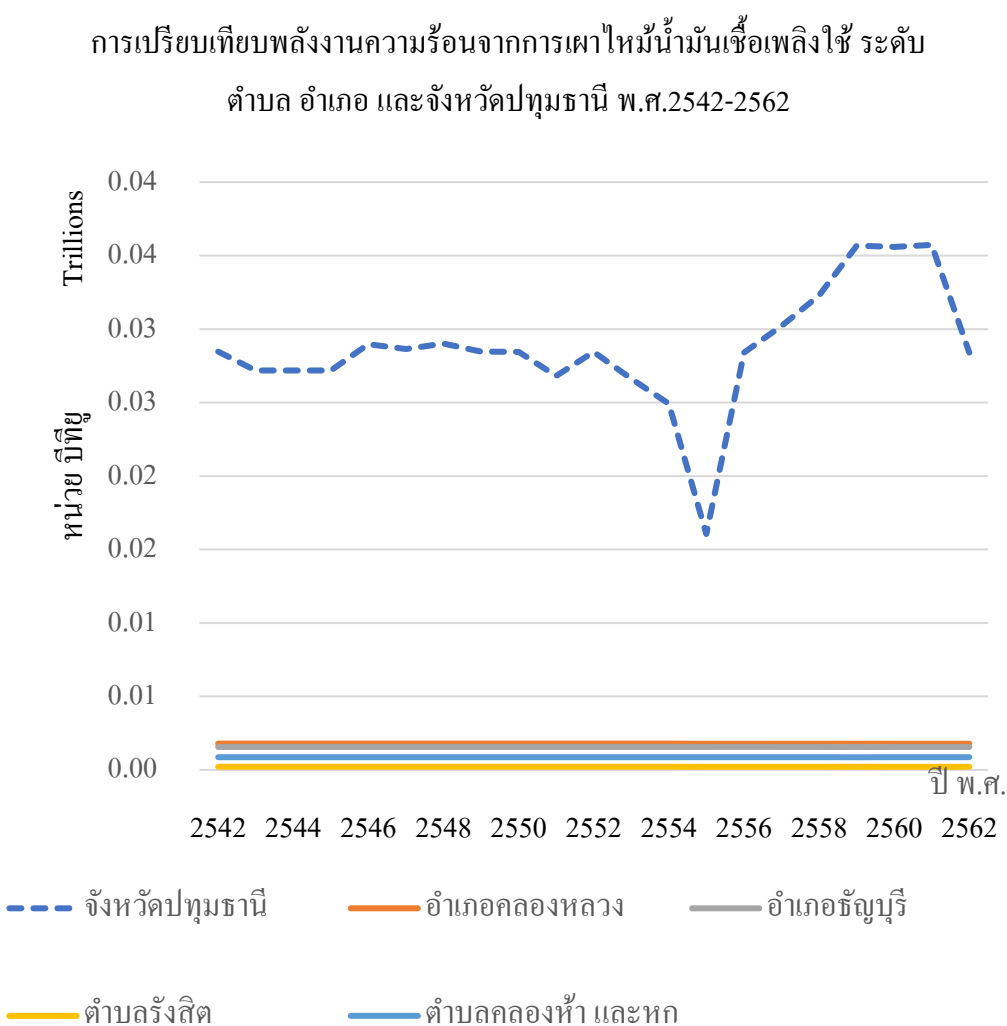
2. ความร้อนจากการใช้กระแสไฟฟ้า



ภาพ 82 พลังงานความร้อนจากการใช้ไฟฟ้า ระดับตำบล อำเภอ และจังหวัด พ.ศ. 2542 ถึง 2562

จากภาพ พลังงานความร้อนที่มาจากการใช้กระแสไฟฟ้าของคนเมืองเป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดเกาะความร้อนเมืองในชั้นบรรยากาศ ปี พ.ศ.2542 -2555 มีสัดส่วนความต้องการใช้กระแสไฟฟ้าใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามหลังเกิดอุทกภัยในปี พ.ศ. 2554 -2556 เป็นช่วงความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง ของจังหวัด ปทุมธานีประกอบด้วย 7อำเภอ งานวิจัยนี้เลือก2 อำเภอคือ คลองหลวง และธัญบุรี จาก 1). ลักษณะความเป็นเมืองจากเกษตรกรรม พิจารณาจากจำนวน และความหนาแน่นของประชากร 2).ความสมบูรณ์ของข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งที่มาต่างๆ ประกอบการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล

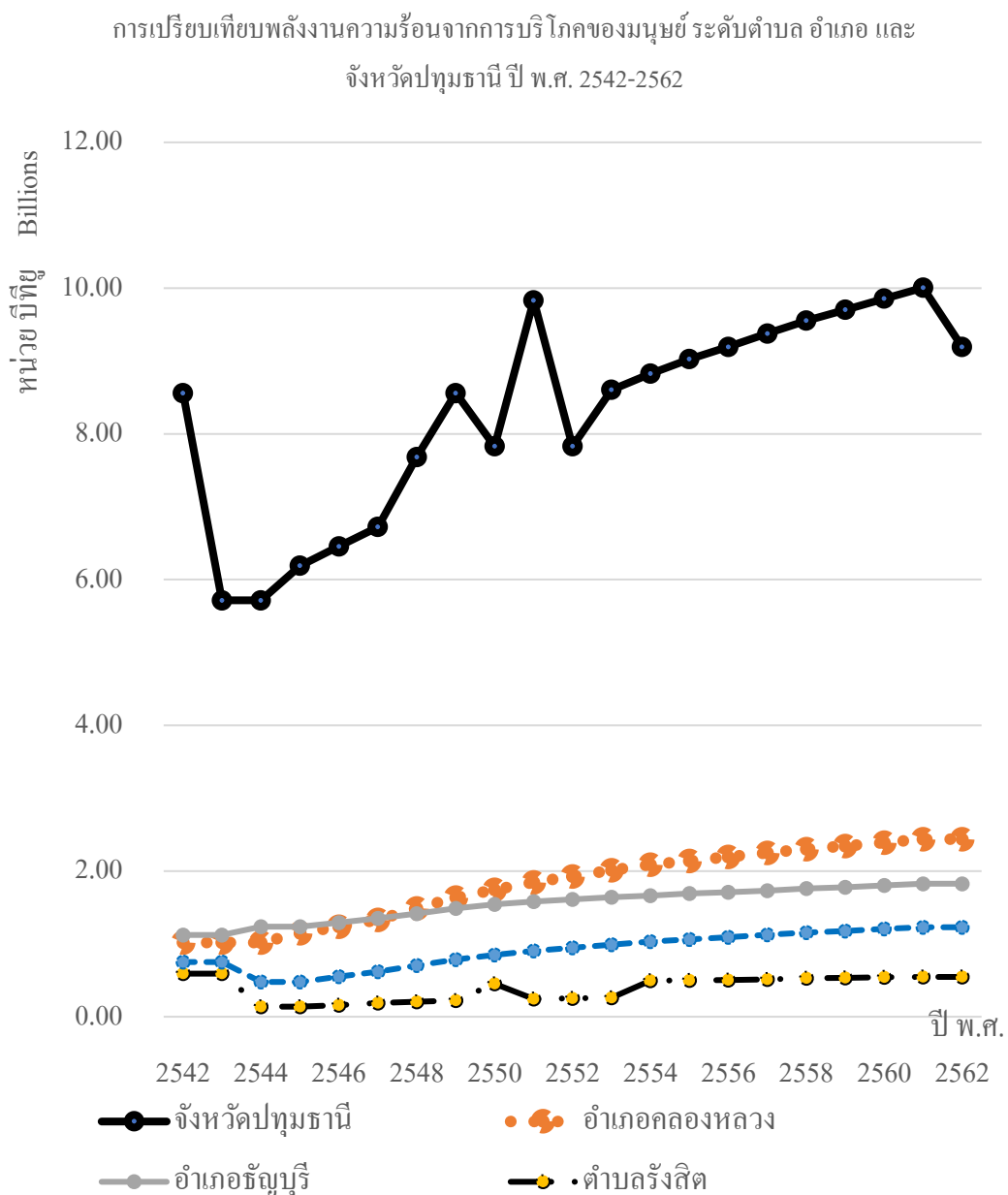
3. ความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง



ภาพ 83 พลังงานความร้อนจากเผาไหม้น้ำมัน ระดับตำบล อำเภอ และจังหวัด พ.ศ.2542-2562

จากภาพความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงระดับจังหวัดเป็นกราฟเส้นโค้งช่วงพาดประมาณ 15 ถึง 20 ปี เป็นปัจจัยที่รับอิทธิพลจากค่าความจุของน้ำมันเชื้อเพลิง เช่นน้ำมันเบนซิน มีค่าจุพลังงานเท่ากับ 31,265.40 บีทียู/ลิตร ความร้อนที่ปล่อยออกมีความสัมพันธ์กับจำนวนที่ใช้ไปเท่ากับ ลิตร หากใช้เชื้อเพลิงที่มีค่าจุพลังงานสูง ผลของการคำนวณ พลังงานความร้อนที่ออกจากการเผาไหม้จะสูงเช่นกัน

4. ความร้อนจากการบริโภคของมนุษย์



ภาพ 84 พลังงานความร้อนจากมนุษย์ ระดับตำบล อำเภอ และจังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ. 2542-2562

พลังงานความร้อนจากมนุษย์เป็นผลคูณระหว่าง จำนวนประชากร และอัตราการเผาผลาญ กำหนดในการศึกษานี้ใช้ค่า ทำงานหนัก หรือออกกำลังกายหนัก เท่ากับ 430 บีทียู/ชั่วโมง และ จำนวนชั่วโมงทำกิจกรรม เช่น 24 ชั่วโมง เท่ากับ 1 วัน

4.3 วิเคราะห์ความร้อนจากแหล่งที่มา

ในการศึกษาใช้ 2 แหล่งที่มาของความร้อนจากพื้นผิว และบรรยากาศของชุมชนเมือง

4.3.1 ความร้อนจากพื้นผิว

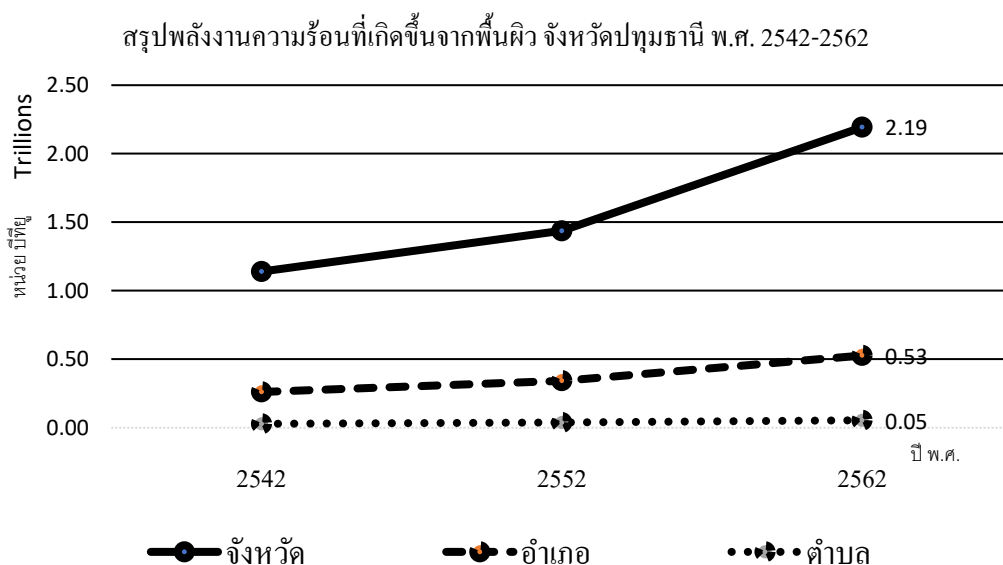
ตาราง 51 สรุปแหล่งความร้อนจากพื้นผิวระดับ ตำบล อำเภอ จังหวัดปทุมธานี

จังหวัด	สิ่งก่อสร้าง	พื้นดิน	พื้นสีเขียว	พื้นน้ำ	รวม 4 ตัวแปร (Btu)
พ.ศ.2542	333,539,914,752.00	451,921,316,313.60	238,880,386,080.00	115,354,713,600.00	1,139,696,330,745.60
พ.ศ.2552	648,549,834,240.00	484,713,792,780.80	233,571,933,056.00	70,494,547,200.00	1,437,330,107,276.80
พ.ศ.2562	1,212,872,417,280.0	623,057,052,876.80	254,805,745,152.00	102,537,523,200.00	2,193,272,738,508.80
คลอง หลวง	สิ่งก่อสร้าง	พื้นดิน	พื้นสีเขียว	พื้นน้ำ	รวม 4 ตัวแปร (Btu)
พ.ศ.2542	50,530,362,624.00	37,972,081,324.80	108,654,279,955.20	22,615,891,200.00	219,772,615,104.00
พ.ศ.2552	134,417,369,856.00	72,930,505,401.60	61,820,538,595.20	20,731,233,600.00	289,899,647,452.80
พ.ศ.2562	243,074,162,688.00	128,582,709,248.0	36,634,393,241.60	30,154,521,600.00	438,445,786,777.60
อ.ชัยบุรี	สิ่งก่อสร้าง	พื้นดิน	พื้นสีเขียว	พื้นน้ำ	รวม 4 ตัวแปร (Btu)
พ.ศ.2542	26,737,537,536.00	23,720,280,696.00	27,383,573,599.20	4,238,287,200.00	82,079,679,031.20
พ.ศ.2552	49,018,818,816.00	26,506,472,396.80	26,603,414,807.20	2,590,064,400.00	104,718,770,420.00
พ.ศ.2562	134,677,966,848.00	6,024,198,272.00	32,454,605,747.20	3,767,366,400.00	176,924,137,267.20
ต.คลอง 5+6	สิ่งก่อสร้าง	พื้นดิน	พื้นสีเขียว	พื้นน้ำ	รวม 4 ตัวแปร (Btu)
พ.ศ.2542	9,765,200,160.00	409,689,432.00	14,006,913,228.00	1,921,563,000.00	26,103,365,820.00
พ.ศ.2552	17,285,526,720.00	2,754,023,404.00	11,153,653,126.00	3,131,436,000.00	34,324,639,250.00
พ.ศ.2562	26,938,483,200.00	5,826,694,144.00	12,073,298,944.00	4,190,430,720.00	49,028,907,008.00
ต.รังสิต	สิ่งก่อสร้าง	พื้นดิน	พื้นสีเขียว	พื้นน้ำ	รวม 4 ตัวแปร (Btu)
พ.ศ.2542	1,933,446,240.00	81,115,848.00	2,773,277,892.00	380,457,000.00	5,168,296,980.00
พ.ศ.2552	3,422,422,080.00	545,278,756.00	2,208,350,914.00	620,004,000.00	6,796,055,750.00
พ.ศ.2562	5,333,644,800.00	1,153,647,616.00	2,390,434,816.00	1,578,192,000.0	10,455,919,232.00

ตาราง 52 สรุปปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในตำบล อำเภอ และจังหวัดปทุมธานีพ.ศ.2542-2562

ปี พ.ศ.	จังหวัดปทุมธานี(Btu)	อำเภอ(Btu)	ตำบล(Btu)
2542	1,139,696,330,745.60	260,812,454,619.60	28,687,514,310.00
2552	1,437,330,107,276.80	342,259,032,662.80	37,722,667,125.00
2562	2,193,272,738,508.80	526,907,855,411.20	54,256,866,624.00

ผลการศึกษา พื้นที่ผิวจากตัวแปร 4 ตัว ประกอบด้วย สิ่งก่อสร้าง พื้นดิน พื้นที่สีเขียวและพื้นน้ำ แสดงผลรายปี พ.ศ. 2542 2552 และ 2562 พบว่า การคายความร้อนเกิดขึ้นสูงสุดล้านล้าน บีทียู ในระดับจังหวัดปทุมธานี 2.19 อำเภอ 0.53 และตำบล 0.05 ตามลำดับ การดูความร้อนจากแหล่งน้ำ และพื้นที่สีเขียวมีค่าลดลงปี พ.ศ.2552 แต่กลับมีค่าเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2562 จากโครงการของหน่วยงานในระดับท้องถิ่นอนุรักษ์แหล่งน้ำ และเพิ่มพื้นที่สีเขียวแก่พื้นที่ตำบล



ภาพ 85 สรุปพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจากพื้นผิว จังหวัดปทุมธานี พ.ศ.2542-2562

ผลการศึกษาปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นพื้นผิวที่เพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2562 ระดับ ตำบล อำเภอ และจังหวัด เท่ากับ 0.05 0.53 และ 2.19 ล้านล้านบีทียู มีค่าผกผันกับการลดลงของพื้นที่สีเขียว และพื้นที่แหล่งน้ำ แสดงว่า การเพิ่มขึ้นของปริมาณความร้อนมีการจัดการดูดกลืนความร้อนจากพื้นที่สีเขียว และแหล่งน้ำเท่ากับ ร้อยละ 51 แต่ทว่าพื้นที่ดังกล่าวลดการดูดกลืน โดยพื้นผิว จึงลดลงมีเท่ากับ 0.01 และ 0.04 ล้านล้านบีทียูในระดับตำบล และอำเภอ แต่ระดับจังหวัดมีค่าการดูดกลืนความร้อนเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2552 เท่ากับ 0.02 เกิดจากโครงการส่วนท้องถิ่น จังหวัด และประเทศ สนับสนุนการเพาะปลูก และเกษตรกรรมตามพระราชดำริ ร.9

4.3.2 ความร้อนในชั้นบรรยากาศ

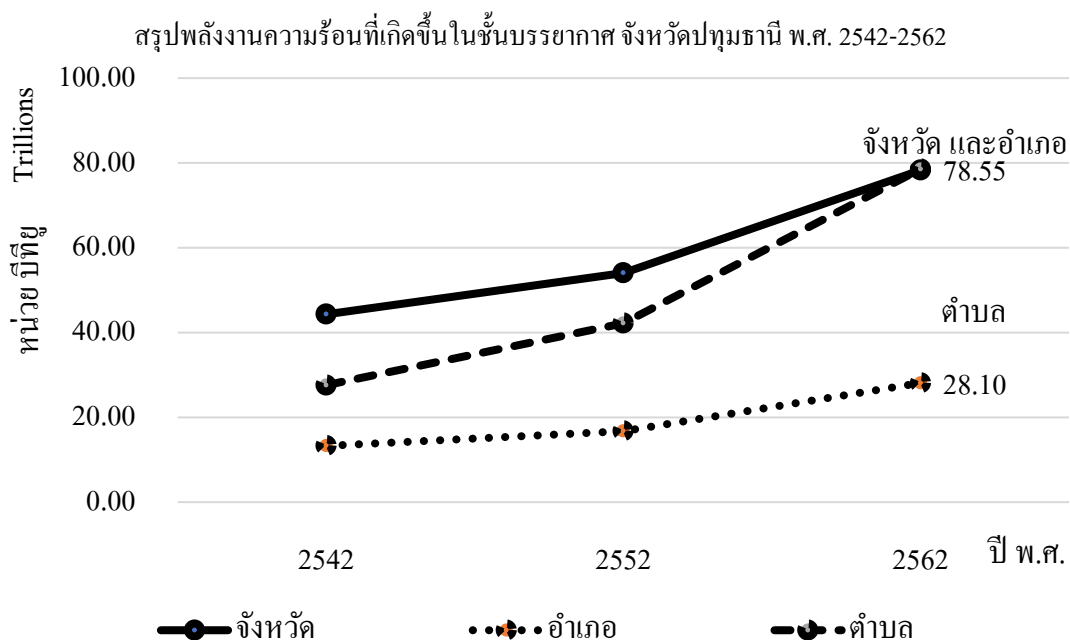
ตาราง 53 สรุปแหล่งความร้อนในชั้นบรรยากาศ ตำบล อำเภอ จังหวัดปทุมธานี

จังหวัด	รังสีอาทิตย์(Btu)	กระแสไฟฟ้า(Btu)	การใช้น้ำมัน(Btu)	บริโภคอาหาร(Btu)	รวม 4 ตัวแปร (Btu)
พ.ศ.2542	26,248,080,083,200.00	1,027,907,777.00	28,465,948,954.41	8,560,082,712.03	26,286,134,022,643.40
$\Delta T=0.45$	99.85523189	0.003910456	0.108292642	0.032565012	100.00
พ.ศ.2552	26,248,080,083,200.00	277,543,630,280.00	28,450,637,372.59	7,829,080,652.80	26,561,903,431,505.40
$\Delta T=0.55$	98.81852086	1.044893605	0.107110687	0.029474848	100.00
พ.ศ.2562	26,248,080,083,200.00	1,593,449,124,471.00	28,389,172,551.48	9,193,648,076.80	27,879,112,028,299.30
$\Delta T=0.8$	94.14962735	5.715566274	0.101829544	0.032976833	100.00
อ.คลองหลวง	รังสีอาทิตย์	กระแสไฟฟ้า	การใช้น้ำมัน	บริโภคอาหาร	รวม 4 ตัวแปร(Btu)
พ.ศ.2542	5,132,344,093,129.12	12,498,633.94	1,789,839,713.21	1,018,080,870.40	5,135,164,512,346.67
$\Delta T=0.45$	99.94507636	0.000243393	0.034854574	0.019825672	100.00
พ.ศ.2552	5,132,344,093,129.12	116,080,524,897.00	1,789,839,713.21	1,925,514,060.80	5,252,139,971,800.13
$\Delta T=0.55$	97.71910346	2.210156727	0.034078294	0.036661515	100.00
พ.ศ.2562	5,132,344,093,129.12	3,653,450,429,552.00	1,781,512,315.06	2,436,981,324.80	8,790,013,016,320.98
$\Delta T=0.8$	58.38835601	41.5636521	0.020267459	0.027724434	100.00
อ.ธัญบุรี	รังสีอาทิตย์	กระแสไฟฟ้า	การใช้น้ำมัน	บริโภคอาหาร	รวม 4 ตัวแปร(Btu)
พ.ศ.2542	1,922,146,157,534.28	120,462,261.00	1,567,091,211.46	1,122,425,779.20	1,924,956,136,785.94
$\Delta T=0.45$	99.85402373	0.006257922	0.081409191	0.058309161	100.00
พ.ศ.2552	1,922,146,157,534.28	254,533,509.00	1,567,091,211.46	1,611,457,971.20	1,925,579,240,225.94
$\Delta T=0.55$	99.82171169	0.013218542	0.081382847	0.083686921	100.00
พ.ศ.2562	1,922,146,157,534.28	19,388,473,272.00	1,560,056,492.72	1,825,900,595.20	1,944,920,587,894.20
$\Delta T=0.8$	98.82903032	0.996877373	0.080211835	0.09388047	100.00
ต.คลอง5+6	รังสีอาทิตย์	กระแสไฟฟ้า	การใช้น้ำมัน	บริโภคอาหาร	รวม 4 ตัวแปร(Btu)
พ.ศ.2542	513,760,410,500.00	77,543,630,280.00	865,371,570.89	750,885,273.60	592,920,297,624.49
$\Delta T=0.45$	86.6491521	13.07825531	0.145950741	0.126641857	100.00
พ.ศ.2552	513,760,410,500.00	180,064,417,004.00	865,371,570.89	947,554,432.00	695,637,753,506.89
$\Delta T=0.55$	73.85458997	25.88479652	0.124399742	0.136213773	100.00
พ.ศ.2562	513,760,410,500.00	519,827,127,851.00	861,703,726.83	1,228,315,827.20	1,035,677,557,905.03
$\Delta T=0.8$	49.60621253	50.19198532	0.083201931	0.118600217	100.00
ต.รังสิต	รังสีอาทิตย์	กระแสไฟฟ้า	การใช้น้ำมัน	บริโภคอาหาร	รวม 4 ตัวแปร(Btu)
2542	116,384,433,330.00	77,234,130,056.00	219,029,098.65	591,334,374.40	194,428,926,859.05
$\Delta T=0.45$	59.85962851	39.72357987	0.112652527	0.304139093	100.00
2552	116,384,433,330.00	154,450,638,174.00	219,029,098.65	252,390,195.20	271,306,490,797.85
$\Delta T=0.55$	42.8977696	56.92847146	0.080731242	0.093027703	100.00
2562	116,384,433,330.00	551,982,712,785.00	217,618,562.05	544,316,748.80	669,129,081,425.85
$\Delta T=0.8$	17.39342028	82.49271002	0.032522658	0.081347047	100.00

