

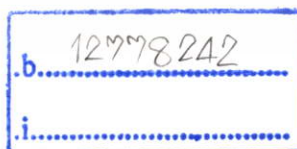


รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์ประวัติช่วงระยะยาวข้อมูลสภาพอากาศเพื่อศึกษา
เกาะความร้อนในกรุงเทพมหานครเพื่อการออกแบบอาคาร
Historical Analysis of Long-term Climatic Data to
Study Urban Heat Islands in Bangkok for
Building Design.

รศ. ดร. ปรีชญา รังสิรักษ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 142434
รับเดือน ปี - 4 11ค. 2559



ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2551

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ชื่อโครงการ การวิเคราะห์ประวัติช่วงระยะยาวข้อมูลสภาพอากาศเพื่อศึกษาเกาะความร้อนใน
กรุงเทพมหานครเพื่อการออกแบบอาคาร**

แหล่งเงิน งบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2551 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 60,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 2551 ถึง 2552

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ รศ. ดร. ปรัชญา รังสิริรักษ์

ภาควิชาสถาปัตยกรรมและการวางแผนภาคและเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระ-
จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาถึงเกาะความร้อนในเมืองกรุงเทพมหานคร โดยศึกษาความแตกต่างของสภาพ
อากาศระหว่างเมืองและชนบท เพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งในการพิจารณาการออกแบบอาคารที่สัมพันธ์กับสภาพ
อากาศ และการเลือกการใช้ข้อมูลสภาพอากาศเพื่อใช้ในการนำเข้าสู่ข้อมูลใน โปรแกรมการจำลองอุณหภาพ
สำหรับการออกแบบอาคารเพื่อการออกแบบอาคาร โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิเกาะปะาะแห่ง 16 ปี ของ
กรุงเทพมหานครจากกรมอุตุนิยมวิทยา สถานีบางนาเป็นตัวแทนสภาพอากาศพื้นที่ชนบท และอีก 13 สถานี
ในใจกลางเมืองกรุงเทพมหานคร เป็นตัวแทนสภาพอากาศพื้นที่เมือง ทำการทดสอบโดยการเปรียบเทียบ
และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติและ โปรแกรม SPSS ผลการทดสอบพบว่า เกาะความร้อนใน
กรุงเทพมหานครปรากฏให้เห็นชัดในฤดูหนาวมากกว่าในฤดูร้อน ในตอนกลางคืนมากกว่าตอนกลางวัน
และในช่วงอุณหภูมิต่ำสุดมากกว่าช่วงอุณหภูมิสูงสุด โดยอุณหภูมิในเมืองสูงกว่าอุณหภูมิในชนบทโดยเฉลี่ย
0.75°K ในฤดูร้อนและ 1°K ในฤดูหนาว

คำสำคัญ : เกาะความร้อน ข้อมูลสภาพอากาศ กรุงเทพมหานคร การออกแบบอาคาร

Research Title: Historical Analysis of Long-term Climatic Data to Study Urban Heat Islands in Bangkok for Building Design.

Researcher: Asso.Prof. Dr. Preechaya Rangsiraksa

Faculty: Faculty of Architecture and City Planning Department: of Architecture King's Mongkut Institute of Technology Ladkrabang

ABSTRACT

////// The research aims to study an urban heat island in Bangkok city by examining the temperature differences between urban and rural areas. Results will be useful as a part of consideration in building design that is responsive to climate. It is also important information for dynamic thermal simulation for energy conservation building design. The study used 16 years dry-bulb temperature data from Bangkok Meteorological Department Bangna station as rural areas condition and 13 district stations in the center of Bangkok area as urban areas condition. The data are statistically compared and tested with SPSS program. The test results are that the urban heat island in Bangkok occurs more in winter than in summer, more at night than in day time and more in minimum temperature than in maximum temperature. The average differences of temperature between rural and urban areas are 0.75°K in summer and 1°K in winter.

Key words: Urban heat island, Climatic data, Bangkok, Building design.

ก

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ภาควิชาสถาปัตยกรรมและการวางแผน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การสนับสนุนทุนในการวิจัยครั้งนี้ และ รศ.เลิศวิทย์ รังสิริรักษ์ ที่กรุณาอ่านตรวจทานเนื้อหา

รศ.ดร. ปรีชญา รังสิริรักษ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
สารบัญภาพ(ต่อ1)	ซ
สารบัญภาพ(ต่อ2)	ฌ
สารบัญภาพ(ต่อ3)	ญ
สารบัญภาพ(ต่อ4)	ฎ
สารบัญภาพ(ต่อ5)	ฏ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	3
2.1 ลักษณะของการเกิดเกาะความร้อนในเมือง	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	30
3.1 ขั้นตอนการศึกษา	30
3.2 การคัดเลือกพื้นที่เพื่อทำการศึกษา	31
3.3 ประเภทและลักษณะข้อมูลสภาพอากาศที่ทำการศึกษา	33
3.4 การคัดเลือกและเตรียมข้อมูล	34
บทที่ 4 นำข้อมูลเข้าสู่กระบวนการและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ (SPSS)	35
4.1 หาความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นประชากร	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และความหนาแน่นจราจรกับอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเขต.....	36
4.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิรายชั่วโมง 11 เขตกับอุณหภูมิกรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา) ในฤดูร้อนและฤดูหนาวเพื่อหาแนวโน้มการเกิดเกาะความร้อนในเมือง.....	46
4.3 แสดง อุณหภูมิ เฉลี่ย สูงสุด ต่ำสุด 37 ปี จากกรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา) เพื่อศึกษาแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ.....	49
4.4 เปรียบเทียบอุณหภูมิจาก 3 สถานีที่ทำการตรวจวัดบริเวณริมถนน กับกรมอุตุนิยมวิทยา.....	59
4.4.1 เปรียบเทียบ อินทพรพิทักษ์ – กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	60
4.4.2 เปรียบเทียบ ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	82
4.4.3 เปรียบเทียบ ลาดพร้าว – กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	104
บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ.....	117
บทที่ 6 สรุป และ เสนอแนะ.....	119
เอกสารอ้างอิง	121
Words definition	123
ประวัตินักวิจัย	124

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	
2.1 ค่า Z_g และ a ที่แนะนำสำหรับสภาพพื้นผิวต่างๆ.....	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 แสดงข้อมูล ความหนาแน่นประชากร และ ปริมาณความหนาแน่นจราจร ของแต่ละเขตที่ทำการศึกษ.....	33
บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ	
5.1 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง สถานีอินทพิทักษ์ ดินแดง และ ลาดพร้าว และกรมอุตุนิยมวิทยา (บาง นาน).....	117
5.2 แสดงค่าเฉลี่ย 3 สถานีของค่าความแตกต่างอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง สถานี อินทพิทักษ์ ดินแดง และ ลาดพร้าว และกรมอุตุนิยมวิทยา (บาง นาน) จากตารางที่ 5.1.....	118

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	
2.1 รูปแบบการเกิดเกาะความร้อนในเมือง (A) (B) (C).....	6
2.2 แสดงรูปแบบของบรรยากาศเมืองแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงเป็น 2 ชั้นบรรยากาศ.....	7
2.3 ภาพตัดขวางของเมืองแสดงปรากฏการณ์เกาะความร้อน.....	10
2.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของเกาะความร้อนกับขนาดของเมือง(วัดโดยประชากร) สำหรับยุโรป อเมริกาเหนือ และ เมืองในเขตร้อน.....	11
2.5 ความเข้มของเกาะความร้อน (ΔT_{ur}) หลังพระอาทิตย์ตกดินในเมืองแวนคูเวอร์ และคิวเบกที่สัมพันธ์กับความเร็วมวล.....	12
2.6 วงจรการกระจายของการตกกระทบของรังสีแสงอาทิตย์.....	15
2.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง SVF และความเข้มของเกาะความร้อนในเมือง ในเวลากลางคืนสำหรับ อเมริกาเหนือยุโรป และ ออสเตรเลีย.....	16
2.8 รายละเอียดความเร็วมวลใกล้พื้นดินรวมทั้งผลกระทบความขรุขระของภูมิประเทศ.....	18
2.9 แผนภาพแสดงความผันแปรของลมและอุณหภูมิในเวลากลางวัน และกลางคืนเหนือบริเวณที่เป็นเมืองและชนบทที่มีพื้นที่ต่อเนื่องกัน.....	21
2.10 ระเบียบเรขาคณิตของพื้นผิวในการแลกเปลี่ยนรังสีแสงอาทิตย์ เปรียบเทียบผิวนวนอน และพื้นผิวที่ซับซ้อน ในแง่ของ a) การสะท้อนของรังสี S และ b) การกระจายของรังสีคลื่นยาว.....	23
2.11 วงจร 2 มิติของความสมดุลความร้อนของพื้นผิวเมืองและชนบท.....	26
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 แผนที่ กทม. แสดงตำแหน่งเขตต่างๆที่คัดเลือกทำการศึกษา.....	32
บทที่ 4 นำข้อมูลเข้าสู่กระบวนการและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ (SPSS)	
4.1 ความหนาแน่นประชากร เปรียบเทียบกับ อุณหภูมิในแต่ละเขต เดือน มีนาคม 2011.....	37
4.2 ความเร็วรถยนต์ เปรียบเทียบกับ อุณหภูมิในแต่ละเขต เดือน มีนาคม 2011.....	38
4.3 ปริมาณการจราจรเฉลี่ย เปรียบเทียบกับ อุณหภูมิในแต่ละเขต เดือน มีนาคม 2011.....	39
4.4 ความหนาแน่นประชากร เปรียบเทียบกับ อุณหภูมิในแต่ละเขต เดือน เมษายน 2010.....	40
4.5 ความเร็วรถยนต์ เปรียบเทียบกับ อุณหภูมิในแต่ละเขต เดือน เมษายน 2010.....	41
4.6 ปริการจราจรเฉลี่ย เปรียบเทียบกับ อุณหภูมิในแต่ละเขต เดือน เมษายน 2010.....	42

สารบัญภาพ (ต่อ1)

ภาพที่	หน้า
4.7 ความหนาแน่นประชากร เปรียบเทียบกับ อุณหภูมิในแต่ละเขต เดือน ธันวาคม 2010.....	43
4.8 ความเร็วรถยนต์ เปรียบเทียบกับ อุณหภูมิในแต่ละเขต เดือน ธันวาคม 2010.....	44
4.9 ปริการจราจรเฉลี่ย เปรียบเทียบกับ อุณหภูมิในแต่ละเขต เดือน ธันวาคม 2010.....	45
4.10 แผนภูมิเปรียบเทียบอุณหภูมิ 24 ชั่วโมง 11 เขตใน กทม. กับ กรมอุตฯ วันที่ 15 เมษายน 2010.....	47
4.11 แผนภูมิเปรียบเทียบอุณหภูมิ 24 ชั่วโมง 11 เขตใน กทม. กับ กรมอุตฯ วันที่ 15 ธันวาคม 2010.....	48
4.12 ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด ของอุณหภูมิโดยรวมปี ค.ศ. 1976-2012 จากกรมอุตฯ (บางนา).....	50
4.13 ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด ของอุณหภูมิในฤดูร้อน ค.ศ. 1976-2012 จากกรมอุตฯ (บางนา).....	53
4.14 ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด ของอุณหภูมิในฤดูหนาว ค.ศ. 1976-2012 จากกรมอุตฯ (บางนา).....	56
อินทพิทักษ์ – กรมอุตฯ	
4.15 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดโดยรวมปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทพิทักษ์ และ กรมอุตฯ (บางนา).....	61
4.16 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดโดยรวมปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทพิทักษ์ และ กรมอุตฯ (บางนา).....	62
4.17 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยโดยรวมปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทพิทักษ์ และ กรมอุตฯ (บางนา).....	63
4.18 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทพิทักษ์ และ กรมอุตฯ (บางนา).....	64
4.19 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทพิทักษ์ และ กรมอุตฯ (บางนา).....	65
4.20 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทพิทักษ์ และ กรมอุตฯ (บางนา).....	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ2)

ภาพที่	หน้า
4.21 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทรพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	67
4.22 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทรพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	68
4.23 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทรพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	69
4.24 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทรพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	70
4.25 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทรพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	71
4.26 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทรพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	72
4.27 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทรพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	73
4.28 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทรพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	74
4.29 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทรพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	75
4.30 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทรพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	76
4.31 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทรพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	77
4.32 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทรพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	78
4.33 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทรพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	79

สารบัญภาพ (ต่อ3)

ภาพที่	หน้า
4.34 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทรพิทักษ์ และ กรมอุตุฯ (บางนา).....	80
4.35 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทรพิทักษ์ และ กรมอุตุฯ (บางนา).....	81
ดินแดง – กรมอุตุฯ	
4.36 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดโดยรวมปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุฯ (บางนา).....	83
4.37 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในโดยรวมปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุฯ (บางนา).....	84
4.38 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยโดยรวมปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุฯ (บางนา).....	85
4.39 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุฯ (บางนา).....	86
4.40 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุฯ (บางนา).....	87
4.41 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุฯ (บางนา).....	88
4.42 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุฯ (บางนา).....	89
4.43 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุฯ (บางนา).....	90
4.44 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุฯ (บางนา).....	91
4.45 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุฯ (บางนา).....	92

สารบัญญภาพ (ต่อ4)

ภาพที่	หน้า
4.46 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	93
4.47 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	94
4.48 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	95
4.49 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	96
4.50 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	97
4.51 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	98
4.52 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	99
4.53 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	100
4.54 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	101
4.55 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	102
4.56 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)ลาดพร้าว-อุตุ.....	103
ลาดพร้าว- กรมอุตุนิยมวิทยา	
4.57 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ลาดพร้าว และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	105

สารบัญญภาพ (ต่อ5)

ภาพที่	หน้า
4.58 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานีลาดพร้าว และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	106
4.60 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานีลาดพร้าว และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	107
4.59 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานีลาดพร้าว และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	108
4.61 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ลาดพร้าวและ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	109
4.62 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ลาดพร้าว และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	110
4.63 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ลาดพร้าวและ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	111
4.64 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ลาดพร้าว และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	112
4.65 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ลาดพร้าว และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	113
4.66 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี ลาดพร้าว และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	114
4.67 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานีลาดพร้าว และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	115
4.68 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานีลาดพร้าว และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา).....	116

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน การประมาณค่าการใช้พลังงานในการทำความเย็นในอาคารเพื่อความสะดวกของผู้อยู่อาศัย ในปัจจุบันจำเป็นต้องใช้ข้อมูลสภาพอากาศที่บันทึกจากสถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยาที่อยู่บริเวณใกล้เคียงกับที่ตั้งอาคาร ซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงทำให้การประมาณค่าผิดพลาดได้

ทุกๆเมืองมีสภาพอากาศแบบจุลภาค (Microclimate) เป็นของตัวเองเสมอ ซึ่งจะแตกต่างจากสภาพอากาศในระดับมหภาค (Macroclimate) ที่ตีพิมพ์ในเอกสารจากหน่วยงานกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลเหล่านี้เป็นประโยชน์ต่อการประมาณค่าเบื้องต้นเท่านั้นเนื่องจากสภาพอากาศอาจแปรเปลี่ยนได้แม้ในระยะทางสั้นๆ ห่างจากจุดสำรวจของกรมอุตุนิยมวิทยา

ผลการประมาณค่าสมรรถนะทางอุณหพลภาพของอาคารจะถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ถ้าได้ใช้ข้อมูลจากสภาพอากาศ ณ. ที่ตั้งอาคาร ซึ่งในการออกแบบอาคารใดๆ เป็นการยากที่จะทำการสำรวจข้อมูลในบริเวณที่ตั้ง เนื่องจากต้องใช้ระยะเวลายาวนาน เป็นการไม่คุ้มค่าในการลงทุน วิธีที่ดีที่สุดคือเริ่มต้นจากข้อมูลที่ได้จากหน่วยงานกรมอุตุนิยมวิทยาที่อยู่ใกล้เคียงที่ตั้งนั้นมากที่สุด และพิจารณาหาค่าที่น่าจะมีความเบี่ยงเบน อันเป็นผลเนื่องมาจากลักษณะเฉพาะของบริเวณที่ตั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือความเป็นเมืองที่มีความหนาแน่นของประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นผลให้เมืองหนาแน่นไปด้วยอาคารบ้านเรือนอันประกอบไปด้วยพื้นผิวที่สะสมความร้อน เป็นผลทำให้อุณหภูมิในเมืองมีแนวโน้มที่จะสูงกว่าในชนบท

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาการเกิดเกาะความร้อนในกรุงเทพมหานคร โดยศึกษาถึงความแตกต่างของสภาพอากาศในเมือง กทม. กับบริเวณชนบทโดยรอบ โดยวิธีการวิเคราะห์จากข้อมูลสภาพอากาศระยะยาว เพื่อหาค่าความแตกต่างของสภาพอากาศระหว่างเมืองและชนบท ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นค่าปรับแก้ข้อมูลที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา สำหรับการออกแบบอาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานซึ่งต้องใช้ข้อมูลสภาพอากาศในการนำเข้าไปโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบทางอุณหพลภาพแบบพลวัต

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ปัจจัยสภาพอากาศที่มีผลต่อการออกแบบอาคารมีหลายรูปแบบ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม รังสีดวงอาทิตย์ เมฆ โดยอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีผลมากที่สุด ในงานวิจัยนี้กำหนดขอบเขตการศึกษาเฉพาะ อุณหภูมิทะเลาะแห่ง โดยข้อมูลอุณหภูมิทะเลาะแห่งระยะยาว 16 ปี (ค.ศ.1997-2012) จาก 13 สถานีตรวจวัด ที่ทำการตรวจวัดโดยกรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

ดำเนินการวิจัยโดยการคัดแยกข้อมูลเป็นช่วงเวลาและนำข้อมูลเข้าสู่ขบวนการทางสถิติ และทำการทดสอบด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS เพื่อหาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับจำนวนประชากรและการจราจร หาแนวโน้มการเกิดความร้อนและหาค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างเมืองและชนบท

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลของงานวิจัยจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ผู้ออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานโดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศในการจำลองอุณหภาพเพื่อให้ได้ผลการประมาณค่ามีความแม่นยำ ถูกต้องมากยิ่งขึ้น และสร้างความเข้าใจให้กับผู้ออกแบบอาคารที่สัมพันธ์กับสภาพอากาศที่ตั้งอยู่ในเมือง

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 ลักษณะของการเกิดเกาะความร้อนในเมือง(Urban heat Island Characteristics)

เนื่องจากอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรเป็นไปอย่างรวดเร็ว ประกอบกับแรงผลักดันทางด้านสังคมและเศรษฐกิจ ทำให้มีการอพยพถิ่นฐานเข้ามาอยู่ในตัวเมืองกันเป็นจำนวนมาก เป็นเหตุให้เมืองหนาแน่นไปด้วยอาคารบ้านเรือน ซึ่งประกอบไปด้วย พื้นผิวที่ทำด้วย อิฐ คอนกรีต แอสฟัลท์ ขาดแคลนพื้นที่สีเขียวเป็นผลให้อุณหภูมิของอากาศในเมืองสูงกว่าในชนบท เนื่องจากการสะสมความร้อนของพื้นผิวดังกล่าว นอกจากนี้กิจกรรมของประชากรในการพักอาศัย การค้าขาย อุตสาหกรรม และการคมนาคมล้วนเพิ่มความร้อนให้กับอากาศและสิ่งแวดล้อมในเมือง เป็นผลให้สภาพอากาศในเมืองมีอุณหภูมิสูงกว่าในชนบท

Santamouris, et.al, (2001) ได้ดำเนินโครงการเพื่อประเมินความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศระหว่างเมืองและชนบทโดยทำการวัดสภาพอากาศ 30 เมืองและชนบทรอบๆกรุงเอเธนส์และกรีซ พบว่าค่าความเข้มเฉลี่ยรายวันของเกาะความร้อนในเมืองมีค่าประมาณ 10 °K ถึง 15 °K ต่างจากชนบท ผลงานนี้เป็นหนึ่งในผลงานที่แสดงถึงความสำคัญของความแตกต่างของสภาพอากาศเมืองอื่นเนื่องจากใช้พลังงานในการทำความร้อนและทำความเย็นภายในอาคาร จากการศึกษาพบว่าในใจกลางกรุงเอเธนส์การทำความเย็นเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าและการทำความร้อนลดลงถึง 30% เมื่อเทียบกับอาคารที่คล้ายคลึงกันที่ตั้งอยู่ในเขตรอบนอกเมือง การศึกษาของElnoharsและ Williamson (1997) ในเมืองAdelaide ซึ่งให้เห็นผลที่คล้ายคลึงกันคือ สามารถประหยัดพลังงานในการทำความร้อนได้ 22% และเพิ่มขึ้นในการทำความเย็นถึง 75% อันเป็นผลมาจากเกาะความร้อนในเมือง (Williamson and Erell,2001)

ปรากฏการณ์เกาะความร้อน หรือ เกาะความร้อนเมือง (Urban Heat Island) : UHI คือปรากฏการณ์ที่พื้นที่บริเวณกลางเมืองมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณโดยรอบอย่างมีนัย ความแตกต่างของอุณหภูมิที่สูงกว่าดังกล่าวมีความชัดเจนในตอนกลางคืนมากกว่าตอนกลางวัน และในฤดูหนาวมากกว่าฤดูร้อนและจะชัดเจนมากขึ้นเมื่อไม่มีลม หรือมีลมพัดอ่อน สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดเกาะความร้อนเมืองได้แก่การเปลี่ยนแปลงพื้นผิวของแผ่นดินจากการพัฒนาเมือง เมื่อศูนย์กลางประชากรของเมืองเพิ่ม การเปลี่ยนแปลงผิวพื้นแผ่นดินก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้นตามไปเรื่อยๆ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเพิ่มอุณหภูมิทั่วไป โดยเฉลี่ยผลของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองทำให้ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนในบริเวณใต้ลมที่ห่างจากใจกลางเมืองออกไปประมาณ 60 กิโลเมตรเพิ่มขึ้นจากปกติประมาณร้อยละ 28 เมื่อเทียบกับบริเวณพื้นที่เหนือลม

สาเหตุของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองมีหลายประการ Oke (1982) อ้างว่าสาเหตุหลักสำหรับการร้อนขึ้นในช่วงกลางคืนเกิดจากอาคารต่างๆ (ที่ร้อนกว่า) บังวิวท้องฟ้า (ที่เย็นกว่า) ของตอนกลางคืน เหตุผลอีก 2 ประการได้แก่การเปลี่ยนคุณสมบัติของความร้อนบนผิววัสดุและการขาดการระเหยคายน้ำ (evapotranspiration) ในบริเวณเมืองวัสดุที่ใช้โดยทั่วไปในเมือง เช่น คอนกรีตและแอสฟัลต์มีคุณสมบัติในการรับความร้อนที่ต่างกันมาก รวมทั้งคุณสมบัติในการจุความร้อนและคุณสมบัติในการนำความร้อน และคุณสมบัติของอัตราส่วนรังสีสะท้อน(albedo) และสภาพการเปล่งรังสี (emissivity) มากกว่าบริเวณโดยรอบเมือง ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนความสมดุลของพลังงาน (energy balance) ในเขตเมืองซึ่งเป็นที่เหตุให้อุณหภูมิในเมืองสูงกว่าพื้นที่ชานเมืองหรือพื้นที่ชนบท ความสมดุลของพลังงานยังได้รับผลกระทบจากการขาดพืชพรรณในพื้นที่ในเมืองที่จะช่วยให้เย็นลงจากการระเหยคายน้ำของต้นไม้ อีกสาเหตุหนึ่งของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองได้แก่ “ปรากฏการณ์เรขาคณิต”(geometric effects) นั่นคืออาคารสูงจำนวนมากในย่านกลางเมืองเป็นผิวเชิงเอียง ที่รับการสะท้อนและการดูดซับแสงอาทิตย์ ทำให้บริเวณในเมืองร้อนขึ้น ซึ่งเรียกกันว่า“ปรากฏการณ์หุบผา” (canyon effect)

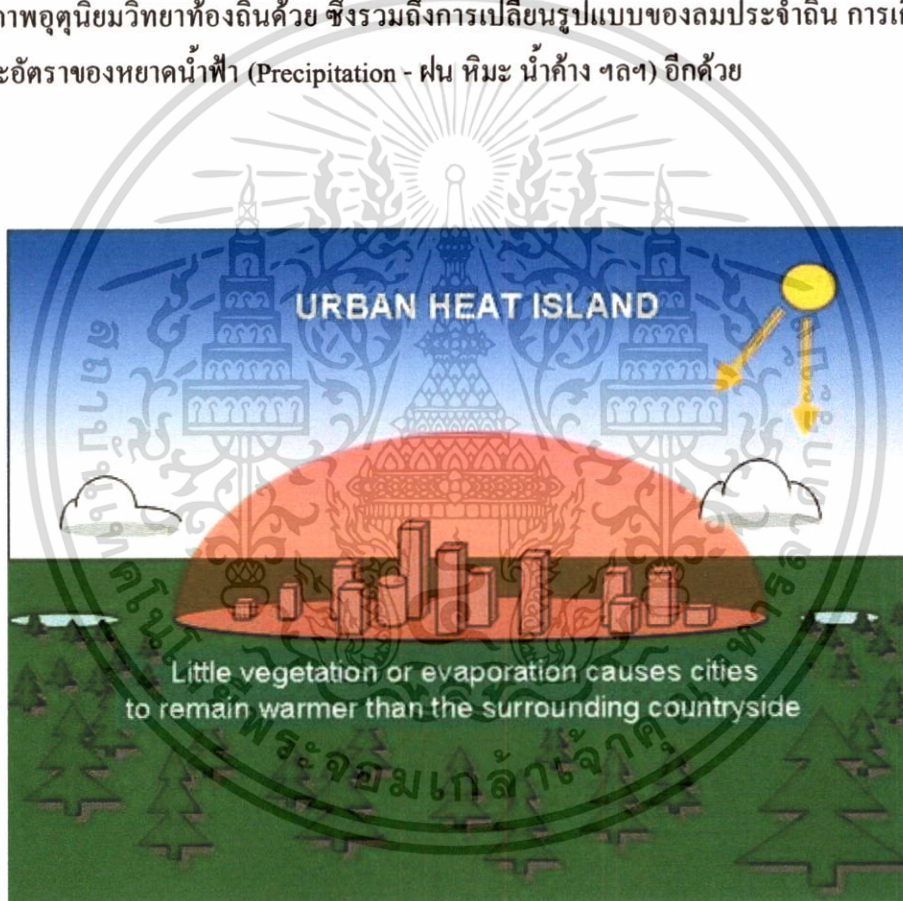
อีกสาเหตุหนึ่งที่เกิดจากอาคารสูงได้แก่การบังลมซึ่งทำให้ไม่เกิดความเป็นจากการพาความร้อน (convection) ความร้อนที่ปล่อยออกจากเครื่องปรับอากาศของอาคาร โรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งก่อความร้อนอื่นๆ ในเมืองมีส่วนทำให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองได้เช่นกัน รวมทั้งบริเวณที่มีประชากรหนาแน่นในเมืองก็มีส่วนด้วยเช่นกัน นอกจากนี้มลภาวะในรูปต่างๆ ก็มีผลเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของบรรยากาศด้วย

สำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (Environmental Protection Agency):EPA ได้ให้คำอธิบายเกี่ยวกับเรื่องนี้ไว้ว่า:“เกาะความร้อนเกิดขึ้นเมื่อพืชพรรณถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์และคอนกรีตที่ใช้ทำถนน อาคารและโครงสร้างอื่นที่มีความจำเป็นสำหรับการเพิ่มที่อยู่อาศัยและที่ทำงานของประชากร ผิวพื้นเหล่านี้ดูดซับ – มากกว่าสะท้อนความร้อนจากแสงแดด ทำให้อุณหภูมิผิวพื้นและอุณหภูมิของอากาศเพิ่มขึ้น” การใช้วลี “เกาะความร้อน” อีกแนวหนึ่งหมายถึงบริเวณใดๆ ก็ตาม ไม่ว่าจะมีการอยู่อาศัยหรือมีอาคารบ้านเรือนหรือไม่ก็ตาม แต่มีการเกิดความร้อนสูงกว่าบริเวณโดยรอบ ในบางเมืองอาจเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองสูงสุดในตอนกลางคืน โดยมีความแตกต่างของอุณหภูมิหลายองศาระหว่างศูนย์กลางเมืองและบริเวณชนบทชานเมือง ความแตกต่างของอุณหภูมิของสองบริเวณดังกล่าวนี้มักปรากฏในรายงานพยากรณ์อากาศของต่างประเทศ เช่น “อุณหภูมิกลางเมือง 68°F และชานเมือง 64 °F” เป็นต้น(ดูภาพที่ 2.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

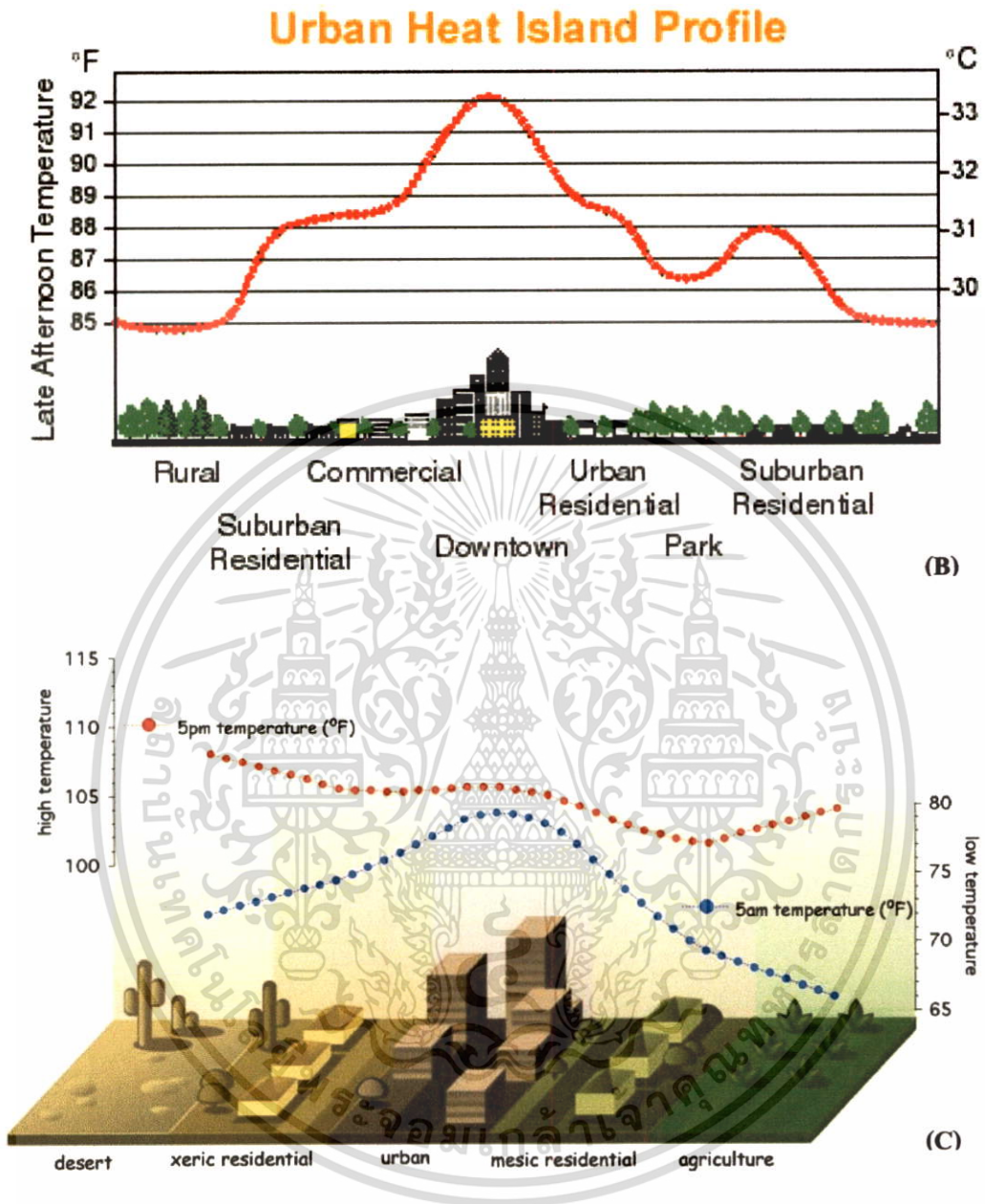
ผลต่อเนื่องอีกประการหนึ่งของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองได้แก่การเพิ่มความสิ้นเปลืองพลังงานสำหรับเครื่องปรับอากาศและตู้เย็นในเมืองที่มีอากาศร้อน กลุ่มผู้ศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองได้ทำการประมาณความสิ้นเปลืองดังกล่าวในนครลอสแอนเจลิสแคลิฟอร์เนียว่าตกถึงประมาณ 100 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ต่อปี ในขณะที่เมืองในเขตหนาว เช่น ชิคาโกกลับมีค่าใช้จ่ายสำหรับพลังงานเชื้อเพลิงสำหรับความอบอุ่นลดลงในฤดูหนาว