ตาราง 54 ปริมาณความร้อนในชั้นบรรยากาศ ตำบล อำเภอ และจังหวัด พ.ศ.2542-2562

ปี พ.ศ.	จังหวัดปทุมธานี(Btu)	อำเภอ(Btu)	ตำบล(Btu)
2542	44,291,487,858,024.40	27,583,546,680,483.00	13,268,875,424,975.20
2552	54,038,722,829,225.40	42,205,545,804,814.80	16,744,111,936,631.10
2562	78,268,375,688,948.30	78,548,492,792,054.50	28,102,953,923,654.80

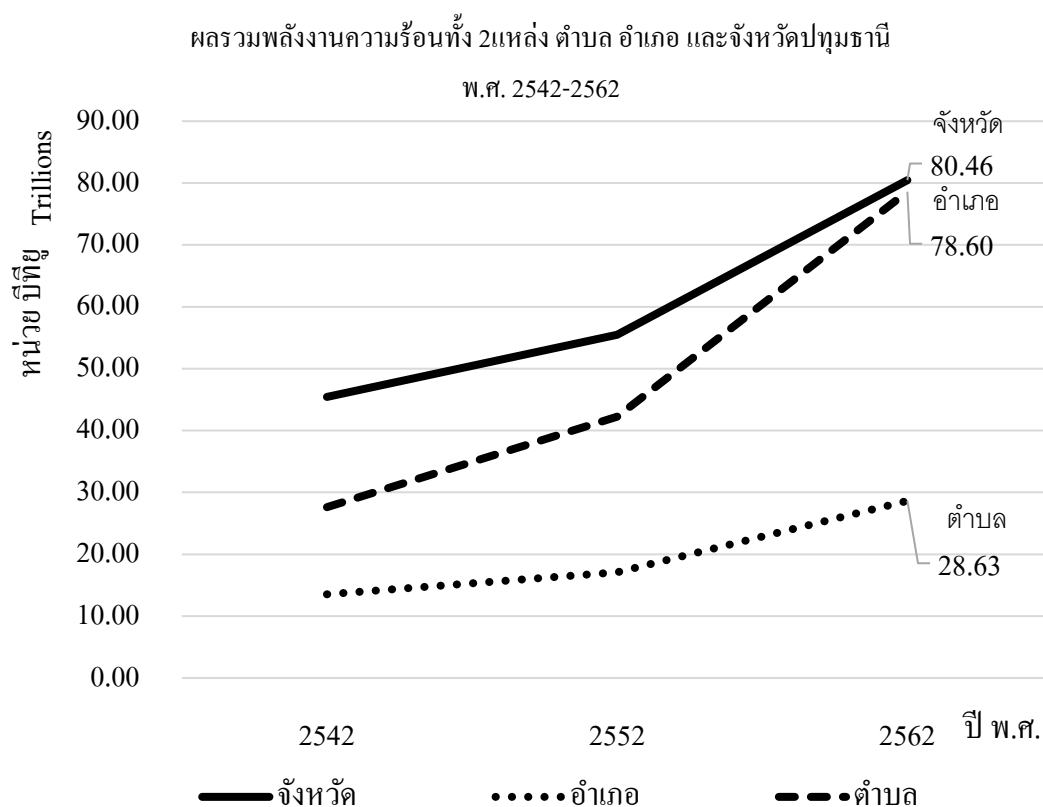
ผลการศึกษา แหล่งความร้อนในชั้นบรรยากาศจากตัวแปร 4 ตัว ประกอบด้วยรังสี แสงอาทิตย์ การใช้กระแสไฟฟ้า การเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง และการบริโภคของมนุษย์ แสดงผล รายปี พ.ศ. 2542 2552 และ 2562 พบว่า สัดส่วนความร้อนที่เกิดขึ้นในระดับตำบล อำเภอ และ จังหวัดปทุมธานีเรียงจากสูงสุด ดังนี้ รังสีแสงอาทิตย์ การใช้กระแสไฟฟ้า การเผาไหม้น้ำมัน เชื้อเพลิง และการบริโภคของมนุษย์ ตามลำดับ ค่าความร้อนที่เกิดขึ้นจากรังสีแสงอาทิตย์เป็น ค่าคงที่ของความเข้มแสงอาทิตย์ทุกระดับข้อมูล การใช้กระแสไฟฟ้ามีค่าความร้อนสูงสุดในระดับ ตำบลคลองห้าและคลองหก และตำบลรังสิตเกิดจากการขยายตัวของกลุ่มบ้าน และที่อยู่อาศัยร้อยละ 53 ในปีพ.ศ. 2552 และสูงสุดในปี พ.ศ. 2554 และ 2559 ภาพรวมพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้น ระดับตำบล เท่ากับ 28 ล้านปีทิว และระดับจังหวัดและอำเภอ เท่ากับ 78 ล้านปีทิว



ภาพ 86 สรุปพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศ จังหวัดปทุมธานี พ.ศ.2542-2562

ตาราง 55 ผลรวมพลังงานความร้อนทั้ง 2 แหล่ง ตำบล อำเภอ และจังหวัดปทุมธานี พ.ศ.2542-2562

ปี พ.ศ.	จังหวัดปทุมธานี(Btu)	อำเภอ(Btu)	ตำบล(Btu)
2542	45,431,184,188,770.00	27,612,234,194,793.00	13,529,687,879,594.80
2552	55,476,052,936,502.20	42,243,268,471,939.80	17,086,370,969,293.90
2562	80,461,648,427,457.10	78,602,749,658,678.50	28,629,861,779,066.00



ภาพ 87 ผลรวมพลังงานความร้อน ตำบล อำเภอ และจังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542-2562

ผลการศึกษา พบว่า ในปี พ.ศ. 2562 ปริมาณความร้อน ระดับ ตำบล อำเภอ และจังหวัด เท่ากับ 28 78 และ 80 ล้านล้านบีทียู ตามลำดับ เกิดจากแหล่งสะสม 2 แหล่งที่มีการขยายตัวของ ปริมาณความร้อนแปรตามการเพิ่มขึ้นของพื้นที่สิ่งก่อสร้าง ความต้องการใช้กระแสไฟฟ้า น้ำมัน เชื้อเพลิง และการบริโภคของประชากรในจังหวัดปทุมธานี ซึ่งปริมาณความร้อนดังกล่าวถูก ดูดกลืนโดยธรรมชาติในชั้นบรรยากาศร้อยละ 19 เท่ากับ 0.01 0.04 0.25 ล้านล้านบีทียู ส่วนต่าง ของปริมาณความร้อนมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้ง 2 แหล่ง

4.4 วิเคราะห์พลังงานความร้อนกับสภาพอากาศ

4.4.1 ความร้อนกับอุณหภูมิอากาศ

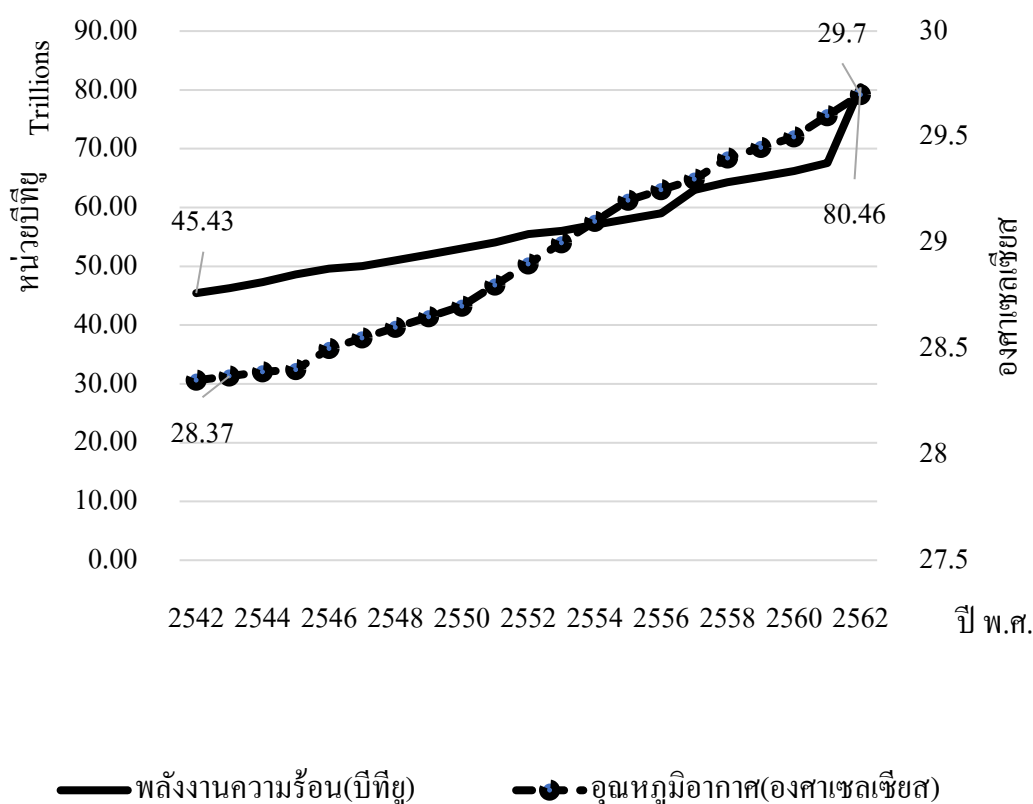
ความร้อนในระดับพื้นผิวดินมีสิ่งก่อสร้างปกคลุมเกินสัดส่วนและมีค่าการสะสมพลังงานความร้อนสูงสุดคล้อยกับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์สู่แหล่งความร้อนพื้นผิวเป็นสิ่งก่อสร้างและพื้นดินว่างเปล่า ในบรรยากาศเป็นการใช้กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการสะสมความร้อนภายนอกสู่ภายในอาคาร การใช้ไฟฟ้าเพื่อปรับอากาศจึงมีค่าสูงสุด เมื่อผลรวมค่าพลังงานความร้อนจากทั้ง 2 แหล่งพลังงานมาพิจารณาความเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ ระดับจังหวัด อำเภอ และตำบล

ระดับ จังหวัด



ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนกับอุณหภูมิอากาศ จังหวัดปทุมธานี

พ.ศ. 2542-2562



ภาพ 88 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับพลังงานความร้อน จังหวัดปทุมธานี 2542- 2562

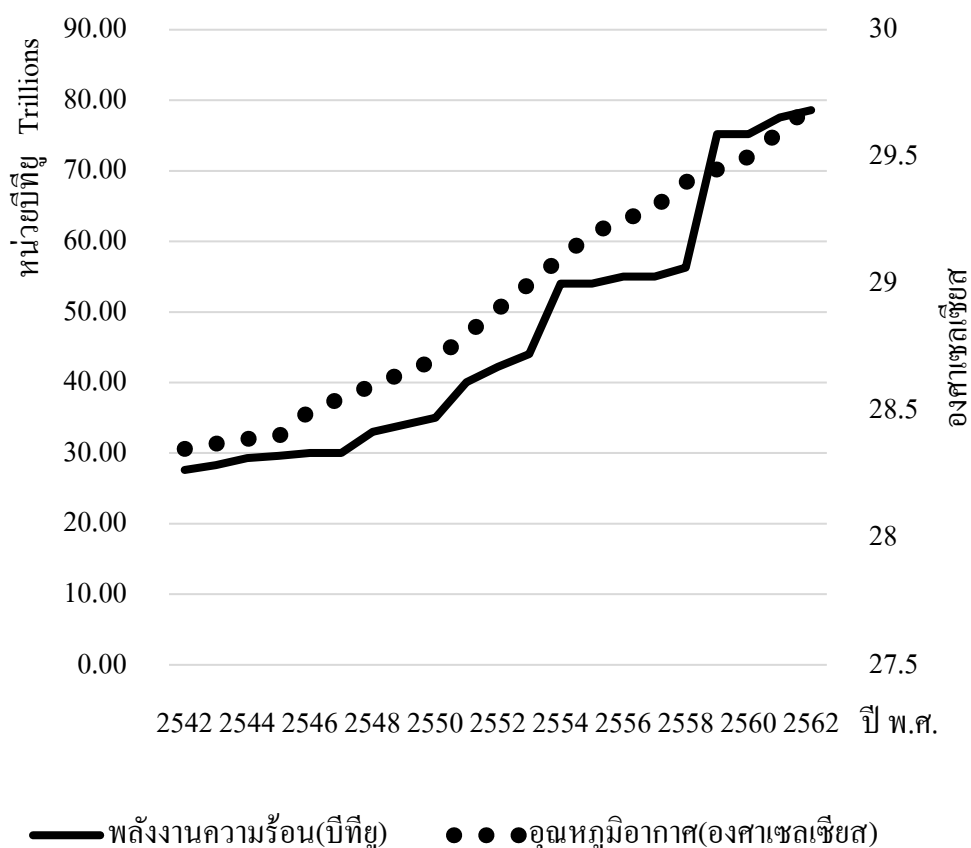
พลังงานความร้อนกับอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้าม กล่าวคือ เมื่อเกิดความร้อนขึ้นในระบบ ธรรมชาติของการเคลื่อนที่ของความร้อนจะเคลื่อนที่สู่พื้นที่เย็นกว่า ส่วนอุณหภูมิเป็นการแสดงค่าของสภาพแวดล้อมที่พลังงานความร้อนเกิดการเคลื่อนที่ หากต้องการลดอุณหภูมิเมืองต้องทำการลดความร้อนเมืองพร้อมกัน ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นอาจมีแนวโน้มลดลง แต่กลับมีผลเชิงบวกในการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ส่วนแหล่งความร้อนที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเป็น พื้นที่เมืองที่ทำกิจกรรมการใช้พลังงาน และเกิดความร้อนปล่อยทิ้งจากระบบปรับอากาศ เป็นปัจจัยหลัก ความชัดเจนของอุณหภูมิแปรตามกลุ่มอาคารที่อยู่อาศัยในพื้นที่ระดับอำเภอ และกลุ่มสถานที่ราชการระดับตำบล



ระดับอำเภอ

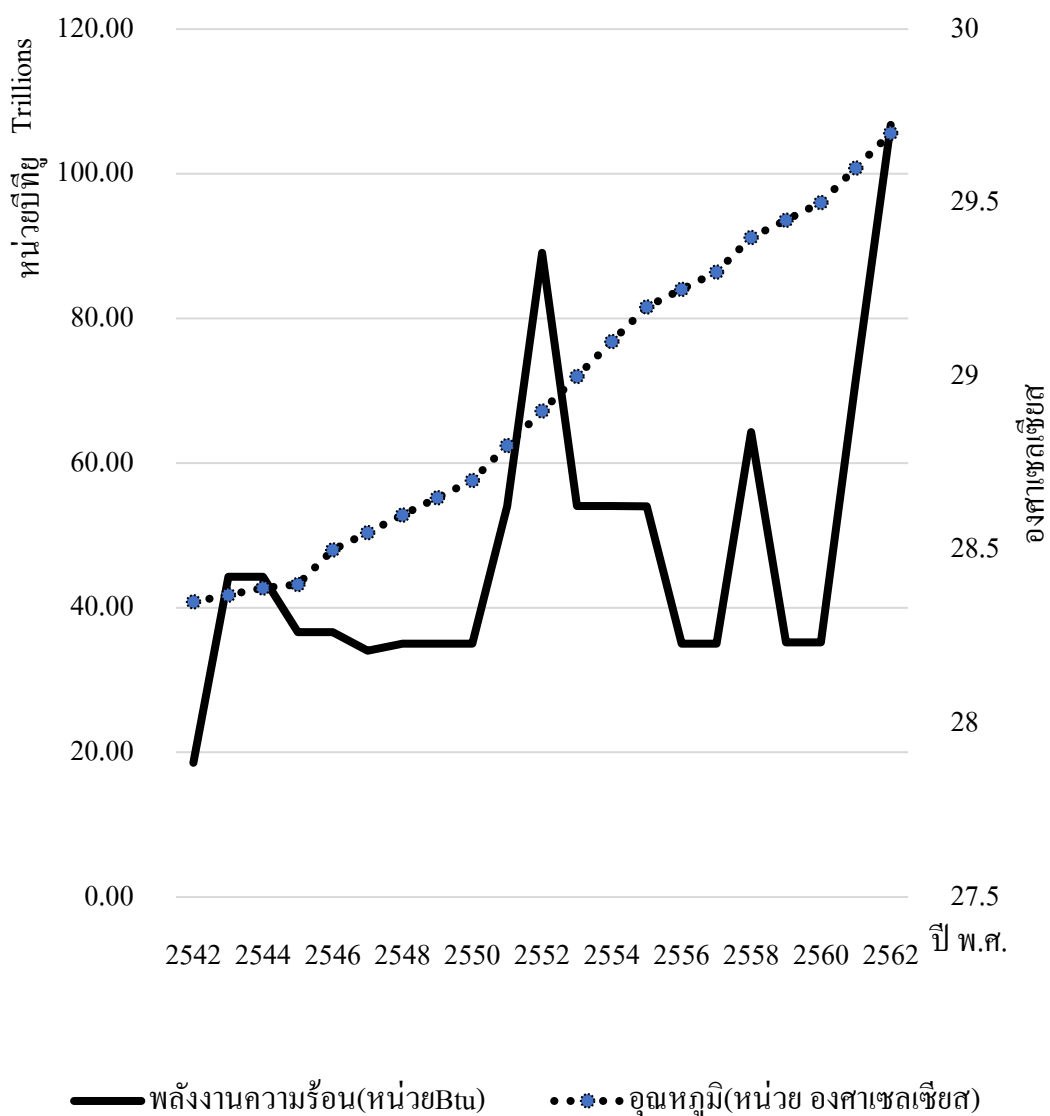
ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนกับอุณหภูมิอากาศ ระดับอำเภอ

พ.ศ. 2542-2562



ภาพ 89 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนกับอุณหภูมิอากาศ ระดับอำเภอ พ.ศ. 2542-2562

ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนกับอุณหภูมิอากาศ ระดับตำบล
พ.ศ. 2542-2562



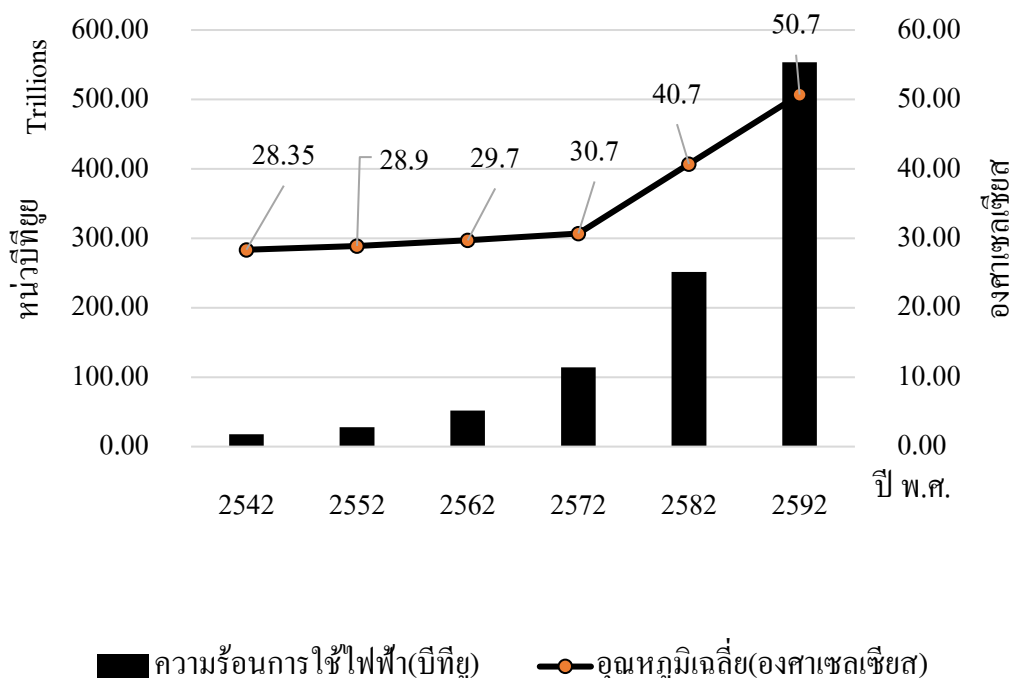
ภาพ 90 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับพลังงานความร้อน ระดับตำบล จังหวัดปทุมธานี

การเพิ่มขึ้นของพลังงานความร้อนจึงมาจากพื้นที่เมือง หรือการเพิ่มขึ้นของเมืองสัดส่วนของพื้นที่เมือง กับความร้อน ในระดับตำบล อำเภอ และจังหวัดปทุมธานี พบว่า

ระดับตำบล	พื้นที่เมืองที่เพิ่มขึ้น	1 ส่วน	มีผลต่อค่าความร้อน	2.1 ส่วน
ระดับอำเภอ	พื้นที่เมืองที่เพิ่มขึ้น	1 ส่วน	มีผลต่อค่าความร้อน	2.2 ส่วน
ระดับจังหวัด	พื้นที่เมืองที่เพิ่มขึ้น	1 ส่วน	มีผลต่อความร้อน	2.2 ส่วน

ดังนั้นพื้นที่เมืองที่เพิ่มขึ้น 1 ส่วน มีอิทธิพลต่อความร้อน และอุณหภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้น 2 เท่า แนวโน้มพลังงานความร้อน และอุณหภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษา ปีพ.ศ. 2542 ถึง 2592 ในระดับ ตำบล อำเภอ และจังหวัด กรณียังไม่แก้ไข หรือรอการบรรเทาความร้อนที่เกิดขึ้นในเขตเมือง จะพบว่าระดับตำบล อำเภอ และจังหวัดค่าอุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้น 0.1 องศาเซลเซียส ต่อ พลังงานความร้อน 2-3 ล้านล้านบีทียู

กรณีไม่แก้ไขปัญหาความร้อนเมืองผลคือ

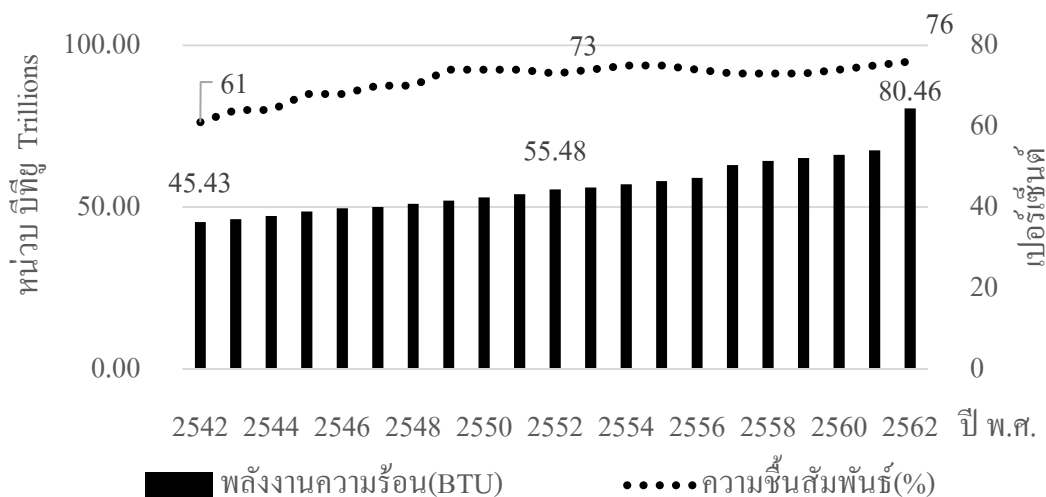


ภาพ 91 กรณีรอการแก้ไขประเด็นความร้อนเมือง อุณหภูมิอากาศอาจสูงถึง 50.7 องศาเซลเซียส

4.4.2 ความร้อนกับความชื้นสัมพัทธ์

ระดับจังหวัด

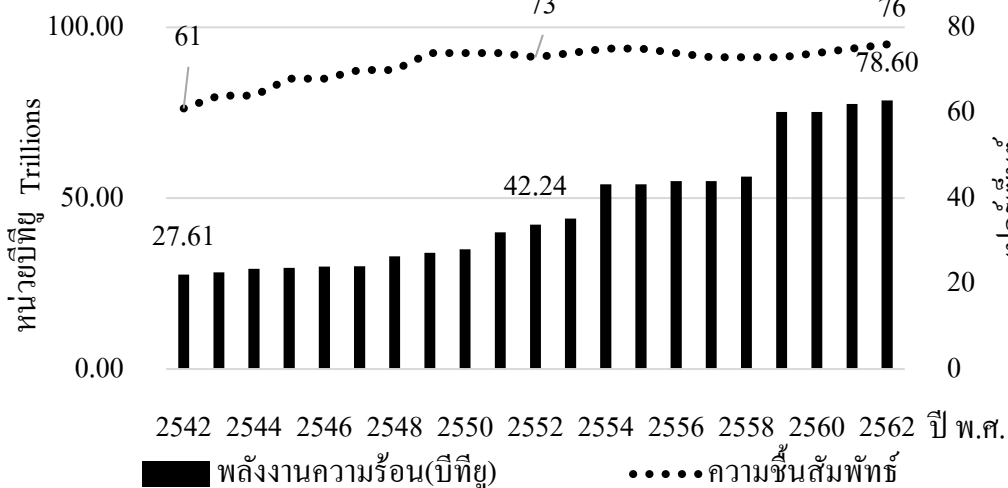
ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อน และความชื้นสัมพัทธ์ จังหวัด
ปทุมธานี พ.ศ. 2542-2562



ภาพ 92 พลังงานความร้อน และความชื้นสัมพัทธ์ จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2542-2562

ระดับอำเภอ

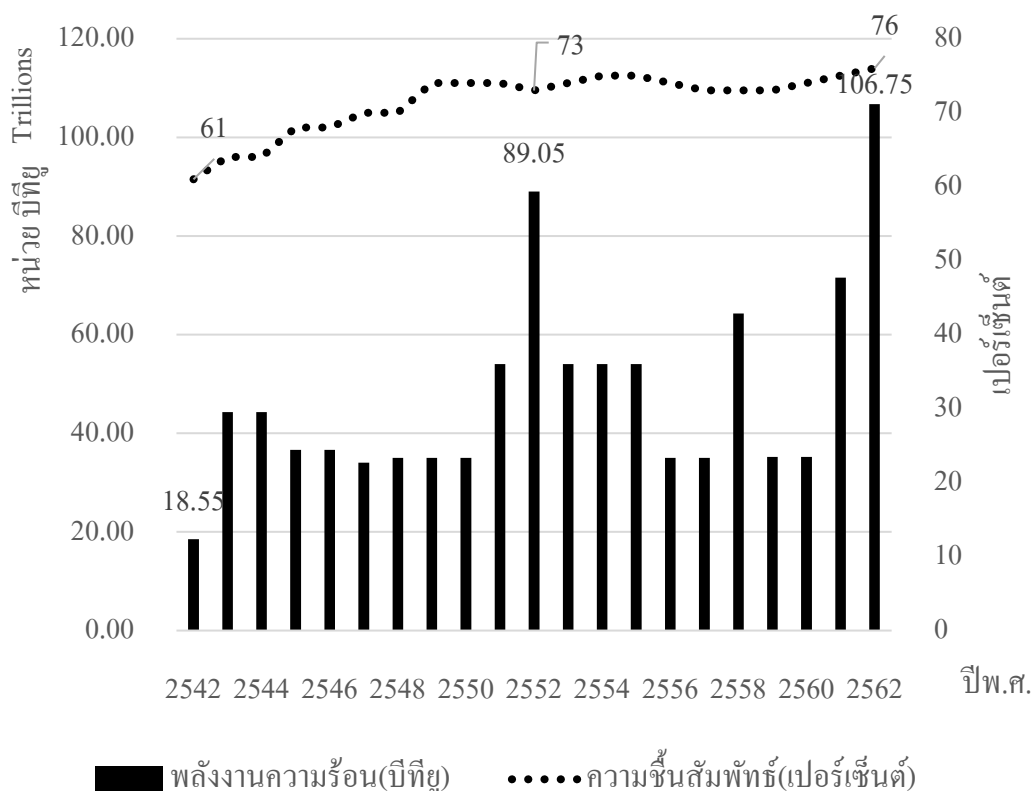
ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนและความชื้นสัมพัทธ์ ระดับอำเภอ
พ.ศ. 2542-2562



ภาพ 93 พลังงานความร้อนและความชื้นสัมพัทธ์ ระดับอำเภอ พ.ศ. 2542-2562

ระดับตำบล

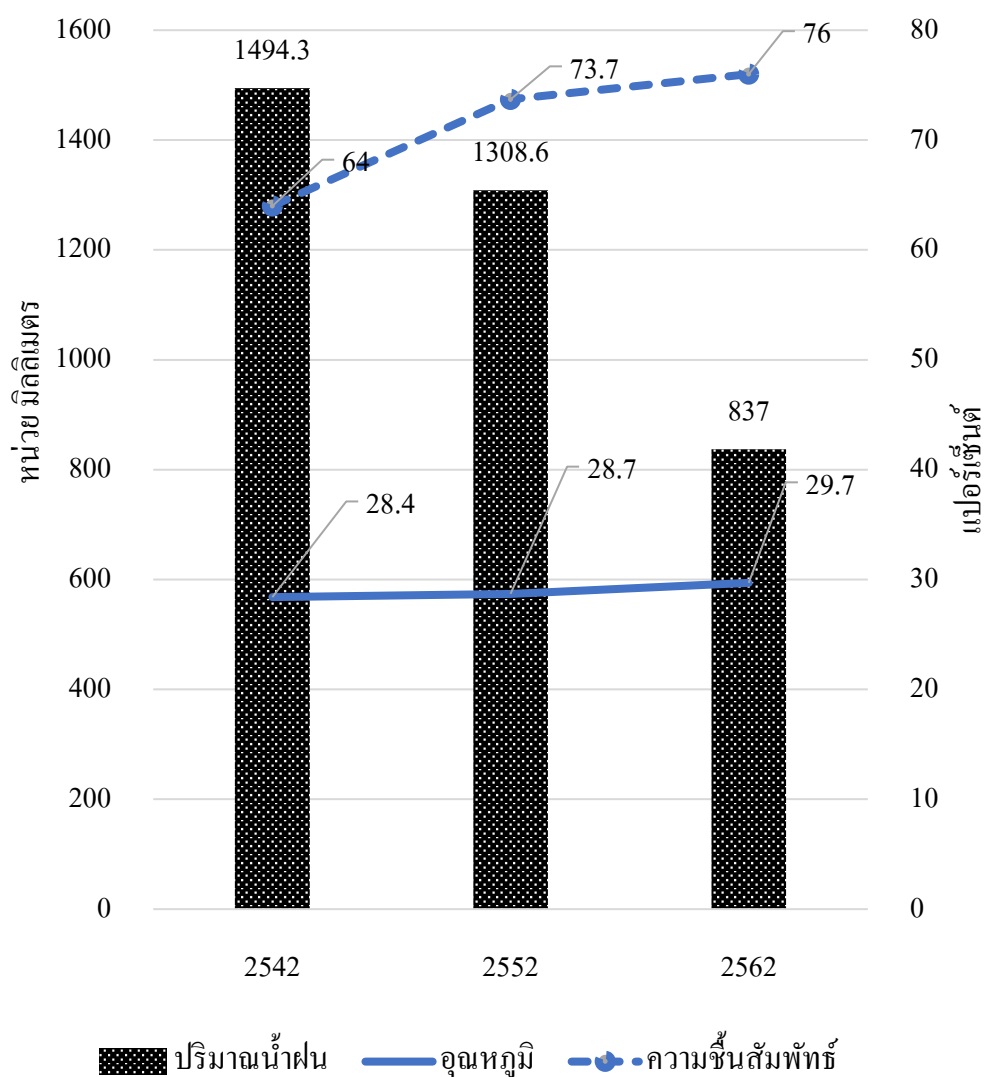
ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อน และความชื้นสัมพัทธ์ ระดับตำบล
พ.ศ. 2542-2562



ภาพ 94 พลังงานความร้อน และความชื้นสัมพัทธ์ ระดับตำบล พ.ศ. 2542-2562

ข้อมูลสภาพอากาศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 ถึง 2562 ระดับตำบล อำเภอ และจังหวัดปทุมธานี พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์สัมพันธ์กับพลังงานความร้อน สัดส่วน 1 ต่อ 8 กล่าวคือ ความร้อนที่เพิ่มขึ้น มีผลต่อความชื้นที่สูงขึ้นเช่นกัน และคาบปี 10 พ.ศ. 2550 ถึง 2560 มีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ ปริมาณน้ำฝน ข้ามฤดูกาล และปริมาณน้ำฝนที่ส่งผลต่อสภาวะสบายของคนเมือง ทั้งระดับจังหวัดจนถึงระดับ ตำบล

ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิต่ำ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์
จังหวัดปทุมธานี ปีพ.ศ.2542-2562

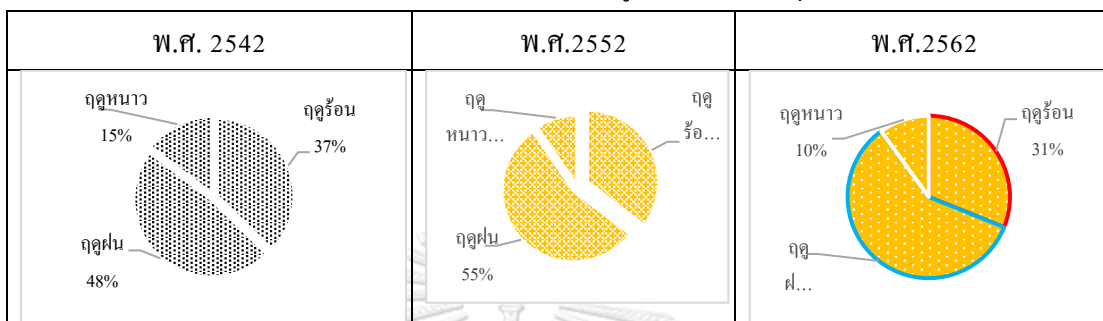


ภาพ 95 อุณหภูมิต่ำ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ จังหวัดปทุมธานี พ.ศ.2542-2562

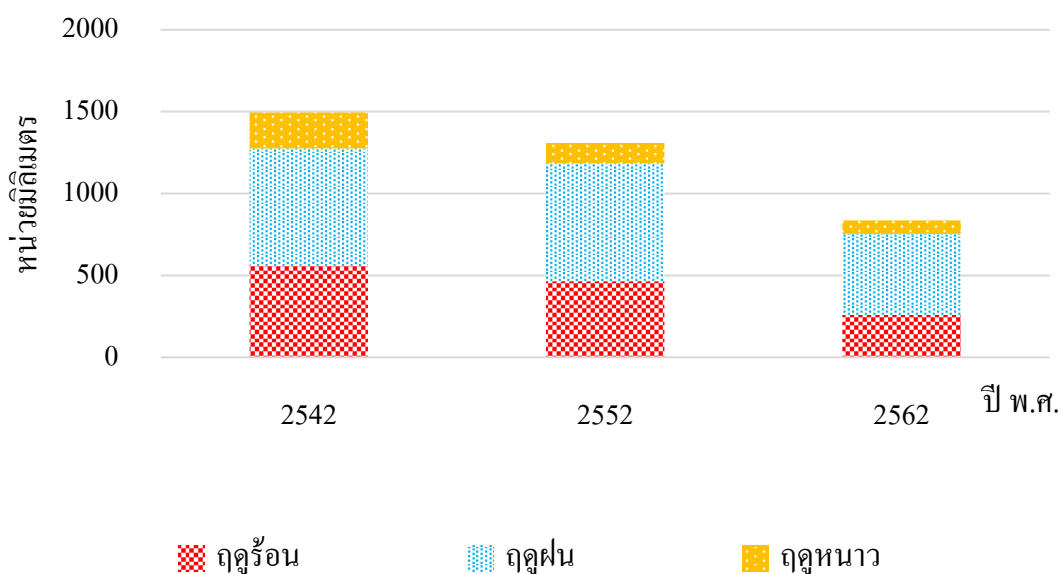
4.4.3 ความร้อนกับปริมาณน้ำฝน

ระดับจังหวัด

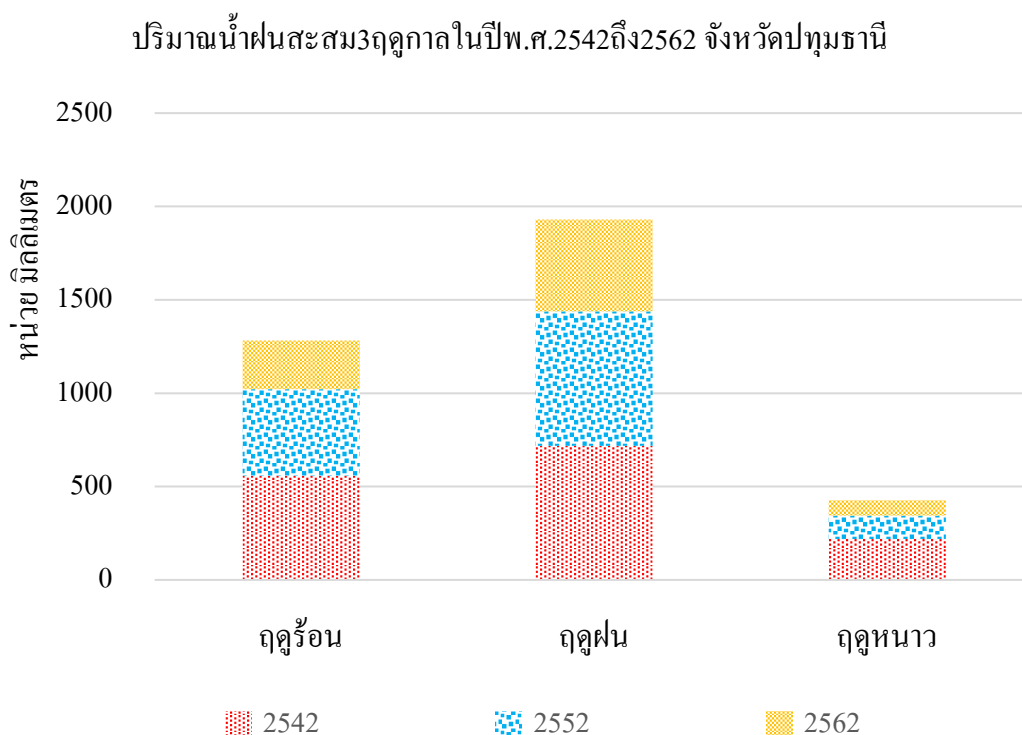
ตาราง 56 เปรียบเทียบสัดส่วนของปริมาณน้ำฝนใน 3ฤดูกาล จังหวัดปทุมธานี พ.ศ.2542 - 2562



การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนใน3ฤดูกาล ปีพ.ศ.2542 ถึง 2563
จังหวัดปทุมธานี



ภาพ 96 ความลดลงของปริมาณน้ำฝนใน3ฤดูกาล ปีพ.ศ. 2542ถึง 2562 จังหวัดปทุมธานี



ภาพ 97 การเทียบปริมาณน้ำฝนรายปีใน 3ฤดูกาล ปีพ.ศ.2542 ถึง 2562 จังหวัดปทุมธานี

ข้อมูลทางสถิติปริมาณน้ำฝน ระดับจังหวัดพบว่า ช่วงปีพ.ศ. 2542-2562 มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนจากอิทธิพลของพลังงานความร้อนส่งผลทำให้เกิดฝนตกผิดฤดูกาล และปริมาณน้ำฝนที่มากขึ้น เริ่มพบการเปลี่ยนแปลงปีพ.ศ. 2550 มีปริมาณน้ำฝนในฤดูร้อนที่มากถึงร้อยละ 45 เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำฝนในฤดูร้อนปีพ.ศ.2542 แต่ทว่าเมื่อพิจารณาปริมาณน้ำฝนรวมพบว่า ลดลงในทศวรรษ 10 ปีถึงร้อยละ 55 เมื่อเทียบกับ 10 ปีก่อน ปริมาณน้ำฝนที่ลดลง และตกผิดฤดูกาลยังผลต่อสภาวะความสบายทางอากาศ เพิ่มการใช้พลังงานภายในอาคาร และปล่อยพลังงานความร้อนสู่สิ่งแวดล้อม อีกทั้งมีผลเชิงลบต่อปริมาณน้ำในดิน หรือความชื้นตามธรรมชาติ และผลิตผลทางการเกษตรซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีพของมนุษย์ การประสพภัยวิกฤตการณ์ที่เกิดขึ้น และอาจจำกำลังจะเกิดขึ้นนี้ใช้การจัดลดอุณหภูมิเมืองจากปัจจัยทางธรรมชาติโดยใช้น้ำเป็นทางเลือกในการศึกษาลำดับต่อไป

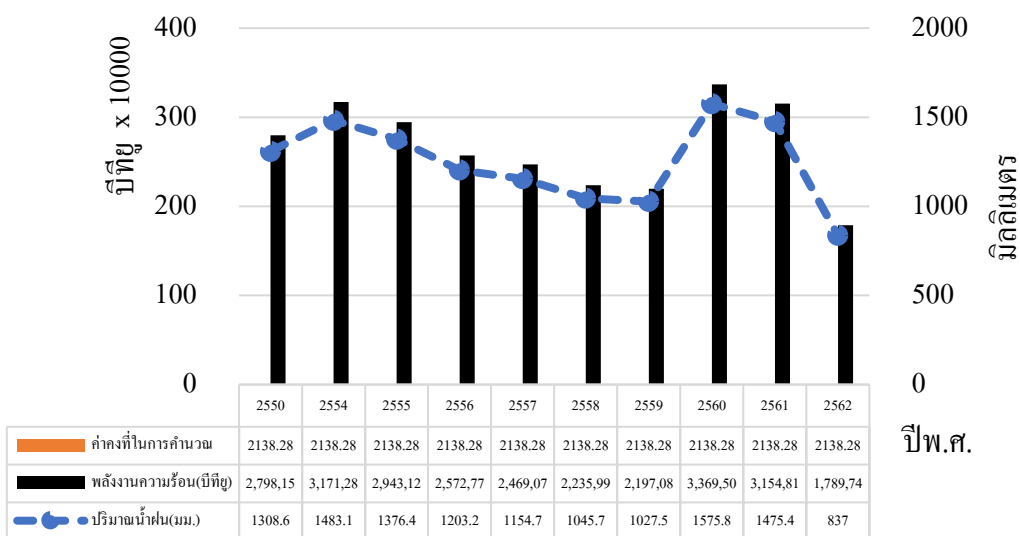
4.4.4 ความร้อนกับการระเหยของน้ำ

ระดับจังหวัด

พื้นที่ศึกษามีการสะสมความร้อนที่มีอิทธิพลต่อการเกิดฝนในฤดูร้อน (Gu และ Li, 2018) อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะมีผลต่ออัตราการระเหยของความชื้นจากต้นไม้ พื้นดิน และแหล่งน้ำที่สูงขึ้น จึงเป็นการเพิ่มปริมาณของน้ำฟ้า หรือหยาดน้ำฟ้า การเปลี่ยนแปลงในอุณหภูมิ 1 ถึง 2 องศาเซลเซียส จะส่งผลต่อหยาดน้ำฟ้าในฤดูหนาวที่เพิ่มขึ้น ร้อยละ 15 และฤดูร้อนเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ถึง 15 ส่วนความชื้นในดินจะมีการลดลงร้อยละ 5 ในฤดูหนาว แต่กลับเพิ่มขึ้นในฤดูร้อนถึงร้อยละ 10(IPCC.2009)



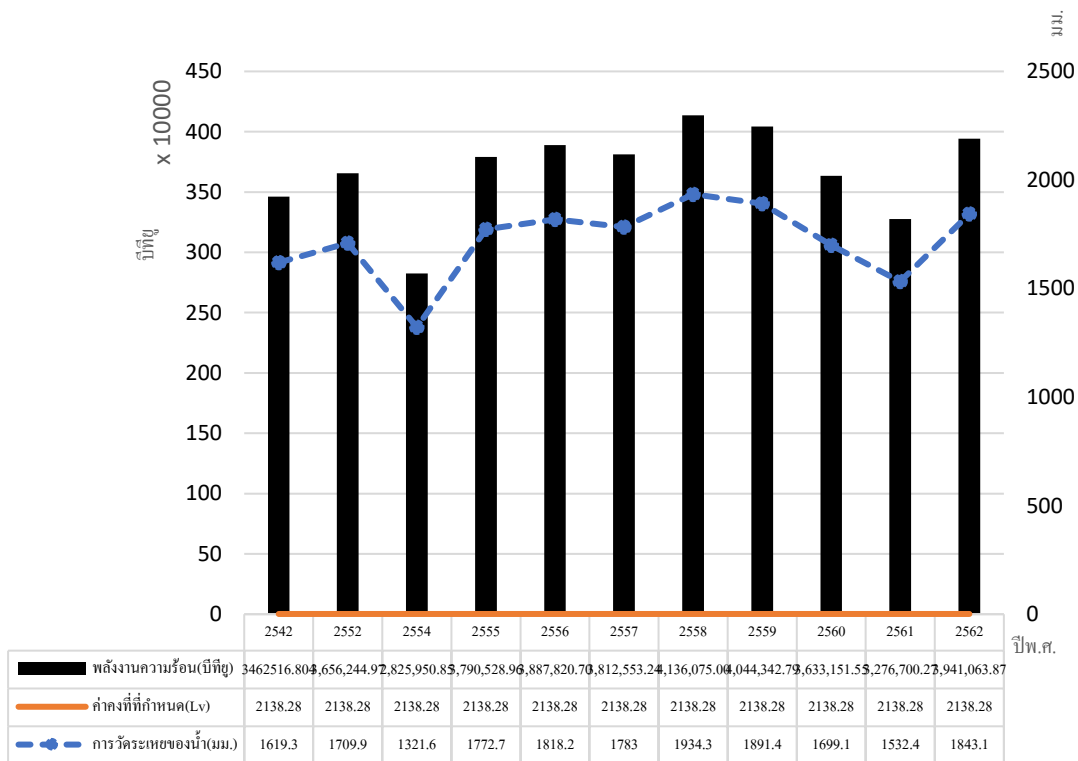
ความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากไอน้ำเป็นน้ำฝน จังหวัดปทุมธานี



■ ค่าคงที่ในการคำนวณ
 ■ พลังงานความร้อน(บีทียู)
 -●- ปริมาณน้ำฝน(มม.)