นอกจากผลกระทบที่ชัดเจนเกี่ยวกับอุณหภูมิแล้ว ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองยังมีผลกระทบระดับที่สองต่อสภาพอุตุนิยมวิทยาท้องถิ่นด้วย ซึ่งรวมถึงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของลมประจำถิ่น การเกิดเมฆหมอก ความชื้นและอัตราของหยาดน้ำฟ้า (Precipitation - ฝน หิมะ น้ำค้าง ฯลฯ) อีกด้วย



(A)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 รูปแบบการเกิดเกาะความร้อนในเมือง (A) (B) (C)

ที่มา : http://koldfirstalert.typepad.com/kold_first_alert_blog/2008/05/

<http://malct32.blogspot.com/2011/11/climate-change-skeptic-confirms-climate.html>

<http://www.bloggang.com/data/galama/picture/1127447533.gif>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาเกาะร้อน มีผลร้ายแรงกว่าปัญหาเรือนกระจกมาก กรุงเทพฯเป็นเมืองที่มีปัญหาเกาะร้อนสูง ความร้อนขนาดที่คนกรุงเทพฯประสบ ก่อให้เกิดปัญหาทางสุขภาพ ทำให้ประสิทธิภาพของคนที่ต้องทำงานกลางแจ้งลดลง ทำให้ต้องใช้พลังงานในการปรับอากาศภายในรถยนต์และอาคารมากขึ้น ซึ่งทำให้เกิดปัญหาอื่นๆตามมาอีกมากมาย ประมาณครึ่งหนึ่งของพลังงานไฟฟ้าที่ชาวกรุงเทพฯใช้ถูกใช้เพื่อปรับอากาศในอาคารบ้านเรือน พลังงานที่ชาวกรุงเทพฯใช้ปรับอากาศนี้ ทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 7 ล้านตันต่อปี

สภาพอากาศเมืองแสดงลักษณะได้ด้วย ความสมดุลทางพลังงานและตัวแปรทางอุณหภูมิตามได้แก่ อุณหภูมิ ลม ความชื้น และการแผ่รังสี ซึ่งมีการพิจารณาผลกระทบเหล่านี้เป็น ปริมาตรอากาศอาคาร (building airvolume) และบริเวณชั้นขอบ (boundary layers) ซึ่งก็คือชั้นขอบเขตเมือง (urban boundary layer) ชั้นหลังคาเมือง (urban canopy layer) (ดูภาพที่ 2.2)

ในการออกแบบอาคารเพื่อสภาวะสบายและประหยัดพลังงาน 6 ปัจจัยหลักที่อาจแตกต่างกันระหว่างสภาพอากาศเมืองและสภาพอากาศที่เป็นธรรมชาติในชนบทรอบๆ ได้แก่

- | | | |
|---------------------|-------------|--------------------|
| 1. อุณหภูมิ | 2. ลม | 3. รังสีดวงอาทิตย์ |
| 4. ความสมดุลพลังงาน | 5. ความชื้น | 6. เมฆ และฝน |

ซึ่งพิจารณาในรายละเอียดในแต่ละปัจจัยดังต่อไปนี้

1 อุณหภูมิ (เกาะความร้อน)

โดยเฉลี่ยอุณหภูมิรายวันในเมืองที่มีความหนาแน่นมากจะอบอุ่นกว่าในชนบทรอบๆที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า อุณหภูมิในเมืองจะเพิ่มสูงมากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงเวลากลางคืนที่ท้องฟ้าแจ่มใส (ไม่มีเมฆ) และอากาศนิ่ง (ไม่มีลม) ซึ่งในช่วงเวลานี้อุณหภูมิจะสูงขึ้นถึงประมาณ 3°K - 5°K เป็นเรื่องปกติ และสูงถึง 8°K - 10°K ที่สามารถพบได้ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในเมืองสูงกว่าชนบทรอบๆ ในเวลากลางคืนก่อให้เกิดเป็นเกาะความร้อนในเมือง (Urban heat island) และความแตกต่างอุณหภูมิสูงสุดระหว่างเมืองและชนบทก่อให้เกิดเป็น ความเข้มของเกาะความร้อน (Heat island Intensity) (Givoni 1998)

Chandler(1976) อธิบายว่าเมืองที่มีเกาะความร้อนในเมืองในเวลากลางคืนเป็นเมืองที่อบอุ่นล้อมรอบด้วยสภาพแวดล้อมที่เย็นซึ่งก็คือพื้นผิวในเมืองมีความจุความร้อนมากกว่าพื้นผิวในชนบทที่อยู่รอบๆ ค่าการนำความร้อนของวัสดุอาคารสูงกว่าพื้นดิน ซึ่งความร้อนที่เก็บกักไว้ในเวลากลางวัน จะแผ่สู่ผิววัสดุและทำให้

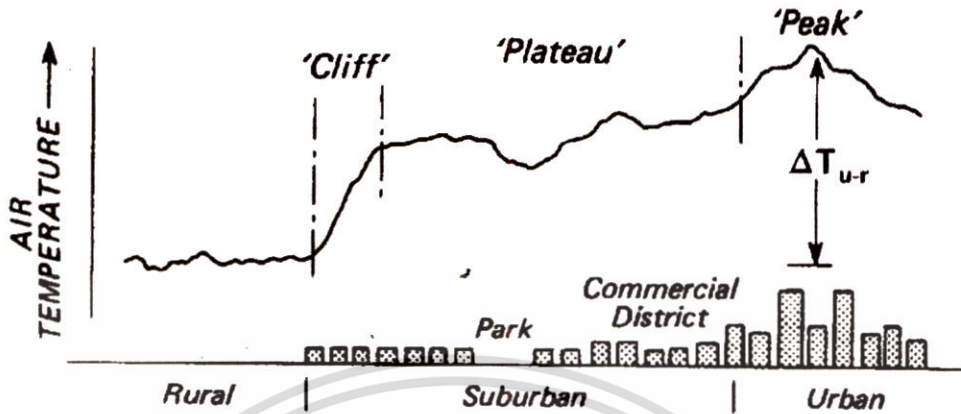
อากาศอุ่นขึ้น คำอธิบายนี้เป็นที่พอใจในเชิงปริมาณสำหรับสภาพอากาศในเวลากลางคืน แต่ถ้าขยายผลไปในเวลากลางวันความขัดแย้งเกิดขึ้นคือ คำอธิบายเรื่องความร้อนและการนำความร้อนของวัสดุจะทำให้เมืองเย็นกว่าสภาพแวดล้อมชนบทโดยรอบ โดยความร้อนที่ดูดซึมไว้จะนำความร้อนเข้าสู่อาคารและจะเก็บกักไว้โดยไม่เพิ่มอุณหภูมิภายนอกในเวลากลางวัน

มีปัจจัยอื่นๆที่เอื้อต่อการปรากฏตัวของ “เกาะความร้อนในเมือง” ได้แก่การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงและการกระจายพลังงานซึ่งเป็นแหล่งความร้อนที่พบได้เฉพาะในเมือง โดยมีปริมาณที่แตกต่างกันในแต่ละเมืองตามปริมาณการใช้พลังงานต่อหัวของประชากร ความหนาแน่นของประชากรและสภาพภูมิอากาศ(เนื่องจากความต้องการในการทำความร้อนและทำความเย็น) ระดับและประเภทของกิจกรรมอุตสาหกรรมและประเภทของระบบขนส่งเมือง

ตัวอย่างค่าเฉลี่ยรายปีของความร้อนจากกิจกรรมมนุษย์ต่างๆ ไปประเมินได้ที่ 6 W/m^2 ที่แฟร์แบงก์ออสกา และ 159 W/m^2 ที่แมนฮัตตัน นิวยอร์ก (Oke 1988)

รูปแบบที่แน่นอนและขนาดของปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองแตกต่างกันในเวลาและพื้นที่อันเป็นผลมาจากปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาของที่ตั้งและลักษณะเมือง เพื่อลดความซับซ้อนในการพิจารณาเบื้องต้นจะขอเน้นเรื่องเกาะความร้อนของเมืองใหญ่ที่ท้องฟ้าไม่มีเมฆและลมบางเบา ต่อมาจึงประมาณการผลกระทบของเงื่อนไขทางอุตุนิยมวิทยาที่แตกต่างกันและขนาดของเมือง

ภาพที่ 2.3 แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะของภูมิอากาศกับระยะทางที่พาดผ่านจากชนบทไปยังศูนย์กลางขอบเขตเมืองภายใต้เงื่อนไขของท้องฟ้าไม่มีเมฆและลมบางเบา แสดงให้เห็นถึงเกาะความร้อนอย่างชัดเจนล้อมรอบด้วยทะเลเย็นอันเกิดจากภูมิทัศน์โดยรอบของเขตชนบท ซึ่งแสดงความลาดสูงชันของอุณหภูมิไปยังเกาะความร้อนในเมือง ซึ่งอาจสูงถึง 4°K ต่อระยะทาง 1 กิโลเมตร เส้นขอบของอุณหภูมิที่ลาดชันขึ้นอย่างสม่ำเสมอจะถูกรบกวนให้ลาดลงในพื้นที่ที่เป็น สวนสาธารณะ แหล่งน้ำ พื้นที่เปิดโล่งและลาดสูงชันในบริเวณพื้นที่ที่เป็นย่านการค้า อุตสาหกรรม และบริเวณที่มีอาคารบ้านเรือนหนาแน่นส่วนที่สูงสุดของเกาะความร้อนคือบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงสุด ค่าแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดของเกาะความร้อนและอุณหภูมิในชนบทเรียกว่า ค่าความเข้มของเกาะความร้อนในเมือง (Urban heat island Intensity)(ΔT_{ur}) (Oke 1978)



ภาพที่ 2.3 ภาพตัดขวางของเมืองแสดงปรากฏการณ์เกาะความร้อน

ที่มา : (Oke 1978)

รูปแบบการจำลองค่าความเข้มของเกาะความร้อน (ΔT_{u-r}) มักจะใช้ในเวลากลางคืนที่แสดงค่าความแตกต่างของอุณหภูมิซึ่งแปรผันตามปัจจัยต่างๆทางอุตุนิยมวิทยาได้แก่ ปริมาณเมฆความเร็วลมความชื้น และอุณหภูมิ ดังสูตรของ ซึ่ง Sandborg (1950)คือ

เมื่อ	$\Delta T_{u-r}(\max)$	=	$2.8 - 0.1N - 0.38U - 0.02T + 0.03q$
	$\Delta T_{u-r}(\max)$	=	ความเข้มสูงสุดของเกาะความร้อน (°K)
	N	=	ปริมาณเมฆ (1-10)
	U	=	ความเร็วลม (m/s)
	T	=	อุณหภูมิ (°C)
	q	=	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)

สูตรนี้ได้มาจากแบบจำลองทางสถิติของเกาะความร้อนในเวลากลางคืนโดย Uppsala(Sweden)มีประโยชน์เพื่อใช้ในการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงของเกาะความร้อนภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกันทางอุตุนิยมวิทยาที่เกิดจากการกระทำโดยมนุษย์ (Givoni 1998)

ถ้า $T = 30.8^{\circ}\text{C}$, $N = 7$, $U = 0.78 \text{ m/s}$, $q = 58.2\%$ (กรุงเทพฯ 19.1.02, เวลา 19.00 pm.)

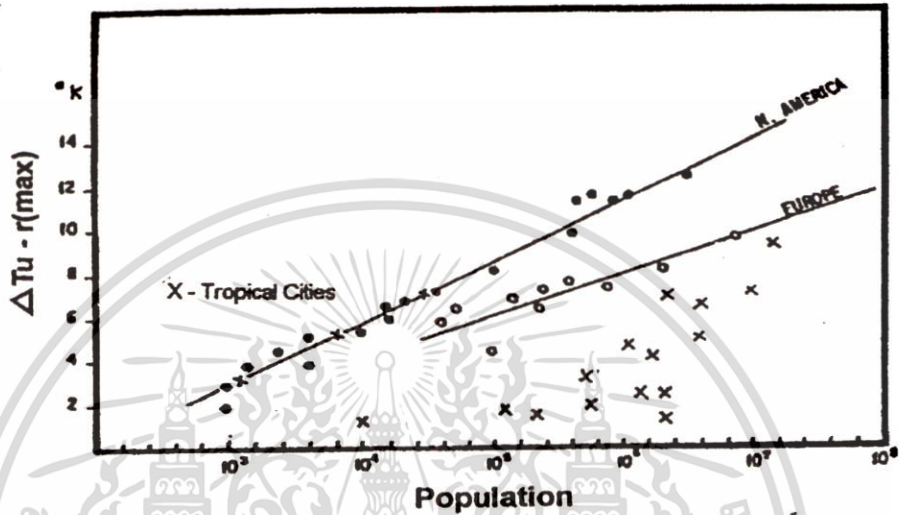
ดังนั้น

$$\Delta T_{u-r} = 2.8 - 0.1(7) - 0.38(0.78) - 0.02(30.89) + 0.03(58.19)$$

$$= 2.9^{\circ}\text{K}.$$

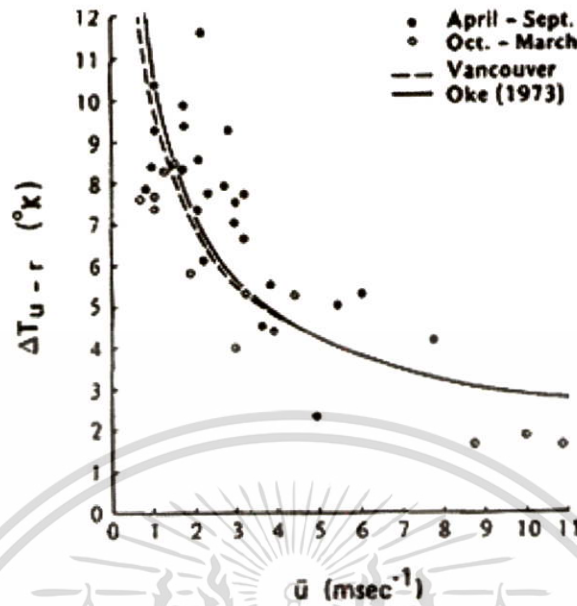
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Preston-Whyte (1975) ซึ่งให้เห็นว่าความเข้มของเกาะความร้อนสัมพันธ์กับขนาดของเมืองจากการศึกษาพบว่าประชากรซึ่งใช้เป็นตัวแทนขนาดของเมืองแสดงความสัมพันธ์กับความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างเมืองกับชนบททั้งในอเมริกาเหนือและยุโรป (ภาพที่ 2.4) (Givoni 1998)



ภาพที่ 2.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของเกาะความร้อนกับขนาดของเมือง (วัดโดยประชากร) สำหรับยุโรป อเมริกาเหนือ และ เมืองในเขตร้อน ที่มา : (Givoni 1998)

Jauregui (1984) ได้รวบรวมข้อมูลจากหลายเมืองที่ตั้งอยู่ในละติจูดต่ำในทวีปอเมริกาใต้และอินเดีย พบว่าเกาะความร้อนในเมืองในเขตร้อนมีค่าต่ำกว่าในอเมริกาและในยุโรป Jauregui ยังแสดงให้เห็นว่าปรากฏการณ์นี้สามารถนำมาประกอบในส่วนที่แตกต่างกันในลักษณะทางสัณฐานวิทยา (โครงสร้างทางกายภาพ) ระหว่างอเมริกาเหนือและเมืองในยุโรป (Givoni 1998) ภาพที่ 2.5 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างลมและความเข้มของเกาะความร้อน (ΔT_{ur})



ภาพที่ 2.5 ความเข้มของเกาะความร้อน (ΔT_{u-r})
หลังพระอาทิตย์ตกดินในเมืองแวนคูเวอร์และคิวเบคที่สัมพันธ์กับความเร็วลม
ที่มา : (Givoni 1998)

โดยพื้นฐานการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างเมืองและชนบท (ΔT_{u-r}) และความสัมพันธ์กับ อัตราการลดลง (Lapse rate) (y) ($^{\circ}\text{K}/\text{millibar}$) เหนือพื้นที่ชนบท Ludwig(1970)แนะนำสูตรสำหรับการพยากรณ์ “เกาะความร้อน” ที่ขึ้นอยู่กับ อัตราการลดลง (Lapse rate) คือ

$$\Delta T_{u-r} = 1.85 - 7.4 * Y$$

เมื่อ Y =ค่าอัตราการลดลง (Lapse rate)

อัตราการลดลง (Lapse rate) เป็นค่าลบที่เป็นค่าอุณหภูมิลดลงที่สัมพันธ์กับความสูงเนื่องจากค่า อัตราการลดลง (Lapse rate) เป็นค่าที่อ่อนไหวต่อปริมาณเมฆในท้องฟ้า สูตรนี้จึงแสดงค่าไม่แปรผันตรงกับผลกระทบของเมฆที่มีต่อเกาะความร้อน (Givoni 1998)

จากตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาทั้งหมด ลมเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลมากที่สุดในการก่อตัวของเกาะความร้อนในเวลาหลังพระอาทิตย์ตกดิน ถึงแม้ท้องฟ้าที่ปราศจากเมฆเป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่ง จากประสบการณ์

พบว่า ลมแรงจะมีผลมากกว่าอัตราการแผ่รังสีสู่ท้องฟ้า Summer(1964) ได้พยายามประมาณค่าผลกระทบนี้ ดังสูตร (Landsberg 1981)

$$\Delta T_{ur} = (2r (\partial\theta/\partial z) Q_u) / (p C_p U) \text{ (}^\circ\text{K)}$$

where	r	=	ระยะทางจากขอบบนของลมในเมืองถึงศูนย์กลาง (m) distance from upwind edge of the city to the center (m)
	$\partial\theta/\partial z$	=	ความเป็นไปได้ในการเพิ่มศักยภาพหรือเพิ่ม ลดของอุณหภูมิ θ ที่สัมพันธ์กับความสูง z potential temperature θ increase with height z ($^\circ\text{K}$)
	Q_u	=	ส่วนเกินของความร้อน ในเมืองต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (W/m^2) urban excessive heat per unit area (W/m^2)
	p	=	ความหนาแน่นของอากาศ (kg/m^3) air density (kg/m^3)
	C_p	=	ความร้อนจำเพาะที่ความดันคงที่ ($\text{J}/\text{kg}\text{-}^\circ\text{K}$) specific heat at constant pressure ($\text{J}/\text{kg}\text{-}^\circ\text{K}$)
	U	=	ความเร็วลม(m/s) wind speed (m/s)

สูตรนี้จะไม่เหมาะสมถ้าความเป็นไปได้ในการเพิ่มของอุณหภูมิ θ ที่สัมพันธ์กับความสูง z เป็นศูนย์ ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากส่วนประกอบเฉพาะของตัวเมือง สมมุติฐานกลไกที่ทำให้เกิดเกาะความร้อนในเมืองในบริเวณขอบเมือง (urban boundary layer) คือ

1. ความร้อนจากกิจกรรมมนุษย์ที่มาทางหลังคาและการเหนี่ยวนำความร้อนจากหลังคา (stack effect)
2. อากาศที่ไหลมาจากชั้นหลังคาเมือง (canopy layer) ที่อุ่นกว่า
3. ความร้อนที่สัมผัสรู้สึกได้ (sensible heat) ซึ่งไหลมาจากอากาศนิ่งที่หลีกเลี่ยงขบวนการถ่ายเทความร้อนด้วยวิธีการพา
4. รังสีคลื่นสั้นที่ไหลผนวกรวมกับอากาศมลพิษ (Oke 1978)

เกาะความร้อนในชั้นหลังคาเมือง (urban canopy layer) มีพื้นฐานในการศึกษา 2 มาตรฐาน

1. ขอบเขตทั้งหมดสัมพันธ์กับรูปร่างของบริเวณเมืองและลักษณะเฉพาะทางภูมิประเทศของเมือง

2. รูปแบบภายในขอบเขต ถูกควบคุมโดยลักษณะอนุภาคโดยเฉพาะอย่างยิ่งสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดินของเมืองและความหนาแน่นของอาคาร

Oke (1982) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ ΔT_{ur} และขนาดของเมืองภายใต้ข้อจำกัดของช่วงเวลา ที่ท้องฟ้าปราศจากเมฆ และเวลาที่เกิดเกาะความร้อนสูงสุด (ประมาณ 3 ชั่วโมงหลังจากพระอาทิตย์ตกดิน) พบว่า

$$\Delta T_{ur} = 0.25P^{1/4} / U^{1/2}$$

เมื่อ P = จำนวนประชากรในถิ่นฐาน
population of the settlement

U = ความเร็วลมในพื้นที่ที่ไม่เป็นเมืองที่ความสูง 10 เมตร (m/s)
regional (non-urban) wind speed at a height of 10 m.(m/s)

ความสัมพันธ์ดังกล่าวอธิบายได้ว่ามีความแปรปรวนมากกว่า 70% และมีค่าประมาณความผิดพลาดของ ΔT_{ur} คือ $\pm 1.6^\circ\text{K}$

ประชากร (P) เป็นตัวแทนโครงสร้างทางกายภาพของศูนย์กลางเมือง(รวมลักษณะปัจจัยของมุมมองที่ท้องฟ้า (Sky view factor (SVF) ชนิดของวัสดุ ระดับของการอยู่อาศัย พื้นที่สีเขียว ผลจากกิจกรรมของมนุษย์ เป็นต้น) ในข้อจำกัดเมื่อ U เข้าใกล้ศูนย์ (ลมสงบ) ค่าสูงสุดของเกาะความร้อน ($\Delta T_{ur}(\text{max})$)บันทึกได้เกือบทุกเมือง ภายใต้สภาพเช่นนี้ $\Delta T_{ur}(\text{max})$ เป็นสัดส่วนกับค่าลอการิทึมของประชากรจากการศึกษาใน 10 ถิ่นฐานในเมืองควิเบค และอีก 8 เมือง Oke ได้กำหนดสมการถดถอย(Regression equation) ดังนี้

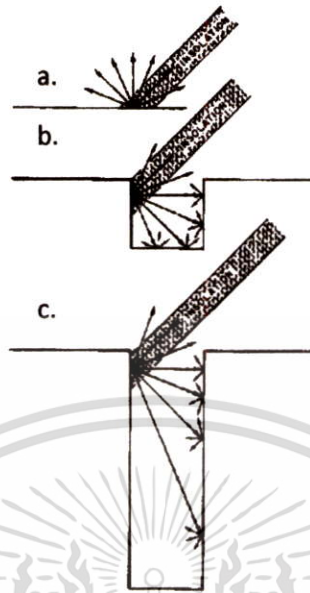
$$T_{ur}(\text{max}) = 3.06 \log P - 6.79$$

สมการนี้อธิบายค่าแปรปรวน 96% และค่าประมาณความผิดพลาดของ ΔT_{ur} เท่ากับ $\pm 0.7^\circ\text{K}$ (Landsberg 1981)

วิธีอื่น Oke (1981) ได้เทียบเคียงความเข้มของเกาะความร้อนกับเรขาคณิตของหุบเขาเมือง(Urban conyon) ดังแสดงโดยความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของอาคาร (H) และระยะทางระหว่างอาคาร(W) เรียกว่า อัตราส่วน H/W สูตรที่แนะนำคือ (Givoni 1998)

$$\Delta T_{ur}(\text{max}) = 7.45 + 3.97 \cdot \ln(H/W)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6 แสดงวงจรการกระจายของการตกกระทบของรังสีแสงอาทิตย์

- a พื้นที่ราบ
 b ในพื้นที่เมืองที่มีอัตราส่วน H/W ประมาณ 1
 c ในพื้นที่เมืองที่มีความหนาแน่นสูงที่มีอัตราส่วน H/W ประมาณ 4

ที่มา : (Givoni 1998)

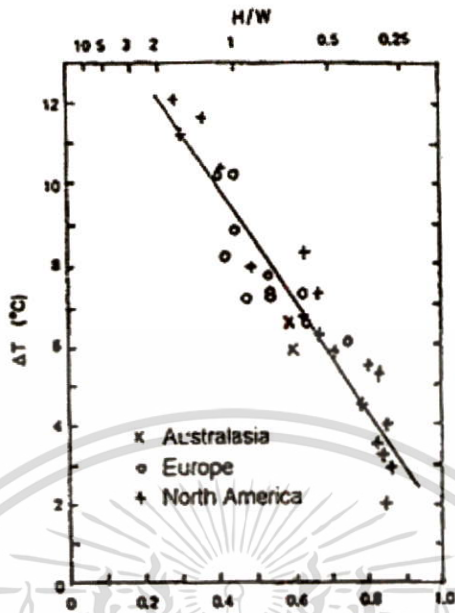
อีกทางเลือกคือ อัตราส่วนของความสูงต่อระยะทางของเมืองที่มองเห็นได้จากจุดที่กำหนดสามารถแสดงได้โดย “ ปัจจัยมุมมองท้องฟ้า (Sky view factor SVF)” สำหรับพื้นที่ในแนวนอนที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง SVF เท่ากับ 1.0 Oke (1981) ได้แนะนำสูตรแสดงความเข้มของเกาะความร้อนที่เป็นฟังก์ชันของ SVF (ภาพที่ 2.7)

$$\Delta T_{u-r}(\max) = 15.27 - 13.88 \cdot SVF$$

ถ้า SVF = 1 ดังนั้น $\Delta T_{u-r}(\max) = 1.39 \text{ }^{\circ}\text{K}$,

ถ้า SVF = 0.5 ดังนั้น $\Delta T_{u-r}(\max) = 8.3 \text{ }^{\circ}\text{K}$.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง SVF และความเข้มของเกาะความร้อนในเมือง
 ในเวลากลางคืนสำหรับ อเมริกาเหนือ ยุโรป และ ออสเตรเลีย
 ที่มา : (Givoni 1998)

ความแตกต่างของอุณหภูมิผิวพื้นระหว่าง เมือง-ชนบท ในตอนกลางคืนมากกว่าตอนกลางวันมากซึ่งก็คือการกลับกันของอุณหภูมิใกล้ผิวพื้น ตลอดช่วงเวลากลางวัน โดยเฉพาะเมื่อท้องฟ้าปราศจากเมฆผิวพื้นของเมืองจะร้อนขึ้นจากการดูดซับการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ดัง ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผิวพื้นของเมืองจะร้อนเร็วกว่าผิวพื้นในชนบท โดยคุณสมบัติในการจุความร้อนที่สูงมากของผิวพื้นของเมือง (รวมผิวอาคารและโครงสร้างอื่นๆ) จึงกลายเป็นแหล่งเก็บกักพลังงานความร้อนขนาดยักษ์ (ตัวอย่างเช่น คอนกรีตสามารถจุความร้อนได้เป็น 2,000 เท่าของอากาศในปริมาตรเท่ากัน) ด้วยเหตุนี้ อุณหภูมิผิวที่สูงมากปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองจึงปรากฏชัดในภาพถ่ายดาวเทียมที่ถ่ายด้วยรังสีความร้อน(e.g.Lee,1993)

อย่างไรก็ตาม ในกรณีของความร้อนช่วงกลางวันทำให้เกิดปรากฏการณ์ “การพาความร้อน” (convective) โดยลมภายใน “เขตชั้นเมือง” (boundary layer) มีการเสนอทฤษฎีว่า เนื่องจากการผสมกันของบรรยากาศ อุณหภูมิอากาศของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองจึงมีน้อยหรือเกือบไม่มีเลยแม้อุณหภูมิพื้นผิวจะร้อนมากก็ตาม (Camilloni and Barros, 1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

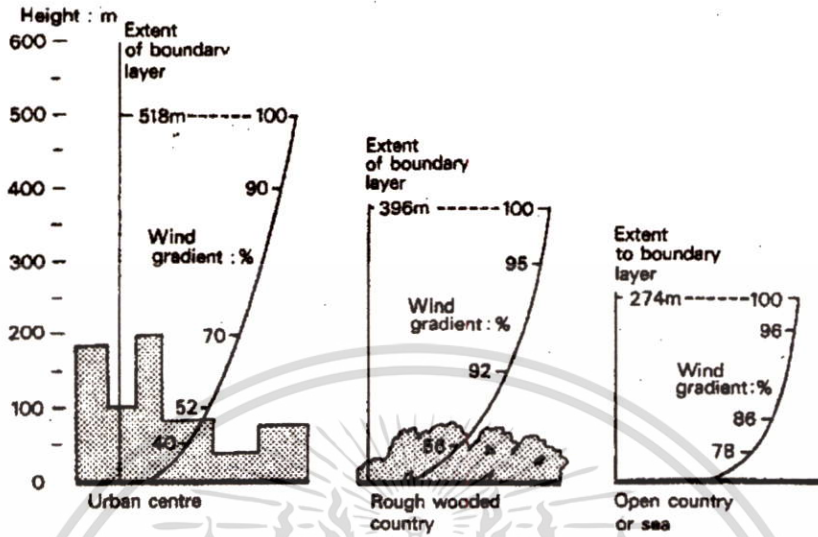
ส่วนในตอนกลางคืน สถานการณ์กลับกัน การไม่มีความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ทำให้การพาความร้อนในบรรยากาศลดลง เขตชั้นเมืองเริ่มนิ่ง “ชั้นผกผัน” (inversion layer) จึงเกิดขึ้นและกักอากาศบริเวณใกล้ผิวในเมืองไว้ การร้อนขึ้นที่มาจากผิวพื้นที่ยังร้อนจึงเกิดได้กลายเป็นอุณหภูมิอากาศตอนกลางคืนของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง