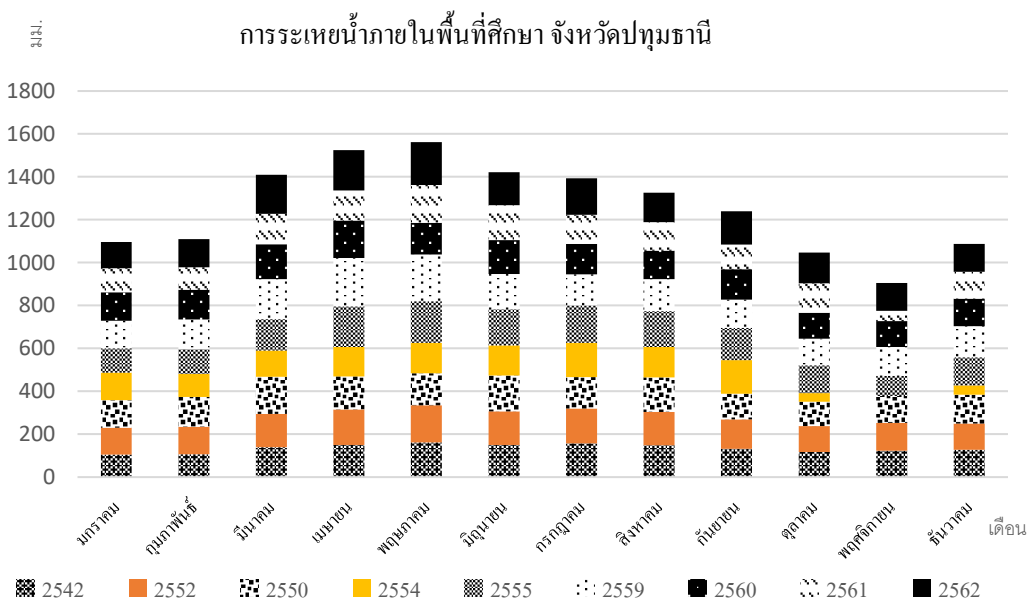
ภาพ 98 ความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากไอน้ำเป็นน้ำฝน จังหวัดปทุมธานี

ความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอน้ำ

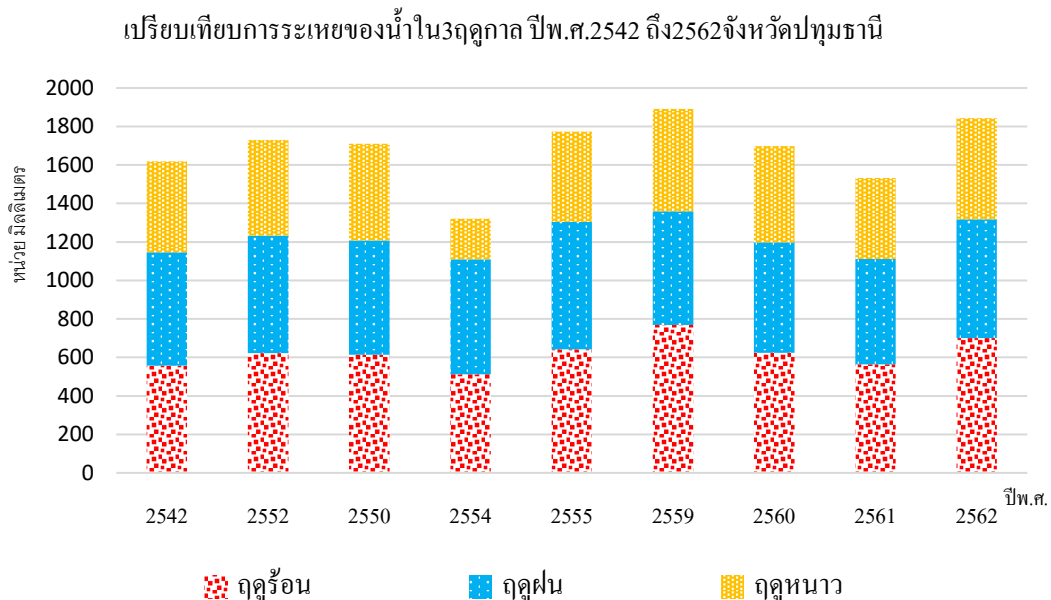


■ พลังงานความร้อน(บีทียู) — ค่าคงที่ที่กำหนด(Lv) - - - การวัดระเหยของน้ำ(มม.)

ภาพ 99 ความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอน้ำ



ภาพ 100 การระเหยน้ำภายในพื้นที่ศึกษา จังหวัดปทุมธานี



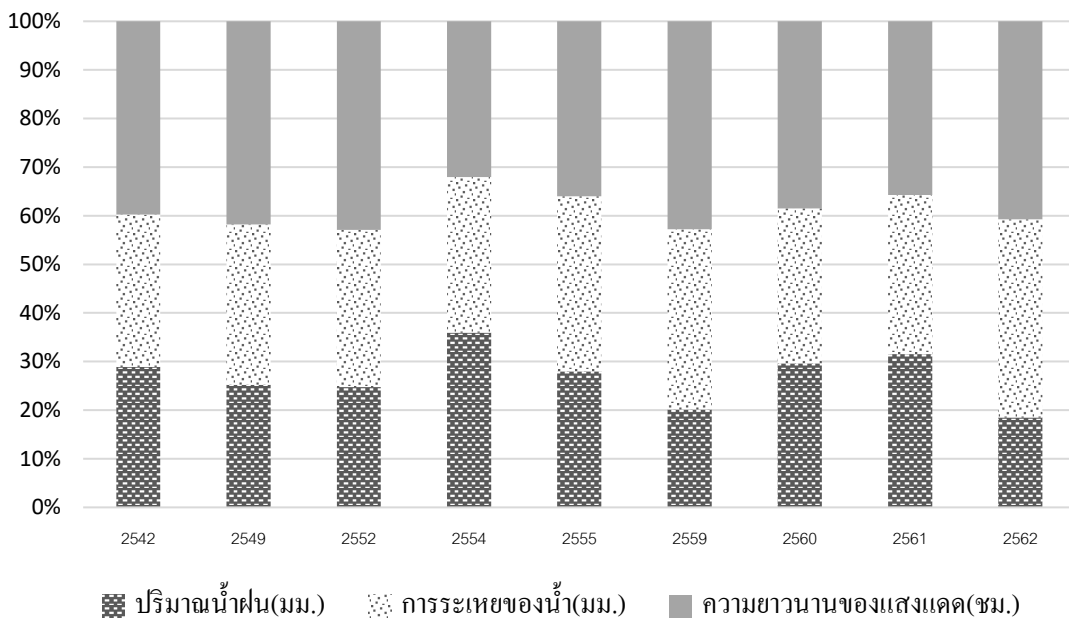
ภาพ 101 เปรียบเทียบการระเหยของน้ำใน 3 ฤดูกาล ปีพ.ศ.2542 ถึง 2562 จังหวัดปทุมธานี

ข้อมูลระดับจังหวัดในปีพ.ศ. 2542 ถึง 2562

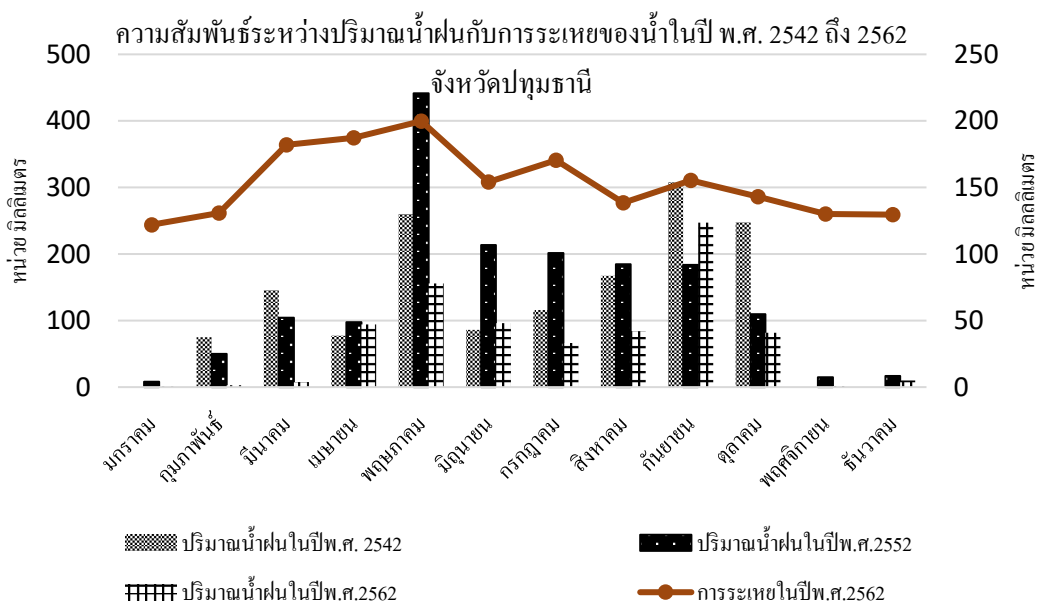
ตาราง 57 ปริมาณน้ำฝน การระเหยของน้ำ และความยาวนานแสงแดด พ.ศ.2542 ถึง 2562

ปริมาณน้ำฝน (มม.)	การระเหยของน้ำ (มม.)	ความยาวนานแสงแดด (ชั่วโมง)
<p>น้ำฝน</p>	<p>ระเหยของน้ำ</p>	<p>ยาวนานแดด</p>

เปรียบเทียบสัดส่วนของปริมาณน้ำฝน การระเหยของน้ำ และความยาวนานของแสงแดด
รายปี พ.ศ.2542ถึง2562 จังหวัดปทุมธานี

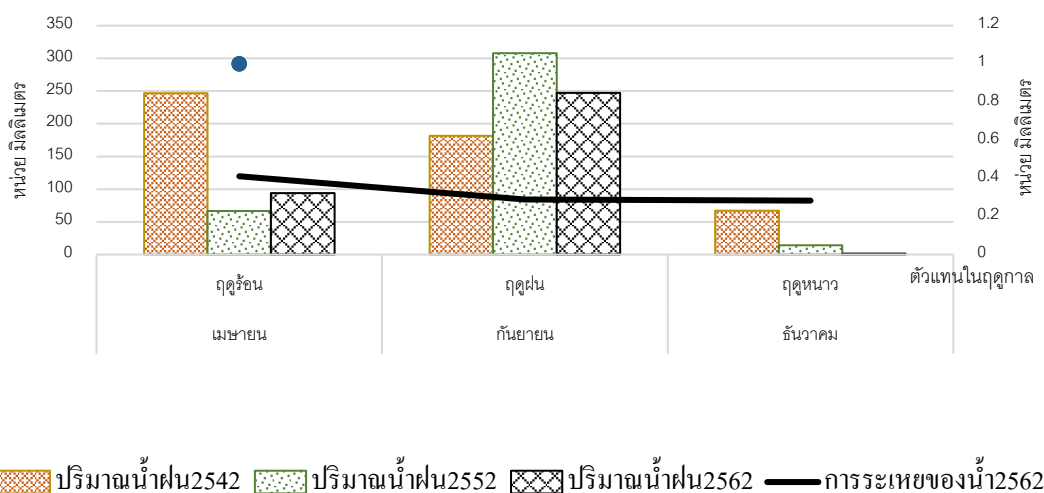


ภาพ 102 ปริมาณน้ำฝน การระเหยของน้ำ และความยาวนานของแสงแดด รายปี พ.ศ.2542ถึง2562



ภาพ 103 ปริมาณน้ำฝนกับการระเหยของน้ำในปี พ.ศ. 2542 ถึง 2562 จังหวัดปทุมธานี

ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝน ระเหยน้ำฝน และความชื้นในดิน
3ฤดูกาล จังหวัดปทุมธานี



ภาพ 104 ปริมาณน้ำฝน ระเหยน้ำฝน และความชื้นในดิน 3ฤดูกาล จังหวัดปทุมธานี

ปริมาณน้ำฝน การระเหยของน้ำ และความยาวนานของแสงแดด ทั้ง 3 มีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกัน น้ำฝนที่ตกลงมาผ่านพื้นดินและต้นไม้ รวมทั้งสิ่งมีชีวิตได้รับความชุ่มชื้นจากน้ำ ระบายเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำลอยเหนือพื้นดิน เมื่อมีลมพัดผ่านไอน้ำจะเคลื่อนที่กระจายสู่สภาพแวดล้อมนั้น น้ำที่อยู่บนพื้นผิวระเหยกลายเป็นไอน้ำจากแสงพระอาทิตย์ หรือแสงแดดที่แผ่รังสีสู่พื้นผิวโลก

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากปริมาณน้ำฝนรวมมีปริมาณลดลงร้อยละ 55 เมื่อเทียบ 10 ปีที่ผ่านมา และฝนตกผิดฤดูกาล รวมทั้งตกในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และเย็น เมื่อแหล่งน้ำตามธรรมชาติลดลงในระบบ แต่พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นระดับตำบล อำเภอ และจังหวัดมีค่าสูงขึ้นการระเหยเกิดขึ้นได้น้อย อุณหภูมิอากาศสูงจากการสะสมความร้อนยิ่งทำให้ชุมชนเมืองต้องรับสภาพอากาศได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน และการระเหยน้ำ

4.5 วิเคราะห์สมดุลพลังงานความร้อน

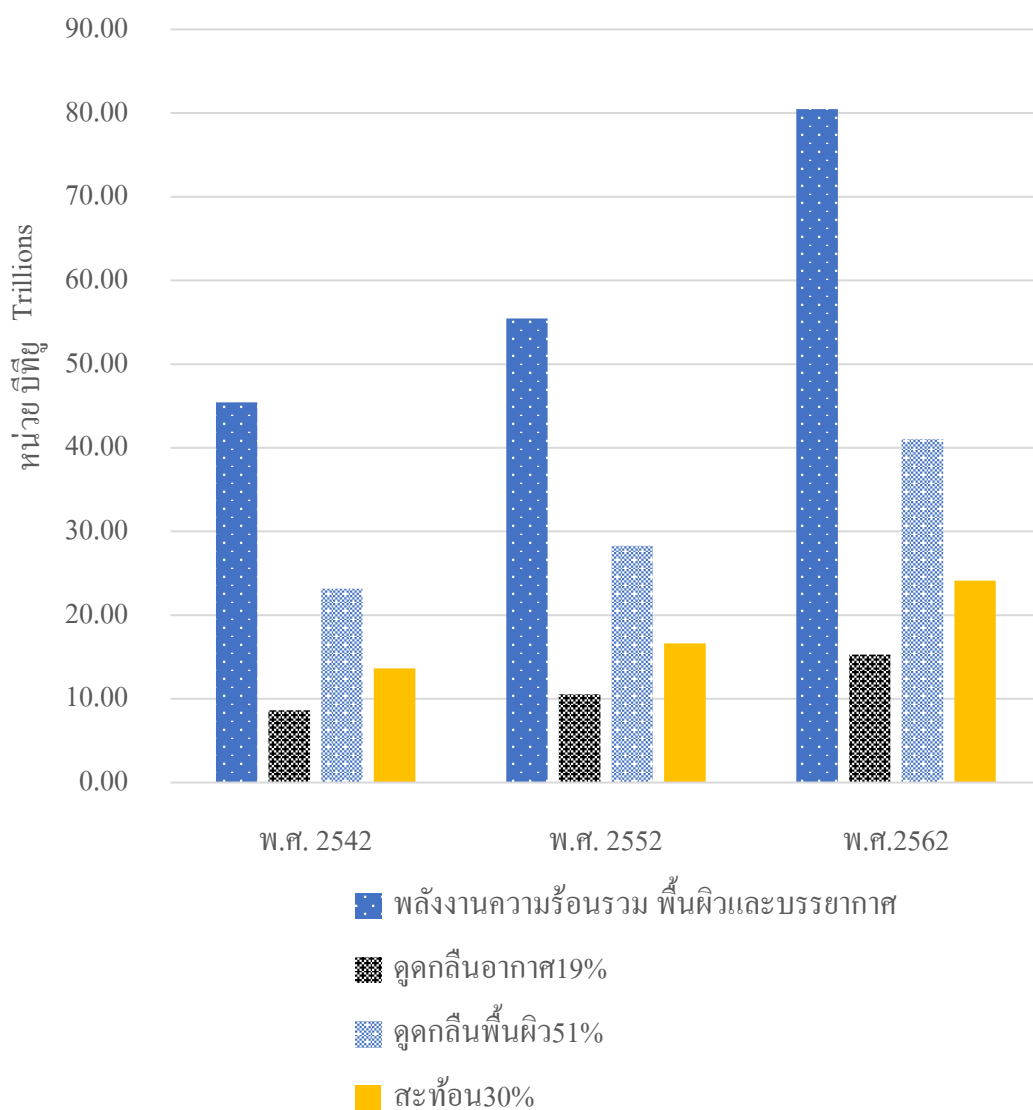
สมดุลของพลังงานความร้อนบนพื้นผิวโลก โลกได้รับพลังงานความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์อยู่ตลอดเวลา แต่การแผ่รังสีและปลดปล่อยพลังงานของโลกมีและเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาเช่นกัน แสดงว่าพลังงานที่ได้รับ และพลังงานที่สูญเสียต้องมีความสมดุลกัน พลังงานที่โลกได้รับจากดวงอาทิตย์แผ่ออกมาในรูปรังสีอินฟราเรดเท่ากับ 100% ถูกสะท้อนกลับสู่อวกาศ 30% และพลังงานที่เหลือดูดกลืน 70% โดยพื้นผิวโลก 51% และบรรยากาศ 19% พลังงานความร้อนที่มนุษย์สร้าง หักสมดุลพลังงานความร้อนจากการจัดการตามธรรมชาติ ได้พลังงานความร้อนสะสมคงอยู่ในชั้นบรรยากาศ และพื้นผิว ตั้งแต่ปีศึกษา พ.ศ. 2542 ถึง 2562 ระดับตำบล อำเภอ และจังหวัดปทุมธานี

ตาราง 58 พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้น และสมดุลพลังงานความร้อน

พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้น		สมดุลพลังงานความร้อน(Btu)		
ปี พ.ศ.	พื้นผิวและบรรยากาศ (Btu)	ดูดกลืน โดยอากาศ 19%	ดูดกลืน โดยพื้นผิว 51%	สะท้อนกลับ 30%
จังหวัด				
2542	45,431,184,188,770.00	8,631,924,995,866.30	23,169,903,936,272.70	13,629,355,256,631.00
2552	55,476,052,936,502.20	10,540,450,057,935.40	28,292,786,997,616.10	16,642,815,880,950.70
2562	80,461,648,427,457.10	15,287,713,201,216.80	41,035,440,698,003.10	24,138,494,528,237.10
อำเภอ				
2542	27,612,234,194,793.00	5,246,324,497,010.67	14,082,239,439,344.40	8,283,670,258,437.90
2552	42,243,268,471,939.80	8,026,221,009,668.56	21,544,066,920,689.30	12,672,980,541,581.90
2562	78,602,749,658,678.50	14,934,522,435,148.90	40,087,402,325,926.00	23,580,824,897,603.60

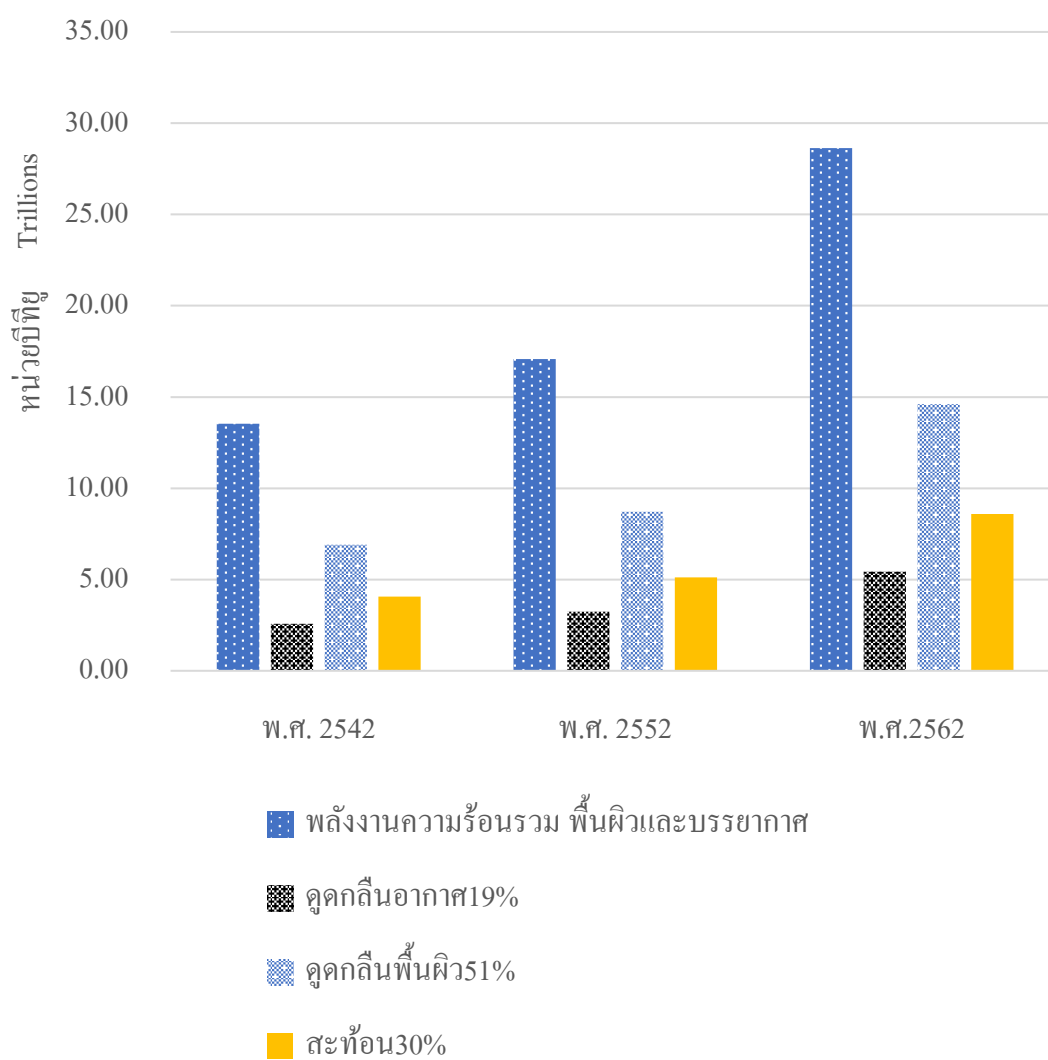
ตำบล				
2542	13,529,687,879,594.80	2,570,640,697,123.01	6,900,140,818,593.35	4,058,906,363,878.44
2552	17,086,370,969,293.90	3,246,410,484,165.84	8,714,049,194,339.89	5,125,911,290,788.17
2562	28,629,861,779,066.00	5,439,673,738,022.54	14,601,229,507,323.70	8,588,958,533,719.80

พลังงานความร้อนกับสมดุลความร้อนตามธรรมชาติ จังหวัดปทุมธานี พ.ศ.
2542-2562



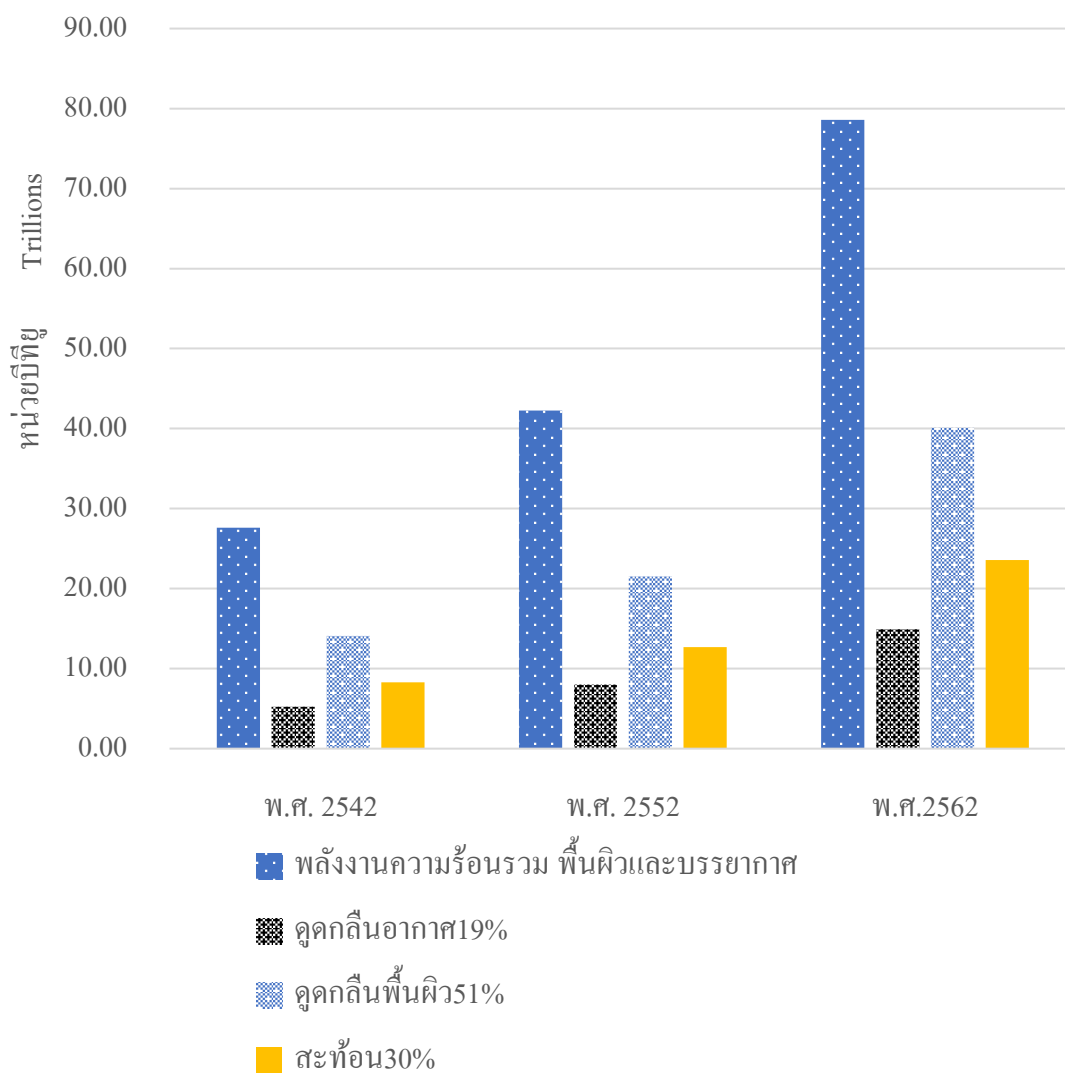
ภาพ 105 พลังงานความร้อนกับสมดุลความร้อนตามธรรมชาติ จังหวัดปทุมธานี พ.ศ 2542-2562

พลังงานความร้อนกับสมดุลความร้อนตามธรรมชาติ ระดับอำเภอ จังหวัด
ปทุมธานี พ.ศ 2542-2562



ภาพ 106 พลังงานความร้อนกับสมดุลความร้อนตามธรรมชาติ ระดับอำเภอ พ.ศ 2542-2562

พลังงานความร้อนกับสมดุลความร้อนตามธรรมชาติ
ระดับตำบล จังหวัดปทุมธานี พ.ศ 2542-2562



ภาพ 107 พลังงานความร้อนกับสมดุลความร้อนตามธรรมชาติ ระดับตำบล พ.ศ 2542-2562

ตาราง 59 การดูดกลืนในอากาศ ความร้อนจากมนุษย์ และความร้อนสะสม ปีพ.ศ. 2542-2562

ปี พ.ศ.	การดูดกลืนในชั้น บรรยากาศ19% (Btu)	ความร้อนจากมนุษย์ ในชั้นบรรยากาศ (Btu)	ความร้อน สะสม (Btu)
จังหวัดปทุมธานี			
2542	8,631,924,995,866.30	44,291,487,858,024.40	35,659,562,862,158.10
2552	10,540,450,057,935.40	54,038,722,829,225.40	43,498,272,771,290.00
2562	15,287,713,201,216.80	78,268,375,688,948.30	62,980,662,487,731.40
อำเภอ			
2542	2,570,640,697,123.01	13,268,875,424,975.20	10,698,234,727,852.20
2552	3,246,410,484,165.84	16,744,111,936,631.10	13,497,701,452,465.30
2562	5,439,673,738,022.54	28,102,953,923,654.80	22,663,280,185,632.30
ตำบล			
2542	5,246,324,497,010.67	27,583,546,680,483.00	22,337,222,183,472.30
2552	8,026,221,009,668.56	42,205,545,804,814.80	34,179,324,795,146.20
2562	14,934,522,435,148.90	78,548,492,792,054.50	63,613,970,356,905.50

ตาราง 60 การดูคก้ลนจากพื้นผลว ความร้อนจากมนุษย์ และความร้อนสะสม ป้พ.ศ. 2542-2562

ปี พ.ศ.	การดูคก้ลน จากพื้นผลว51% (Btu)	ความร้อนจากมนุษย์ จากพื้นผลว (Btu)	ความร้อน สะสม (Btu)
จ้งหวัดปทุมธานี			
2542	23,169,903,936,272.70	1,139,696,330,745.60	22,030,207,605,527.10
2552	28,292,786,997,616.10	1,437,330,107,276.80	26,855,456,890,339.30
2562	41,035,440,698,003.10	2,193,272,738,508.80	38,842,167,959,494.30
อำเภอล			
2542	6,900,140,818,593.35	260,812,454,619.60	6,639,328,363,973.75
2552	8,714,049,194,339.89	342,259,032,662.80	8,371,790,161,677.09
2562	14,601,229,507,323.70	526,907,855,411.20	14,074,321,651,912.50
ตำบล			
2542	14,082,239,439,344.40	28,687,514,310.00	14,053,551,925,034.40
2552	21,544,066,920,689.30	37,722,667,125.00	21,506,344,253,564.30
2562	40,087,402,325,926.00	54,256,866,624.00	40,033,145,459,302.00

4.6 แนวทางการบรรเทาความร้อนเมืองโดยการเพิ่มพื้นที่สีเขียว

การพัฒนาเมือง ด้านสถาปัตยกรรม และการขยายตัวของพื้นที่สิ่งก่อสร้างมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการลดพื้นที่ธรรมชาติได้แก่ พื้นที่สีเขียว และพื้นที่แหล่งน้ำของเมืองซึ่งปัจจัยดังกล่าวแปรผันตรง(Direct variation) กับปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในเขตเมือง จึงนำมาพิจารณาเสนอแนวทางในการลดสถานะเกาะความร้อนของเมือง

การบรรเทา และปรับสภาพอุณหภูมิของเมืองวิธีที่มีประสิทธิภาพสูง เร็วที่สุด และง่ายที่สุดคือการเพิ่มพื้นที่สีเขียว และพืชพรรณใน โครงสร้างพื้นฐานของเมือง(Nastran และคณะ, 2019; จเร เศรษฐกุล, 2548) ปรากฏการณ์อุณหภูมิเพิ่มขึ้นในเขตเมือง หรือเกาะความร้อนเมือง อัตราพื้นที่สีเขียวเฉลี่ยต่อประชากร 9 ตารางเมตรต่อคน(WHO, 2016) ประเทศไทยมีมาตรฐานของพื้นที่สีเขียว และสัดส่วนของพื้นที่สีเขียวเพื่อบริการต่อจำนวนประชากร ระดับมหภาค(Macro scale) เท่ากับ 16 ตารางเมตรต่อคน(สำนักงานโยธาธิการและผังเมือง, 2545) มาตรฐานของพื้นที่สีเขียว ในหมวดที่ 2 ความสามารถของพื้นที่สีเขียวในการลดความร้อน เพื่อสร้างสภาวะอากาศจุลภาค(Microclimate)ที่เหมาะสม และลดผลกระทบภาวะ โลกร้อน(Global warming)มี 2 เกณฑ์ ได้แก่ การปลูกต้นไม้ให้ร่มเงาแก่พื้นที่เปิดโล่ง และบริเวณเส้นทางสัญจร

1. พื้นที่เปิดโล่ง การปลูกต้นไม้ 1 ต้น ต่อ พื้นที่เปิดโล่ง 50 ตารางเมตร
2. พื้นที่สัญจรการปลูกต้นไม้ 1 ต้น ทุกระยะ 5 เมตร

ผลการศึกษาพื้นที่สีเขียวต่อการลดอุณหภูมิอากาศเมือง งานวิจัยส่วนใหญ่ระบุถึง ประสิทธิภาพของพื้นที่สีเขียวที่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุมพื้นที่สนามหญ้า มีผลต่อการลดอุณหภูมิ 3-5 องศาเซลเซียส (Maimaitiyiming และคณะ, 2014; O'Malley และคณะ, 2014; Perini และ Magliocco, 2014) (Guo และคณะ, 2015; McPherson และคณะ, 2016; Saxel และคณะ, 2000)อาศัยพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ และสภาพแวดล้อมในการดำรงชีวิตคูดน้ำจากใต้ดินคายไอน้ำ ผ่านออกทางปากใบ กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชใช้พลังงานความร้อน 2,200 บีทียู ช่วงเวลา กลางวัน 12 ชั่วโมง ใช้น้ำ 65 ลิตรต่อวัน(ปริญญา ฉายะพงษ์, 2553; สุนทร บุญญาธิการ, 2004)

1. ต้นไม้ใหญ่ เป็นไม้ยืนต้นที่มีความสูงจากพื้นดินตั้งแต่ 2.40 เมตร และมี 2 รูปทรง คือทรงกลม และทรงร่ม เช่นต้นราชพฤกษ์ ชัยพฤกษ์ ไทร นนทรี หรือจามจุรี
2. พื้นที่คลุมดิน เป็นไม้คลุมดินสูงจากพื้นดินไม่เกิน 30 เซนติเมตร ลดอุณหภูมิของดินในตอนกลางวัน เช่นหญ้ามาเลเซีย หญ้าขนาดเล็ก หรือคุณนายต้นสาย

แหล่งน้ำต่อการลดอุณหภูมิเมือง น้ำมีความร้อนแฝงของการระเหยเป็นไอเท่ากับ 2,257.20 กิโลจูลต่อกิโลกรัม หรือ 540 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ณ ความดันบรรยากาศ การระเหยของน้ำทำให้พื้นดินเย็นลงมากกว่าปกติ แหล่งน้ำลึก 120 เซนติเมตรรับความร้อนสะสมจากพื้นผิว และได้ดินเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำ หากมีลมผ่านไอน้ำทำให้พื้นที่เย็นขึ้น 4 องศาเซลเซียส(Hathway และ Sharples, 2012; Moyer และ Hawkins, 2017; Webb และคณะ, 2008; สุนทร บุญญาธิการ, 2004)

การก่อตัวของเกาะความร้อนเมือง งานวิจัยนี้ได้จำแนกแหล่งความร้อน 2 ที่มาคือ ความร้อนจากพื้นผิว และในชั้นบรรยากาศ 8 ปัจจัย ได้แก่ กลุ่มพื้นผิวมีสิ่งก่อสร้าง ดินว่างเปล่า แหล่งน้ำ และพื้นที่สีเขียว และกลุ่มในชั้นบรรยากาศมีรังสีแสงอาทิตย์ การใช้กระแสไฟฟ้า การเผาไหม้ น้ำมัน เชื้อเพลิง และการบริโภคของมนุษย์ ดังตาราง

ตาราง 61 ความร้อนสุทธิจากแหล่งกำเนิดความร้อนพื้นผิว

แหล่งกำเนิดความร้อนเมืองจากพื้นผิว									
พ.ศ.	สิ่งก่อสร้าง	พื้นดินว่างเปล่า	การคายความร้อน	พื้นที่สีเขียว	พื้นที่แหล่งน้ำ	การดูดความร้อน	ผลต่างคาย-ดูด	สมดุลร้อยละ	เหลือสุทธิ
จังหวัดปทุมธานี(หน่วย ล้านบีทียู)									
2542	333,539	451,921	785,461	238,880	115,354	354,235	431,226	219,925	211,300
2552	648,549	484,713	1,133,263	233,571	70,494	304,066	829,197	422,890	406,306
2562	1,212,872	623,057	1,835,929	254,805	102,537	357,343	1,478,586	754,078	724,507
อำเภอ(หน่วย ล้านบีทียู)									
2542	63,899	49,832	113,731	122,346	24,735	147,081	-33,349	-17,008	-16,341
2552	158,926	86,183	245,110	75,1222	22,026	97,148	147,962	75,460	72,501
2562	310,413	131,594	442,007	52,861	32,038	84,899	357,108	182,125	174,982
ตำบล(หน่วย ล้านบีทียู)									
2542	10,731	450	11,182	15,393	2,111	17,505	-6,323	-3,224	-3,098
2552	18,996	3,026	22,023	12,257	3,441	15,699	6,324	3,225	3,098
2562	29,605	6,403	36,008	13,268	4,979	18,248	17,760	9,057	8,702

ความร้อนสุทธิในการคำนวณจาก ผลต่างระหว่างการคายความร้อนจากสิ่งก่อสร้าง รวมกับพื้นที่ดินว่างเปล่า ลบการดูดความร้อนจากแหล่งน้ำ และต้นไม้ เป็นตัวตั้ง แล้วลบด้วยสมดุลพลังงานความร้อนที่โลกรับได้ ร้อยละ 51 เป็นการดูดกลืนที่พื้นผิวโลกสามารถรับได้ใช้ในการคำนวณเพื่อหาปริมาณความร้อนพื้นผิวที่ถูกจัดการโดยธรรมชาติ มีข้อน่าสังเกตว่าในปี พ.ศ. 2542 ระดับอำเภอมีค่าการดูดความร้อนจากแหล่งน้ำและต้นไม้สูงกว่าการคายความร้อนจากสิ่งก่อสร้าง และพื้นที่ว่างเปล่าเท่ากับ 3 หมื่นล้านบีทียู และระดับตำบลมีค่าการดูดความร้อนจากแหล่งน้ำและต้นไม้สูงกว่า การคายความร้อนจากสิ่งก่อสร้างและพื้นที่ว่างเปล่า เท่ากับ 6 พันล้านบีทียู แสดงว่า

การสะสมความร้อนที่เกิดขึ้นในระดับตำบล และอำเภอในปี พ.ศ2542 อยู่ในปริมาณที่ธรรมชาติจัดการเพื่อกลับเข้าสู่สมดุลได้

ตาราง 62 ความร้อนสุทธิจากแหล่งกำเนิดความร้อนชั้นบรรยากาศ

แหล่งกำเนิดความร้อนในเมืองในชั้นบรรยากาศ								
พ.ศ.	รังสีอาทิตย์ Qธรรมชาติ	กระแส ไฟฟ้า	การใช้น้ำมัน	การบริโภค อาหาร	ความร้อน จาก มนุษย์สร้าง	ผลต่างมนุษย์- ธรรมชาติ	สมดุล ร้อนละ 19	เหลือสุทธิ
จังหวัดปทุมธานี(หน่วย ล้านบีทียู)								
2542	26,248,080	18,006,381	28,465	8,560	18,043,407	44,291,487	8,415,382	35,876,105
2552	26,248,080	27,754,363	28,450	7,829	27,790,642	54,038,722	10,267,357	43,771,365
2562	26,248,080	51,982,712	28,389	9,193	52,020,295	78,268,375	14,870,991	63,397,384
อำเภอ(หน่วย ล้านบีทียู)								
2542	6,093,417	7,171,305	2,573	1,527	7,175,406	13,268,823	2,521,076	10,747,746
2552	6,093,417	12,799,236	2,573	2,731	12,804,541	18,897,958	3,590,612	15,307,346
2562	6,093,417	22,003,625	2,573	3,349	22,009,548	28,102,965	5,339,563	22,763,402
ตำบล(หน่วย ล้านบีทียู)								
2542	630,144	27,009,572	974	1,046	27,011,594	27,641,738	5,251,930	22,389,808
2552	630,144	27,009,572	974	1,073	27,011,621	27,641,766	5,251,935	22,389,830
2562	630,144	27,009,572	970	1,500	27,012,043	27,642,188	5,252,015	22,390,172

ความร้อนสุทธิในการคำนวณตารางมาจาก ผลต่างระหว่างความร้อนที่มาจากผลรวมปริมาณความร้อนกิจกรรมมนุษย์ได้แก่ การใช้กระแสไฟฟ้า การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และการบริโภคของมนุษย์ ลบด้วยปริมาณความร้อนจากธรรมชาติรังสีแสงอาทิตย์เป็นตัวตั้ง ลบด้วยสมดุลพลังงานความร้อนที่โลกรับได้ ร้อยละ 19 เป็นการดูดกลืนที่ชั้นบรรยากาศโลกสามารถรับได้ เพื่อหาปริมาณความร้อนที่ถูกจัดการให้เข้าสู่สมดุลในชั้นบรรยากาศ มีข้อน่าสังเกตในปี พ.ศ. 2542 ถึง 2562 ระดับอำเภอ และตำบลมีความร้อนสะสมใกล้เคียงกันเท่ากับ 22 ล้านล้านบีทียู และระดับจังหวัดประมาณ 63 ล้านล้านบีทียู

การลดความร้อนเมืองจากลดพื้นที่ หรือจัดการสิ่งปลูกสร้างที่สะสมความร้อนเปลี่ยนเป็นพื้นที่สีเขียวและแหล่งน้ำ ยกตัวอย่าง พื้นที่ 1.5 ตารางเมตร กรณีที่ 1). ไม้ต้น ปลูกกระยะห่างระหว่างต้น สามารถดูดกลืนความร้อน 12,000 บีทียู กรณีที่ 2). แหล่งน้ำขนาด 1.5ตารางเมตรและลึก 1.20 เมตรสามารถดูดกลืนความร้อน 0.03 บีทียู กำหนดเปรียบเทียบในพื้นที่ 1.5 ตารางเมตร เท่ากับผลลัพธ์ ดังตาราง

ตาราง 63 การลดความร้อนเมืองใช้ต้นไม้ใหญ่ และแหล่งน้ำ

รายการ		ต้นไม้ใหญ่		แหล่งน้ำ
จำแนกตาม	ความร้อน (ล้านล้านบีทียู)	จำนวน (ล้านต้น)	ใช้พื้นที่ (ล้านไร่)	พื้นที่ (ไร่)
จังหวัด	80	666	0.6	2.5
อำเภอ	78	650	0.6	2.4
ตำบล	28	233	0.2	0.8

ตาราง 64 การลดความร้อนเมืองใช้ต้นไม้ใหญ่ และแหล่งน้ำ เทียบสัดส่วน ต่อ คน

รายการ		ต้นไม้ใหญ่		แหล่งน้ำ
จำแนกตาม	ความร้อน (ล้านล้านบีทียู)	จำนวนประชากร (ล้านคน)	1คน ต่อ ต้นไม้ (ต้น)	จำนวน (1คนต่อไร่)
จังหวัด	80	1.1	60	2.2
อำเภอ	78	0.2	300	12
ตำบล	28	0.06	1,200	14

ผลการศึกษา พบว่า การใช้ต้นไม้ใหญ่บรรเทาความร้อนเมืองเป็น วิธีง่าย สะดวกและรวดเร็วให้ผลลัพธ์ชัดเจน ใช้พื้นที่น้อยมีประสิทธิภาพในการลดความร้อน และอุณหภูมิได้ เมื่อเทียบต่อคน พบว่า จังหวัดปทุมธานีในปี พ.ศ. 2562 อุณหภูมิอากาศเท่ากับ 29.7 องศาเซลเซียส และมีความเป็นไปได้ในว่าการลดอุณหภูมิโดยการปลูกต้นไม้ 1 คนปลูกต้นไม้เพียง 60 ต้น สามารถลดอุณหภูมิถึง 0.1 องศาเซลเซียส หรือ อุณหภูมิอากาศชุมชนเมือง จังหวัดปทุมธานีเท่ากับ 29.6 องศาเซลเซียส