คำอธิบายสำหรับการเพิ่มขึ้นสูงสุดของอุณหภูมิตอนกลางคืนคือ ต้นเหตุหลักของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองนั้นเกิดจากการปิดกั้น “วิวท้องฟ้า” ในช่วงที่อุณหภูมิกำลังเย็นลง ผิวพื้นสูญเสียความร้อนจำนวนมากในตอนกลางคืนด้วยการแผ่รังสีให้แก่ท้องฟ้า (ซึ่งค่อนข้างเย็น) แต่สำหรับในเมืองมีอาคารต่างๆ จำนวนมากปิดกั้นการแผ่รังสีเอาไว้ ปกติการเย็น โดยการคายรังสีจะเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อลมไม่แรงและท้องฟ้าไม่มีเมฆ ดังนั้น ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองจึงเกิดมากในตอนกลางคืน

2. ลมในเมือง (The urban wind field)

ข้อมูลลมจากเมืองเป็นจำนวนมาก ได้จากสถานีอุตุนิยมวิทยาที่ได้มาตรฐานซึ่งมักจะตั้งอยู่ในบริเวณที่เปิดโล่ง สามารถสันนิษฐานได้ว่าความเร็วลมและความปั่นป่วนของลมในส่วนที่มีความเป็นเมืองแตกต่างจากที่วัดได้จากสถานีอื่นๆ คือในเมืองมีความเร็วลมต่ำกว่า ทิศทางไม่แน่นอน และมีความปั่นป่วนของลมสูงกว่า

ในทุกองค์ประกอบของสภาพอากาศในเมือง สภาพลมถูกเปลี่ยนแปลงมากที่สุด เมื่อลมพัดผ่านพื้นที่เปิดโล่งไปถึงบริเวณที่เป็นเมืองจะพบกับผิวที่ขรุขระ (roughness) ของอาคารที่หนาแน่นสูงต่ำซับซ้อนไม่เป็นระเบียบ ทำให้เกิดแรงต้านลม ทำให้ความเร็วลมลดลงในระดับหลังคาเมือง (urban canopy) ผลกระทบของความขรุขระ ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความเป็นเมืองต่อความเร็วลมที่พัดผ่านเมืองแสดงใน(ภาพที่ 2.8)



ภาพที่ 2.8 รายละเอียดความเร็วลมใกล้พื้นดินรวมทั้งผลกระทบความขรุขระของภูมิประเทศ
ที่มา : Koenigsberger, et al. (1973)

เป็นการยากที่จะวัดค่าความยาวของความขรุขระ แต่ Oke (1978) ก็ได้ประเมินความสัมพันธ์เชิงประจักษ์
ได้ดังนี้คือ

$$Z_o = 0.5h(A^*/A')$$

เมื่อ

- Z_o = ค่าความขรุขระ (roughness parameter)
- h = ความสูงของอาคาร (building height)(m)
- A^* = พื้นที่ภาพเงา (silhouette) (m^2)
- A' = พื้นที่เมือง (lot area) (m^2)

A^* = พื้นที่ภาพเงาที่บ่งชี้ที่ขวางกั้นแนวกระแสลม

A' = พื้นที่เมืองทั้งหมด city area (total urban area)

Landsberg (1981) ให้ค่าความขรุขระสำหรับความเป็นเมืองด้วย 3 ชนิดของอาคารคือชนิดของอาคาร (Building type) หรือ ความหนาแน่นเมือง (Urban density)

Parameter

Low

medium High

Parameter	Low	medium	High
Height(m)	4	20	100
Silhouette area(m ²)	50	560	4000
Built – up area(m ²)	2000	8000	20000
Roughness parameter	0.05	0.7	10

ความผันแปรของความเร็วลมเนื่องจากความสูงสามารถอธิบายได้ด้วยสมการเชิงประจักษ์ โดย Munn(1968) คือ

$$U_z = \left[\frac{v}{\sqrt{p}/k} \right] \ln \frac{Z}{Z_o}$$

Where

U_z = ความเร็วลมที่ความสูง z (m/s)
air speed at height z (m/s)

t = ความตึงเครียดของลมเฉือน (kg /m/s) (Pa)
wind shear stress (kg /m/s) (Pa)

p = ความหนาแน่นของอากาศ (kg/m³)
air density (kg/m³)

k = von Karman's constant, about 0.4

Z = ความสูง (m)
height (m)

Z_o = ค่าความขรุขระ
roughness parameter

อีกรูปแบบการจำลองของความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของความเร็วลม (U_z) และความสูงโดย Oke (1978) คือ

$$U_z = V_g(Z/Z_g)^a$$

Where

U_z = ความเร็วลมที่ความสูง z (m/s)
air speed at height z (m/s)

V_g = ความลาดของความเร็วลมที่ความสูง Z_g (m)
gradient wind speed at height Z_g (m)

Z = ความสูงที่ทำการคำนวณความเร็วลม U_z (m)
the height for which the wind speed U_z is computed (m)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Z_g	=	ความหนาของแรงเสียดทานที่เกิดจากอิทธิพลของพื้นผิว(m) depth of friction influence of the surface (m)
a	=	สัมประสิทธิ์เชิงประจักษ์ที่ขึ้นอยู่กับความขรุขระของพื้นผิวและ ความคงที่ empirical coefficient which depends on surface roughness and stability
a	=	$0.096 \log_{10} Z_o + 0.16 (\log_{10} Z_o)^2 + 0.24$

ค่า a มีการวิเคราะห์เพื่อประโยชน์ในการใช้งานจริงในบรรยากาศเมือง ค่า Z_g และ a สำหรับสภาพพื้นผิวต่างๆ แสดงใน ตารางที่ 2.1 Givoni (1998)

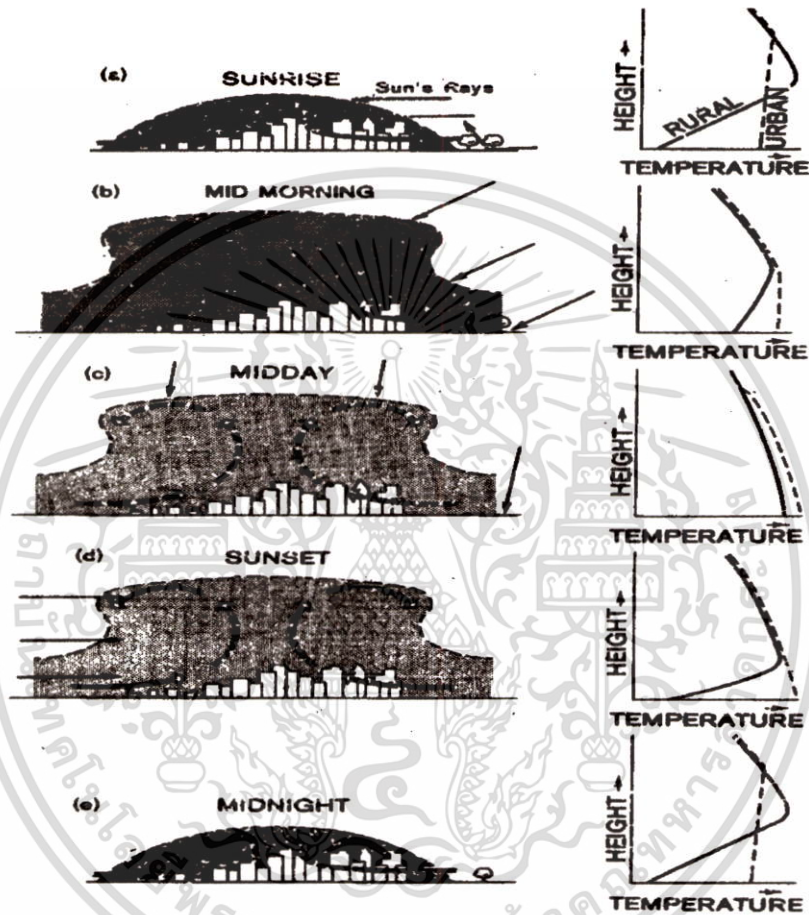
ตารางที่ 2.1 ค่า Z_g และ a ที่แนะนำสำหรับสภาพพื้นผิวต่างๆ (Givoni 1998)

Terrain conditions	$Z_g(m)$	a
Open flat country, prairie, grassland	300	0.16
Low wooden land, sparse trees, rural area, air ports, Meteorological stations	400	0.2
Wooden land with high trees, small towns, suburbs, Urban meteorological stations	400	0.25
Medium size towns, building height up to 5 stories, Medium density centers, large cities	400	0.30
Center of cities, buildings of more than 10 stories	500	0.40
Center of large cities, buildings of more than 30 stories	600	0.50

โดยปกติในชั้นหลังคาเมือง (urban canopy layer) ความเร็วลมจะลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณชนบทในระดับความสูงที่เท่ากัน อย่างไรก็ตามการปรากฏการณ์นี้อาจไม่เสมอไปในกรณีคือกรณีแรกเกิดขึ้นเมื่อลมแรงเคลื่อนจากระดับสูงถูกดูดไปตามช่องว่างระหว่างอาคารสูง หรือไปตามช่องที่เป็นถนนซึ่งมีทิศทางที่เป็นทิศทางเดียวกับทิศทางลม เป็นผลทำให้มีความเร็วลมสูงขึ้นกว่าบริเวณชนบทในพื้นที่ดังกล่าวกรณีที่สองเกิดขึ้นเมื่อลมพื้นดินที่เบาและสงบในเวลากลางคืนที่ท้องฟ้าปราศจากเมฆ ซึ่งเป็นเวลาที่เหมาะที่ทำให้มีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อตัวของเกาะความร้อนเกิดขึ้น อุณหภูมิในแนวราบตลอดระยะทางระหว่างชนบทถึงเมืองเพียงพอที่จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำ ทำให้ลมในระดับต่ำลอยขึ้นสูงเมื่อลมจากทุกทิศทางมาบรรจบกัน ในบริเวณที่เป็นเมืองในทางทฤษฎีจะส่งผลให้ลมพัดขึ้นเหนือเมืองและไหลจากเมืองสู่ชนบทเป็นผลทำให้ความเร็วลมในเมืองสูงกว่าในชนบทเล็กน้อย (ภาพที่ 2.9)



ภาพที่ 2.9 แผนภาพแสดงความผันแปรของลมและอุณหภูมิในเวลากลางวันและกลางคืน
เหนือบริเวณที่เป็นเมืองและชนบทที่มีพื้นที่ต่อเนื่องกัน
ที่มา : (Preston-Whyte 1957)

อย่างไรก็ตามเป็นการยากที่จะคาดการณ์สภาพลมที่เกิดขึ้นจริงในเขตเมือง เนื่องจากการผสมผสานขององค์ประกอบของความเป็นเมืองในระดับอนุภาคทำให้อุณหภูมิในระดับพื้นผิวแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ในเมือง (urban radiation budget)

การพัฒนาความเป็นเมืองทำให้เกิดการดูดซึมเข้าของรังสีคลื่นสั้นและแผ่รังสีคลื่นยาวออกจากพื้นผิวเมือง สาเหตุที่ทำให้ความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างเมืองและชนบทเห็นชัดเจนเนื่องมาจากลักษณะของปัจจัยมุมมองท้องฟ้า (sky view factor)

ในเมืองที่มีความหนาแน่นสูงทำให้การสูญเสียความร้อนจากการแผ่รังสีคลื่นยาวลดลงข้อมูลค่าอัลบิโด (ค่าการสะท้อน) ของพื้นผิวในเมืองที่ได้จากการตรวจจับระยะไกล (remote sensing) จากการศึกษาในหลายพื้นที่มีค่าระหว่าง 0.09-0.27 และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.14 ในใจกลางเมือง (Oke 1988)

ค่า อัลบิโด ในเขตชนบทจะมีค่าสูงกว่าอีกประมาณ 0.05 อาจเนื่องมาจากวัสดุผิวหลังคาเมืองมีสีคล้ำ และการเก็บกักความร้อนเนื่องมาจากความซับซ้อนของเมืองทำให้มีการสะท้อนน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นผิวที่โล่งกว้างของชนบท (Aida and Gotoh 1982)

มลพิษทางอากาศมีผลทำให้ค่ารังสีแสงอาทิตย์ที่วัดได้ใกล้พื้นผิวเมืองมีค่าน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับชนบทที่ปราศจากมลพิษ แต่ปริมาณของปรากฏการณ์นี้แปรผันในช่วงกว้าง จากการวัดค่าในหลายเมืองชี้ให้เห็นว่ารังสีคลื่นสั้นที่ได้รับที่พื้นผิวเมืองอาจจะลดลงระหว่าง 1-15% ขึ้นอยู่กับชนิดของละอองในอากาศและสถานะทางอุตุนิยมวิทยาของเมือง เป็นต้น (Oke, 1958)

รังสีคลื่นสั้น (Short wave radiation)

ปริมาณรังสีคลื่นสั้นบนพื้นผิวเมืองเหนือระดับชั้นขอบเขตเมือง แนะนำโดย Oke, 1979 คือ

$$\begin{aligned} K^* &= K\downarrow + K\uparrow \\ K\downarrow &= S + D \\ K\uparrow &= (K\downarrow)\alpha \end{aligned}$$

Where	K^*	=	ปริมาณสุทธิของรังสีคลื่นสั้น Net short wave radiation
	$K\downarrow$	=	รังสีคลื่นสั้นที่ได้รับ Incoming short wave (global) radiation
	$K\uparrow$	=	รังสีคลื่นสั้นที่สะท้อนจากพื้นผิว Short wave radiation reflected by the surface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S	=	รังสีตรง Direct beam
D	=	รังสีสะท้อน Diffuse
α	=	ค่า อัลบิโดของพื้นผิว surface albedo (general reflectance)

รูปร่างทางเรขาคณิตของเมือง (ที่เป็นบล็อกอาคารแบ่งโดยหุบถนน(Street canyons)) ลดค่า อัลบิโดลง เมื่อเทียบกับค่าที่พื้นผิวแนวนอน การลดลงนี้ขึ้นอยู่กับรังสีแสงอาทิตย์ที่ถูกเก็บกักไว้ในหุบ(canyon) ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติในการแผ่รังสีขององค์ประกอบของพื้นผิว และขึ้นอยู่กับผิวอาคารและมุมตกกระทบของรังสีดวงอาทิตย์ สองปัจจัยหลังควบคุมปริมาณการซึมผ่าน การเก็บกักรังสี และการบังเงาซึ่งกันและกันของกลุ่มอาคาร (ดูภาพที่ 2.10) (Oke, 1978)



ภาพที่ 2.10 ระเบียบเรขาคณิตของพื้นผิวในการแลกเปลี่ยนรังสีแสงอาทิตย์ เปรียบเทียบผิวแนวนอนและพื้นผิวที่ซับซ้อนในแง่ของ a) การสะท้อนของรังสี S และ b) การกระจายของรังสีคลื่นยาว

SVF = ปัจจัยการมองท้องฟ้า (Sky view factor)

ที่มา : (Oke, 1978)

พื้นผิวที่ซับซ้อนมีแนวโน้มที่จะเก็บกักรังสีตรง (direct beam) เนื่องจากหลังจากการสะท้อนกับพื้นผิวครั้งแรกจะมีโอกาสที่จะสะท้อนรังสีกระจายไปยังอีกพื้นผิวก่อนจะเข้าสู่บรรยากาศ ปรากฏการณ์นี้จะช่วยเพิ่มโอกาสในการดูดซึมและด้วยเหตุนี้ค่า อัลบิโดของเมืองจะลดลง สำหรับเมืองที่ตั้งอยู่ในละติจูดต่ำวัสดุและสีที่ใช้มักจะได้รับการคัดเลือกมาโดยเฉพาะเพื่อเพิ่มการสะท้อน และรูปทรงที่ออกแบบมักจะเพื่อช่วยลดการซึมผ่านของแสงแดด ปัจจัยเหล่านี้รวมกันทำให้เมืองในละติจูดต่ำมีค่า อัลบิโด สูงกว่าเมืองในละติจูดปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


ปริมาณรังสีคลื่นสั้นที่ได้รับในเมืองจะลดลงเนื่องจากมลพิษทางอากาศ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของมลพิษที่แตกต่างกัน และความยาวของลำแสงรังสีตรงที่ผ่านเข้ามายังชั้นของเมือง

การกระจายและการสะท้อนของรังสีโดยมลพิษจะลดรังสีตรง และเพิ่มสัดส่วนของ $K\downarrow$ ที่ได้รับในรูปของแสงกระจายในท้องฟ้า (D) ส่วนผลกระทบของเมฆมีลักษณะคล้ายกับผลกระทบของมลพิษ

เป็นที่คาดว่า $K\downarrow$ จะน้อยลงในเขตเมืองมากกว่าในเขตชนบทโดยรอบ แต่จำนวนที่ขาดไปบางส่วนชดเชยด้วยค่า อัลบิโด ที่ต่ำกว่าในเมือง (ถ้าการดูดกลืนรังสีมากกว่า) ค่าเฉลี่ยของรังสีคลื่นสั้น K^* ที่ได้รับลดลงเล็กน้อยสำหรับในเมืองมากกว่าในพื้นที่ชนบท

ปริมาณรังสีคลื่นยาว (3 to 10 μm) สำหรับพื้นผิวชั้นหลังคาเมือง (urban canopy layer) เสนอโดย Oke (1978)

Where



$$L^* = L\downarrow - L\uparrow$$

$$L\uparrow = \epsilon \sigma T_o^4$$

L^* = ปริมาณสุทธิของรังสีคลื่นยาว
net long wave radiation
 $L\downarrow$ = รังสีคลื่นยาวที่ได้รับจากบรรยากาศ
Incoming long wave radiation from the atmosphere
 $L\uparrow$ = รังสีคลื่นยาวที่แผ่รังสีออกจากพื้นผิว
Out going long wave radiation emitted by surface
 ϵ = ค่า emittance ของพื้นผิว
Surface emittance
 σ = Stefan-Boltzman constant
 T_o = อุณหภูมิของพื้นผิว
Surface temperature ($^{\circ}\text{K}$)

เป็นที่คาดว่าความแตกต่างรังสีคลื่นยาวทั้งหมด (L^*) ภายในเมืองจะน้อยกว่าในชนบทในเวลากลางวัน และในเวลากลางคืน ในเมืองรังสีคลื่นยาวมีแนวโน้มมากกว่าในชนบท ปริมาณรังสีทั้งหมดคือส่วนประกอบของรังสีคลื่นยาวและรังสีคลื่นสั้น

$$Q^* = K^* + L^*$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 ความสมดุลพลังงาน (Energy balance)

ความสมดุลความร้อนและรังสีในพื้นที่ชนบทและในเมืองสามารถแสดงเป็นสูตรได้คือ

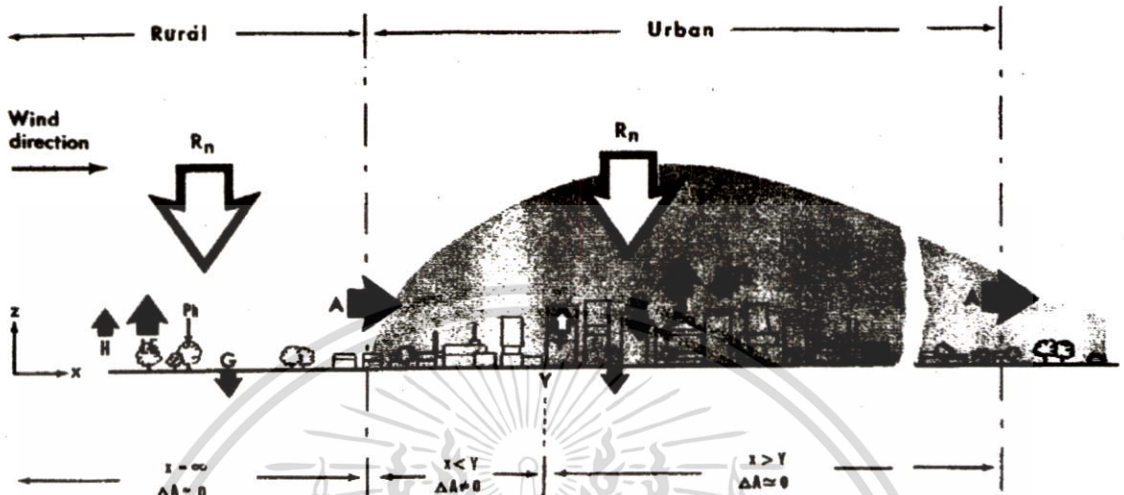
$$R_n + F = LE + H + G + \Delta A$$

Where

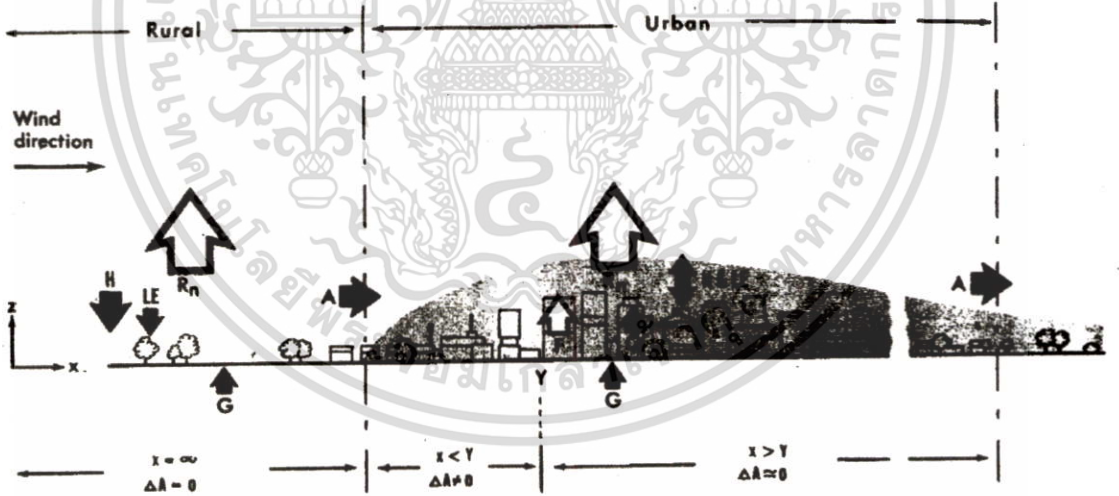
R_n	=	ปริมาณสุทธิของคลื่นรังสีทั้งหมด Net all wave radiation
F	=	ปริมาณความร้อนทั้งหมดจากเมืองที่เกิดจากพลังงานที่ปล่อยออกมาจากกาเผาไหม้และการเผาผลาญอาหาร Total heat artificially generated by city, due to energy released by combustion and metabolic processes.
H	=	การถ่ายเทความร้อนแฝง Latent heat transfer
LE	=	การถ่ายเทความร้อนสัมผัสโดยการพา Convective sensible heat transfer
G	=	ความร้อนสุทธิที่เก็บกักใน อาคาร ถนน พื้นดิน และอื่นๆ Net heat storage in buildings, roads, ground, etc.
ΔA	=	พลังงานสุทธิเคลื่อนตัวแนวอน Net advected energy

แผนภาพของสูตรความสมดุลความร้อนในเมืองและชนบทรอบๆแสดงใน ภาพที่ 2.11

(a) Day



(b) Night



ภาพที่ 2.11 วงจร 2 มิติของความสมดุลความร้อนของพื้นผิวเมืองและชนบท
ที่มา : (Fuggle and Oke 1968)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเวลากลางวัน (ภาพที่ 2.11 a) ปริมาณสุทธิของการสูญเสียพลังงานโดยการแผ่รังสีมีการชดเชยโดยการเปลี่ยนแปลงในความร้อนสัมผัส และ ความร้อนแฝง ในภาพที่ 2.11 ลมผิวเบื้องบนในชนบทได้รับการพิจารณาเป็นค่าไม่มีที่สิ้นสุด (infinite) (Fuggle and Oke 1968)

การสมดุลความร้อนในเมืองมีความชัดเจนน้อยกว่าในพื้นที่ชนบทมาก Munn (1966) ซึ่งให้เห็นว่ายังไม่มี ความพยายามในการประมาณค่าความสมดุลของความร้อนในเมืองอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นค่าต่างๆในสูตรส่วนใหญ่เป็นเพียงปริมาณเชิงคุณภาพ ดังนั้นในภาพ 2.11 ทิศทางการไหลของความร้อนยังคงไม่แน่นอน และ ปริมาณต่างๆก็ยังคงเป็นปริมาณที่คาดเดาเท่านั้น (Fuggle and Oke 1968)

F คือความร้อนทั้งหมดในเมืองที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เนื่องจากพลังงานที่ปลดปล่อยจากการเผาไหม้ กระบวนการเผาผลาญอาหาร ซึ่งเป็นพลังงานความร้อนที่ไม่เกิดขึ้นในชนบทที่ไม่มีคนอยู่อาศัย ปริมาณพลังงานเหล่านี้ขึ้นอยู่กับการใช้พลังงานต่อหัวของประชากร และ ปริมาณความหนาแน่นของประชากร และขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในเมืองที่เกิดจากความต้องการใช้เครื่องทำความร้อนและความเย็น ระดับและประเภทของกิจกรรมอุตสาหกรรม และประเภทของระบบขนส่งในเมือง

E คือพลังงานที่ใช้ในการระเหยซึ่งค่อนข้างน้อยในเมือง ส่วนใหญ่เป็นฟังก์ชันของความจริงที่ว่าเมืองมี ลักษณะพื้นผิวที่ระบายความร้อนด้วยการระเหย โดยธรรมชาติน้อย และพื้นผิวที่เป็นน้ำหรือชุ่มชื้นมีปริมาณน้อย เนื่องจากระบบน้ำพื้นดินในเมืองไหลผ่านท่อระบายน้ำเป็นส่วนใหญ่

ถ้าพลังงานที่ใช้ในการระเหยลดลงในเมือง จะเป็นผลทำให้การถ่ายเทความร้อนสู่อากาศ(H) และพื้นผิวที่เก็บกักความร้อนในเมือง (G) ไหลเร็ว การถ่ายเทนี้ได้รับการผลักดันให้เพิ่มขึ้นจากแรงดันของการพาความร้อนเนื่องจากปริมาณที่มากของความขรุขระของผิวเมือง (surface roughness) (Daveport,1967)

การผสมผสานของพลังงาน (ΔA) จากชนบทไปยังเมืองได้รับความสนใจน้อย ในช่วงเวลากลางวัน(รูป 2.11) ที่อากาศเย็น อากาศชั้นมีแนวโน้มที่จะเคลื่อนตัวไปตามแนวอน(advected) ไปในทางเหนือลมชานเมือง เป็นผลทำให้เกิดการปรับตัวของการไหลของอากาศที่พื้นผิวเมือง

ดังนั้นการไหลของอากาศในเมืองที่พบได้ไม่ได้แสดงสถานะอย่างแท้จริงไม่ว่าของเมืองหรือของชนบทที่ระยะทางหนึ่ง (Y) (ยังไม่ได้กำหนด) การไหลของอากาศจะปรับเต็มพื้นที่ผิวเมือง (โดยไม่มีผลกระทบจาก

ชนบท) หลังจากนั้นถ้าลักษณะพื้นผิวของเมืองเหมือนกันสม่ำเสมอ ความสมดุลพลังงานจะแสดงได้โดยไม่ต้องใช้ ΔA ในความเป็นจริงสภาพเช่นนี้จะไม่เกิดขึ้น เนื่องจากพื้นผิวเมืองประกอบด้วยผิวที่แตกต่างกันจำนวนมาก การผสมผสานของอากาศมีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นทางด้านใต้ลมของเมือง/ชนบทMuller (1976) แนะนำว่าในด้านใต้ลมของเมืองเมื่ออากาศแห้งทำให้อากาศร้อนขึ้นและไหลไปยังพื้นผิวชนบท อัตราการระเหยคาดว่าจะเพิ่มขึ้น

5 ความชื้น (Humidity)

ความแตกต่างความชื้นระหว่างเมืองและชนบทค่อนข้างน้อย และรูปแบบความแตกต่างเชิงพื้นที่ค่อนข้างซับซ้อน การศึกษาพบว่าในชั้นหลังคาเมือง (Urban canopy) ค่อนข้างแห้งในเวลากลางวันและชื้นชื้นเล็กน้อยในเวลากลางคืน ในช่วงเวลากลางวันความชื้นในชนบทจะสูงกว่าซึ่งทำให้การระเหยในชนบทมากกว่า ในช่วงเวลาตอนเย็น อากาศเย็นในชนบทจะสม่ำเสมออย่างรวดเร็วกว่าอากาศในชั้นหลังคาเมือง ความชื้นจึงลงสู่ระดับล่างของบรรยากาศชนบท เนื่องจากการระเหยจากพื้นผิวสูงกว่าการสูญเสียโดยการแพร่กระจายสู่ระดับสูง หลังจากนั้นความชื้นในชนบทจะลดลงตลอดเวลากลางคืน การเปลี่ยนกลับมาเป็นไอน้ำ และความชื้นในระดับล่างจะหมดไป โดยการกลั่นตัวกลายเป็นน้ำค้าง

ในทางตรงข้าม การระเหยอย่างเบาบางในเมืองลดการก่อตัวของน้ำค้าง ไอน้ำจากกิจกรรมของมนุษย์ (รวมหอบหายใจความร้อนจากระบบปรับอากาศ) และความชื้นจากการไหลของอากาศ ทั้งหมดเมื่อมารวมกันในเวลาเดียวกันทำให้ความชื้นของบรรยากาศในชั้นหลังคาเมืองเพิ่มขึ้น หลังจากพระอาทิตย์ขึ้นการระเหยของน้ำค้างและพื้นผิวที่มีน้ำอื่นๆจะเกิดขึ้น

6 เมฆและฝน (Cloud and Precipitation)

ฝนเกิดจากอนุภาคของไอน้ำขนาดต่างๆ ในก้อนเมฆ เมื่อรวมตัวจนมีขนาดใหญ่ขึ้นจนไม่สามารถลอยตัวอยู่ในก้อนเมฆได้ก็จะตกลงมาเป็นฝน ฝนจะตกลงมายังพื้นดินได้นั้นจะต้องมีเมฆเกิดในท้องฟ้าก่อน เมฆมีอยู่หลายชนิด มีเมฆบางชนิดเท่านั้นที่ทำให้มีฝนตก ไอน้ำจะรวมตัวทำให้เกิด เป็นเมฆ เมฆจะกลั่นตัวเป็นน้ำฝนได้ก็ต้องมีอนุภาคแข็งตัว (Freezing nuclei) หรือเม็ดน้ำขนาดใหญ่ซึ่งจะดึงเม็ดน้ำขนาดเล็กมารวมตัวกันจนเป็นเม็ดฝนน้ำที่ตกลงมาจากท้องฟ้า

ในพื้นที่เมืองที่มีความหนาแน่นจะมีพื้นผิวคูดซับเป็นจำนวนมาก เมื่อพื้นผิวมีอุณหภูมิสูงขึ้นก็จะเกิดการไหลของอากาศสู่เบื้องสูง กระแสของอากาศที่ลอยตัวสูงขึ้นจะพาอากาศที่เคลื่อนไหวในแนวระนาบลอยตัวสูงขึ้นไปด้วย เมื่ออากาศลอยตัวสูงขึ้นและเย็นตัวลงก็จะเกิดการควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ

สมมติฐานสาเหตุของการเกิดฝนมากในเมือง และ ในเขตอุตสาหกรรม เนื่องมาจากปัจจัยในเมืองที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

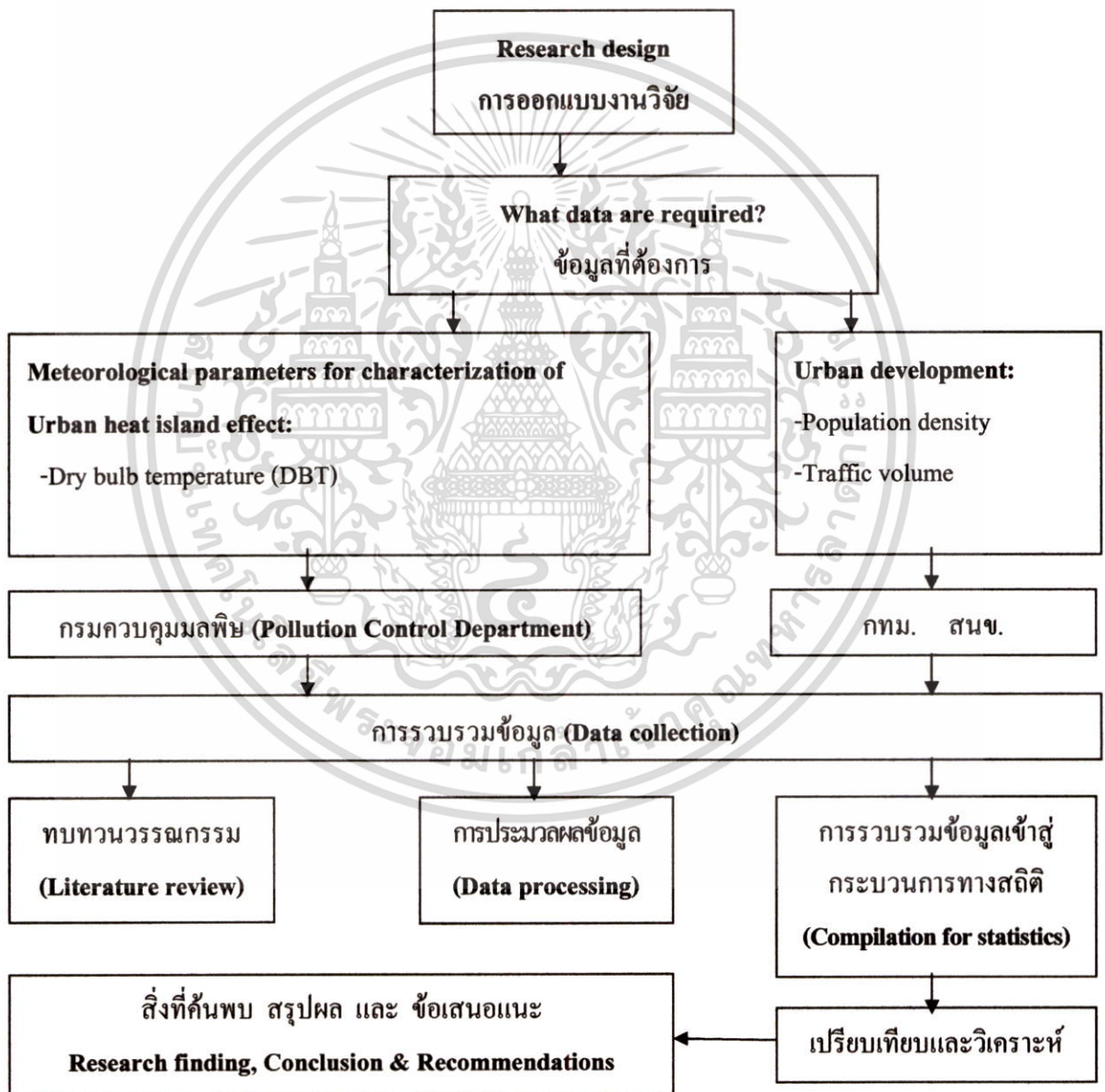
- 1) ผลกระทบทางอุณหพลศาสตร์ (Thermodynamic) ที่ทำให้ปริมาณเมฆ ฐานเมฆ และความไม่แน่นอนของปริมาณเมฆมากขึ้น
- 2) ผลกระทบเชิงกลและอุณหพลศาสตร์ ที่ทำให้หลายบริเวณมาบรรจบกันทำให้เกิดเมฆและฝน
- 3) การเพิ่มพูนขบวนการเชื่อมต่อของเมฆและหยดน้ำอันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของมลพิษ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการศึกษา (Research framework)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การคัดเลือกพื้นที่เพื่อทำการศึกษา

เขตที่คัดเลือกทำการศึกษาตามที่ได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามสถานที่ตรวจวัด

3.2.1. สถานีตรวจวัดริมถนน (Roadside) ได้แก่

เขตธนบุรี 2 (อินทพิทักษ์) – โรงไฟฟ้าอัยยชนบุรี

เขตลาดพร้าว – สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย

เขตดินแดง – การเคหะชุมชนดินแดง

3.2.2. สถานีตรวจวัดสภาพแวดล้อมทั่วไป (Ambient) ได้แก่

เขตคลองสาน – มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

เขตราษฎร์บูรณะ – ไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ

เขตบางนา – กรมอุตุนิยมวิทยา

เขตจตุจักร – มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

เขตบางกะปิ – การเคหะชุมชนคลองจั่น

เขตห้วยขวาง – การเคหะชุมชนห้วยขวาง

เขตยานนาวา – โรงเรียนนนทรีวิทยา

เขตจอมทอง – โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์

เขตพญาไท – กรมประชาสัมพันธ์

เขตวังทองหลาง – โรงเรียนบดินทรเดชา สิงห์เสนี

ดังแสดงใน ภาพที่ 3.1 แผนที่ กทม. ที่มีตำแหน่งเขตต่างๆที่คัดเลือกทำการศึกษา พร้อมปริมาณความหนาแน่นประชากร (คน/ตรม) และปริมาณความหนาแน่นและความเร็วจราจร



ภาพที่ 3.1 แผนที่ กทม. แสดงตำแหน่งเขตต่างๆ ที่คัดเลือกทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ประเภทและลักษณะข้อมูลสภาพอากาศที่ทำการศึกษามีดังนี้

3.3.1. ข้อมูลสภาพอากาศ

ข้อมูลที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษเป็นข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงระหว่างปี พ.ศ. 2539-2555 (1997-2012) โดยเก็บข้อมูลจากเครื่องมือตรวจวัดที่ระดับความสูง 1.50 เมตร จากระดับพื้นดิน

3.3.2 ข้อมูลการพัฒนาความเป็นเมือง (Urban Development) ได้แก่

ความหนาแน่นประชากร (Population density) และ ปริมาณความหนาแน่นจราจร (Traffic volume) ของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ.2554

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลความหนาแน่นประชากร และ ปริมาณความหนาแน่นจราจร ของแต่ละเขตที่ทำการศึกษา

	ความ หนาแน่น ประชากร ปี 2554 คน/ตรม.	ความเร็วรถยนต์ กม./ชม	ปริมาณจราจรเฉลี่ย (7.00-19.00) ปี2554 คัน/ชม.
สถานีตรวจวัดริมถนน (Roadside)			
เขตธนบุรี 2 (อินทพรพิทักษ์)	14213	28.5	4185 (อินทพรพิทักษ์)
เขตลาดพร้าว	5590	13.5	4415 (รัชดา-ลาดพร้าว)
เขตดินแดง	15782	13.0	7067 (ใต้ด่วนดินแดง-วิภาวดี)
สถานีตรวจวัดสภาพแวดล้อม ทั่วไป (Ambient)			
เขตคลองสาน (ราชภัฏบ้าน สมเด็จเจ้า)	12803	22.38	4751
เขตราชนูรณะ (ไปรษณีย์ นูรณะ)	5566	—	785
เขตบางนา (กรมอุตสาหกรรม พิเศษ)	5165	15.84	3769 (ลาซาล-สุขุมวิท)
เขตจตุจักร (จันทน์เกษม)	4905	35.5	7475 (ห้วยขวาง-สุทธิสารรัชดาภิเษก)
เขตบางกะปิ (คลองจั่น)	5211	15.6	3989 (บางกะปิ-ลาดพร้าว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ความ หนาแน่น ประชากร ปี 2554 คน/ตรม.	ความเร็วรถยนต์ กม./ชม	ปริมาณจราจรเฉลี่ย (7.00-19.00) ปี2554 คัน/ช.ม.
เขตห้วยขวาง (ห้วยขวาง)	5170	31.7	6781 (ห้วยขวาง-รัชดา)
เขตยานนาวา (นนทบุรี)	4950	38.67	5792
เขตจอมทอง (สิงหราช)	6335	54.35	1558
เขตพญาไท(กรม ประชาสัมพันธ์)	7667	13.0	4892 (พญาไท-ศรีอยุธยา)
เขตวังทองหลาง(บดินทรเดชา)	5882	15.6	4493(มหาดไทย- ลาดพร้าว)

3.4 การคัดเลือกและการเตรียมข้อมูล

3.4.1 การเลือกข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลจริงที่ได้จากการวัดช่วงระยะเวลายาวไม่ต่ำกว่า 10 ปี (1997-2012)

3.4.2 ตรวจสอบคุณภาพของข้อมูล

โดยการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลดิบ เมื่อพบการตกหล่นของข้อมูลก็ทำการเติมด้วยวิธีปรับแทรก (Interpolation) ข้อมูลที่มีการตกหล่นเป็นระยะเวลายาวโดยการคัดลอกจากวันที่ใกล้เคียงมาเติมและตรวจสอบความเป็นไปได้ของข้อมูล เช่นไม่ควรมีปริมาณแสงแดดในเวลากลางคืนและในเวลาที่มีฝนตกถ้าสังเกตว่าเดือนใดมีข้อมูลที่ผิดปกติเป็นจำนวนมากก็ควรทิ้งข้อมูลเดือนนั้นไปเลย เช่น เดือนที่มีฝนตกและมีอุณหภูมิสูงจะมีลำดับต่ำกว่าเดือนที่มีฝนตกและมีอุณหภูมิต่ำ เดือนที่มีลำดับสูงจะถูกเลือกนำสู่กระบวนการทางสถิติ ข้อมูลที่มีการปรับปรุงเพียงเล็กน้อยสามารถนำมาสู่กระบวนการทางสถิติต่อไป

3.4.3 แบ่งข้อมูลเป็นช่วงเวลา

แบ่งเป็น 2 ฤดู

ฤดูร้อน มีนาคม - มิถุนายน

ฤดูหนาว พฤศจิกายน - กุมภาพันธ์

ในแต่ละช่วงเวลา คำนวณค่า สูงสุด (maximum) ต่ำสุด (minimum) และค่าเฉลี่ย (average)

แต่ละฤดูแบ่งเป็น

ช่วงเวลากลางวัน 0700-1800

ช่วงเวลากลางคืน 1900-0600

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



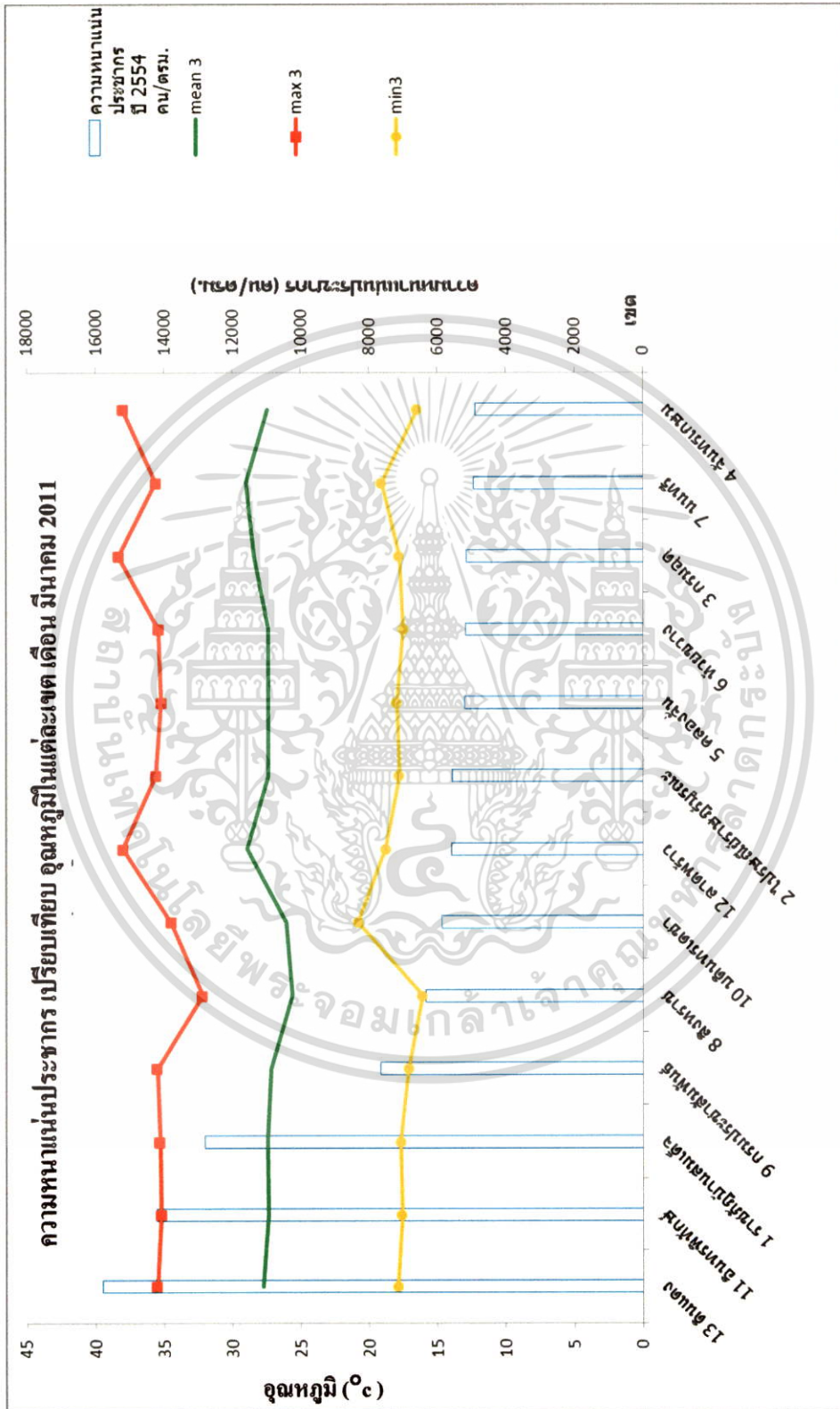
บทที่ 4
นำข้อมูลเข้าสู่ขบวนการและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ
(SPSS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1

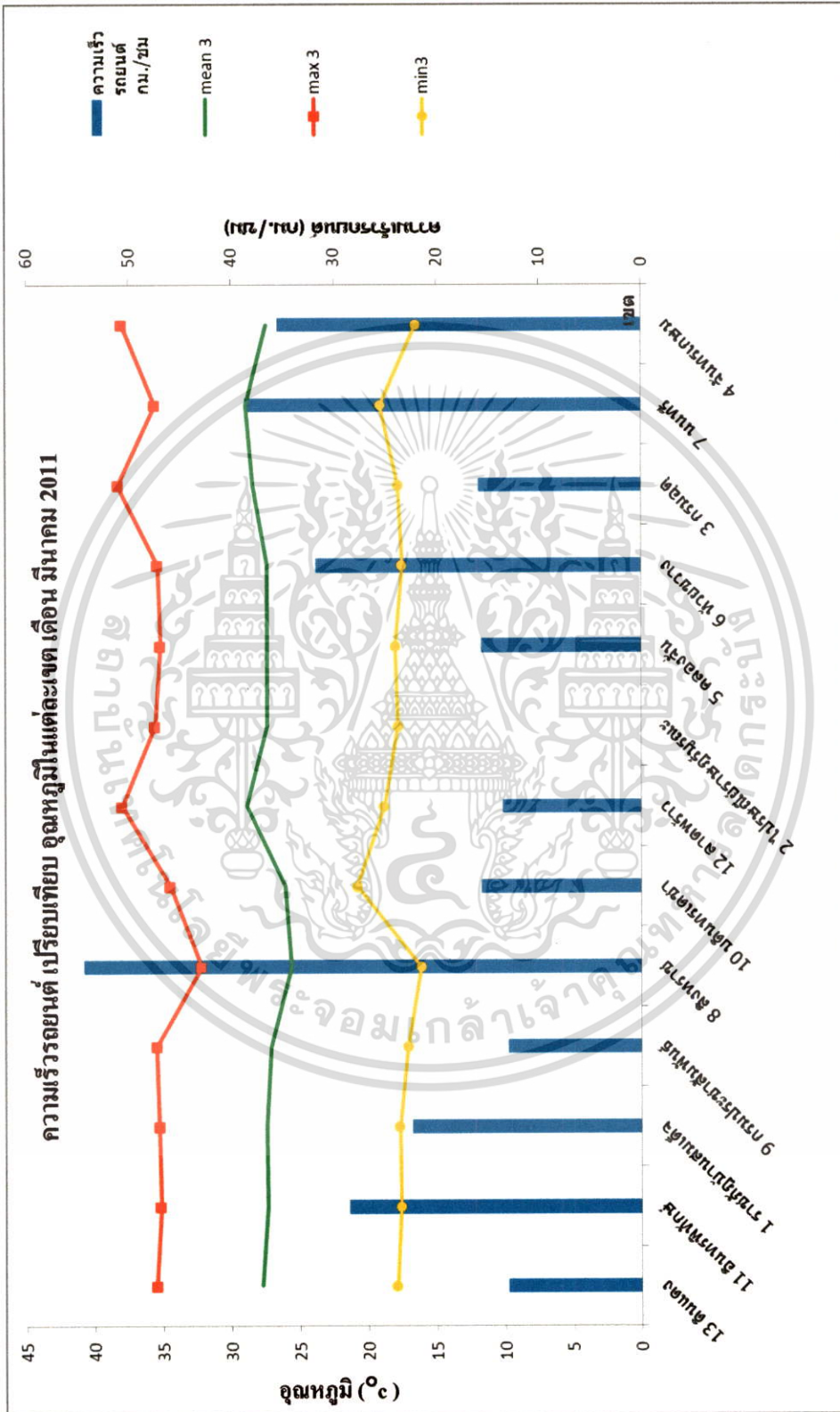
**หาความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นประชากร และความหนาแน่นจราจร
กับอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเขต**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



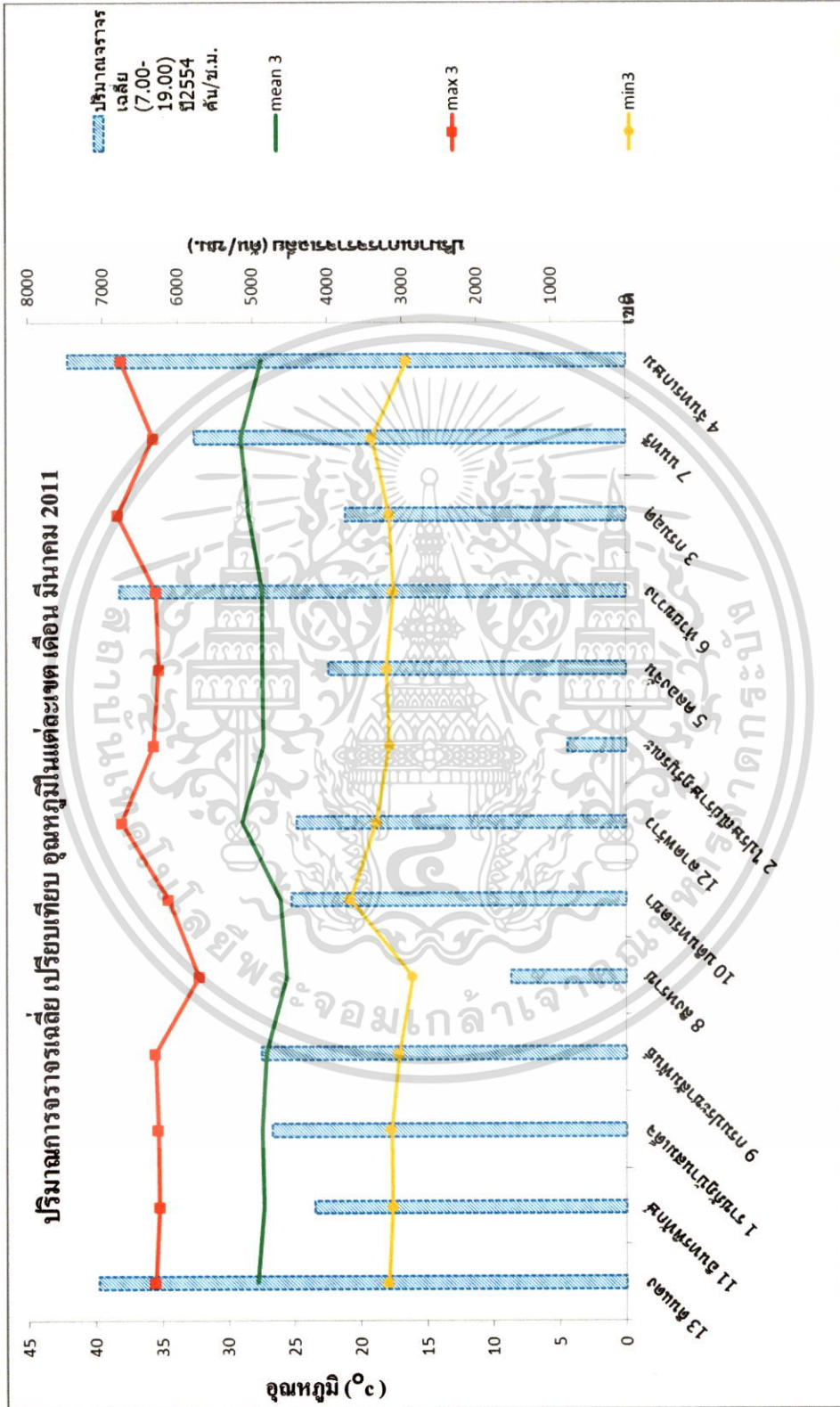
ภาพที่ 4.1 ความหนาแน่นประชากร เปรียบเทียบ อุณหภูมิในแต่ละเขต เดือน มีนาคม 2011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



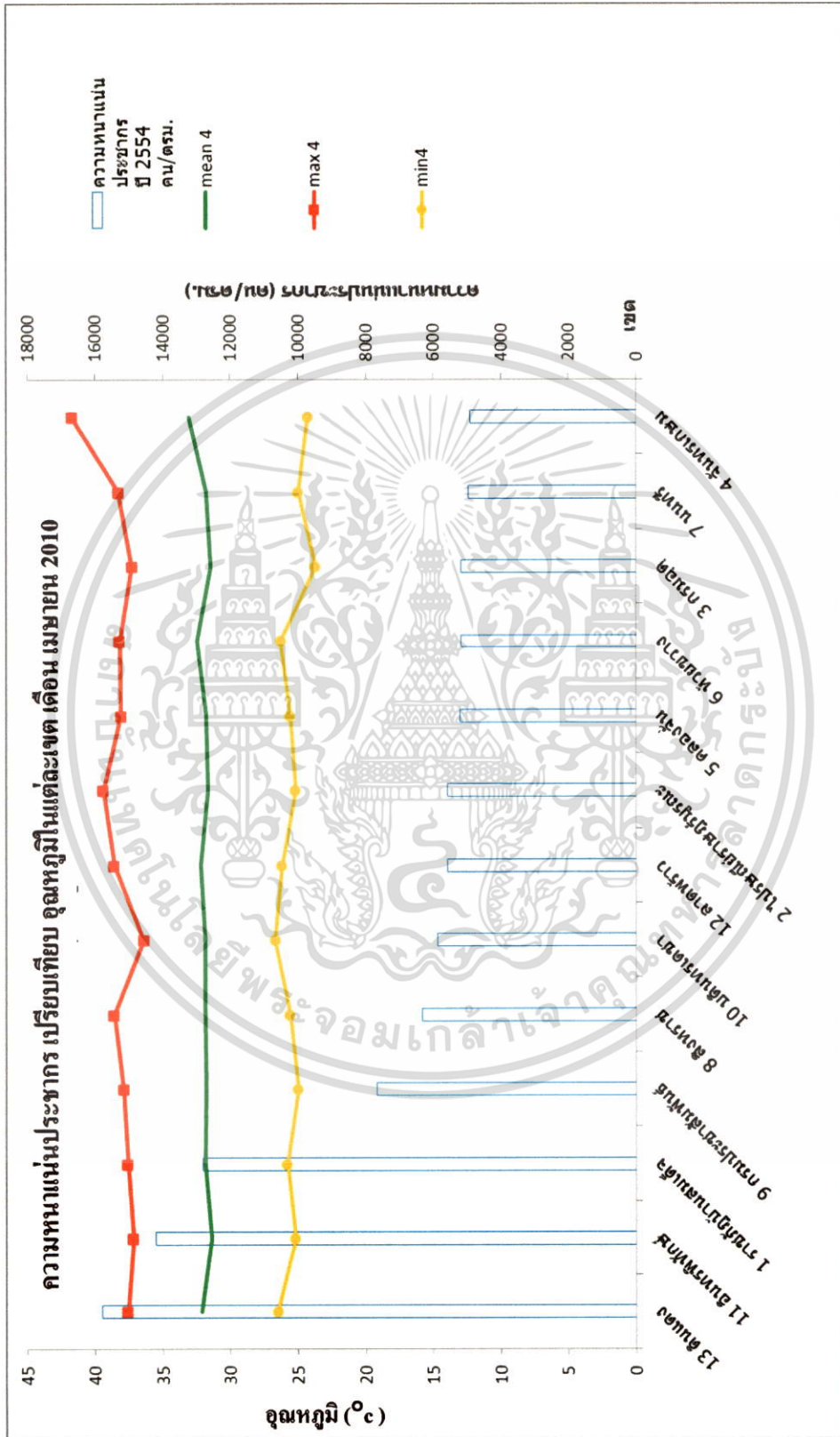
ภาพที่ 4.2 ความเร็วจลนน้ำเปรียบเทียบ อุณหภูมิในแต่ละเขต เดือน มีนาคม 2011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



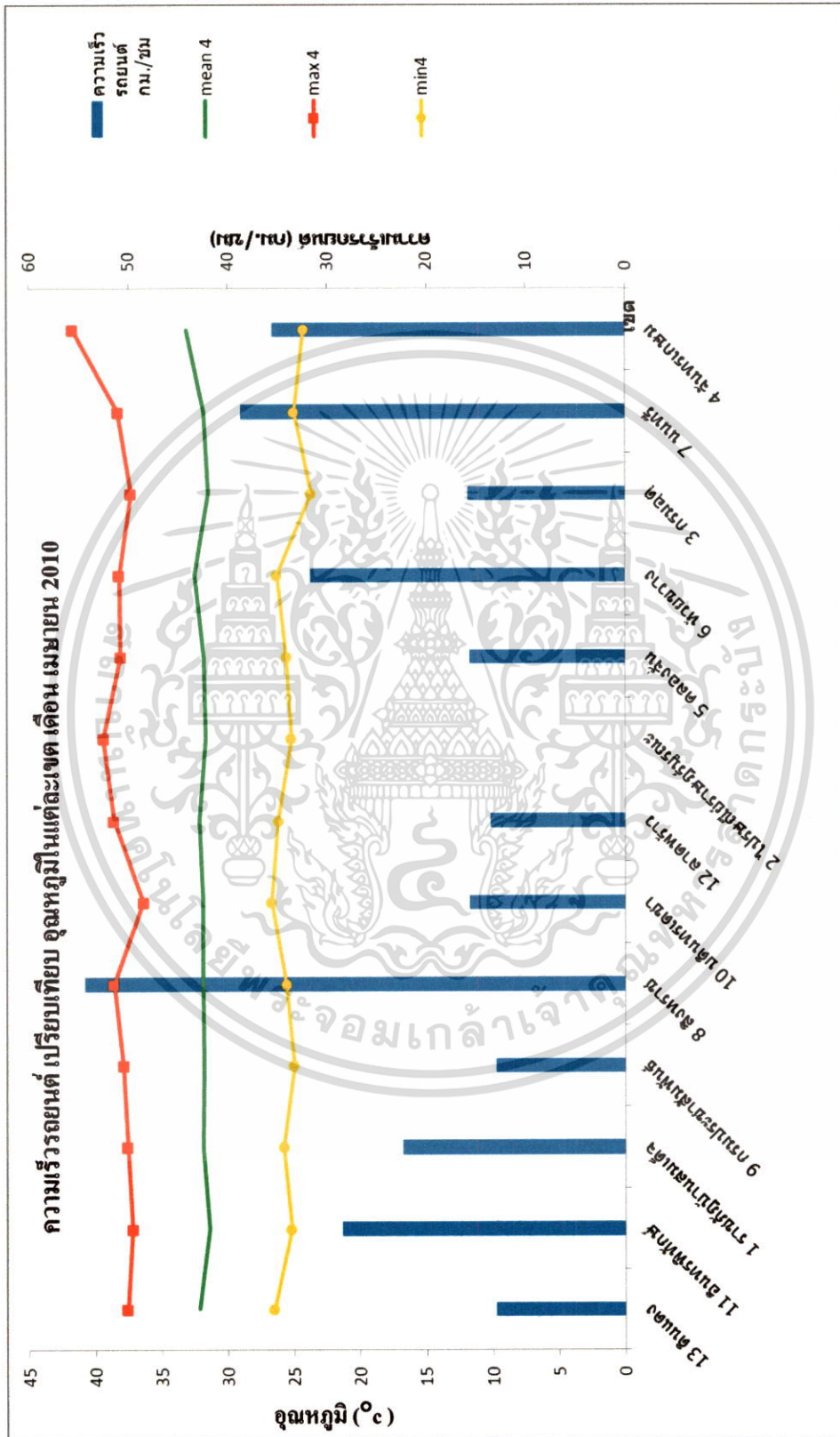
ภาพที่ 4.3 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยเปรียบเทียบ อุณหภูมิในแต่ละเขต เดือน มีนาคม 2011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