บทที่ 5 บทสรุป และข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

การก่อตัวของ เกาะความร้อนในจังหวัดปทุมธานีพิจารณาถึงภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในขอบเขตช่วงปี 2542ถึง2562 เป็นระยะเวลา 20 ปี ในเรื่องของอุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด และความชื้นสัมพัทธ์ โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นในฤดูร้อนเป็นข้อสังเกตถึงความเข้มข้นของปริมาณเกาะความร้อนที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา ช่วง 10ปีที่ผ่านมาได้มีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนถึงปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูร้อน เดือนกุมภาพันธ์ ถึงพฤษภาคมปี พ.ศ.2554 2561และ2562นั้น มีความเข้มข้นสะสมจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะกายภาพของเมืองในพื้นที่ชุมชน การศึกษางานวิจัยนี้ พบว่า สิ่งก่อสร้างที่ขยายตัวเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 13ในปีพ.ศ.2552 ผกผันกับพื้นที่เกษตรกรรม หรือพื้นที่สีเขียว และพื้นที่แหล่งน้ำที่ลดลงถึงร้อยละ5ในปีเดียวกัน และนำมาเทียบกับปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นระดับ ตำบล เมือง และจังหวัด พบว่า เมืองที่ขยายตัว 1 ส่วนเกิดปริมาณความร้อน 2 ส่วน หรืออธิบายได้ว่า การเพิ่มขึ้นของกลุ่มอาคารสิ่งก่อสร้าง 1 ตารางกิโลเมตรมีปริมาณความร้อน 2 ล้านล้านบีทียู

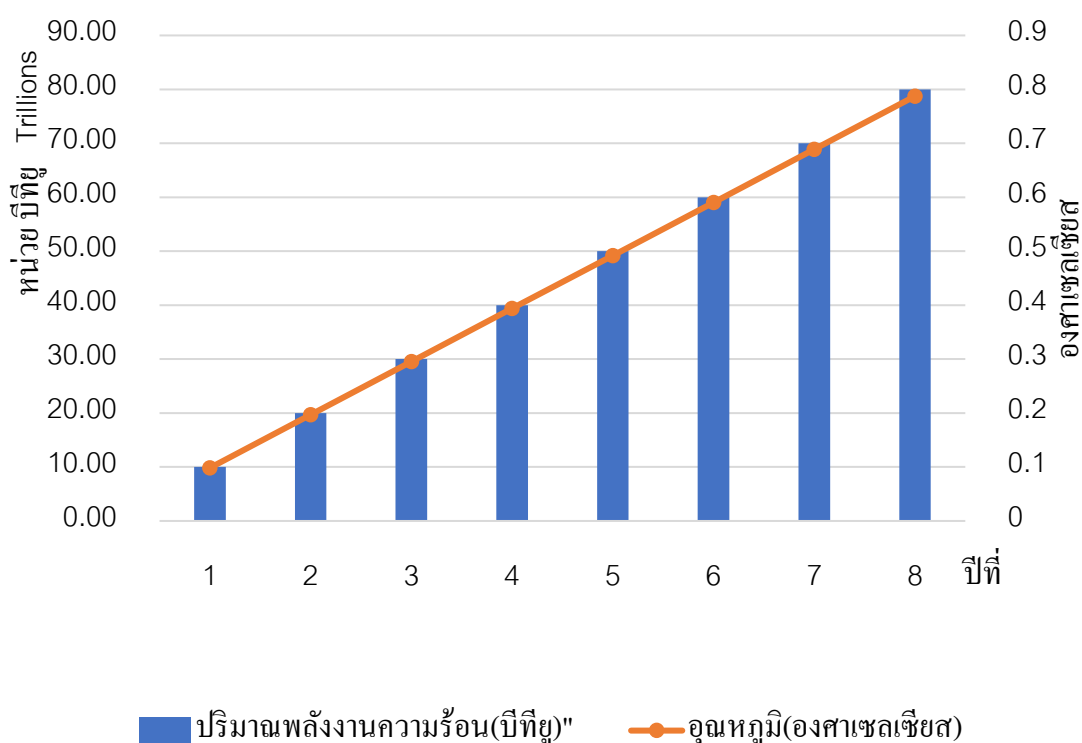
ปริมาณฝนในฤดูร้อน(เดือนกุมภาพันธ์ ถึงพฤษภาคม) โดยเฉพาะเดือนพฤษภาคมมีปริมาณฝนมากที่สุด โดยเห็นการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนในปีพ.ศ. 2554, 2560 และ2561 กล่าวคือ มีปริมาณฝนหนาแน่นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 และความชื้นสัมพัทธ์สูง แสดงให้เห็นถึงสภาพอากาศที่ร้อนอบอ้าว การระเหยของน้ำต่ำ ความร้อนที่สะสมอยู่ในสภาพแวดล้อมก่อตัวเกิดขึ้น และรวมตัวเป็นมวลความร้อนประกอบกับบรรยากาศแวดล้อมใกล้เคียงเกิดกระแสลมน้อย หรือไม่มีลมพัดพามวลอากาศร้อนขนาดใหญ่ จึงลอยตัวขึ้นเหนือพื้นที่นั้น ทำให้เกิดการปิดอัดของความกดอากาศ กับความชื้นที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมให้กลั่นตัวเป็นหยดน้ำที่มีขนาด และความเข้มข้นต่างกันตามขนาดมวลอากาศร้อน เช่น ปรากฏการณ์ฝนราชการมักตกในช่วงเวลาหลังเลิกงาน และอาจหยุดตกเมื่อความแออัดในพื้นที่ คลี่คลายตัวลง ปริมาณฝนที่ตกหนัก และตกในช่วงฤดูร้อนเป็นสัญญาณหนึ่งในความผิดปกติของสภาพอากาศ รวมทั้งการระเหยของน้ำที่เพิ่มขึ้น และความยาวนานของแสงแดดต่างส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์ Lag of the maximum

ปัจจัยการเกิดเกาะความร้อนในจังหวัดปทุมธานี พบความร้อนจากกิจกรรมของมนุษย์ (Anthropogenic heat) ในระดับจังหวัด อำเภอ และตำบลนั้น มาจากรังสีแสงอาทิตย์ที่มีค่าความเข้มข้นคงที่แผ่กระจายความร้อนสู่กลุ่มอาคารสิ่งก่อสร้าง และความร้อนสะสมที่เกิดขึ้นนั้นสามารถคิดเฉลี่ยการรับความร้อนประมาณ 10 ชั่วโมงต่อวัน เมื่อเราเข้าไปใช้งานภายในอาคารสิ่งก่อสร้าง

ปริมาณความร้อนที่ส่งผ่านกรอบอาคาร ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในอาคารสูงกว่าภายนอกอาคาร พฤติกรรมการใช้อาคารของกลุ่มประชากรวัยทำงานค่าเฉลี่ย 9-10 ชั่วโมงใน 1 วัน จึงมีความต้องการใช้พลังงานภายในอาคารเพื่อปรับสภาพอากาศ หากสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร ลังก่อสร้างเป็นวัสดุสะสมความร้อน เช่น พื้นคอนกรีต หรือแอสฟัลต์ความต้องการใช้พลังงานจะ สูงขึ้นกว่าเดิม การใช้กระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นเพื่อจัดการสภาพแวดล้อมภายในอาคารสู่สภาวะสบาย ดังนั้นผลการศึกษาถึงการเพิ่มขึ้นของกลุ่มอาคารลังก่อสร้างในระดับ ตำบล อำเภอ และจังหวัด ปทุมธานีจึง พบว่า อุณหภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้นแปรตามพื้นที่กลุ่มอาคารลังก่อสร้าง และส่งผลต่อการ เพิ่มขึ้นของปริมาณความร้อนในเขตเมืองทุกระดับการศึกษา คาดการณ์ความเป็นไปได้ว่า อุณหภูมิ ที่เพิ่มขึ้นทุก 0.1 องศาเซลเซียสเกิดจากปริมาณความร้อน ประมาณ 9 ล้านล้าน บีทียู



การคาดการณ์ถึงปริมาณพลังงานความร้อนกับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ



ภาพ 109 การคาดการณ์ถึงปริมาณพลังงานความร้อนกับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ

เมื่อความเป็นไปได้ในการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศ ระดับตำบล อำเภอ และจังหวัด ปทุมธานี เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่อาคารสิ่งก่อสร้าง และปริมาณความร้อนในชั้นบรรยากาศได้แก่ ความร้อนจากการใช้กระแสไฟฟ้า ความร้อนจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และความร้อนจากการบริโภคของประชากร กรอบเวลาในการศึกษางานวิจัยนี้ ปี พ.ศ. 2542 ถึง 2562 พบว่า ค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ เท่ากับ 0.45 0.55 และ 0.8 องศาเซลเซียส คาดการณ์การเกิดความร้อนที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศดังกล่าว ดังตาราง

ตาราง 65 คาดคะเนความเป็นไปได้ของอุณหภูมิอากาศ และปริมาณความร้อนในพื้นที่ศึกษา

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น (°C)	ค่าความร้อนที่เหลือ (BTU)	ช่วงค่าความร้อนที่เหลือ โดยประมาณ (BTU)
0.10	9,842,007,438,037.13	9,000,000,000,000 - 20,000,000,000,000
0.20	19,684,014,876,074.30	20,000,000,000,000 – 30,000,000,000,000
0.30	29,526,022,314,111.40	30,000,000,000,000 – 40,000,000,000,000
0.40	39,368,029,752,148.50	40,000,000,000,000 – 50,000,000,000,000
0.5	49,210,037,190,185.70	50,000,000,000,000 – 60,000,000,000,000
0.6	59,052,044,628,222.80	60,000,000,000,000 – 70,000,000,000,000
0.7	68,894,052,066,259.90	70,000,000,000,000 – 80,000,000,000,000
0.8	78,736,059,504,297.10	80,000,000,000,000 – 90,000,000,000,000

หมายเหตุ: จากการคำนวณ และเทียบข้อมูลทางสถิติของพื้นที่ศึกษา

สภาพภูมิอากาศร้อนชื้น ต้นไม้อาศัยพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์และสภาพแวดล้อม ในการดำรงชีวิตอยู่โดยการดูดน้ำจากใต้ดินขึ้นมาแปลงสภาพให้เป็นไอน้ำผ่านออกทางปากใบ กระบวนการสังเคราะห์แสงจะต้องใช้พลังงานความร้อนประมาณ 2.3 เมกะจูลหรือ 2,200 บีทียู เพื่อให้ น้ำ 1 ลิตรเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอช่วงเวลากลางวัน 12 ชั่วโมงนั้นต้นไม้ขนาด ใหญ่ 1 ต้นสามารถดูดน้ำจากดินขึ้นมาแปลงสภาพให้น้ำกลายเป็นไอในอัตราส่วนประมาณ 65 ลิตร ต่อวันจากนั้นต้นไม้จะมีความสามารถในการลดความร้อนจากน้ำให้กับสภาพแวดล้อมเทียบเท่ากับ เครื่องปรับอากาศขนาด 1 ตันหรือ 12.56 เมกะจูลต่อชั่วโมงเท่ากับ 12,000 บีทียูต่อชั่วโมง (สุนทร บุญญาธิการ, 2004)

การจัดการปริมาณความร้อนดังกล่าว หากใช้องค์ประกอบธรรมชาติ คือต้นไม้ที่ช่วยลดและบังความร้อนบริเวณพื้นผิวที่ต้องรับภาระสะสมความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ รวมถึงแหล่งน้ำธรรมชาติช่วยสร้างความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างพื้นผิว พื้นดินที่ชุ่มชื้นช่วยลดอุณหภูมิอากาศบริเวณพื้นผิวจากกระบวนการระเหยของน้ำในพื้นที่ผิวดินเพื่อสร้างสมดุลพลังงานความร้อนในเขตเมืองได้ ต้นไม้ 1 ต้นดูดกลืนความร้อนประมาณ 12,000 บีทียู ใช้ขนาดพื้นที่ 100 ตารางเมตรต่อต้น ระดับจังหวัดปทุมธานีมีพื้นที่ 1,526 ตารางกิโลเมตร หรือเท่ากับ 953,750 ไร่

ตาราง 66 สมมุติสัดส่วนพื้นที่สีเขียว ต้นไม้กับปริมาณความร้อนในพื้นที่ศึกษา

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น (องศาเซลเซียส)	ปริมาณความร้อน (ล้าน บีทียู)	ใช้ต้นไม้ (ล้านต้น)	ใช้พื้นที่ปลูก (ล้านตารางเมตร)
0.1	9,000,000	750	1,125
1ตารางเมตร เท่ากับ 0.000625 ไร่			

หมายเหตุ: สมมุติฐานนี้มาจากการคำนวณการรับพลังงานแสงอาทิตย์เต็มที่โดยประมาณ 10 ชั่วโมงต่อวัน

จากข้อมูลในตาราง พบว่า การลดอุณหภูมิ 0.1 องศาเซลเซียสนั้นต้องใช้ต้นไม้จำนวน 750 ล้านต้น คิดเป็นพื้นที่ปลูกเท่ากับ 0.7 ล้านไร่ หรือใช้พื้นที่ 1 พันล้านตารางเมตร หากเทียบกับพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดปทุมธานี 953,750 ไร่ สัดส่วนการปลูกต้นไม้เพื่อลดอุณหภูมิ 0.1 องศาเซลเซียสใช้พื้นที่ 0.7 ล้านไร่ของพื้นที่ทั้งจังหวัดสามารถทำได้ ช่วงปี พ.ศ. 2542 ถึง 2562 ผลการศึกษาระดับตำบล อำเภอจังหวัดปทุมธานีพบว่า ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นและทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนไปอยู่ระหว่าง 0.8 องศาเซลเซียส

ดังนั้น จังหวัดปทุมธานี หากมีการจัดการปริมาณความร้อนในเขตเมืองระดับ ตำบล อำเภอ และจังหวัดประมาณ 28, 78 และ 80 ล้านล้านบีทียูโดยใช้พื้นที่สีเขียวเท่ากับ 2.1, 6.0 และ 6.2 ล้านไร่ จะลดอุณหภูมิอากาศลงไป 0.8 องศาเซลเซียส หรือเท่ากับ 28.9 องศาเซลเซียส(อุณหภูมิเฉลี่ย 29.7 องศาเซลเซียส ปีพ.ศ. 2562)

³ ไม้ต้นต้น ที่นิยมปลูกทั่วไปจะมีขนาดทรงพุ่มเมื่อโตเต็มที่กว้างประมาณ 7-8 เมตร ดังนั้นระยะปลูกควรอยู่ห่างจากอาคารอย่างน้อยประมาณ 1.5 เมตร

การจัดการปริมาณความร้อนดังกล่าว หากใช้แหล่งน้ำ เพิ่มความชุ่มชื้นและการระเหยของน้ำที่บริเวณพื้นผิวที่ต้องรับภาระดูดกลืนความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ เพื่อสร้างสมดุลพลังงานความร้อนในเขตเมืองได้ คิดพื้นที่เท่ากับขนาดพื้นที่ปลูกต้นไม้ 1 ต้นดูดกลืนความร้อนประมาณ 0.03 บีทียู มีขนาดพื้นที่ 100 ตารางเมตรลึก 1.20 เมตร

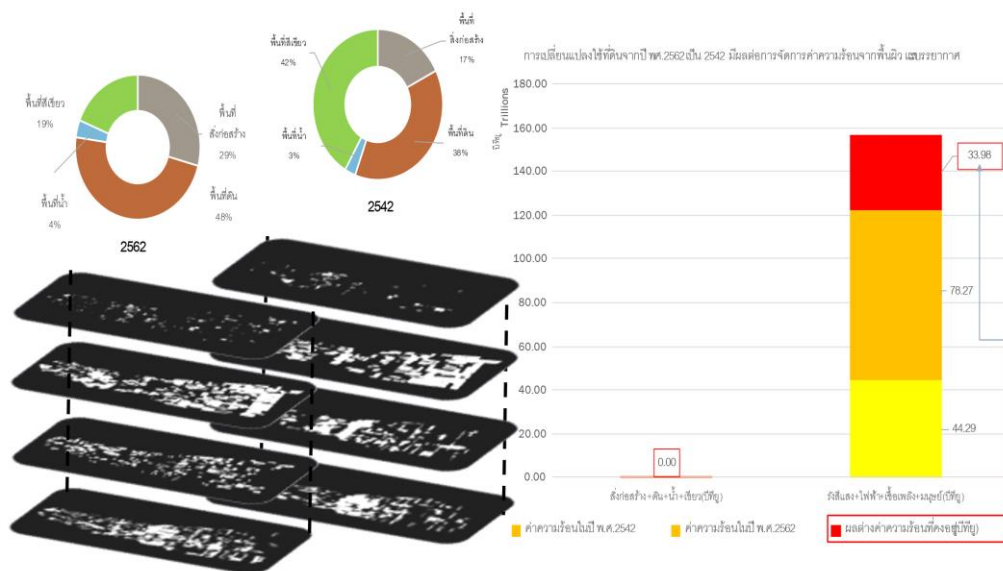
ตาราง 67 สมมุติสัดส่วนของพื้นที่แหล่งน้ำกับปริมาณความร้อนในพื้นที่ศึกษา

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น (องศาเซลเซียส)	ปริมาณความร้อน (ล้าน บีทียู)	ใช้แหล่งน้ำ (ล้านตารางเมตร)	ใช้แหล่งน้ำ (ไร่)
0.1	9,000,000	450	0.28125

*การดูดกลืนความร้อนของแหล่งน้ำคิดจากความร้อนแฝงของน้ำ เท่ากับ 540 แคลอรีต่อกิโลกรัม

หมายเหตุ: สมมุติฐานนี้มาจากการคำนวณการรับพลังงานแสงอาทิตย์เต็มที่โดยประมาณ 10 ชั่วโมงต่อวัน

จากข้อมูลในตาราง พบว่า การลดอุณหภูมิ 0.1 องศาเซลเซียสนั้นต้องใช้แหล่งน้ำขนาดพื้นที่ 281,250 ไร่ หากเทียบกับพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดปทุมธานี 953,750 ไร่ สัดส่วนของแหล่งน้ำลดอุณหภูมิ 0.1 องศาเซลเซียสมีความเป็นไปได้ในการลดความร้อนเมืองระดับตำบล อำเภอ และจังหวัดเท่ากับ 0.8, 2.4 และ 2.5 ไร่



การลดค่าความร้อนในพื้นที่เมืองโดย การจัดการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2562 เป็น 2542

ภาพ 108 การลดความร้อนเมืองโดยการจัดการใช้ที่ดิน

ในปี พ.ศ. 2562 พื้นที่ก่อสร้าง ร้อยละ 29 พื้นที่สีเขียวร้อยละ 19 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 29.7 องศาเซลเซียส ปีพ.ศ. 2542 พื้นที่ก่อสร้าง ร้อยละ 17 พื้นที่สีเขียวร้อยละ 42 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.35 องศาเซลเซียส ผลต่างระหว่างปีค่าอุณหภูมิโดยประมาณ 1.35 องศาเซลเซียส และสัดส่วนสิ่งก่อสร้างเพิ่มขึ้น ร้อยละ 12 แต่ทว่า พื้นที่สีเขียวลด ร้อยละ 23 หรือประมาณ 1 ต่อ 1 ส่วน เมื่อพิจารณาพร้อมกับตาราง คาคะเนความเป็นไปได้ของอุณหภูมิอากาศ และปริมาณความร้อนในพื้นที่ศึกษามีค่าเกิน 8 ล้านล้านบีทียู และมีความต่างของอุณหภูมิอากาศมากกว่า 1 องศาเซลเซียส

สิ่งก่อสร้างที่ขยายตัวเพิ่มขึ้น ผกผันกับพื้นที่สีเขียว และพื้นที่แหล่งน้ำ แต่กลับแปรตามปริมาณความร้อน เมืองที่ขยายตัว 1 ตารางกิโลเมตร มีโอกาสเกิดปริมาณความร้อน 2 ส่วน ล้านล้านบีทียู หรือสามารถเพิ่มอุณหภูมิอากาศได้ถึง 0.2 องศาเซลเซียส

การลดปริมาณความร้อนโดยการจัดรูปที่ดินเป็นการควบคุมให้สัดส่วนของพื้นที่เมือง หรือกลุ่มอาคารสิ่งก่อสร้างไม่เกิน 1 ส่วน ต่อพื้นที่สีเขียว 2 ส่วน หรืออธิบายได้ว่า การเพิ่มขึ้นของกลุ่มอาคารสิ่งก่อสร้าง 1 ตารางกิโลเมตรต้องมีพื้นที่สีเขียวมากกว่า 2 ตารางกิโลเมตร กรมศึกษาจังหวัดปทุมธานี

ตาราง 68 ผลต่างของความร้อนที่ลดลงจากการจัดการเมือง พ.ศ.2562 เป็น พ.ศ.2542

ปี/พื้นที่	พื้นที่สิ่งก่อสร้าง	พื้นที่สีเขียว	พื้นที่เมือง ต่อพื้นที่สีเขียว	
พ.ศ. 2542	17%	42%	1	ต่อ 2
พ.ศ. 2562	29%	19%	1.5	ต่อ 1

การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2562 มีพื้นที่เมือง 1.5 ส่วน ต่อ พื้นที่สีเขียว 1 ส่วน มีอุณหภูมิเฉลี่ย 29.7 องศาเซลเซียส ส่วนการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2542 มีพื้นที่เมือง 1 ส่วน ต่อ พื้นที่สีเขียว 2 ส่วนมีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.35 องศาเซลเซียส การใช้ประโยชน์ที่ดิน 20 ปีเกิดการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้างเพิ่มขึ้นร้อยละ 12 พื้นที่เกษตรกรรมลดลงร้อยละ 23 มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่า การลดลงของพื้นที่สีเขียวมีผลต่ออุณหภูมิอากาศในสัดส่วน 1 ต่อ 20 หรืออธิบายได้ว่า อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส มีสาเหตุมาจากการลดพื้นที่สีเขียวร้อยละ 20

การควบคุมพื้นที่สีเขียวของเขตเมือง เป็นภารกิจของภาครัฐที่จะดำเนินการออกกฎหมายผังเมือง หรือผังสีเขียวพื้นที่สีเขียว หรือพื้นที่เกษตรกรรมกุ่มเข้ม เพื่อการรักษาความปกตีสุขในการดำรงชีพของประชาชน จึงเสนอการใช้พื้นที่ในแนวตั้ง โดยเพิ่มสัดส่วนของอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน หมายความว่าถึง อัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมทุกชั้นของอาคารทุกหลังต่อพื้นที่ดินที่ใช้เป็นที่ตั้งอาคาร(FAR) และอัตราส่วนของที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวม(OSR)