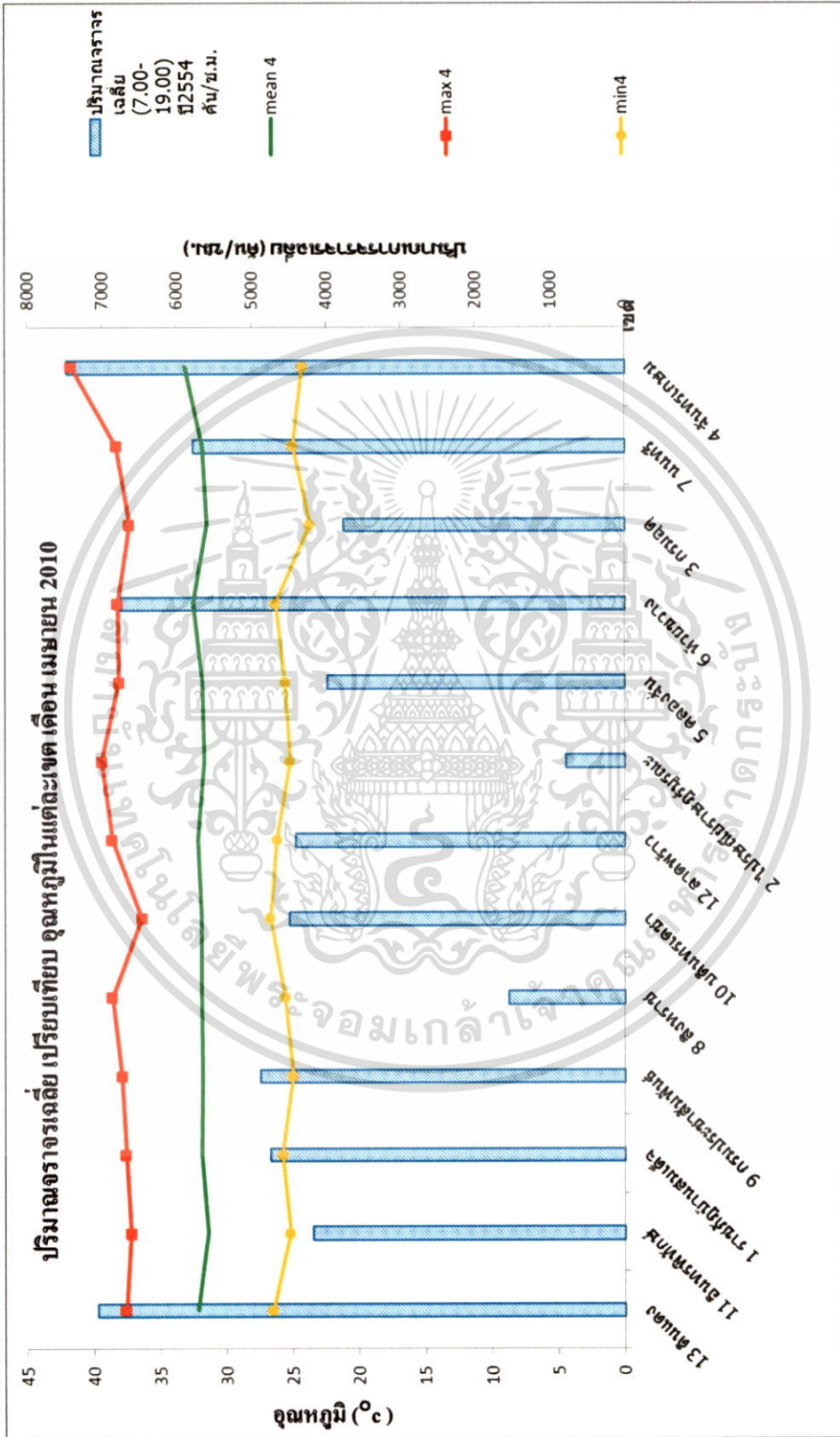
ภาพที่ 4.4 ความหนาแน่นประชากร เปรียบเทียบ อุณหภูมิในแต่ละเขต เดือน เมษายน 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



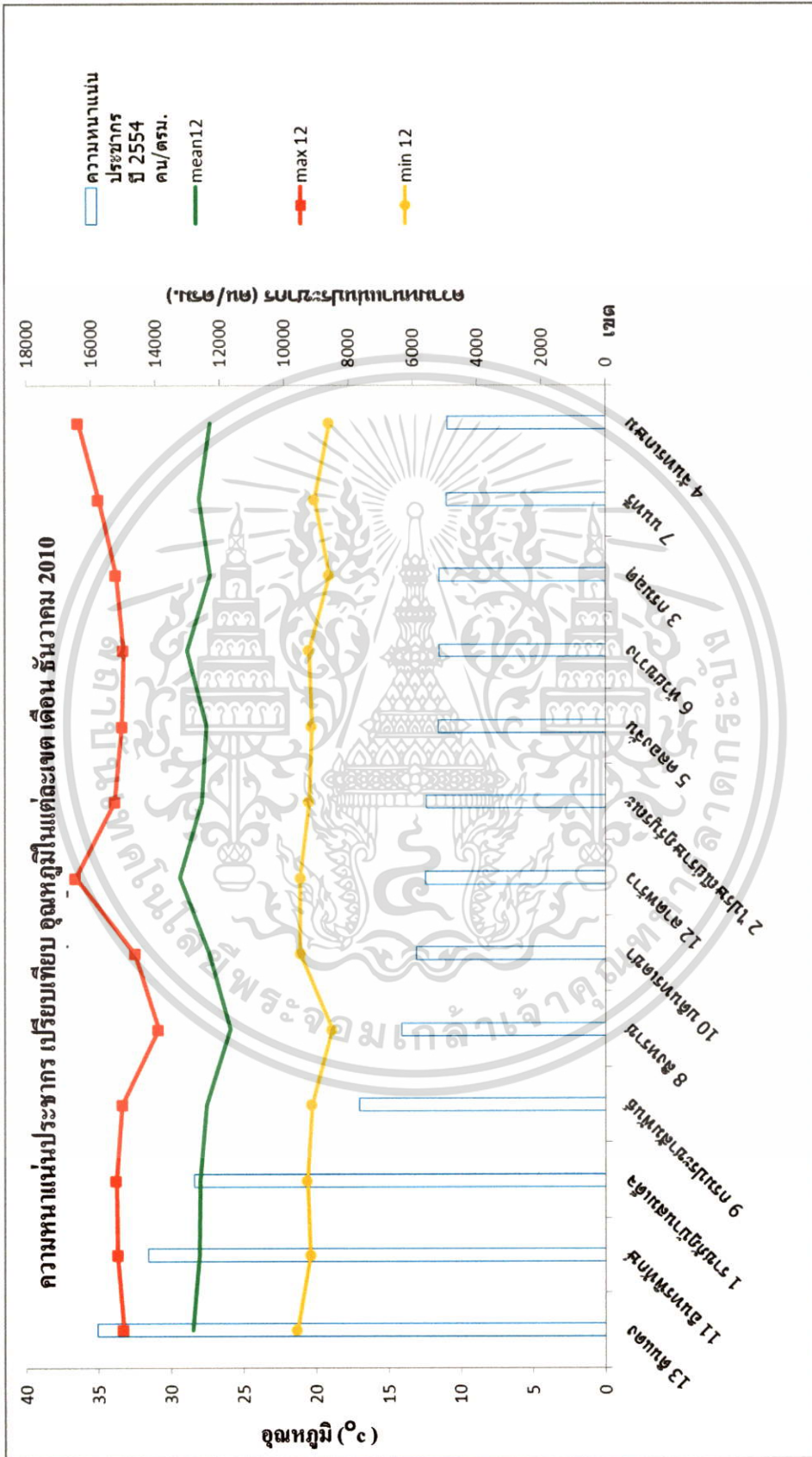
ภาพที่ 4.5 ความเร็วจรณนตฺ์เปรียบเทียบ อุณหภูมิในแต่ละเขต เดือน เมษายน 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



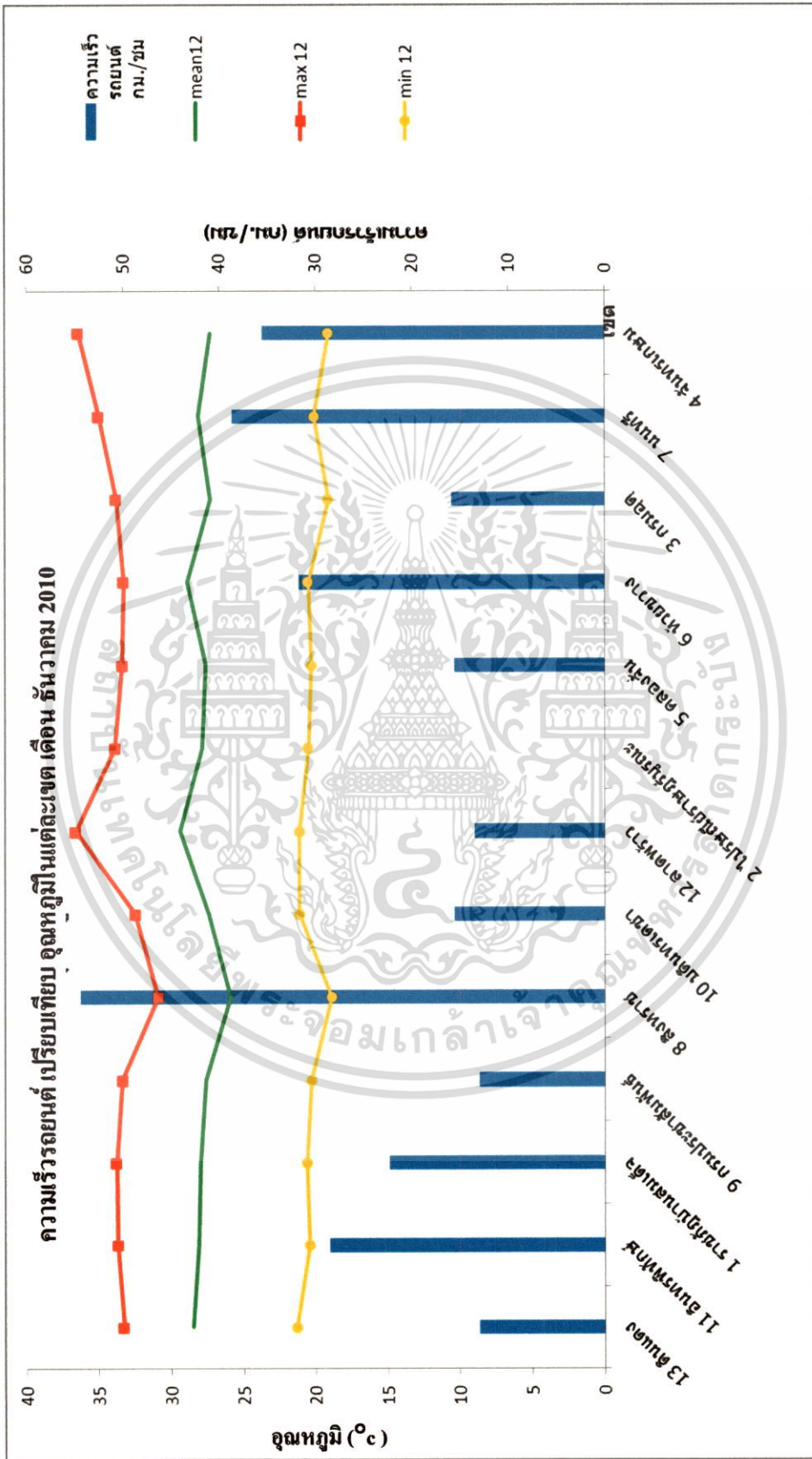
ภาพที่ 4.6 ปริมาณจากรเฉลี่ยเปรียบเทียบ อุณหภูมิในแต่ละเขต เดือน เมษายน 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



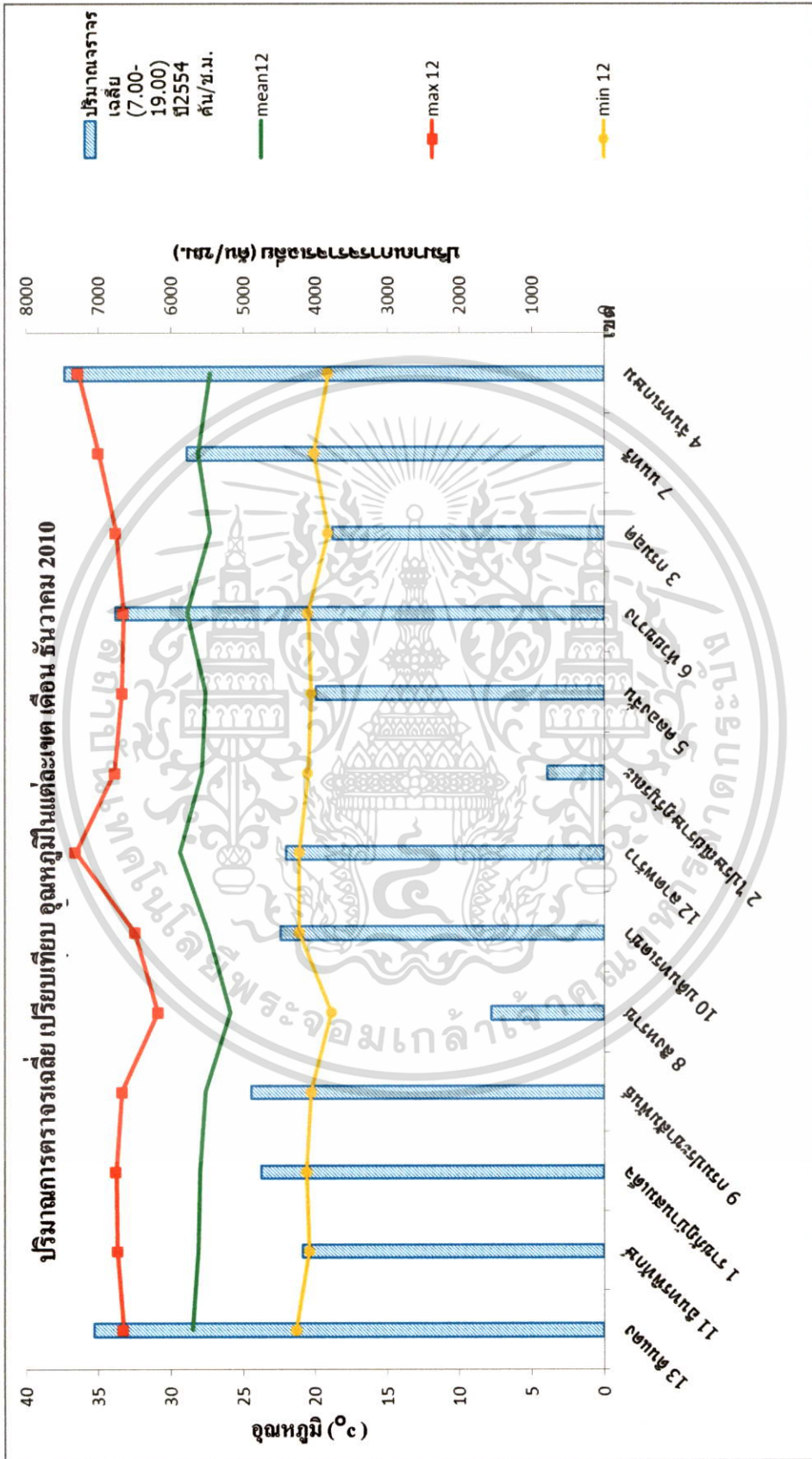
ภาพที่ 4.7 ความหนาแน่นประชากร เปรียบเทียบ อุณหภูมิในแต่ละเขต เดือน ธันวาคม 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 ความเร็วยุทธยานต์ เปรียบเทียบ อุณหภูมิในแต่ละเขต เดือน ธันวาคม 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 ปริมาณการจราจรเฉลี่ย เปรียบเทียบ อุณหภูมิในแต่ละเขต เดือน ธันวาคม 2010

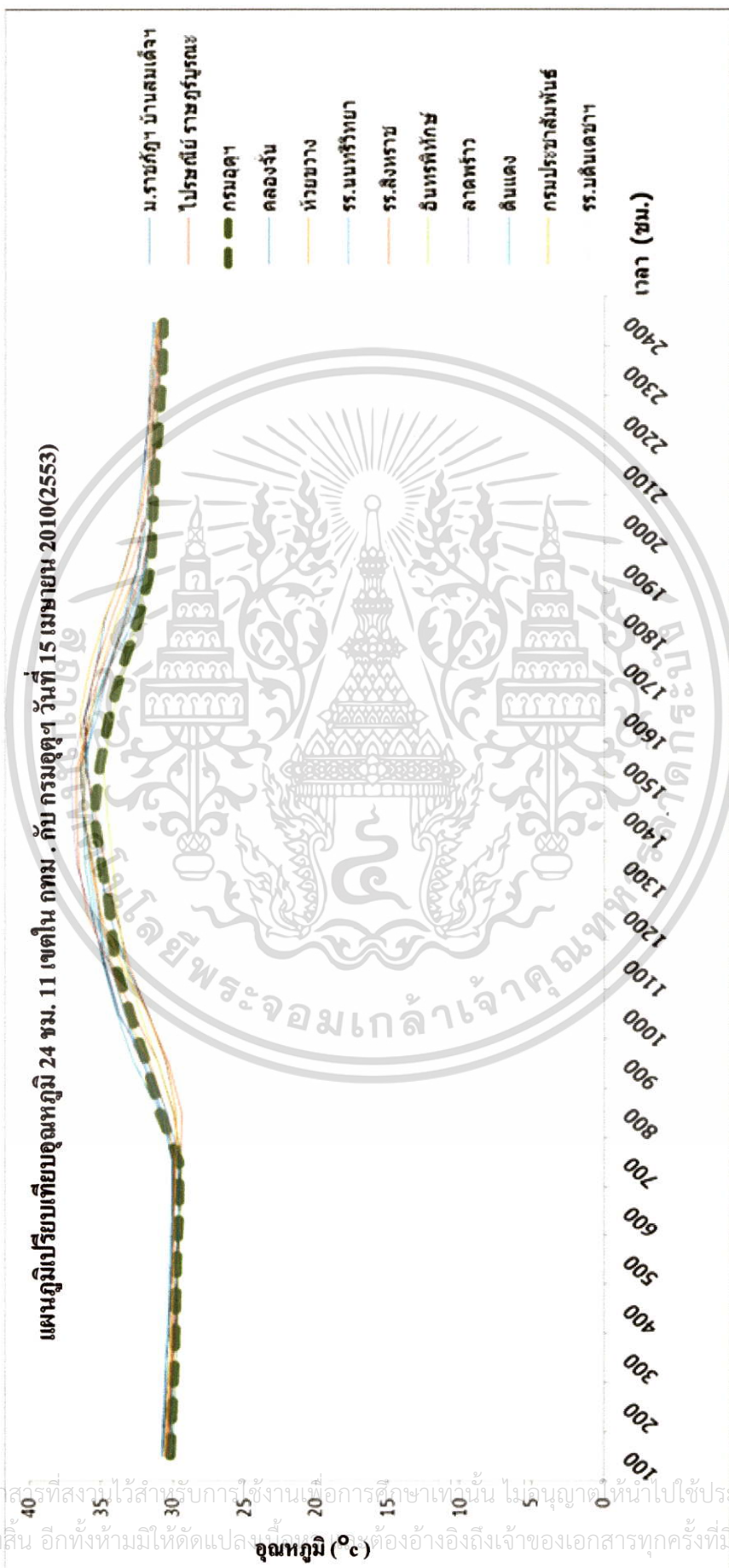
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



4.2

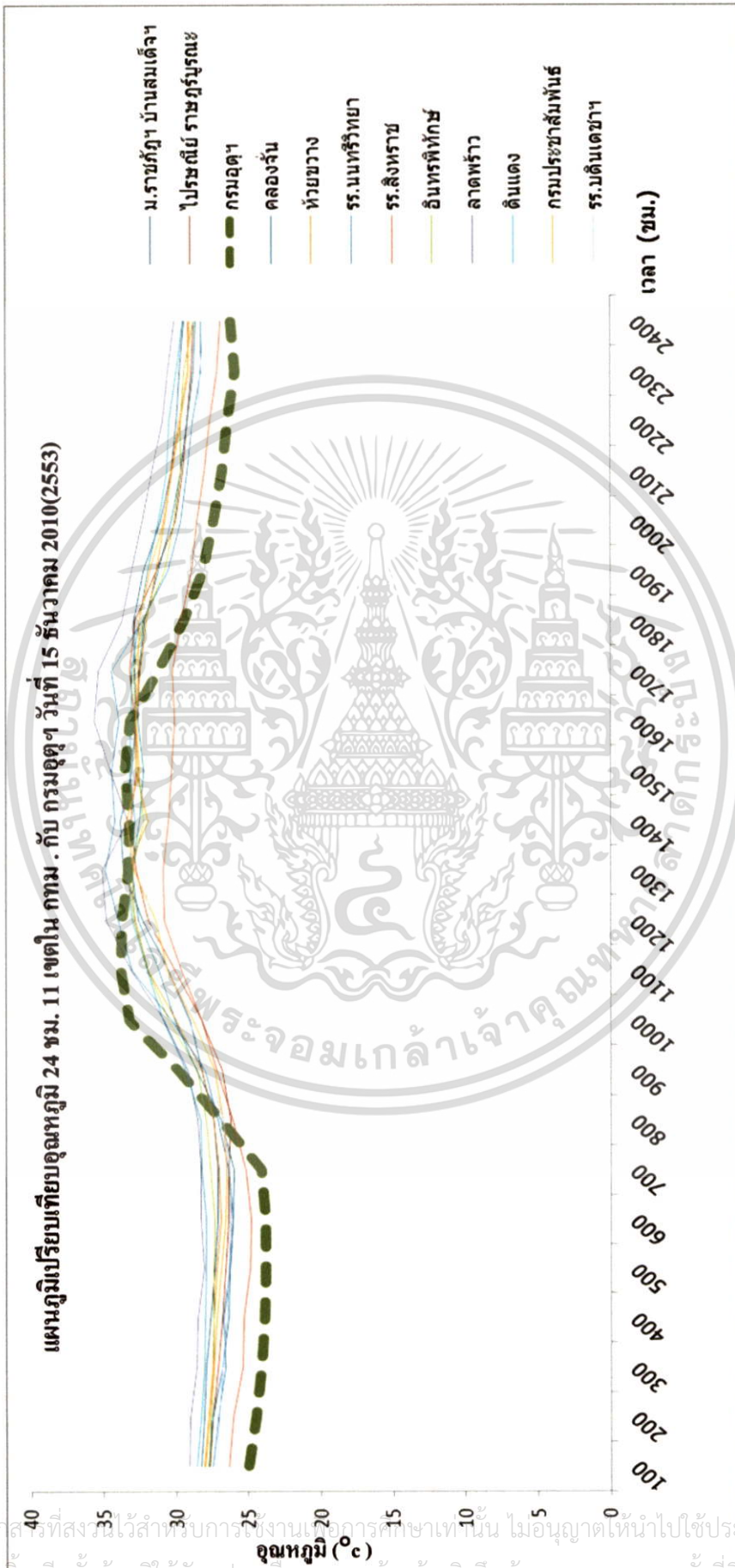
เปรียบเทียบอุณหภูมิรายชั่วโมง 11 เขตกับอุณหภูมิกรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา) ในฤดูร้อนและฤดูหนาวเพื่อหาแนวโน้มการเกิดเกาะความร้อนในเมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 แผนภูมิเปรียบเทียบอุณหภูมิ 24 ชม. 11 เขตใน กทม. กับ กรมอุตุฯ วันที่ 15 เมษายน 2010(2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ได้นำมาตีพิมพ์ให้ประชาชนใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงแก้ไขหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้จัดทำเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 แผนภูมิเปรียบเทียบอุณหภูมิ 24 ชม. 11 เขตใน กทม. กับ กรมอุตุนิยมฯ วันที่ 15 ธันวาคม 2010(2553)

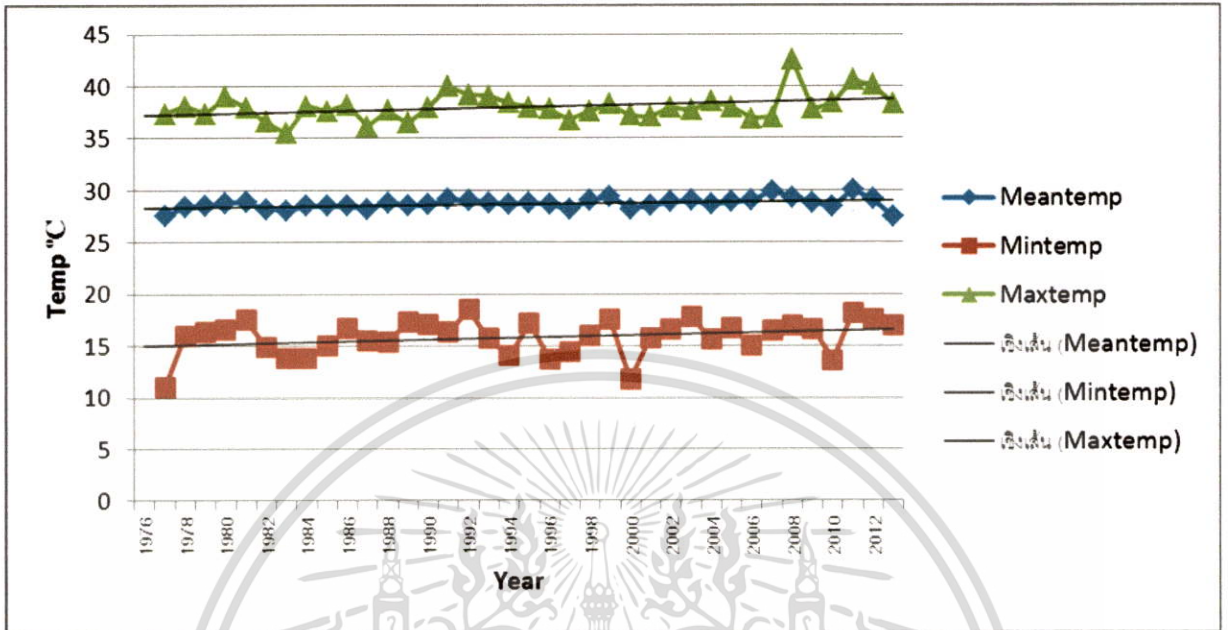
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเชิงการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



4.3
แสดง อุณหภูมิจนถึง สูงสุด ต่ำสุด 37 ปี จากกรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)
เพื่อศึกษาแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรมอุตุนิยมวิทยา total year



ภาพที่ 4.12 ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด ของอุณหภูมิโดยรวมปี ค.ศ. 1976-2012 จากกรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.12 แสดงแนวโน้มเชิงเส้นของอุณหภูมิโดยรวม ปี พ.ศ. 2518 – 2555 (ค.ศ. 1976-2012) จากกรมอุตุนิยมวิทยา แบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุด พบว่า อุณหภูมิสูงสุดค่อยๆเพิ่มขึ้นตามลำดับเวลา การแกว่งตัวค่อนข้างน้อย อุณหภูมิเฉลี่ยค่อยๆเพิ่มขึ้นตามลำดับเวลาเล็กน้อย การแกว่งตัวค่อนข้างคงที่ และอุณหภูมิต่ำสุดค่อยๆเพิ่มขึ้นตามลำดับเวลา แต่การแกว่งตัวค่อนข้างมาก

➤ **Mean total**

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	28.692	.079		361.288	.000
	time	.018	.007	.380	2.432	.020

a. Dependent Variable: mean_total

เมื่อทำการตรวจสอบแนวโน้มเชิงเส้นของอุณหภูมิเฉลี่ยโดยรวมกับเวลาโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยโดยรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับเวลาอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

➤ **Min total**

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	15.832	.274		57.878	.000
	time	.040	.026	.255	1.560	.128

a. Dependent Variable: min_total

เมื่อทำการตรวจสอบแนวโน้มเชิงเส้นของอุณหภูมิต่ำสุดโดยรวมกับเวลาโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดโดยรวมไม่มีแนวโน้มกับเวลา ($P = 0.128$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

➤ **Max total**

Coefficients^a

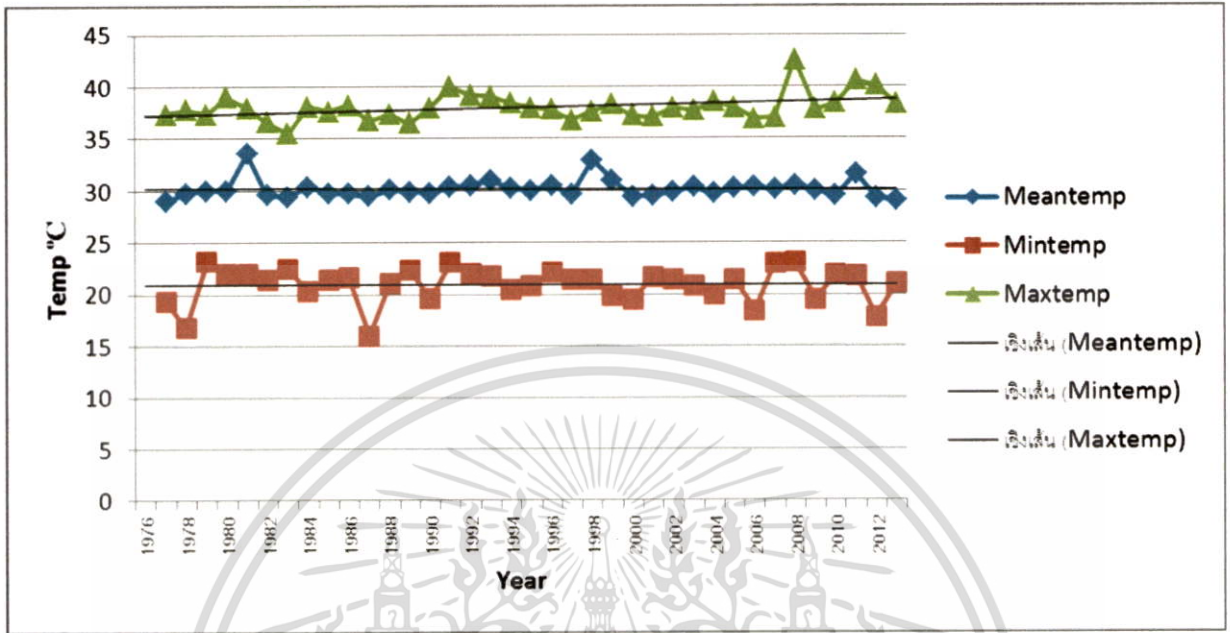
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	38.046	.203		187.239	.000
	time	.042	.019	.348	2.193	.035

a. Dependent Variable: max_total

เมื่อทำการตรวจสอบแนวโน้มเชิงเส้นของอุณหภูมิสูงสุดโดยรวมกับเวลาโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดโดยรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับเวลา อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรมอุตุนิยมวิทยา total Summer (มีนาคม-มิถุนายน) ปี 1976-2012



ภาพที่ 4.13 ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด ของอุณหภูมิในฤดูร้อน ค.ศ. 1976-2012 จากกรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.13 แสดงแนวโน้มเชิงเส้นของอุณหภูมิในฤดูร้อน ปี พ.ศ. 2518 – 2555 (ค.ศ. 1976-2012) จากกรมอุตุนิยมวิทยา แบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุด พบว่า อุณหภูมิสูงสุดค่อยๆเพิ่มขึ้นตามลำดับเวลา การแกว่งตัวค่อนข้างน้อย อุณหภูมิเฉลี่ยค่อยๆลดลงตามลำดับเวลาเล็กน้อย การแกว่งตัวน้อย และอุณหภูมิต่ำสุดค่อยๆเพิ่มขึ้นตามลำดับเวลาเล็กน้อย แต่การแกว่งตัวค่อนข้างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

➤ **Mean summer**

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	30.159	.154		195.413	.000
	time	-.002	.014	-.027	-.159	.875

a. Dependent Variable: mean_sum

เมื่อทำการตรวจสอบแนวโน้มเชิงเส้นของอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนกับเวลาโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนไม่มีแนวโน้มกับเวลา ($P = 0.875$)

➤ **Min summer**

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	20.919	.281		74.576	.000
	time	.001	.026	.004	.022	.983

a. Dependent Variable: min_sum

เมื่อทำการตรวจสอบแนวโน้มเชิงเส้นของอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนกับเวลาโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนไม่มีแนวโน้มกับเวลา ($P = 0.983$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

➤ **Max summer**

Coefficients^a

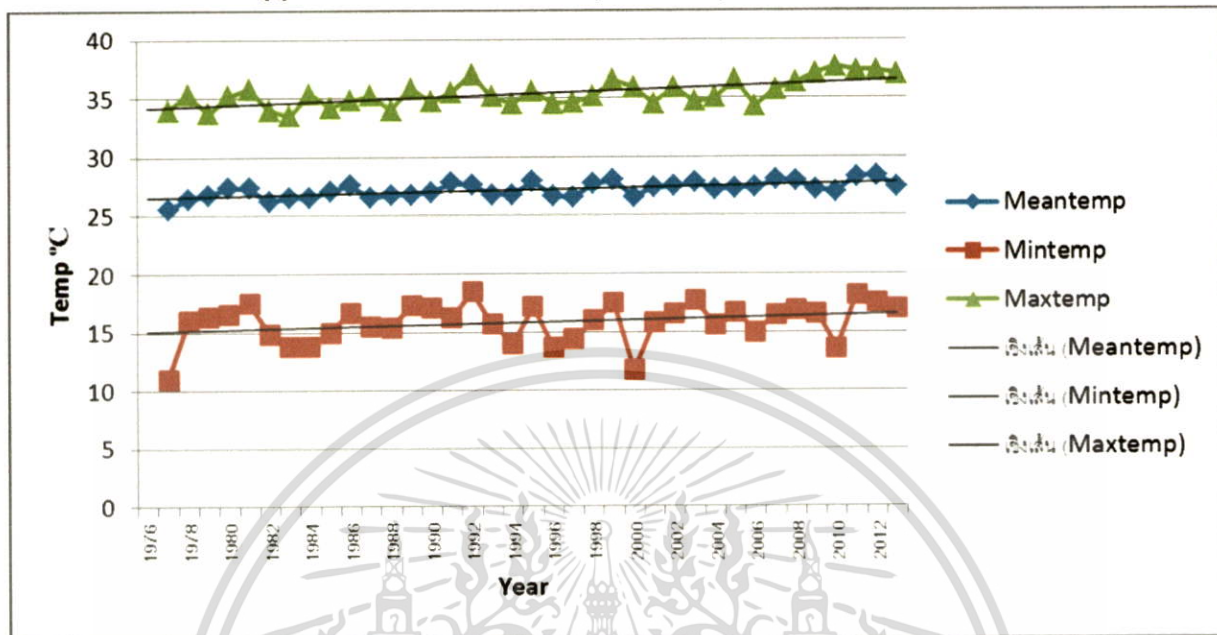
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	38.043	.200		189.928	.000
	time	.042	.019	.357	2.265	.030

a. Dependent Variable: max_sum

เมื่อทำการตรวจสอบแนวโน้มเชิงเส้นของอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนกับเวลาโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับเวลา อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรมอุตุนิยมวิทยา total Winter (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์) ปี 1976-2012



ภาพที่ 4.14 ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด ของอุณหภูมิในฤดูหนาว ค.ศ. 1976-2012 จากกรมอุตุนิยมวิทยา (นานาชาติ)

จากกราฟในภาพที่ 4.14 แสดงแนวโน้มเชิงเส้นของอุณหภูมิในฤดูหนาว ปี พ.ศ. 2518 – 2555 (ค.ศ. 1976-2012) จากกรมอุตุนิยมวิทยา แบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุด พบว่า อุณหภูมิสูงสุดค่อยๆเพิ่มขึ้นตามลำดับเวลา การแกว่งตัวค่อนข้างน้อย อุณหภูมิเฉลี่ยค่อยๆเพิ่มขึ้นตามลำดับเวลาเล็กน้อย การแกว่งตัวน้อย และอุณหภูมิต่ำสุดค่อยๆเพิ่มขึ้นตามลำดับเวลาเล็กน้อย แต่การแกว่งตัวค่อนข้างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

➤ **Mean winter**

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	27.186	.083		326.789	.000
	time	.035	.008	.601	4.445	.000

a. Dependent Variable: mean_win

เมื่อทำการตรวจสอบแนวโน้มเชิงเส้นของอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวกับเวลาโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับเวลา อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.001$)

➤ **Min winter**

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	15.832	.274		57.878	.000
	time	.040	.026	.255	1.560	.128

a. Dependent Variable: min_win

เมื่อทำการตรวจสอบแนวโน้มเชิงเส้นของอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวกับเวลาโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวไม่มีแนวโน้มกับเวลา ($P = 0.128$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

➤ **Max winter**

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	35.381	.143		247.944	.000
	time	.065	.013	.634	4.853	.000

a. Dependent Variable: max_win

เมื่อทำการตรวจสอบแนวโน้มเชิงเส้นของอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวกับเวลาโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับเวลา อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.001$)



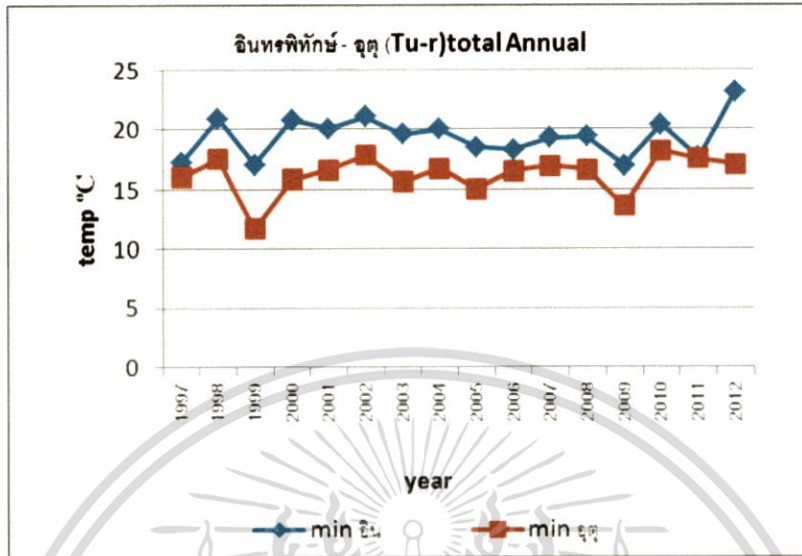
4.4
เปรียบเทียบอุณหภูมิจาก 3 สถานีที่ทำการตรวจวัดบริเวณริมถนน
กับกรมอุตุนิยมวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีพิทักษ์ – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) total Annual (min)



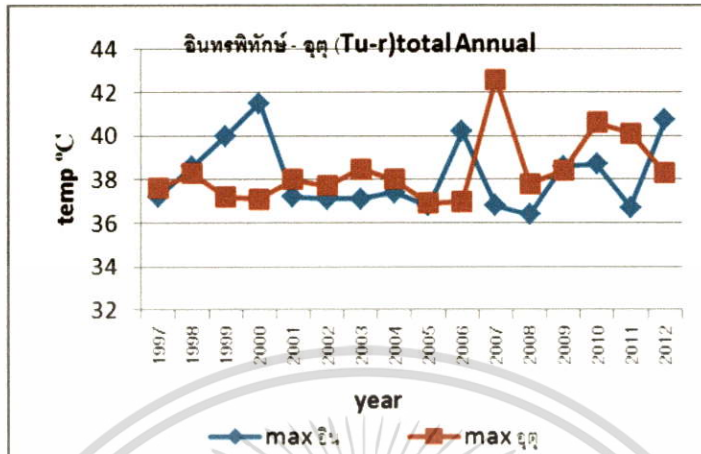
Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
min_temp	Equal variances assumed	.247	.623	5.360	30	.000	3.20000	.59699
	Equal variances not assumed			5.360	29.933	.000	3.20000	.59699

ภาพที่ 4.15 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดโดยรวมปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทรีพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา) จากกราฟในภาพที่ 4.15 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดโดยรวม ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานี อินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์สูงกว่าอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยาทุกปี และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดโดยรวมของสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.001$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีพิทักษ์ – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) total Annual (max)



Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
max_temp	1.024	.320	-.349	30	.730	-.19375	.55513
Equal variances assumed							
Equal variances not assumed			-.349	29.870	.730	-.19375	.55513

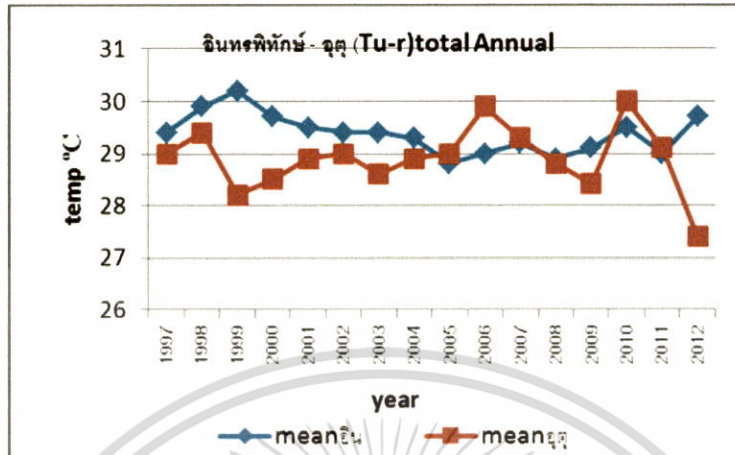
ภาพที่ 4.16 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดโดยรวมปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี อินทรีพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.16 แสดงอุณหภูมิสูงสุดโดยรวม ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน เช่นปี ค.ศ. 2000, 2006 และ 2012 อุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์สูงกว่ากรมอุตุนิยมวิทยา ส่วนปี ค.ศ. 2003, 2007 และ 2011อุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยา สูงกว่า สถานีอินทรีพิทักษ์ และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดโดยรวมของสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.73$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีพิทักษ์ – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) total Annual (mean)



Independent Samples Test

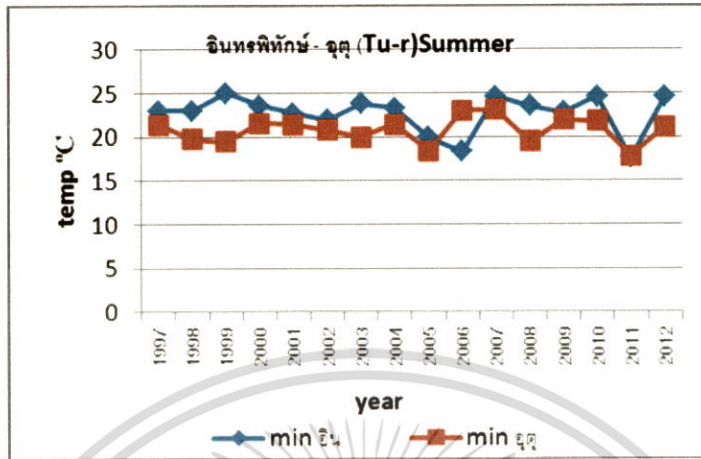
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
mean_temp	Equal variances assumed	1.408	.245	2.587	30	.015	.47500	.18360
	Equal variances not assumed			2.587	24.601	.016	.47500	.18360

ภาพที่ 4.17 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยโดยรวมปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานี อินทรีพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.17 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยโดยรวม ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานี อินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์สูงกว่ากรมอุตุนิยมวิทยาในช่วงปี ค.ศ. 1997-2004 ส่วนในปีอื่นๆอุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที(Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยโดยรวมของสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีพิทักษ์ – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r)Summer (min)



Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
min_sum Equal variances assumed	.887	.354	2.779	30	.009	1.85625	.66784
Equal variances not assumed			2.779	26.454	.010	1.85625	.66784

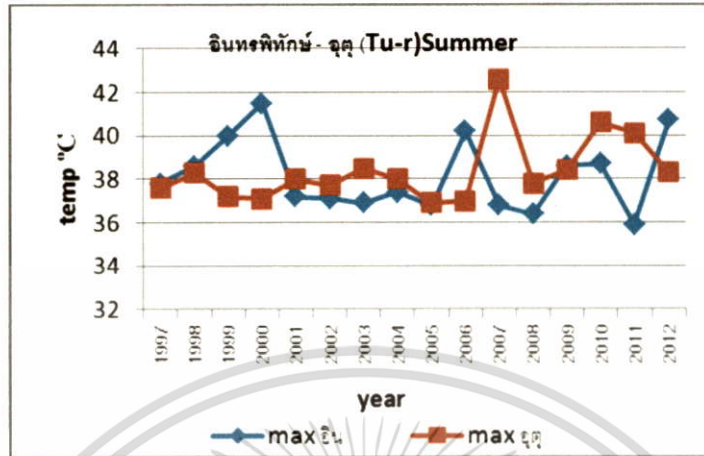
ภาพที่ 4.18 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี อินทรีพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.18 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์ส่วนใหญ่สูงกว่าอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยา และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนของสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีพิทักษ์ – กรมอุตุฯ (Tu-r)Summer (max)



Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
max_sum	Equal variances assumed	1.091	.304	-.387	30	.701	-.21875	.56503
	Equal variances not assumed			-.387	29.713	.701	-.21875	.56503

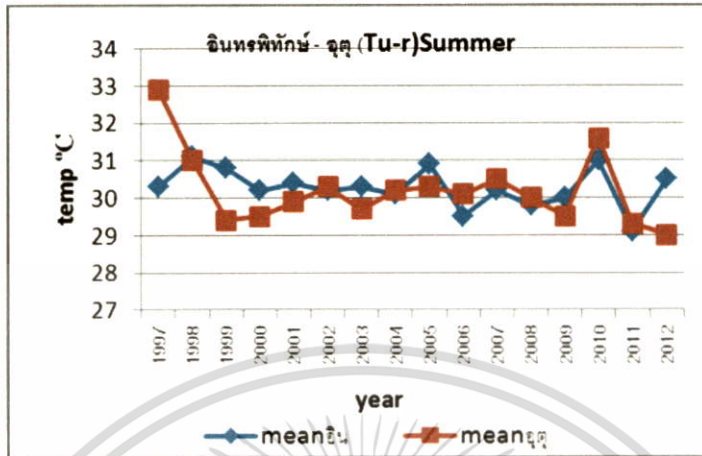
ภาพที่ 4.19 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี อินทรีพิทักษ์ และ กรมอุตุฯ (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.19 แสดงอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุฯนิคมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุฯนิคมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกัน และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนของสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุฯนิคมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.701$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีพิทักษ์ – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r)Summer (mean)



Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
mean_sum	Equal variances assumed	2.245	.145	.270	30	.789	.07500	.27786
	Equal variances not assumed			.270	23.244	.790	.07500	.27786

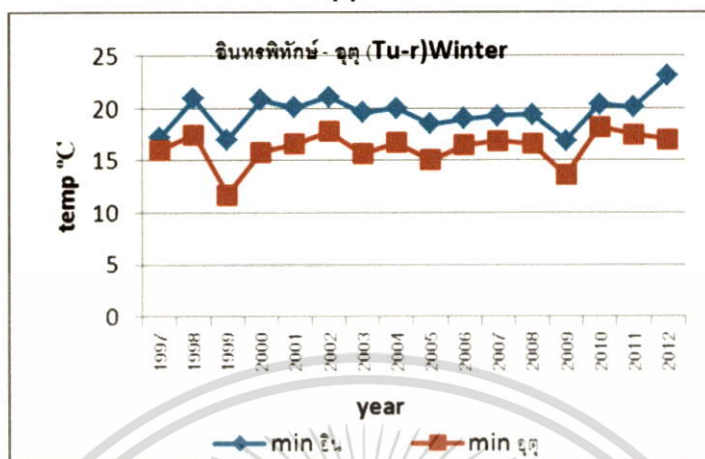
ภาพที่ 4.20 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี อินทรีพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.20 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกัน และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อน ของสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = .789$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีพิทักษ์ – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Winter (min)



Independent Samples Test

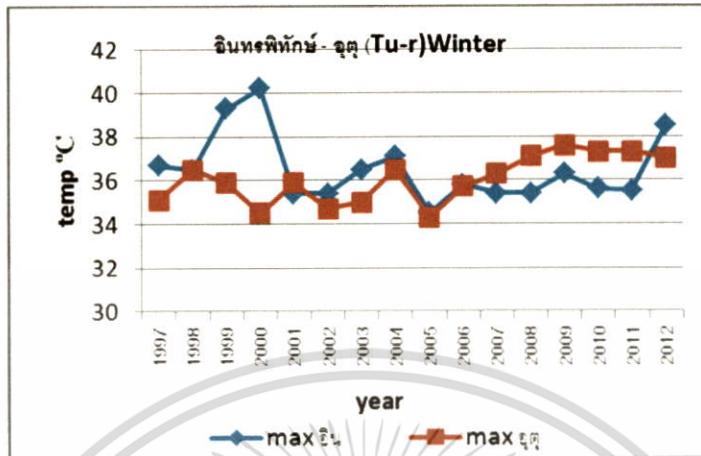
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
min_wi	.016	.900	5.846	30	.000	3.40000	.58157
n			5.846	30.000	.000	3.40000	.58157

ภาพที่ 4.21 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี อินทรีพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4. 21 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาว ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์สูงกว่าอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยาทุกปี และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาว ของสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.001$)

อินทรีพิทักษ์ – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Winter (max)



Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
max_win	.766	.388	.970	30	.340	.46250	.47683
Equal variances assumed							
Equal variances not assumed			.970	26.556	.341	.46250	.47683

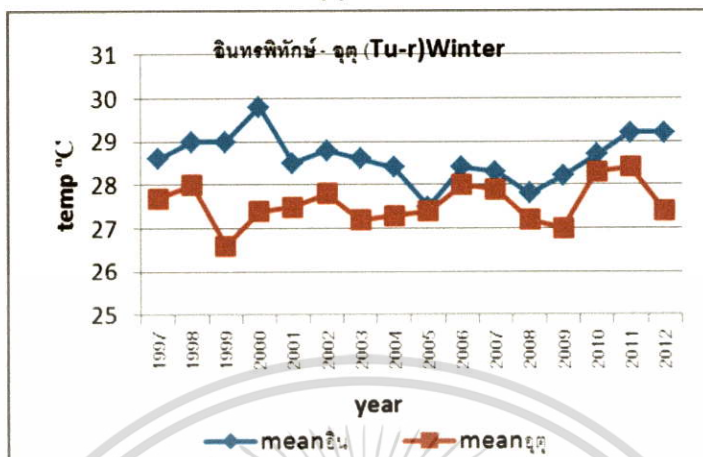
ภาพที่ 4.22 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี อินทรีพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.22 แสดงอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาว ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกัน และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวของสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P = 0.34$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีพิทักษ์ – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Winter (mean)



Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
mean_win	Equal variances assumed	.053	.819	5.720	30	.000	1.05625	.18467
	Equal variances not assumed			5.720	29.331	.000	1.05625	.18467

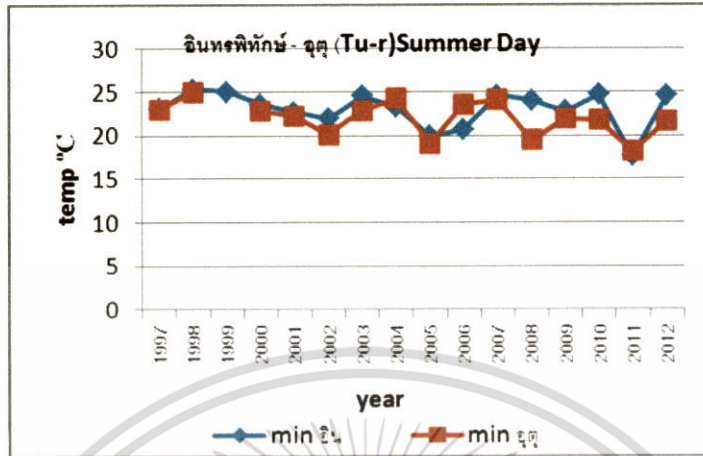
ภาพที่ 4.23 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี อินทรีพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.23 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาว ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์สูงกว่ากรมอุตุนิยมวิทยาทุกปี และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวของสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.001$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีพิทักษ์ – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Summer Day (min)



Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
min_sum.	Equal variances assumed	.000	.985	1.360	29	.184	1.00542	.73933
	Equal variances not assumed			1.362	28.990	.184	1.00542	.73815

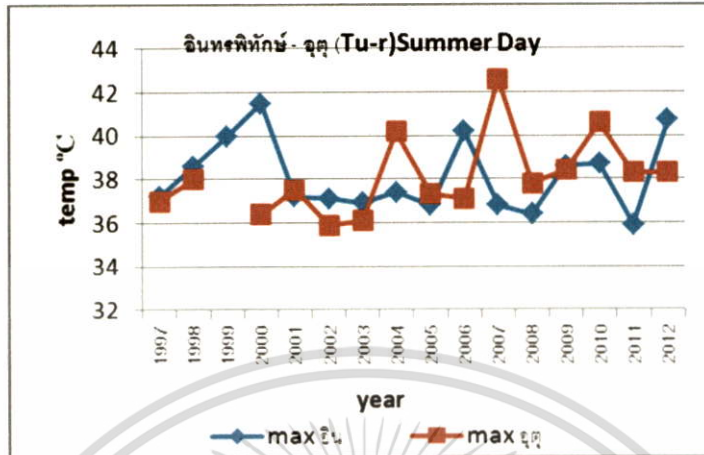
ภาพที่ 4.24 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี อินทรีพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.24 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางวัน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์ส่วนใหญ่สูงกว่าอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยาเล็กน้อย และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางวันของสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.184$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีพิทักษ์ – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Summer Day (max)



Independent Samples Test

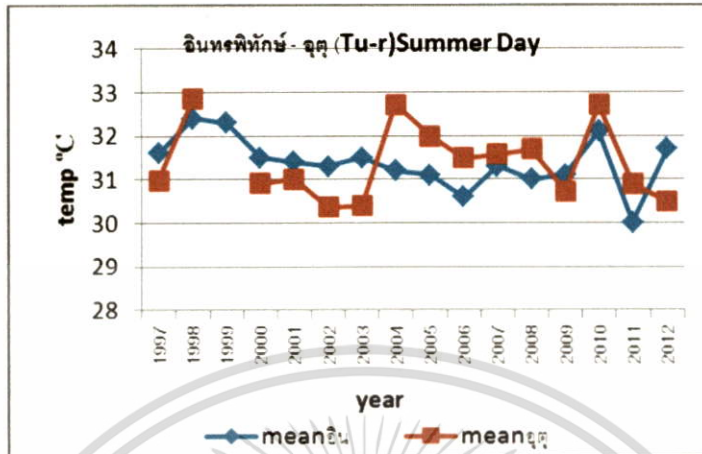
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
max_sum.d	Equal variances assumed	.108	.745	.040	29	.969	.02500	.62950
	Equal variances not assumed			.040	28.460	.969	.02500	.63100

ภาพที่ 4.25 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี อินทรีพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.25 แสดงอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางวัน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกัน และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางวันของสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.969$)

อินทรีพิทักษ์ – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Summer Day (mean)



Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
mean_sum.d Equal variances assumed	3.383	.076	-.028	29	.978	-.00742	.26402
Equal variances not assumed			-.028	25.030	.978	-.00742	.26699

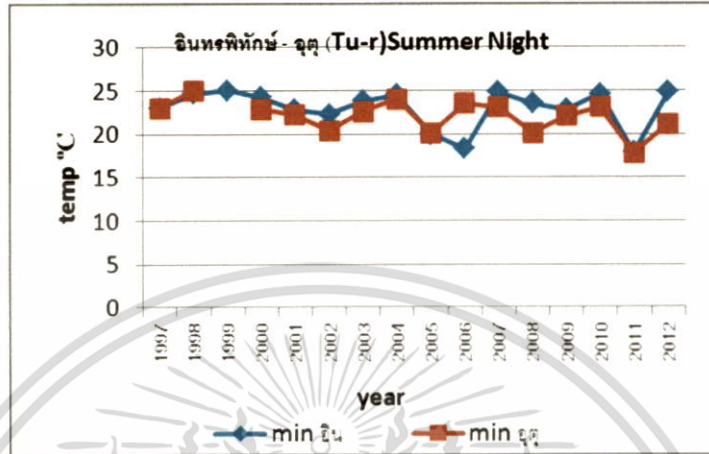
ภาพที่ 4.26 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี อินทรีพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.26 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนตอนกลางวัน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกัน และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมিরะหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนตอนกลางวันของสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.978$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทพิทักษ์ – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Summer Night (min)



Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
min_sum.	Equal variances assumed	.277	.603	1.162	29	.255	.87083	.74965
	Equal variances not assumed			1.170	28.443	.252	.87083	.74452

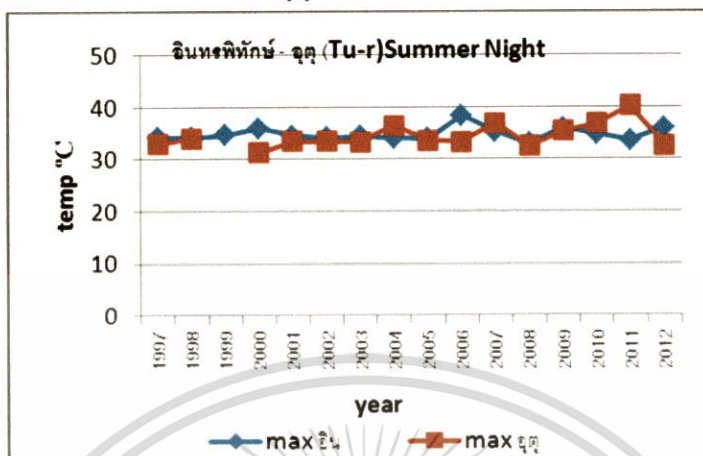
ภาพที่ 4.27 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี อินทพิทักษ์ และ อุตุ (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.27 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีอินทพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทพิทักษ์ส่วนใหญ่สูงกว่าอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยาเล็กน้อย แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืนของสถานีอินทพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.255$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีพิทักษ์ – กรมอุตุฯ (Tu-r)Summer Night (max)



Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
max_sum.n	Equal variances assumed	5.471	.026	.609	29	.547	.40083	.65809
	Equal variances not assumed			.598	21.361	.556	.40083	.67008

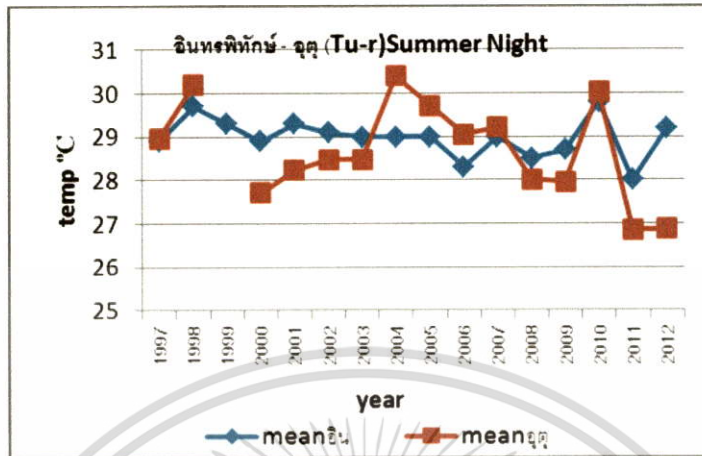
ภาพที่ 4.28 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี อินทรีพิทักษ์ และ กรมอุตุฯ (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.28 แสดงอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุฯนิยมนิยามวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุฯนิยมนิยามวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกันเล็กน้อย และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืนของสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุฯนิยมนิยามวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.556$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีพิทักษ์ – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Summer Night (mean)



Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
mean_sum.n Equal variances assumed	11.934	.002	.999	29	.326	.30258	.30288
Equal variances not assumed			.976	18.431	.342	.30258	.31011

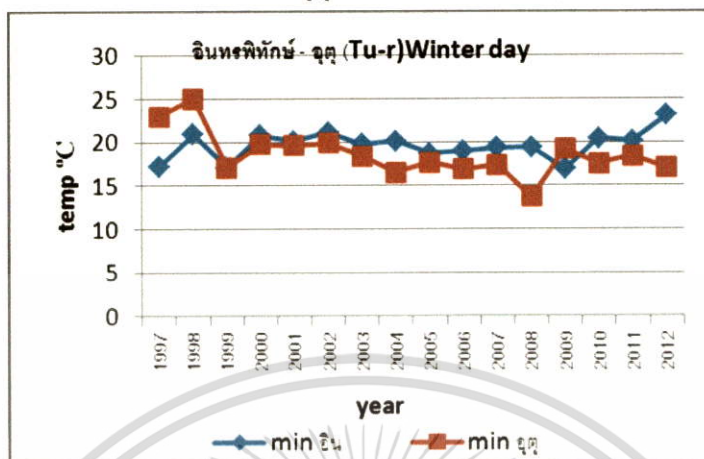
ภาพที่ 4.29 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี อินทรีพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.29 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนตอนกลางคืน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกัน และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิจากสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนตอนกลางคืนของสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.342$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีพิทักษ์ – กรมอุตุฯ (Tu-r) Winter day (min)



Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
min_win.d Equal variances assumed	1.672	.206	1.363	30	.183	1.05625	.77488
Equal variances not assumed			1.363	24.954	.185	1.05625	.77488

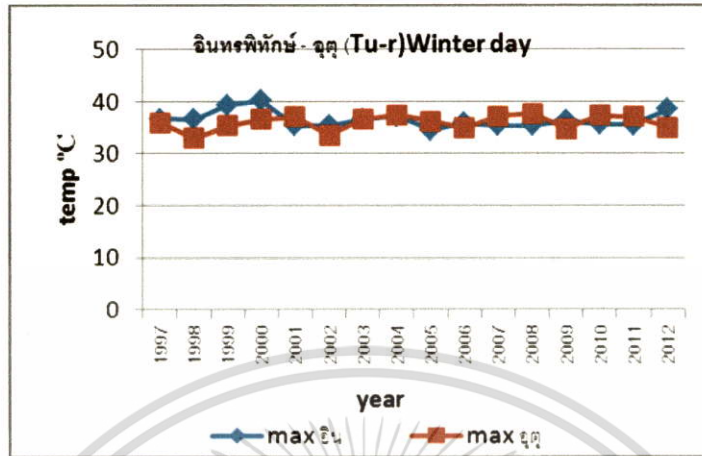
ภาพที่ 4.30 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่างสถานี อินทรีพิทักษ์ และ กรมอุตุฯ (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.30 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางวัน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุฯนิคมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์ส่วนใหญ่สูงกว่าอุณหภูมิจากกรมอุตุฯนิคมวิทยาเล็กน้อย แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางวันของสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุฯนิคมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.183$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีพิทักษ์ – กรมอุตุฯ (Tu-r) Winter day (max)



Independent Samples Test

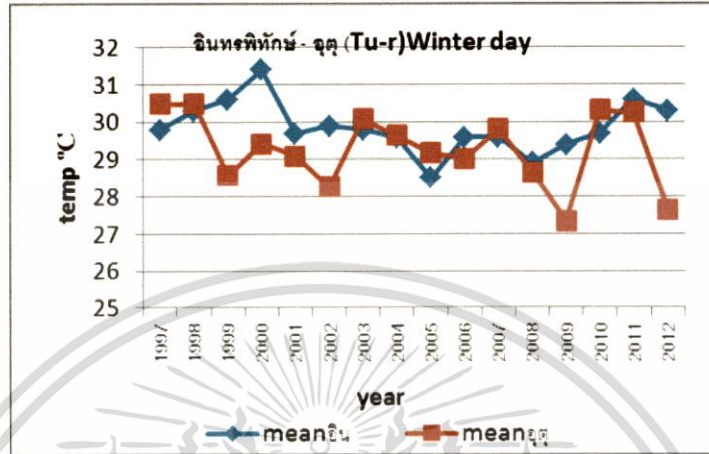
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
max_win.	Equal variances assumed	.003	.959	1.047	30	.303	.55000	.52507
	Equal variances not assumed			1.047	29.562	.303	.55000	.52507