ผังเมืองรวมจังหวัดปทุมธานี พ.ศ.2558 ยังมีได้กำหนด FAR หรือ OSR ใช้กฎกระทรวงที่กำหนดไว้เป็นการห้ามอาคารสูงไม่เกิน 23 เมตร และอาคารขนาดใหญ่พิเศษที่มีพื้นที่รวมไม่เกิน 10,000 ตร.ม. นอกจากนี้ใช้พรบ.ควบคุมอาคารจัดการกลุ่มอาคารสิ่งก่อสร้าง จังหวัดปทุมธานีมีพื้นที่ 1,525.856 ตารางกิโลเมตร ประชากรปี พ.ศ. 2562 เท่ากับ 1,163,604 คน หากมีการขยายตัวของเมืองต่อพื้นที่สีเขียวในอัตราส่วน 1.5 ต่อ 1 ส่วน (ปีพ.ศ. 2562) เห็นควรดำเนินการเสนออัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน(FAR) และอัตราส่วนของที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวม(OSR) เพื่อแก้ปัญหาการใช้ประโยชน์ที่ดินในแนวราบเป็นแนวตั้ง เพื่อควบคุมการขยายตัวของกลุ่มอาคารสิ่งก่อสร้าง และรักษาพื้นที่สีเขียว และแหล่งน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการบรรเทาความร้อนของเมือง

ดังนั้นในการศึกษาวิจัยนี้จึงเสนอการจัดการความร้อนเมือง โดยพื้นที่ธรรมชาติร่วมกับการจัดการการใช้ที่ดิน เพราะกรณีศึกษา จังหวัดปทุมธานีนั้นสามารถใช้วิธีการลดเกาะความร้อนเมืองโดยพื้นที่ธรรมชาติ ได้แก่ พื้นที่สีเขียว และแหล่งน้ำ รวมทั้งการจัดการประโยชน์ที่ดินโดยการกำหนด FAR และ OS ควรทำการศึกษาข้อมูล และรายละเอียดทั้งระดับจุลภาค และมหภาค รวมทั้งการทำประชาพิจารณ์ร่วมกับคนในท้องถิ่น หรือเปิดช่องทางการสื่อสารกับหน่วยงานรัฐ แต่อย่างไรก็ตามหากเมืองมีแนวโน้มการขยายตัวในพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร แต่กลับมีพื้นที่สีเขียวลดน้อยกว่า 2 ตารางกิโลเมตร เห็นควรจัดการสิ่งก่อสร้างเช่นการขยายที่อยู่อาศัย และพื้นที่สีเขียวในกลุ่มอาคารสิ่งก่อสร้างแนวตั้ง เพื่อการจัดการพื้นที่เมืองให้เกิดประโยชน์ และควบคุมเมืองมิให้รุกร้าพื้นที่ธรรมชาติ เช่นพื้นที่สีเขียวซึ่งการแก้ปัญหาการเกิดเกาะความร้อนเมือง ระดับจังหวัด อำเภอ และตำบลสามารถทำได้ทั้งระดับจุลภาค และมหภาค ผลของการศึกษาเสนอการปลูก และรักษาดูแลต้นไม้เขตเมืองเพราะสามารถลดความร้อนของเมืองได้ถึง 0.8 องศาเซลเซียสที่ปริมาณความร้อนสะสมอยู่ระหว่าง 80 -90 ล้านล้านบีทียู

5.2 ข้อเสนอแนะ

แหล่งความร้อนที่เกิดขึ้นมาจากพื้นผิวที่มีการเปลี่ยนแปลงวัสดุปกคลุม และในบรรยากาศมีการสะสมความร้อนจากการกระทำในกิจกรรมของมนุษย์เช่น การใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ความแออัดในการสัญจรและการเดินทาง และการบริโภคของมนุษย์ สัดส่วนของการสะสมความร้อนในลักษณะของการดูดกลืนในชั้นบรรยากาศคิดเป็นร้อยละ 51 เมื่อเทียบกับการดูดกลืนในพื้นผิวร้อยละ 19 ต่างกันถึงร้อยละ 31 หากเพิ่มความหนาแน่นของอาคาร และสิ่งปลูกสร้างในเขตเมือง มนุษย์สามารถรับรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศในเขตเมืองที่สูงกว่าบริเวณเขตชนบท หรือเขตป่าไม้ อุณหภูมิที่มนุษย์รู้สึกมีอิทธิพลต่อความสบายของมนุษย์ภายในเมือง (Baranka และคณะ, 2016; Oke, 1982)

การพัฒนา และการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในเมือง จากสิ่งปลูกสร้างอาคารในเขตพื้นที่เมืองจำนวนมาก อาคารเหล่านั้นใช้วัสดุประกอบอาคารที่มีความแตกต่างจากพื้นผิวบ้านเรือนในพื้นที่ชนบท เช่นการเลือกใช้คอนกรีต ยางมะตอย และหิน วัสดุเหล่านี้มีคุณสมบัติในการดูดและเก็บความร้อน รวมถึงการสะท้อนความร้อนไปยังพื้นผิวที่อยู่บริเวณใกล้เคียง จึงทำให้อุณหภูมิอากาศเมืองช่วงเวลากลางคืนร้อนกว่าอุณหภูมิในพื้นที่โดยรอบ (Bahi และคณะ, 2016; Zhu และคณะ, 2019; ปุณณนุช รุทริโก, 2558) (Gu และ Li, 2018; Zhou และคณะ, 2016)

ข้อเสนอแนะในขั้นตอนการทำงาน

1. ขั้นตอนเก็บข้อมูล

ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ

1.1 ตัวแทนสภาพอากาศในระดับจังหวัด มีสภาพแวดล้อมเฉพาะตัว หรือมีความคล้ายคลึงกันเล็กน้อย มีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลในระดับจุลภาค เช่น กลุ่มอาคารต่างๆ ประกอบการศึกษา เพราะสภาพแวดล้อม เช่นความหนาแน่นของพื้นที่สีเขียว หรือการมีแหล่งน้ำขนาดใหญ่มีผลต่อการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเกาะความร้อนเมือง

1.2 ข้อมูลจากหน่วยงานราชการมีข้อปกปิด หรือจำกัดในการดำเนินให้ข้อมูลแก่ประชาชน การประสานงานเฉพาะกับบุคลากรของหน่วยงานมีความจำเป็น สามารถตรวจทานความไม่สมบูรณ์ของข้อมูล หรือตรวจสอบก่อนเกิดความผิดพลาดที่อาจมีผลกระทบต่อการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล

2. ตำราฯ และเก็บข้อมูลมูลทุติยภูมิ สถิติ

2.1 ความต้องการใช้กระแสไฟฟ้าในพื้นที่ระดับตำบล และอำเภอเป็นข้อมูลรวมของพื้นที่ที่จัดแบ่งตามการปกครอง จึงต้องดำเนินการเก็บข้อมูลเฉพาะพื้นที่ศึกษา และกำหนดขอบเขตตามหน่วยงานที่ให้ข้อมูล เช่นการแบ่งเขตการบริการ ควรวางแผนเวลาดำเนินการเพื่อระยะเวลาในการเก็บข้อมูลภาคสนาม หรือดำเนินการไปพร้อมกับการเก็บข้อมูลทุติยภูมิ เพื่อความรวดเร็วในการทำงาน

2.2 ความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ในการศึกษาครั้ง เป็นการคำนวณจากค่าจุกความร้อนในการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง กับ จำนวนยานพาหนะเฉลี่ยในแต่ละปี เช่นรถสะสม และรถใหม่ ขนาด และระยะทางของเส้นทางคมนาคมทางบกเท่านั้น รวมทั้งได้ยกเว้นการเก็บข้อมูลจากการประกอบอาชีพทางการเกษตร และการมวลชนในพื้นที่ศึกษา เนื่องจากมีข้อมูลไม่สมบูรณ์ตามขอบเขตระยะเวลา จึงอาจส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้น้ำมัน เช่น ดีเซลในภาคเกษตร และบริการสาธารณะ

2.3 ความต้องการในการบริโภคของประชากร เป็นข้อมูลสถิติรวมพื้นที่ในเขตเทศบาล และนอกเขตเทศบาล การศึกษาข้อมูลเฉพาะพื้นที่ ควรขอข้อมูลจากหน่วยงานท้องถิ่น (อ.บ.ต) หรือเทศบาล นำมาเทียบเคียงกับข้อมูลที่ซ้ำซ้อนกัน

ข้อเสนอแนะในการดำเนินการศึกษาต่อไป

1. การขยายผลการศึกษา

- 1.1 อัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน(FAR) และอัตราส่วนของที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวม(OSR)
- 1.2 สภาพาสบายของมนุษย์ภายใต้เงื่อนไขการเกิดเกาะความร้อนเมือง
- 1.3 สภาพาสบายกับการระบายอากาศในระบบเปิด
- 1.4 วัสดุทางเลือกในการก่อสร้าง และตกแต่งที่ลดการสะสมความร้อน
- 1.5 การพัฒนาผนัง หรือกรอบอาคารจากวัสดุทางเลือก
- 1.6 ความพึงพอใจในการใช้บริการสาธารณะ
- 1.7 การเชื่อมโยงการเดินทางสาธารณะ
- 1.8 ต้นไม้ริมถนน

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- เบญจพร พอเทอร์. (2009). การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกกับสุขภาพมนุษย์-ความเสี่ยงและ
การตอบสนอง = *Climate change and human health : risk and responses* (พิมพ์ครั้งที่ 2)
องค์การอนามัยโลก.
- เปี่ยมสุข สนิท, และ คารณี ถวิลพิพัฒน์กุล. (2007). ความเชื่อมโยงระหว่างชนบทและเมืองในพื้นที่
ขยายตัวของอภิมหานครกรุงเทพ ของอุตสาหกรรมขนาดเล็กในชนบท : กรณีศึกษาจังหวัด
ปทุมธานี.
- เว็บไซต์จังหวัดปทุมธานี. (2020). ลักษณะภูมิประเทศ <http://www2.pathumthani.go.th/>
- เสริม จันทรฉาย. (2017). รังสีอาทิตย์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- เสริม จันทรฉาย(ก), และ เพ็ญพร นิ่มนวล. (2015). แบบจำลองสำหรับประมาณค่ารังสีรวมของดวง
อาทิตย์จากอุณหภูมิอากาศแวดล้อมสำหรับ ประเทศไทย [article in journal/newspaper].
กรมผังเมือง. (2549). เกณฑ์และมาตรฐานผังเมืองรวม.
กระทรวงมหาดไทย. (2562). พระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496. In.
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2554). คู่มือการจัดประเภทมาตรฐานอุตสาหกรรมประเทศไทย.
คณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์. (2543). หลักการกลศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต
หาดใหญ่.
- คณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2012). ฟิสิกส์ 1 (พิมพ์ครั้งที่
13.) สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จร เสวยศสกุล. (2548). ผลของสิ่งปกคลุมดินที่มีต่อสมดุลความร้อนของเมืองและการคงตัวของ
บรรยากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานคร.
- จิตติศักดิ์ ธรรมภรณ์พิลาศ, นพนันท์ ตาปนานนท์, และ อรรถจน์ เศรษฐบุตร. (2012). ความสัมพันธ์
ระหว่างลักษณะเฉพาะทางกายภาพกับสภาวะอุณหภูมิระดับจุลภาคของกรุงเทพมหานคร.
- ณัฐ พิษกรรม, และ เกษม จันทรแก้ว. (2543). การศึกษาผลของพื้นที่สีเขียวที่มีต่อการลดอุณหภูมิ
อากาศในกรุงเทพมหานคร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คารณี บัญชรเทวกุล. (2006). กระบวนการเป็นเมืองกับการเปลี่ยนแปลงทางสังคม ในประเทศที่กำลัง
พัฒนา (พิมพ์ครั้งที่ 4 ฉบับปรับปรุง) สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดำรงศักดิ์ แก้วเพ็ง. (2013). ชุมชน (พิมพ์ครั้งที่ 1.) ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยทักษิณ.

- ตะวันฉาย ฉายาทับ, และ คารณี ถวิลพิพัฒน์กุล. (2007). ความเชื่อมโยงระหว่างชนบทและเมืองด้านเกษตรกรรมในพื้นที่ขยายตัวของอภิมหานครกรุงเทพ : กรณีศึกษาจังหวัดปทุมธานี.
- ธีรวุฒิ ลาภทรระกุล, สุดารัตน์ ตรีเพชรกุล, และ แสงชัย เอกประทุมชัย. (2558). การใช้โปรแกรม *Photoshop* ในการหาพื้นที่ผิว/ใบจากภาพถ่ายดิจิทัล. ใน เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53: สาขาพืช, สาขาสัตว์, สาขาสัตวแพทยศาสตร์, สาขาประมง, สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์, การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53
- บดีนทร์ชาติ สุขบท. (2003). *ฟิสิกส์ 1* (พิมพ์ครั้งที่ 1.) สกานบู๊กล์.
- บุศราศิริ ธนะ, ภาณะ ตรีเวช, และ พงศกร จิวากรณ์คุปต์. (2019). *อุณหภูมิมิตวิทยา* (พิมพ์ครั้งที่ 1.) โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน.
- ปรเมษฐ์ ปัญญาเหล็ก. (2010). *ฟิสิกส์ 1* (พิมพ์ครั้งที่ 16.) โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- ปริญญา ฉายะพงษ์. (2553). การวิเคราะห์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเขตเมืองเชิงพื้นที่และความสัมพันธ์กับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน และ การบริโภคพลังงานไฟฟ้า: กรณีศึกษาในเขตกรุงเทพมหานครและ ปริมณฑล. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
- ปณณช รุทริโก. (2558). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ และพื้นที่รอบนอก. มหาวิทยาลัยหาดใหญ่, สงขลา.
- ยุทธศักดิ์ จิตสำรว, และ คารณี ถวิลพิพัฒน์กุล. (2002). การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจของภาคเกษตรกรรมในพื้นที่ขยายตัวของกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา : จังหวัดพระนครศรีอยุธยา.
- รังสรรค์ อาภาคัพทะกุล. (2004). *อุณหภูมิมิตวิทยาเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 1.) สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรศักดิ์ บุรณากาญจน์. (2012). พลิกโฉมแกนความคิดในการออกแบบสถาปัตยกรรมอย่างยั่งยืน (พิมพ์ครั้งที่ 1.) อาร์ต คลับ.
- วันเพ็ญ ภูดิจันทร์. (2540). *พฤกษศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง)) โอเดียนส โตร์.
- วิญญู ก่อพิมพ์. (2556). อิทธิพลของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินต่อการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเสริมสร้างเอกลักษณ์ของชาติ. (1993). *ไม้ดอกและไม้ประดับ เถลิงพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ*
- สำนักงานโยธาธิการและผังเมือง. (2545). *มาตรฐานพื้นที่สีเขียวของประเทศไทย.*

ตินาด ตริวรณไชย, ปพิชญา แซ่ลิ้ม, และ กฤตยา สังข์เกษม. (2557). สถานการณ์ความเป็นเมืองของภาคใต้และจังหวัดสงขลา มหาวิทยาลัย.

สุชาติ สุภาพ. (2015). ฟิสิกส์ทั่วไป (พิมพ์ครั้งที่ 1.) ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น.

สุนทร บุญญาธิการ. (2004). บ้านชีวาทิตย์ : บ้านพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อคุณภาพชีวิตผลิตพลังงาน (พิมพ์ครั้งที่ 1.) สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

หทัยรัตน์ ไชยบุรณ์, และ คารณี ถวิลพิพัฒนกุล. (2005). รูปแบบของแหล่งที่อยู่อาศัยของผู้ใช้แรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดปทุมธานี.

อนุชา ศรีเรืองหล้า. (2007). วัฏจักรของน้ำกับการถ่ายเทความร้อนของโลก

<http://www.marine.tmd.go.th/water-heat-cir.html>

อรทัย ก๊กผล, ธนศ ชำนาญ, และ บุรีสร ละอองทัฬห. (2559). Urbanization เมื่อ "เมือง" กลายเป็น โจทย์ของการบริหารจัดการท้องถิ่นสมัยใหม่ (พิมพ์ครั้งที่ 1.) สถาบันพระปกเกล้า.

อรรถพล ห่อมณี, และ นพรัตน์ ตาปนานนท์. (2010). ปัจจัยทางกายภาพกับความแตกต่างของอุณหภูมิในพื้นที่เมือง : กรณีศึกษากรุงเทพมหานครและปริมณฑล.

ภาษาอังกฤษ

Akbari, H., & Kolokotsa, D. (2016). Three decades of urban heat islands and mitigation technologies research. *Energy and Buildings*, 133, 834-842.

<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.09.067>

Ali, J. M., Marsh, S. H., & Smith, M. J. (2016). Modelling the spatiotemporal change of canopy urban heat islands. *Building and Environment*, 107, 64-78.

<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.07.010>

Arifwidodo, S. D., & Tanaka, T. (2015). The Characteristics of Urban Heat Island in Bangkok, Thailand [Article]. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 423-428.

<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.484>

Arnfield, A. J. (2003). Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology*, 23(1), 1-26. <https://doi.org/10.1002/joc.859>

Auttarat, S., Poonsukcharoen, N., & Srivanit, M. (2015). *A study on urban planning concepts to create a body of knowledge for the reduction of urban heat island guideline in Chiang Mai urban area.*

- Bahi, H., Rhinane, H., Bensalmia, A., Fehrenbach, U., & Scherer, D. (2016). Effects of Urbanization and Seasonal Cycle on the Surface Urban Heat Island Patterns in the Coastal Growing Cities: A Case Study of Casablanca, Morocco. *Remote Sensing*, 8(10).
<https://doi.org/10.3390/rs8100829>
- Balázs, B., Unger, J., Gál, T., Sümeghy, Z., Geiger, J., & Szegedi, S. (2009). Simulation of the mean urban heat island using 2D surface parameters: Empirical modelling, verification and extension [Article]. *Meteorological Applications*, 16(3), 275-287.
<https://doi.org/10.1002/met.116>
- Baranka, G., Bozó, L., Ciglić, R., & Komac, B. (2016). *Urban heat Island gold standard and urban heat Island atlas: Gold standard for UHI measurements and introduction of the Central-European urban heat Island atlas*. Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-10425-6_2
- Bechtel, B., Demuzere, M., Mills, G., Zhan, W., Sismanidis, P., Small, C., & Voogt, J. (2019). SUHI analysis using Local Climate Zones—A comparison of 50 cities. *Urban Climate*, 28.
<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.01.005>
- Bokaie, M., Zarkesh, M. K., Arasteh, P. D., & Hosseini, A. (2016). Assessment of Urban Heat Island based on the relationship between land surface temperature and Land Use/ Land Cover in Tehran [Article]. *Sustainable Cities and Society*, 23, 94-104.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.03.009>
- Borrego Carlos, Norman Ann-Lise, & Oke Tim R. (2006). Siting and Exposure of Meteorological Instruments at Urban Sites. In (pp. 615-631).
<http://ezproxy.car.chula.ac.th/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edo&AN=32950227&site=eds-live>
- Brunetti, M., & Prodi, F. (2015). The climate system. *EPJ Web of Conferences*, 98, 02001.
<https://doi.org/10.1051/epjconf/20159802001>
- Bruno, J. F., & Carror, L. A. (2015). Exploring the role of temperature in the ocean through metabolic scaling. *Ecology December 2015, Vol. 96, No. 12 (December 2015)*, pp. 3126-3140.
- Burroughs, W. (2001). Radiation and the Earth's energy balance.

- Change, I. C. (2007). *Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*
- Chia, L. S. (2003). *Southeast Asia transformed : A geography of change* Institute of Southeast Asian Studies.
- Chun-ye, W., & Wei-ping, Z. (2011). Analysis of the Impact of Urban Wetland on Urban Temperature Based on Remote Sensing Technology. *Procedia Environmental Sciences*, 10, 1546-1552. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2011.09.246>
- Chun, B., & Guldmann, J.-M. (2018). Impact of greening on the urban heat island: Seasonal variations and mitigation strategies. *Computers, Environment and Urban Systems*, 71, 165-176. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2018.05.006>
- Department of Trade and Industry (DTI). (2006). *DTI Strategy for Sustainable Construction Consultation Events*.
- Dihkan, M., Karsli, F., Guneroglu, A., & Guneroglu, N. (2015). Evaluation of surface urban heat island (SUHI) effect on coastal zone: The case of Istanbul Megacity. *Ocean & Coastal Management*, 118, 309-316. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.03.008>
- Doan, V. Q., Kusaka, H., & Nguyen, T. M. (2019). Roles of past, present, and future land use and anthropogenic heat release changes on urban heat island effects in Hanoi, Vietnam: Numerical experiments with a regional climate model. *Sustainable Cities and Society*, 47. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101479>
- Du, H., Wang, D., Wang, Y., Zhao, X., Qin, F., Jiang, H., & Cai, Y. (2016). Influences of land cover types, meteorological conditions, anthropogenic heat and urban area on surface urban heat island in the Yangtze River Delta Urban Agglomeration [Article]. *Science of the Total Environment*, 571, 461-470. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.012>
- Evola, G., Gagliano, A., Fichera, A., Marletta, L., Martinico, F., Nocera, F., & Pagano, A. (2017). UHI effects and strategies to improve outdoor thermal comfort in dense and old neighbourhoods [Article]. *Energy Procedia*, 134, 692-701. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.589>
- Flores R, J. L., Pereira Filho, A. J., & Karam, H. A. (2016). Estimation of long term low resolution surface urban heat island intensities for tropical cities using MODIS remote sensing data. *Urban Climate*, 17, 32-66. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2016.04.002>

- Gago, E. J., Roldan, J., Pacheco-Torres, R., & Ordóñez, J. (2013). The city and urban heat islands: A review of strategies to mitigate adverse effects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 749-758. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.057>
- Gartland, L. (2011). *Heat Islands : Understanding and Mitigating Heat in Urban Areas* Taylor & Francis [CAM].
- Gartland, L. M. (2012). *Heat Islands ; Understanding and Mitigating Heat in Urban Areas* Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781849771559>
- Gofa, F., Raspanti, A., & Tzeferi, D. (2014). *Verification of operational weather forecasting systems on the planetary boundary layer (PBL)*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2114.5040>
- Goldstein, S. (1987). Forms of Mobility and Their Policy Implications: Thailand and China Compared*. *Social Forces*, 65(4), 915-942. <https://doi.org/10.1093/sf/65.4.915>
- Gu, Y., & Li, D. (2018). A modeling study of the sensitivity of urban heat islands to precipitation at climate scales. *Urban Climate*, 24, 982-993. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2017.12.001>
- Guo, G., Wu, Z., Xiao, R., Chen, Y., Liu, X., & Zhang, X. (2015). Impacts of urban biophysical composition on land surface temperature in urban heat island clusters. *Landscape and Urban Planning*, 135, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.11.007>
- Guyot, G. (1998). *Physics of the Environment and Climate*. Winchester, UK.
- Hackenberg, R. (1980). New Patterns of Urbanization in Southeast Asia: An Assessment. *Population and Development Review*, . (6(3),), 391-419. .
- Hathway, E. A., & Sharples, S. (2012). The interaction of rivers and urban form in mitigating the Urban Heat Island effect: A UK case study. *Building and Environment*, 58, 14-22. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.06.013>
- Helmis, C. G., & Nastos, P. T. (2013). *Advances in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics. [electronic resource]* Springer Berlin Heidelberg.
- Hien, W. N. (2016). Urban heat island research: Challenges and potential [Review Article]. *Frontiers of Architectural Research*, 5(2), 276-278. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2016.04.001>
- Hilal, M., Joly, D., Roy, D., & Vuidel, G. (2018). Visual structure of landscapes seen from built environment [Article]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 32, 71-80. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.03.020>