ภาพที่ 4.31 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี อินทรีพิทักษ์ และ กรมอุตุฯ (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.31 แสดงอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางวัน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุฯ พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุฯ ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกันน้อย และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางวันของสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุฯ ไม่แตกต่างกัน ($P = 0.303$)

อินทรีพิทักษ์ – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Winter day (mean)



Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
mean_win.d	Equal variances assumed	2.887	.100	1.971	30	.058	.59125	.29998
	Equal variances not assumed			1.971	26.849	.059	.59125	.29998

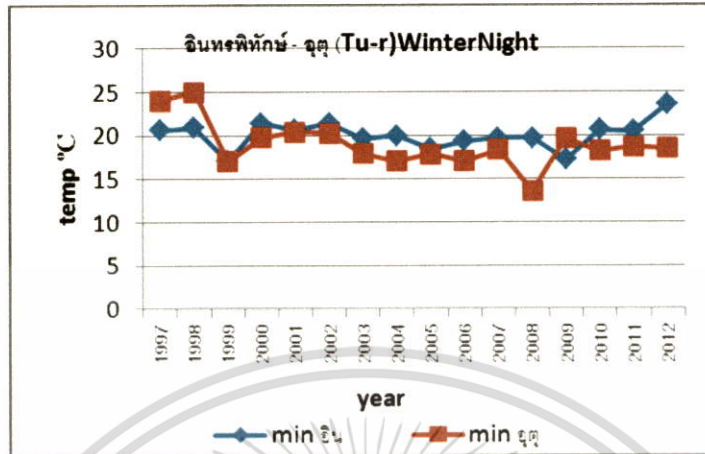
ภาพที่ 4.32 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี อินทรีพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.32 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวตอนกลางวัน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกันค่อนข้างมาก และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวตอนกลางวันของสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.058$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีพิทักษ์ – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) WinterNight (min)



Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
min_win.n	2.059	.162	1.384	30	.176	1.09375	.79003
Equal variances assumed							
Equal variances not assumed			1.384	24.375	.179	1.09375	.79003

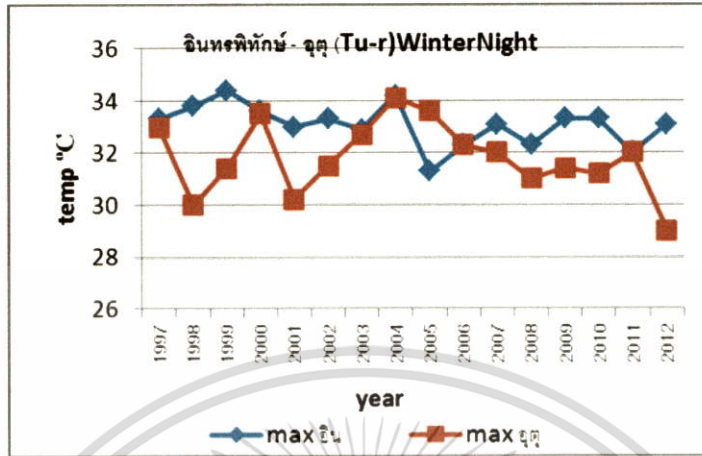
ภาพที่ 4.33 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี อินทรีพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.33 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์ส่วนใหญ่สูงกว่าอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยาเล็กน้อย แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืนของสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.176$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทพิทักษ์ – กรมอุตุฯ (Tu-r) WinterNight (max)



Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
max_win.	Equal variances assumed	4.479	.043	3.163	30	.004	1.26875	.40114
	Equal variances not assumed			3.163	23.916	.004	1.26875	.40114

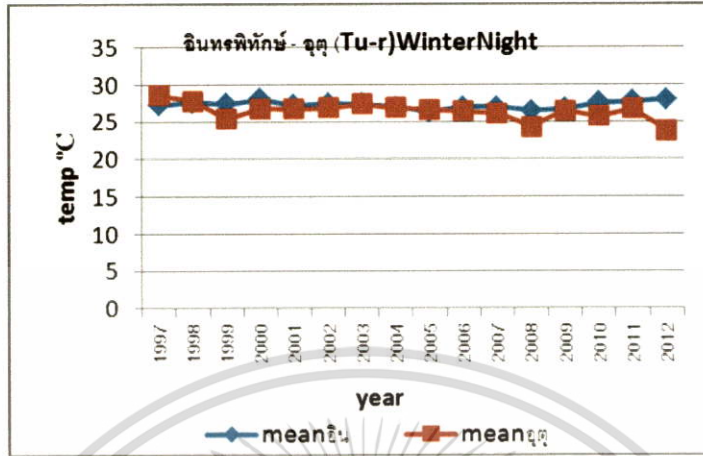
ภาพที่ 4.34 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี อินทพิทักษ์ และ กรมอุตุฯ (บางนา)

จากภาพที่ 4.34 แสดงอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีอินทพิทักษ์และกรมอุตุฯนิยมนิยามวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทพิทักษ์และกรมอุตุฯนิยมนิยามวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกัน แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืนของสถานีอินทพิทักษ์และกรมอุตุฯนิยมนิยามวิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีพิทักษ์ – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) WinterNight (mean)



Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
mean_win.n	4.531	.042	2.595	30	.014	.85125	.32799
Equal variances assumed							
Equal variances not assumed			2.595	20.100	.017	.85125	.32799

ภาพที่ 4.35 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี อินทรีพิทักษ์ และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

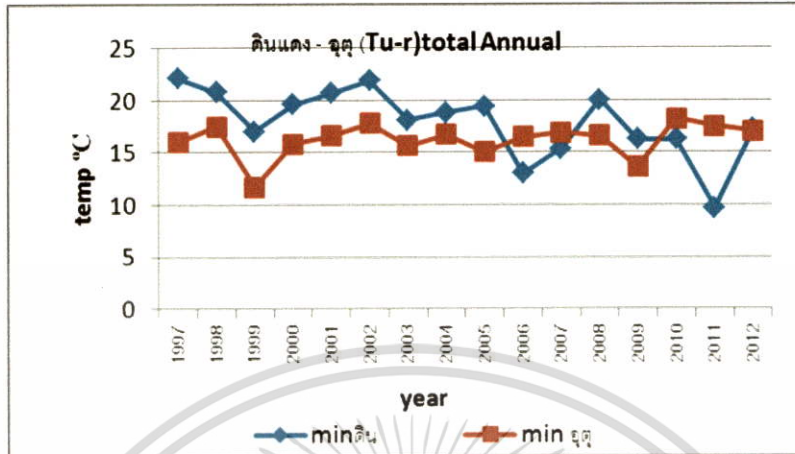
จากกราฟในภาพที่ 4.35 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวตอนกลางคืนปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงเล็กน้อย แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวตอนกลางคืนของสถานีอินทรีพิทักษ์และกรมอุตุนิยมวิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) total Annual (min)



Independent Samples Test

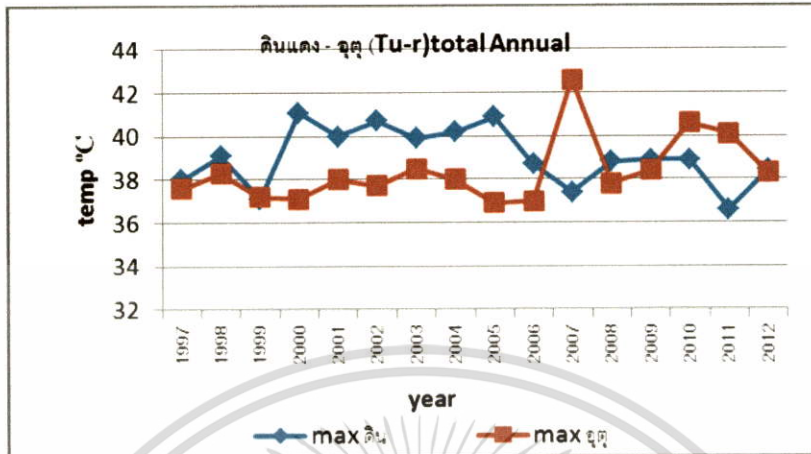
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
MIN_TOTA	Equal variances assumed	5.880	.022	1.821	30	.079	1.6875	.92670
	Equal variances not assumed			1.821	21.967	.082	1.6875	.92670

ภาพที่ 4.36 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดโดยรวมปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.36 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดโดยรวม ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานี ดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงส่วนมากสูงกว่าอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยา แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดโดยรวมของสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.082$)

ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) total Annual (max)



Independent Samples Test

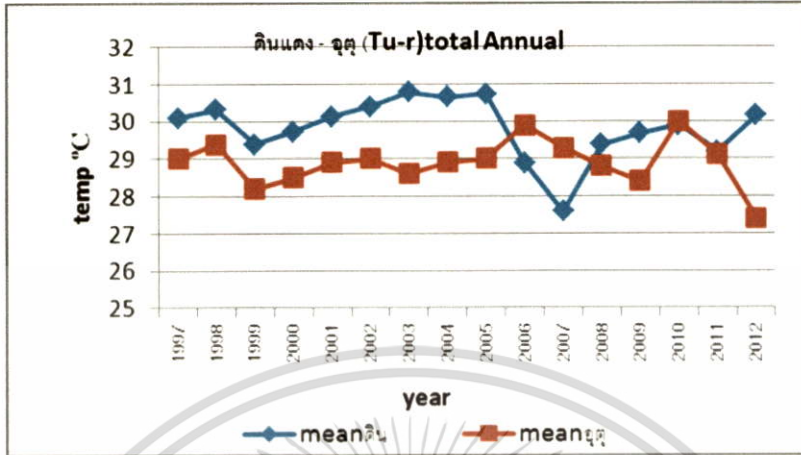
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
MAX_TOTA	Equal variances assumed	.013	.911	1.302	30	.203	.6625	.50877
	Equal variances not assumed			1.302	29.628	.203	.6625	.50877

ภาพที่ 4.37 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดโดยรวมปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.37 แสดงอุณหภูมิสูงสุดโดยรวม ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานี ดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกัน และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดโดยรวมของสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.203$)

ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) total Annual (mean)



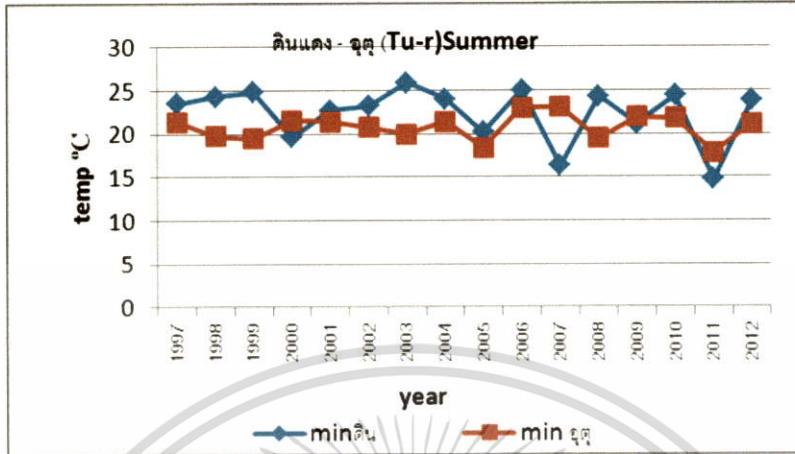
Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
MEAN_TOT	Equal variances assumed	.976	.331	3.550	30	.001	.9138	.25737
	Equal variances not assumed			3.550	28.199	.001	.9138	.25737

ภาพที่ 4.38 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยโดยรวมปี ค.ศ. 1997-2012
ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.38 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยโดยรวม ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงสูงกว่ากรมอุตุนิยมวิทยาในช่วงปี ค.ศ. 1997-2005 ส่วนในปีอื่นๆอุณหภูมิจากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยโดยรวมของสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Summer (min)



Independent Samples Test

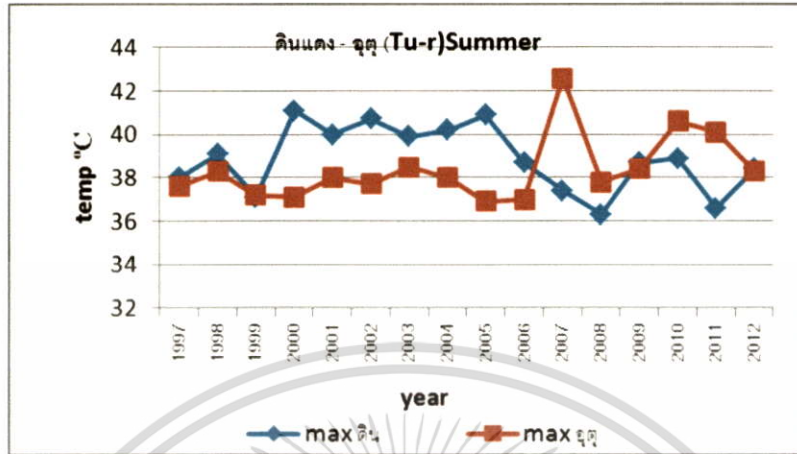
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
MIN_SUM	Equal variances assumed	6.105	.019	1.796	30	.083	1.5875	.88393
	Equal variances not assumed			1.796	21.318	.087	1.5875	.88393

ภาพที่ 4.39 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.39 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงส่วนใหญ่สูงกว่าอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยา แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนของสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.087$)

ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Summer (max)



Independent Samples Test

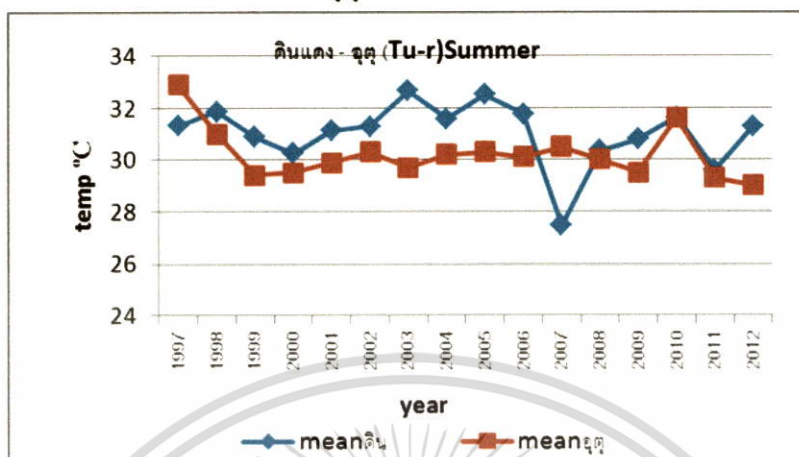
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
MAX_SUM							
Equal variances assumed	.304	.586	.919	30	.365	.4937	.53710
Equal variances not assumed			.919	30.000	.365	.4937	.53710

ภาพที่ 4.40 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.40 แสดงอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกัน และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อน ของสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.365$)

ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r)Summer (mean)



Independent Samples Test

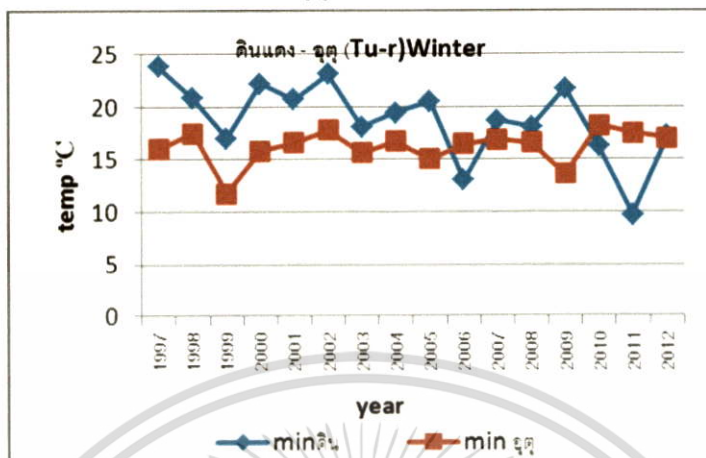
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
MEAN_SUM	Equal variances assumed	.409	.527	2.085	30	.046	.8200	.39324
	Equal variances not assumed			2.085	28.474	.046	.8200	.39324

ภาพที่ 4.41 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.41 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงสูงกว่ากรมอุตุนิยมวิทยาในช่วงปี ค.ศ. 1998-2006 ส่วนในปีอื่นๆอุณหภูมิจากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อน ของสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Winter (min)



Independent Samples Test

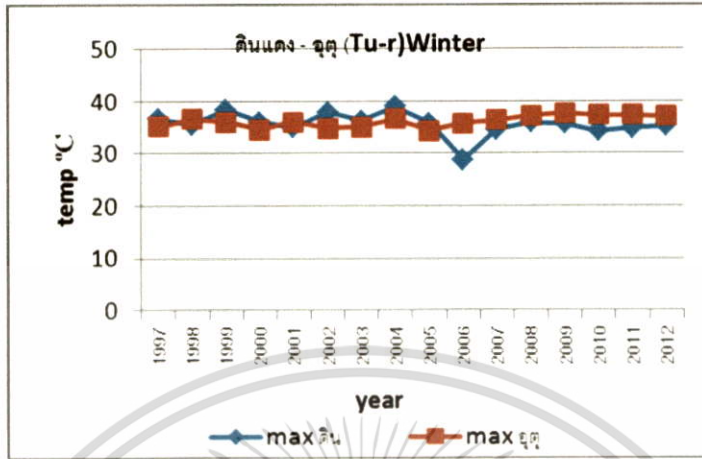
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
min_wi	Equal variances assumed	5.981	.021	2.548	30	.016	2.57500	1.01044
	Equal variances not assumed			2.548	20.753	.019	2.57500	1.01044

ภาพที่ 4.42 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.42 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาว ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงส่วนใหญ่สูงกว่าอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยา และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาว ของสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r)Winter (max)



Independent Samples Test

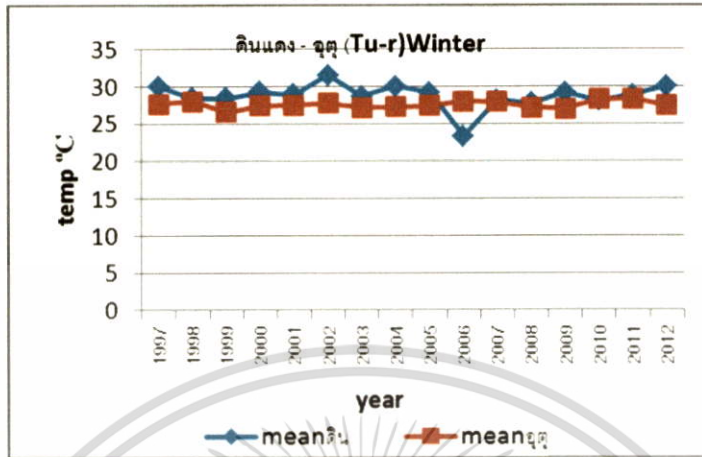
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	
max_win Equal variances assumed	1.137	.295	-.806	30	.427	-.50625	.62841	
Equal variances not assumed			-.806	21.446	.429	-.50625	.62841	

ภาพที่ 4.43 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.43 แสดงอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาว ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จาก สถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกันน้อย และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวของสถานี ดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน (P = 0.427)

ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r)Winter (mean)



Independent Samples Test

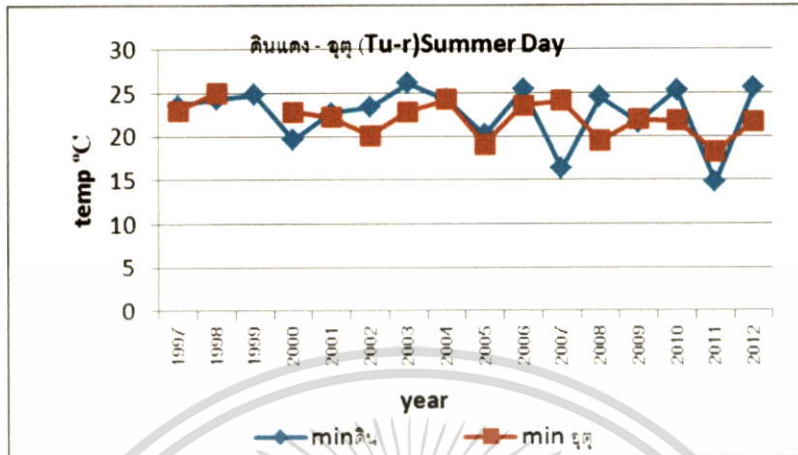
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
mean_win	3.515	.071	2.636	30	.013	1.19269	.45254
Equal variances assumed							
Equal variances not assumed			2.636	17.269	.017	1.19269	.45254

ภาพที่ 4.44 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.44 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาว ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงส่วนใหญ่สูงกว่ากรมอุตุนิยมวิทยาเล็กน้อย แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาว ของสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Summer Day (min)



Independent Samples Test

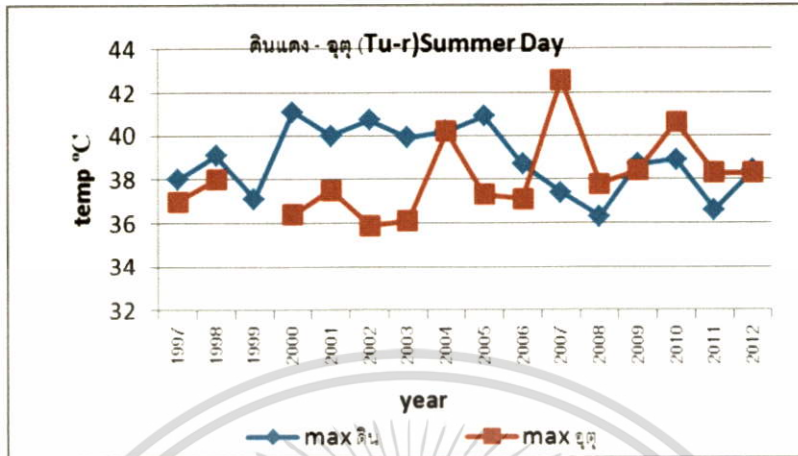
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
min_sum. d	Equal variances assumed	2.940	.097	.623	29	.538	.62417	1.00218
	Equal variances not assumed			.633	24.747	.533	.62417	.98645

ภาพที่ 4.45 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.45 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางวัน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงและอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกันค่อนข้างมาก และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางวันของสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.538$)

ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Summer Day (max)



Independent Samples Test

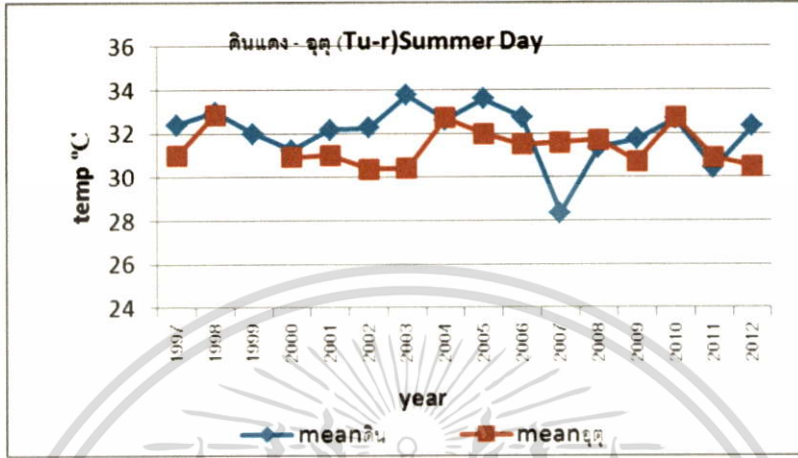
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
max_sum.	.048	.828	1.292	29	.207	.77500	.59994
d			1.284	27.411	.210	.77500	.60346

ภาพที่ 4.46 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางวัน ปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.46 แสดงอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางวัน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกันค่อนข้างมาก และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางวัน ของสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.207$)

ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Summer Day (mean)



Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
mean_sum.d Equal variances assumed	.490	.490	1.620	29	.116	.64277	.39671
Equal variances not assumed			1.642	26.126	.113	.64277	.39153

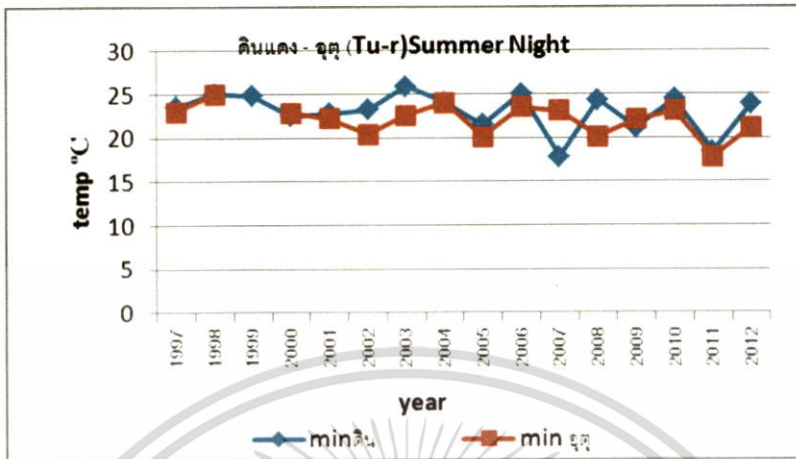
ภาพที่ 4.47 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.47 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนตอนกลางวัน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกัน และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนตอนกลางวัน ของสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.116$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Summer Night (min)



Independent Samples Test

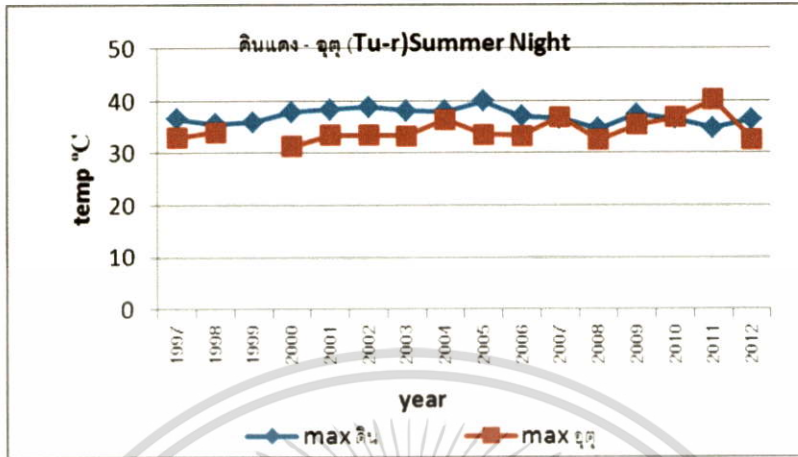
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
min_sum.	.415	.524	1.245	29	.223	.93958	.75448
n			1.254	28.362	.220	.93958	.74908
	Equal variances assumed						
	Equal variances not assumed						

ภาพที่ 4.48 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.48 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงส่วนใหญ่สูงกว่าอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยาเล็กน้อย และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืนของสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.223$)

ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Summer Night (max)



Independent Samples Test

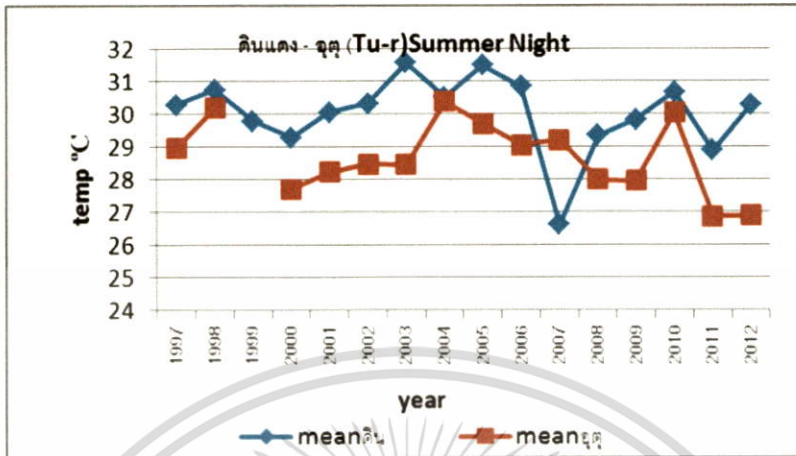
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
max_sum.n Equal variances assumed	3.060	.091	3.883	29	.001	2.65083	.68261
Equal variances not assumed			3.827	23.242	.001	2.65083	.69265

ภาพที่ 4.49 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.49 แสดงอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงส่วนใหญ่สูงกว่ากรมอุตุนิยมวิทยา และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที่ (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืน ของสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Summer Night (mean)



Independent Samples Test

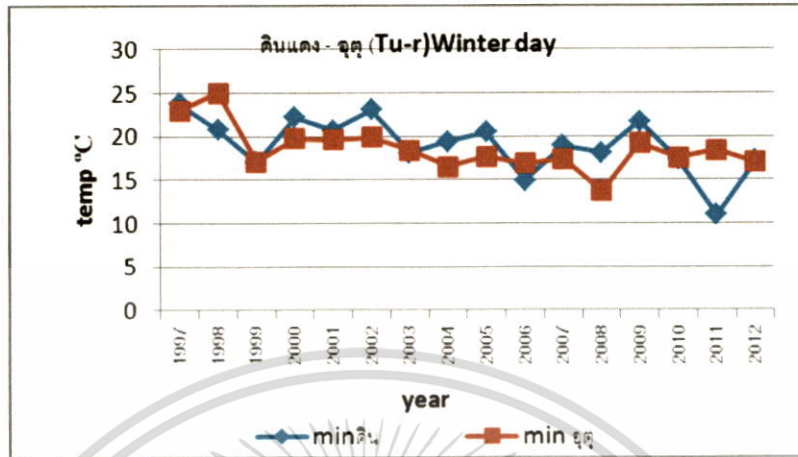
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
mean_sum.n Equal variances assumed	.149	.702	3.295	29	.003	1.35852	.41226
Equal variances not assumed			3.301	28.995	.003	1.35852	.41151

ภาพที่ 4.50 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.50 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนตอนกลางคืน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกันค่อนข้างมาก แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนตอนกลางคืนของสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Winter day (min)



Independent Samples Test

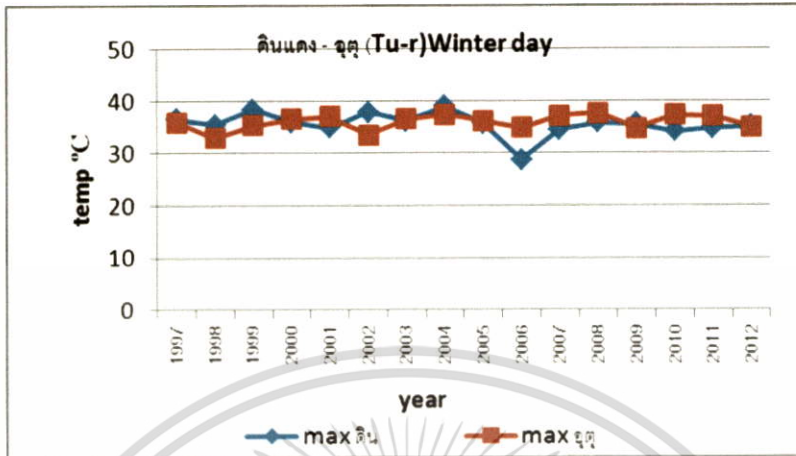
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
min_win.d Equal variances assumed	.791	.381	.454	30	.653	.47500	1.04665
Equal variances not assumed			.454	28.785	.653	.47500	1.04665

ภาพที่ 4.51 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.51 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางวัน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงส่วนมากสูงกว่าอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยา มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกันเล็กน้อย และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางวันของสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.653$)

ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Winter day (max)



Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
max_win. Equal variances assumed	.283	.599	-.629	30	.534	-.41875	.66576
Equal variances not assumed			-.629	24.880	.535	-.41875	.66576

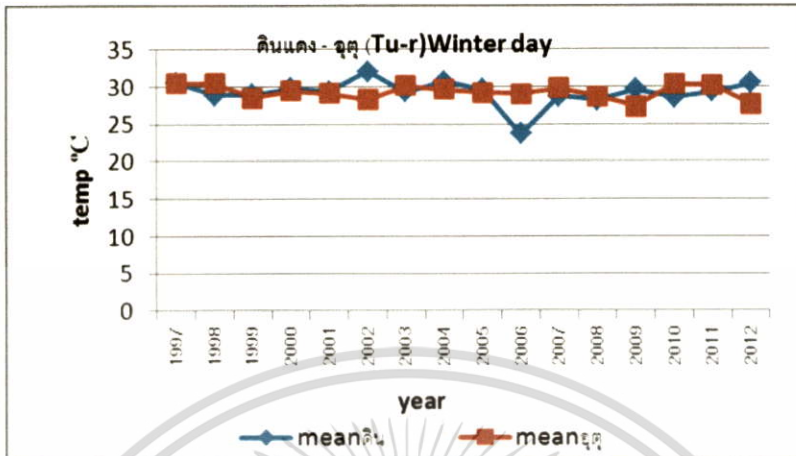
ภาพที่ 4.52 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.52 แสดงอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางวัน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกันน้อย และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางวันของสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.534$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Winter day (mean)



Independent Samples Test

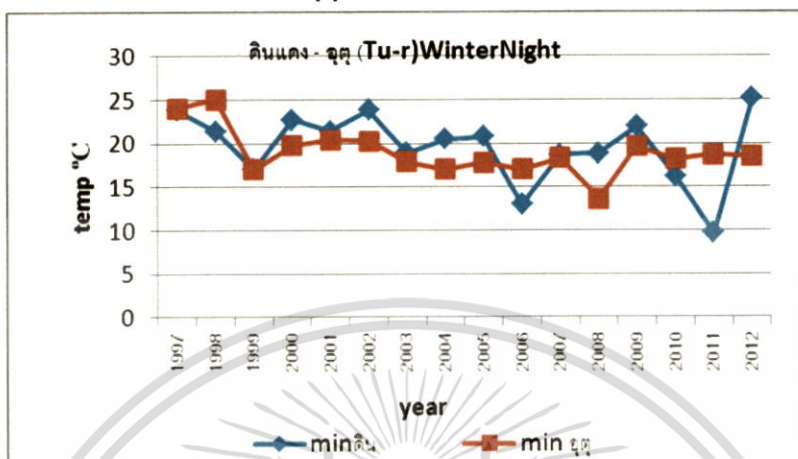
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
mean_win.d Equal variances assumed	.475	.496	-.078	30	.938	-.03950	.50445
Equal variances not assumed			-.078	23.513	.938	-.03950	.50445

ภาพที่ 4.53 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานีดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.53 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวตอนกลางวัน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกันน้อย และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวตอนกลางวันของสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.938$)

ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Winter Night (min)



Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
min_win.n Equal variances assumed	2.309	.139	.540	30	.594	.66250	1.22792
Equal variances not assumed			.540	26.089	.594	.66250	1.22792

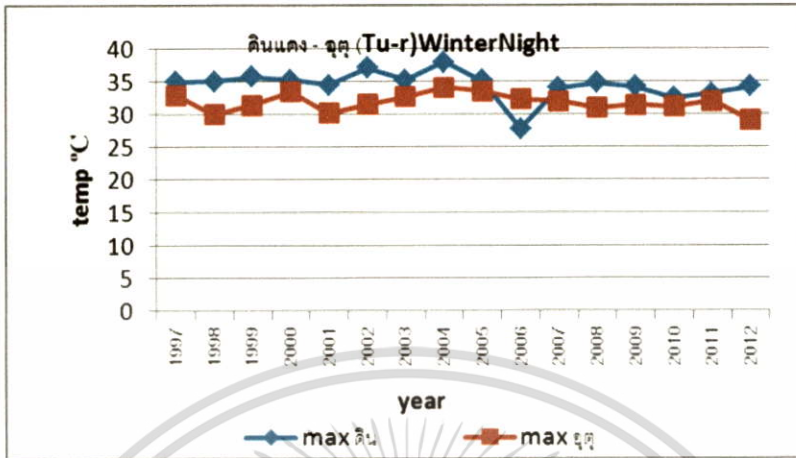
ภาพที่ 4.54 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.54 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงและอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกัน และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืนของสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.594$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดินแดง – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Winter Night (max)



Independent Samples Test

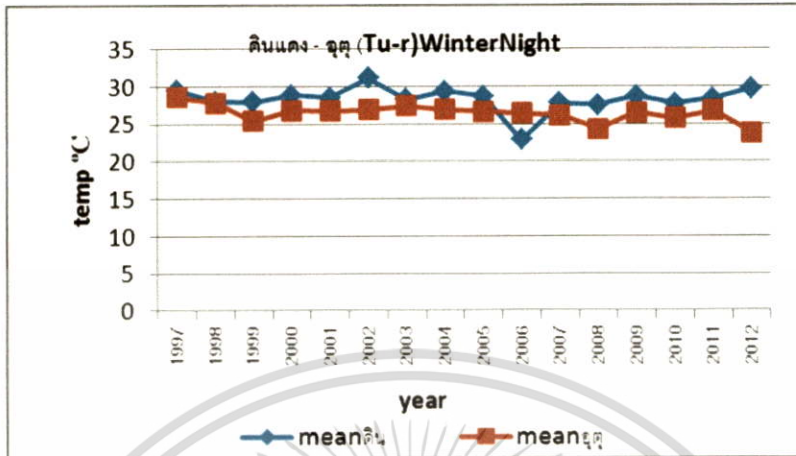
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
max_win. n	.389	.538	4.107	30	.000	2.69375	.65584
			4.107	25.186	.000	2.69375	.65584

ภาพที่ 4.55 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ดินแดง และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.55 แสดงอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงส่วนใหญ่สูงกว่ากรมอุตุนิยมวิทยา และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืนของสถานีดินแดงและกรมอุตุนิยมวิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.001$)

ดินแดง – กรมอุตุฯ (Tu-r) Winter Night (mean)



Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
mean_win.n Equal variances assumed	.142	.709	3.557	30	.001	1.86275	.52373
Equal variances not assumed			3.557	27.013	.001	1.86275	.52373

ภาพที่ 4.56 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012

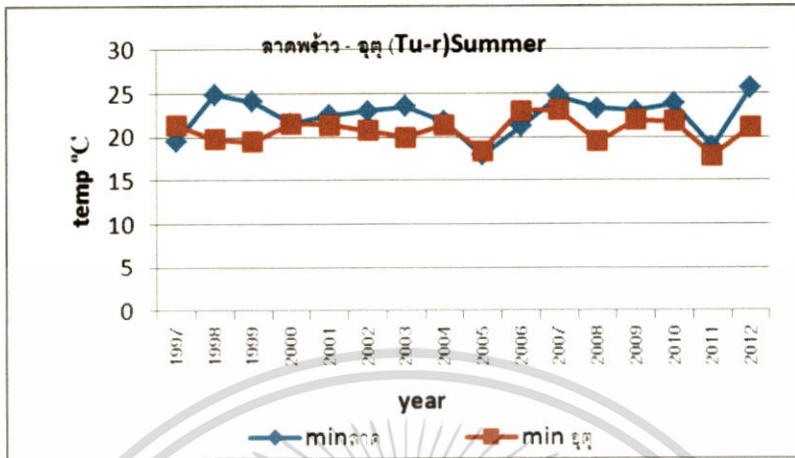
ระหว่าง สถานีดินแดง และ กรมอุตุฯ (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.56 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวตอนกลางคืน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีดินแดงและกรมอุตุฯนิคมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีดินแดงส่วนใหญ่สูงกว่ากรมอุตุฯนิคมวิทยาเล็กน้อย แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิตั้งแต่สองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวตอนกลางคืนของสถานีดินแดงและกรมอุตุฯนิคมวิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลาดพร้าว – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Summer (min)



Independent Samples Test

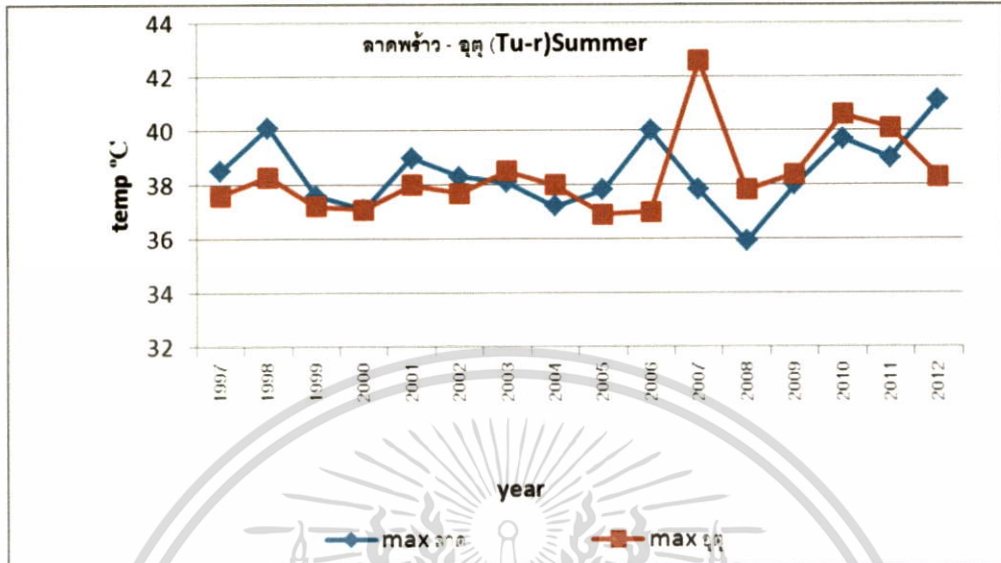
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
min_sum	Equal variances assumed	1.871	.181	2.495	30	.018	1.66875	.66872
	Equal variances not assumed			2.495	26.425	.019	1.66875	.66872

ภาพที่ 4.57 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ลาดพร้าว และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.57 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีลาดพร้าวส่วนใหญ่สูงกว่าอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยา และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนของสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ลาดพร้าว – กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r)Summer (max)



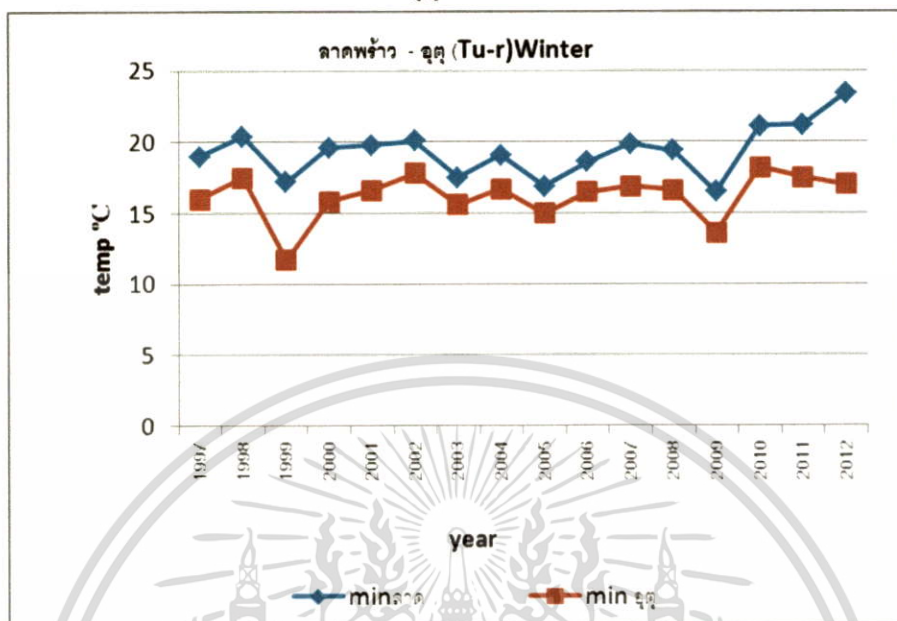
Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
max_sum	Equal variances assumed	.000	.987	.137	30	.892	.06875	.50276
	Equal variances not assumed			.137	29.432	.892	.06875	.50276

ภาพที่ 4.58 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานีลาดพร้าว และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา) จากกราฟในภาพที่ 4.58 แสดงอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จาก สถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกัน และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้อันโดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนของสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.892$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลาดพร้าว - กรมอุตุฯ (Tu-r) Winter (min)



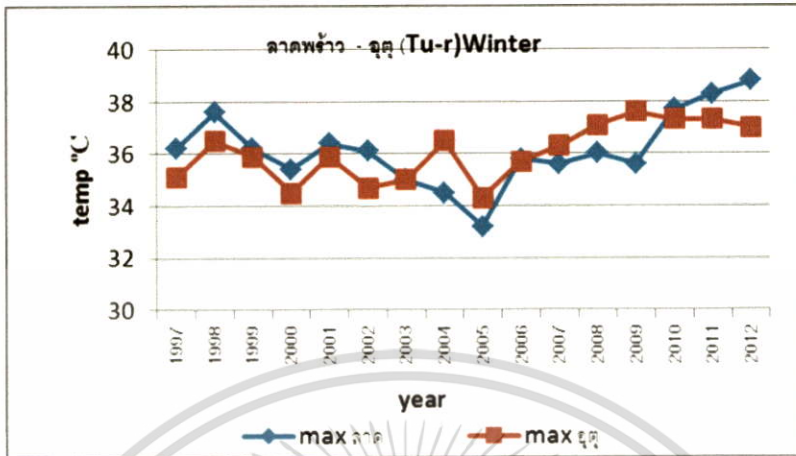
Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
min_wi	Equal variances assumed	.159	.693	5.210	30	.000	3.16875	.60820
	Equal variances not assumed			5.210	29.798	.000	3.16875	.60820

ภาพที่ 4.59 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานีลาดพร้าว และ กรมอุตุฯ (บางนา) จากกราฟในภาพที่ 4.59 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุฯนิคมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีลาดพร้าวสูงกว่าอุณหภูมิจากกรมอุตุฯนิคมวิทยาทุกปี และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาว ของสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุฯนิคมวิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.001$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลาดพร้าว - กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r)Winter (max)



Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
max_win Equal variances assumed	.169	.684	.238	30	.813	.10625	.44600
Equal variances not assumed			.238	27.982	.813	.10625	.44600

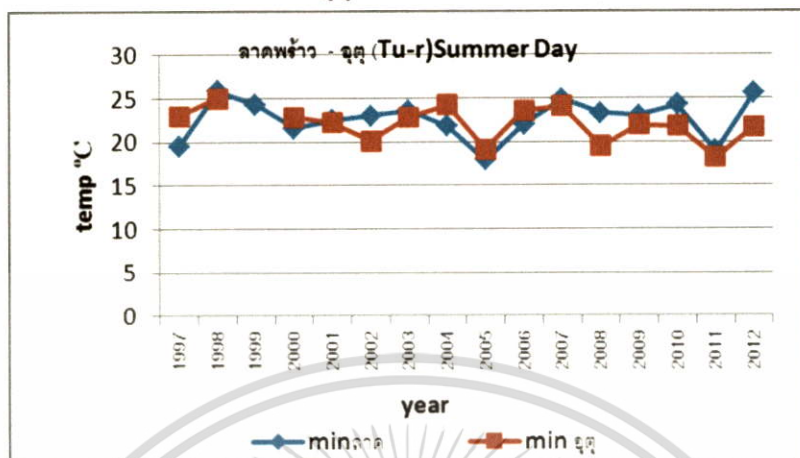
ภาพที่ 4.60 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานีลาดพร้าว และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.60 แสดงอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาว ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จาก สถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกัน และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสอง สถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวของสถานี ลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = .813$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลาดพร้าว - กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Summer Day (min)



Independent Samples Test

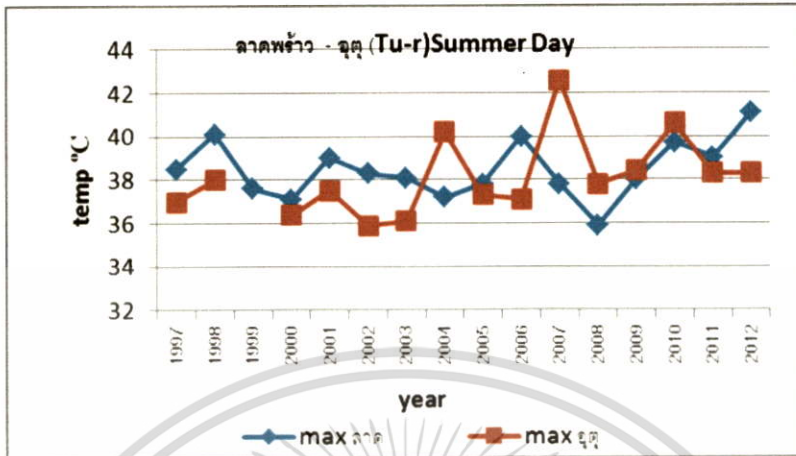
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
min_sum.d	Equal variances assumed	.174	.679	.779	29	.442	.60542	.77687
	Equal variances not assumed			.783	28.863	.440	.60542	.77338

ภาพที่ 4.61 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ลาดพร้าวและ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.61 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางวัน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีลาดพร้าวและอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกันค่อนข้างน้อย และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางวันของสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.442$)

ลาดพร้าว - กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r)Summer Day (max)



Independent Samples Test

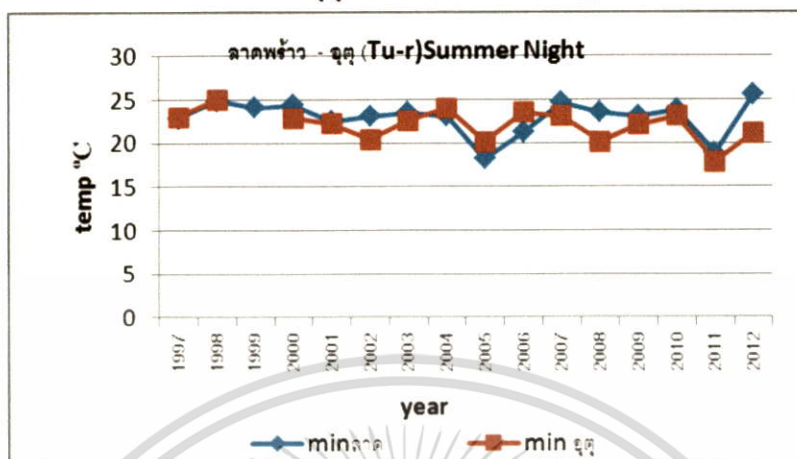
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
max_sum.	.575	.454	.617	29	.542	.35000	.56724
d			.611	25.475	.547	.35000	.57311
	Equal variances assumed						
	Equal variances not assumed						

ภาพที่ 4.62 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางวัน ปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ลาดพร้าว และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.62 แสดงอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางวัน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกันค่อนข้างมาก และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางวัน ของสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.542$)

ลาดพร้าว - กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Summer Night (min)



Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
min_sum.	Equal variances assumed	.009	.926	1.281	29	.210	.89583	.69936
	Equal variances not assumed			1.285	28.983	.209	.89583	.69724

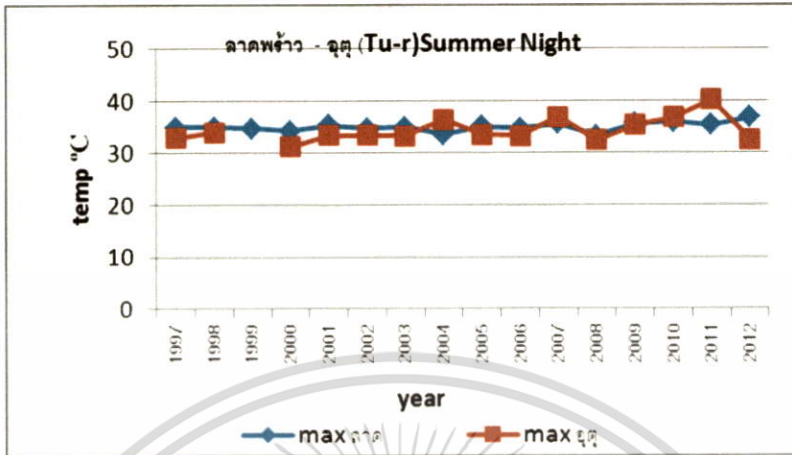
ภาพที่ 4.63 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ลาดพร้าวและ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.63 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีลาดพร้าวส่วนใหญ่สูงกว่าอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยาเล็กน้อย และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้ โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืนของสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.210$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลาดพร้าว - กรมอุตุนิยมวิทยา Summer Night (max)



Independent Samples Test

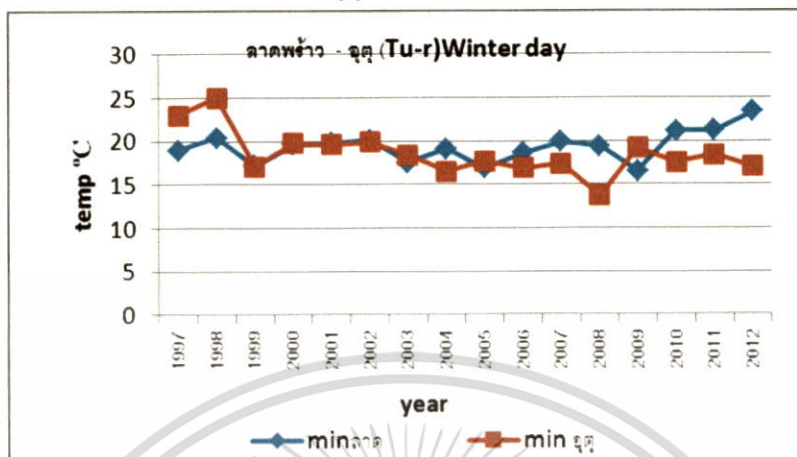
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
max_sum.	12.078	.002	1.012	29	.320	.61958	.61227
n			.986	17.445	.337	.61958	.62814

ภาพที่ 4.64 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ลาดพร้าว และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.64 แสดงอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกันน้อยมาก และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนตอนกลางคืน ของสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.337$)

ลาดพร้าว - กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Winter day (min)



Independent Samples Test

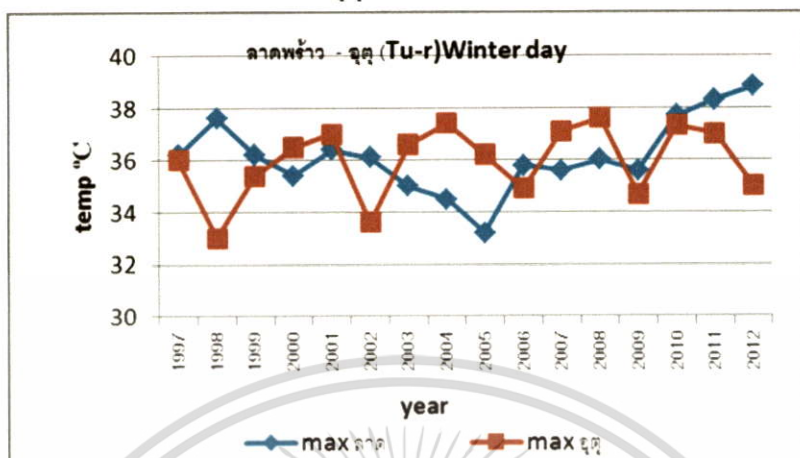
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
min_win.d Equal variances assumed	1.081	.307	.988	30	.331	.78750	.79711
Equal variances not assumed			.988	26.388	.332	.78750	.79711

ภาพที่ 4.65 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ลาดพร้าว และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.65 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางวัน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีลาดพร้าวและอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกันเล็กน้อย และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางวันของสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.331$)

ลาดพร้าว - กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Winter day (max)



Independent Samples Test

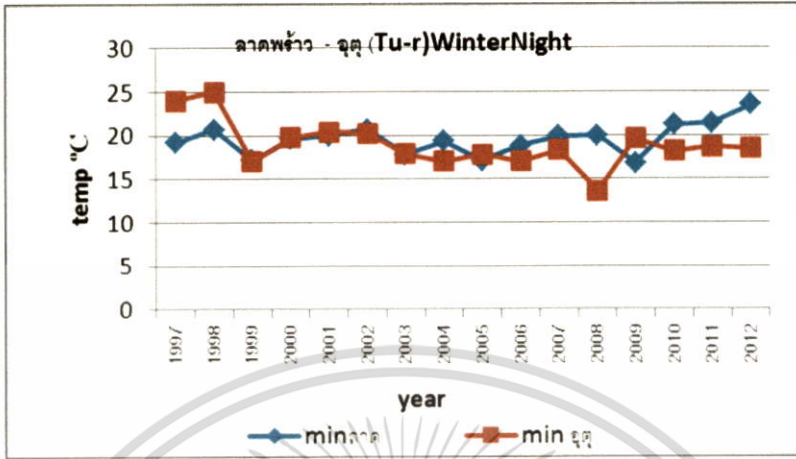
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
max_win.d	.167	.685	.390	30	.700	.19375	.49724
Equal variances assumed							
Equal variances not assumed			.390	29.987	.700	.19375	.49724

ภาพที่ 4.66 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางวันปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานี ลาดพร้าว และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.66 แสดงอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางวัน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกันค่อนข้างมาก และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางวันของสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน ($P = 0.70$)

ลาดพร้าว - กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Winter Night (min)



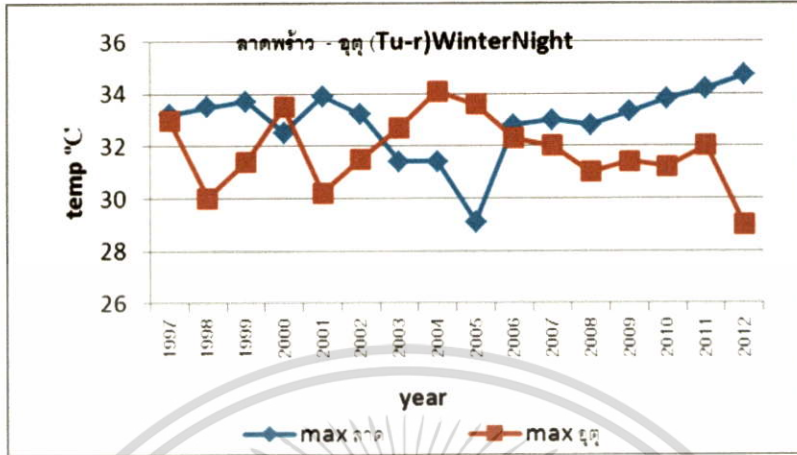
Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
min_win.n Equal variances assumed	1.143	.294	.776	30	.444	.63125	.81315
Equal variances not assumed			.776	25.908	.445	.63125	.81315

ภาพที่ 4.67 เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012 ระหว่าง สถานีลาดพร้าว และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.67 แสดงอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีลาดพร้าวและอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มีการแกว่งตัวขึ้นลงสลับกันเล็กน้อย และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืนของสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยาไม่แตกต่างกัน (P = 0.444)

ลาดพร้าว - กรมอุตุนิยมวิทยา (Tu-r) Winter Night (max)



Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
max_win.n	Equal variances assumed	.277	.602	2.272	30	.030	1.10000	.48416
	Equal variances not assumed			2.272	29.968	.030	1.10000	.48416

ภาพที่ 4.68 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืนปี ค.ศ. 1997-2012

ระหว่าง สถานีลาดพร้าว และ กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา)

จากกราฟในภาพที่ 4.68 แสดงอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืน ปี พ.ศ. 2540 – 2555 (ค.ศ. 1997-2012) จากสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าอุณหภูมิจากสถานีลาดพร้าวส่วนใหญ่สูงกว่ากรมอุตุนิยมวิทยา มีการแกว่งตัวค่อนข้างมาก แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างสองสถานีนี้โดยใช้สถิติทดสอบที (Independent Student T-Test) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูหนาวตอนกลางคืนของสถานีลาดพร้าวและกรมอุตุนิยมวิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

บทที่ 5

สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ

เปรียบเทียบค่าความแตกต่างอุณหภูมิเฉลี่ย (mean different) ระหว่างเมืองที่วัดริมถนน (สถานี อินทรพิทักษ์ ดินแดง และ ลาดพร้าว) และชนบท (กรมอุตุบางนา) (Tu-r) จากบทที่ 4 แสดงในตารางที่ 5.1 และ ตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.1 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง สถานีอินทรพิทักษ์ ดินแดง และ ลาดพร้าว และกรมอุตุฯ (บาง นานา)

Tu-r Annual

	Annual max	Annual min	Annual mean
อุตุ VS อินทรพิทักษ์	-0.19375	3.20	0.475
อุตุ VS ดินแดง	0.6625	1.6875	0.9138
อุตุ VS ลาดพร้าว	-	-	-

Tu-r Summer

	Summer max	Summer min	Summer mean
อุตุ VS อินทรพิทักษ์	-0.21875	1.85625	0.0750
อุตุ VS ดินแดง	0.4937	1.5875	0.8200
อุตุ VS ลาดพร้าว	0.06875	1.66875	-

Tu-r Summer Day

	Summer Day max	Summer Day min	Summer Day mean
อุตุ VS อินทรพิทักษ์	0.0250	1.00542	-0.00742
อุตุ VS ดินแดง	0.7750	0.62417	0.64277
อุตุ VS ลาดพร้าว	0.350	0.60542	-

Tu-r Summer Night

	Summer Night max	Summer Night min	Summer Night mean
อุตุ VS อินทรพิทักษ์	0.40083	0.87083	0.30258
อุตุ VS ดินแดง	2.65083	0.93958	1.35852
อุตุ VS ลาดพร้าว	0.61958	0.89583	-

Tu-r Winter

	Winter max	Winter min	Winter mean
อุตุ VS อินทรพิทักษ์	0.4625	3.400	1.05625
อุตุ VS ดินแดง	-0.50625	2.570	1.19269
อุตุ VS ลาดพร้าว	0.10625	3.16875	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tu-r Winter Day

	Winter Day max	Winter Day min	Winter Day mean
ฤดู VS อินทพิทักษ์	0.550	1.05625	0.59125
ฤดู VS คินแดง	-0.41875	0.4750	-0.03950
ฤดู VS ลาดพร้าว	0.19375	0.7875	-

Tu-r Winter Night

	Winter Night max	Winter Night min	Winter Night mean
ฤดู VS อินทพิทักษ์	1.26875	1.09375	0.85125
ฤดู VS คินแดง	2.69375	0.66250	1.86275
ฤดู VS ลาดพร้าว	1.10	0.63125	-

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าเฉลี่ย 3 สถานีของค่าความแตกต่างอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง สถานี อินทพิทักษ์ คินแดง และ ลาดพร้าว และกรมอุตุนิยมวิทยา (บาง นานา) จากตารางที่ 5.1

	Max	min	mean
Annual	0.234375	2.44375	0.6944
Annual Day	-	-	-
Annual Night	-	-	-
Summer	0.114566	1.70416	0.4475