- Hu, L., Monaghan, A., Voogt, J. A., & Barlage, M. (2016). A first satellite-based observational assessment of urban thermal anisotropy [Article]. *Remote Sensing of Environment*, 181, 111-121. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.03.043>
- Huang, J., Li, Y., Fu, C., Chen, F., Fu, Q., Dai, A., Shinoda, M., Ma, Z., Guo, W., Li, Z., Zhang, L., Liu, Y., Yu, H., He, Y., Xie, Y., Guan, X., Ji, M., Lin, L., Wang, S., Yan, H., & Wang, G. (2017). Dryland climate change: Recent progress and challenges. *Reviews of Geophysics*, 55(3), 719-778. <https://doi.org/10.1002/2016rg000550>
- Huang, Q., Huang, J., Yang, X., Fang, C., & Liang, Y. (2019). Quantifying the seasonal contribution of coupling urban land use types on Urban Heat Island using Land Contribution Index: A case study in Wuhan, China. *Sustainable Cities and Society*, 44, 666-675. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.10.016>
- Hutcheon, R. J., Johnson, R. H., Lowry, W. P., Black, C. H., & Hadley, D. (1967). observations of the urban heat island in a small city. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 48(1), 7-9. <http://www.jstor.org/stable/26248882>
- Kent, K. (2008). *Technical guide to information security testing and assessment [electronic resource] : recommendations of the National Institute of Standards and Technology / Karen Scarfone ... [et al.]* Gaithersburg, MD : U.S. Dept. of Commerce, National Institute of Standards and Technology, 2008.
- Kiehl J. T., T. K. E. (1997). Earth's Annual Global Mean Energy Budget. . *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78(2).
- Kiehl, J. T., & Trenberth Kevin, E. (1997). Earth's Annual Global Mean Energy Budget [research-article]. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78(2), 197. <http://ezproxy.car.chula.ac.th/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsjsr&AN=edsjsr.26214968&site=eds-live>
- Krayenhoff E S, M. M., Broadbent A M, Gupta V and Georgescu M (2018). Diurnal interaction between urban expansion, climate change and adaptation in US. *climate change*, 8(103).
- Lai, J., Zhan, W., Huang, F., Quan, J., Hu, L., Gao, L., & Ju, W. (2018). Does quality control matter? Surface urban heat island intensity variations estimated by satellite-derived land surface temperature products. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 139, 212-227. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2018.03.012>

- Landsberg, H. E. (1981). *The Urban Climate* Academic Press.
- Language, T. A. H. D. o. t. E. (2020). What is urban sub district. <https://ahdictionary.com/>
- Li, H., Meier, F., Lee, X., Chakraborty, T., Liu, J., Schaap, M., & Sodoudi, S. (2018). Interaction between urban heat island and urban pollution island during summer in Berlin. *Sci Total Environ*, 636, 818-828. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.254>
- Li, J., Song, C., Cao, L., Zhu, F., Meng, X., & Wu, J. (2011). Impacts of landscape structure on surface urban heat islands: A case study of Shanghai, China. *Remote Sensing of Environment*, 115(12), 3249-3263. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.07.008>
- Li, X., Zhou, Y., Yu, S., Jia, G., Li, H., & Li, W. (2019). Urban heat island impacts on building energy consumption: A review of approaches and findings. *Energy*, 174, 407-419. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.02.183>
- Liang, Z., Wu, S., Wang, Y., Wei, F., Huang, J., Shen, J., & Li, S. (2020). The relationship between urban form and heat island intensity along the urban development gradients. *Sci Total Environ*, 708, 135011. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135011>
- Liu, Q., Buyantuev, A., Wu, J., Niu, J., Yu, D., & Zhang, Q. (2018). Intensive land-use drives regional-scale homogenization of plant communities [Article]. *Science of the Total Environment*, 644, 806-814. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.019>
- Luke, H. (1833). *Luke Howard, The climate of London* Harvey & Darton etc.
- Madanian, M., Soffianian, A. R., Soltani Koupai, S., Pourmanafi, S., & Momeni, M. (2018). The study of thermal pattern changes using Landsat-derived land surface temperature in the central part of Isfahan province [Article]. *Sustainable Cities and Society*, 39, 650-661. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.03.018>
- Maimaitiyiming, M., Ghulam, A., Tiyip, T., Pla, F., Latorre-Carmona, P., Halik, Ü., Sawut, M., & Caetano, M. (2014). Effects of green space spatial pattern on land surface temperature: Implications for sustainable urban planning and climate change adaptation [Article]. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 89, 59-66. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.12.010>
- Martilli, A., Krayenhoff, E. S., & Nazarian, N. (2020). Is the Urban Heat Island intensity relevant for heat mitigation studies? *Urban Climate*, 31. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100541>

- Maryanti, M. R., Khadijah, H., Uzair, A. M., & Ghazali, M. A. R. M. M. (2016). *The urban green space provision using the standards approach: issues and challenges of its implementation in Malaysia*. Paper presented at Sustainable Development and Planning VIII,
- McGee, T. G. (1991). *The Emergence of Desakota Regions in Asia*: University of Hawaii Press.
- McPherson, E. G., S. van Doorn, N., & Peper, P. J. (2016). *Urban tree database and allometric equations* / E. Gregory McPherson, Natalie S. van Doorn, and Paula J. Peper.
- Meier, A. (2006). Countermeasures to Urban Heat Islands: A Global View [article in journal/newspaper].
<http://ezproxy.car.chula.ac.th/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.24C2AE84&site=eds-live>
- Mirzaei, P. A. (2015). Recent challenges in modeling of urban heat island. *Sustainable Cities and Society*, 19, 200-206. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.04.001>
- Mirzaei, P. A., & Haghighat, F. (2010). Approaches to study Urban Heat Island – Abilities and limitations. *Building and Environment*, 45(10), 2192-2201.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.04.001>
- Moyer, A. N., & Hawkins, T. W. (2017). River effects on the heat island of a small urban area. *Urban Climate*, 21, 262-277. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2017.07.004>
- Muhammad, I. (1983). *An Introduction To Solar Radiation* Academic Press.
- Nassar, A. K. (2015). *Urban Growth and Its Impact on Urban Heat Sink and Island Formation in the Desert City of Dubai*. Lancaster University,
- Nastran, M., Kopal, M., & Eler, K. (2019). Urban heat islands in relation to green land use in European cities. *Urban Forestry & Urban Greening*, 37, 33-41.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.01.008>
- Nichol, J. E., & To, P. H. (2012). Temporal characteristics of thermal satellite images for urban heat stress and heat island mapping. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 74, 153-162. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2012.09.007>
- O'Malley, C., Piroozfar, P., Farr, E. R. P., & Pomponi, F. (2015). Urban Heat Island (UHI) mitigating strategies: A case-based comparative analysis. *Sustainable Cities and Society*, 19, 222-235. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.05.009>

- O'Malley, C., Piroozfarb, P. A. E., Farr, E. R. P., & Gates, J. (2014). An Investigation into Minimizing Urban Heat Island (UHI) Effects: A UK Perspective. *Energy Procedia*, 62, 72-80. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.12.368>
- Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Meteorology Society*, 108(455), 1-24.
- Oke, T. R. (1987). Boundary layer climates. *Great Britain: Cambridge University Press*.
- Oliveira, S., Andrade, H., & Vaz, T. (2011). The cooling effect of green spaces as a contribution to the mitigation of urban heat: A case study in Lisbon. *Building and Environment*, 46(11), 2186-2194. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.04.034>
- Organization, W. M. (2010). *Understanding Climate* Organization World Meteorological.
- Parsaee, M., Joybari, M. M., Mirzaei, P. A., & Haghghat, F. (2019). Urban heat island, urban climate maps and urban development policies and action plans. *Environmental Technology & Innovation*, 14. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2019.100341>
- Peng, J., Jia, J., Liu, Y., Li, H., & Wu, J. (2018). Seasonal contrast of the dominant factors for spatial distribution of land surface temperature in urban areas. *Remote Sensing of Environment*, 215, 255-267. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.06.010>
- Peng, J., Ma, J., Liu, Q., Liu, Y., Hu, Y. n., Li, Y., & Yue, Y. (2018). Spatial-temporal change of land surface temperature across 285 cities in China: An urban-rural contrast perspective [Article]. *Science of the Total Environment*, 635, 487-497. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.105>
- Peres, L. d. F., Lucena, A. J. d., Rotunno Filho, O. C., & França, J. R. d. A. (2018). The urban heat island in Rio de Janeiro, Brazil, in the last 30 years using remote sensing data [Article]. *International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation*, 64, 104-116. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.08.012>
- Perini, K., & Magliocco, A. (2014). Effects of vegetation, urban density, building height, and atmospheric conditions on local temperatures and thermal comfort. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13(3), 495-506. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.03.003>
- Peron, F., De Maria, M. M., Spinazzè, F., & Mazzali, U. (2015). An analysis of the urban heat island of Venice mainland. *Sustainable Cities and Society*, 19, 300-309. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.05.008>

- Quan, J., Chen, Y., Zhan, W., Wang, J., Voogt, J., & Wang, M. (2014). Multi-temporal trajectory of the urban heat island centroid in Beijing, China based on a Gaussian volume model [Article]. *Remote Sensing of Environment*, 149, 33-46.
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.03.037>
- Robinson, N. (1966). *Solar radiation* Elsevier.
- Sailor, D. J., & L., L. (2004). A top-down methodology for developing diurnal and seasonal anthropogenic heating profiles for urban areas. *Atmospheric Environment*, 38(17).
- Salamanca F, G. M., Mahalov A, Moustou M and Martilli A. (2016). Citywide impacts of cool roof and rooftop solar photometric deployment on near-surface air temperature and cooling energy demand Bound. . *Layer Meteor.*, 161(21).
- Salamanca F, M. A., Yague C. (2012). A numerical study of the urban heat island over Madrid during the DESIREX (2008) campaign with WRF and evaluation of simple mitigation strategies. . *Int J Climatology*, 32, 2372–2386.
- Santamouris, M. (2014). On the energy impact of urban heat island and global warming on buildings. *Energy and Buildings*, 82, 100-113.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.07.022>
- Santamouris, M., Cartalis, C., Synnefa, A., & Kolokotsa, D. (2015). On the impact of urban heat island and global warming on the power demand and electricity consumption of buildings—A review. *Energy and Buildings*, 98, 119-124.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.09.052>
- Saxel, H., Cannel, M. G. R., Johnsen, Ø., Ryan, M. G., & Vourlitis, G. (2000). Tree and forest functioning in response to global warming. *Tansley review*, 123.
- Schwarz, N., Lautenbach, S., & Seppelt, R. (2011). Exploring indicators for quantifying surface urban heat islands of European cities with MODIS land surface temperatures. *Remote Sensing of Environment*, 115(12), 3175-3186. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.07.003>
- Sobrino, J. A., Oltra-Carrió, R., Sòria, G., Bianchi, R., & Paganini, M. (2012). Impact of spatial resolution and satellite overpass time on evaluation of the surface urban heat island effects. *Remote Sensing of Environment*, 117, 50-56. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.04.042>
- Steenveld, G. J., Koopmans, S., Heusinkveld, B. G., van Hove, L. W. A., & Holtslag, A. A. M. (2011). Quantifying urban heat island effects and human comfort for cities of variable size

- and urban morphology in the Netherlands. *Journal of Geophysical Research*, 116(D20).
<https://doi.org/10.1029/2011jd015988>
- Sun, R., & Chen, L. (2012). How can urban water bodies be designed for climate adaptation? *Landscape and Urban Planning*, 105(1-2), 27-33.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.11.018>
- T. R. Oke. (1967). City size and the urban heat island. *Atmospheric Environment*, 7(8), 769-779.
- Tirasawat, P. (1985). The impact of migration on conditions at the origin: A study on selected villages in Thailand. *Urbanization and migration in ASEAN Development*, 475-496.
- Tool, E. (2004). Metabolic Heat Gain from Persons
https://www.engineeringtoolbox.com/metabolic-heat-persons-d_706.html
- Tsilini, V., Papantoniou, S., Kolokotsa, D.-D., & Maria, E.-A. (2015). Urban gardens as a solution to energy poverty and urban heat island. *Sustainable Cities and Society*, 14, 323-333.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2014.08.006>
- Walter, T. G., Alison, G. K., Benjamin, S., & John, S. R. (2010). *Mechanical and Electrical Equipment for Buildings* Wiley.
- Wang, Y., Zhan, Q., & Ouyang, W. (2019). How to quantify the relationship between spatial distribution of urban waterbodies and land surface temperature? *Sci Total Environ*, 671, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.377>
- Ward, K., Lauf, S., Kleinschmit, B., & Endlicher, W. (2016). Heat waves and urban heat islands in Europe: A review of relevant drivers. *Sci Total Environ*, 569-570, 527-539.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.119>
- Webb, B. W., Hannah, D. M., Moore, R. D., Brown, L. E., & Nobilis, F. (2008). Recent advances in stream and river temperature research. *Hydrological Processes*, 22(7), 902-918.
<https://doi.org/10.1002/hyp.6994>
- WHO. (2016). Urban green spaces and health. .
- Wong, K. V. (2016). *Climate Change* Momentum Press.
- Wongsaichue, T. (2010). 1986-2006 land use in Thailand
<http://pirun.ku.ac.th/~fedutnw/20101112.html>
- Yang, P., Ren, G., & Hou, W. (2019). Impact of daytime precipitation duration on urban heat island intensity over Beijing city. *Urban Climate*, 28. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100463>

- Yao, R., Wang, L., Huang, X., Chen, J., Li, J., & Niu, Z. (2018). Less sensitive of urban surface to climate variability than rural in Northern China. *Sci Total Environ*, 628-629, 650-660. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.087>
- Yao, R., Wang, L., Huang, X., Niu, Z., Liu, F., & Wang, Q. (2017). Temporal trends of surface urban heat islands and associated determinants in major Chinese cities. *Sci Total Environ*, 609, 742-754. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.217>
- Yii, E. H., Buchanan, A. H., & Fleischmann, C. M. (2006). Simulating the effects of fuel type and geometry on post-flashover fire temperatures [Article]. *Fire Safety Journal*, 41(1), 62-75. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2005.09.001>
- Yomsatiankul, J., Iabchoon, S., & Varnakovida, P. (2018). Study on Bangkok its Urban Heat Island effect and the Relationship with Electricity Consumption using Geoinformatics [article in journal/newspaper]. <http://ezproxy.car.chula.ac.th/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.F104FC34&site=eds-live>
- Yue, W., Liu, X., Zhou, Y., & Liu, Y. (2019). Impacts of urban configuration on urban heat island: An empirical study in China mega-cities. *Science of the Total Environment*, 671, 1036-1046. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.421>
- Zhang, J., Gou, Z., Lu, Y., & Lin, P. (2019). The impact of sky view factor on thermal environments in urban parks in a subtropical coastal city of Australia. *Urban Forestry & Urban Greening*, 44. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126422>
- Zhao, Z., Wang, G., Chen, J., Wang, J., & Zhang, Y. (2019). Assessment of climate change adaptation measures on the income of herders in a pastoral region. *Journal of Cleaner Production*, 208, 728-735. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.088>
- Zheng, Z., Zhou, W., Yan, J., Qian, Y., Wang, J., & Li, W. (2019). The higher, the cooler? Effects of building height on land surface temperatures in residential areas of Beijing. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 110, 149-156. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2019.01.008>
- Zhou, D., Zhang, L., Hao, L., Sun, G., Liu, Y., & Zhu, C. (2016). Spatiotemporal trends of urban heat island effect along the urban development intensity gradient in China. *Sci Total Environ*, 544, 617-626. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.11.168>

- Zhou, W., Huang, G., & Cadenasso, M. L. (2011). Does spatial configuration matter? Understanding the effects of land cover pattern on land surface temperature in urban landscapes [Article]. *Landscape and Urban Planning*, 102(1), 54-63. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.03.009>
- Zhou, X., & Chen, H. (2018). Impact of urbanization-related land use land cover changes and urban morphology changes on the urban heat island phenomenon [Article]. *Science of the Total Environment*, 635, 1467-1476. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.091>
- Zhu, X., Zhang, Q., Sun, P., Singh, V. P., Shi, P., & Song, C. (2019). Impact of urbanization on hourly precipitation in Beijing, China: Spatiotemporal patterns and causes. *Global and Planetary Change*, 172, 307-324. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2018.10.018>





ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



แผนผังกำหนดการใช้ที่ดิน จังหวัดปทุมธานี แบ่งออกเป็นสี่ แต่ละสี่จะมีข้อกำหนด และวัตถุประสงค์แนวทาง ในการพัฒนา การใช้ประโยชน์ และสภาพแวดล้อม โดยพิจารณาแผนผัง หรือผังสี่ พ.ศ. 2558 ดังนี้(กลุ่มงานผังจังหวัด สำนักผังประเทศและผังภาค, กรมโยธาธิการและผังเมือง)

1.เขตพื้นที่สีชมพู

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทชุมชน ที่กำหนดไว้ในผังเมืองรวมจังหวัด และเป็นพื้นที่ที่เป็นชุมชนเมือง (เทศบาล หรือ อบต.) รวมทั้งพื้นที่ที่มีการประกาศบังคับใช้เขตผังเมืองรวมเมือง และชุมชน หรือพื้นที่ที่มีการดำเนินการวางและจัดทำผังเมืองรวมเมือง และชุมชน โดยหลักการที่ดินประเภทนี้มีข้อกำหนดให้ใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัย พาณิชยกรรม สถาบันราชการ สาธารณูปโภค สาธารณูปการ เป็นหลัก ห้ามกิจกรรมที่อาจส่งผลกระทบต่อชุมชน

2.เขตพื้นที่สีม่วง

ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า ให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่ออุตสาหกรรม หรือเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรม คลังสินค้า สถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ

3.เขตพื้นที่สีม่วงอ่อน

ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมเฉพาะกิจ ให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่ออุตสาหกรรม ที่ประกอบกิจการในลักษณะโรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน ตามประเภท ชนิด และจำพวก ที่กำหนดให้ดำเนินการได้ และโรงงานบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน คลังสินค้า สถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ

4.เขตพื้นที่ดินสีเขียว

ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม ให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเกษตรกรรม หรือเกี่ยวข้องกับเกษตรกรรม การอยู่อาศัย สถาบันการศึกษา สถาบันศาสนา สถาบันราชการ และการสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ

5.เขตพื้นที่ดินสีเขียวอ่อน

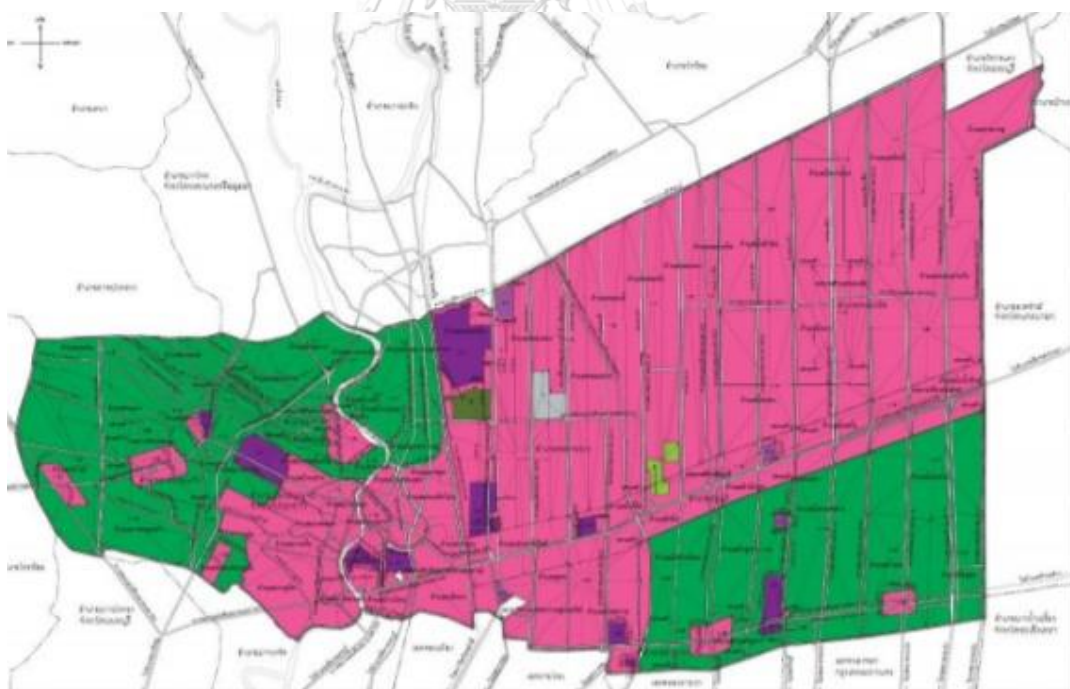
ที่ดินประเภทที่โล่งเพื่อนันทนาการและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อนันทนาการหรือเกี่ยวข้องกับนันทนาการ การรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม หรือสาธารณประโยชน์เท่านั้น

6.เขตพื้นที่สีเขียวมะกอก

ที่ดินประเภทสถาบันการศึกษา ให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการศึกษาหรือเกี่ยวข้องกับการศึกษา สถาบันราชการ หรือสาธารณประโยชน์เท่านั้น

7.เขตพื้นที่สีเทาอ่อน

ที่ดินประเภทสถาบันศาสนา ให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อศาสนาหรือเกี่ยวข้องกับการศาสนา สถาบันราชการ หรือสาธารณประโยชน์เท่านั้น



ภาพ 109 ภาคผนวก ผังสี จังหวัดปทุมธานีปี พ.ศ. 2558

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	สรชา ไวรวิกิจ
วัน เดือน ปี เกิด	17 มกราคม 2517
สถานที่เกิด	กรุงเทพฯ
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ปริญญาโท สาขาออกแบบชุมชนเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	111/38, หมู่บ้านรัชฎาภิรมย์ คลองห้า ซอย10 รังสิต รัชบุรี ปทุมธานี12110
ผลงานตีพิมพ์	คู่มือการทำวัสดุปูพื้นสำหรับตกแต่งสวน ISBN: 9789740336419 ซีเมนต์ธรรมชาติจากขยะ ISBN: 9786164409026
รางวัลที่ได้รับ	รางวัลเหรียญเงิน (KIWIE 2014 Silver Prize) จาก KIWIE 2014 ประเทศ เกาหลีใต้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY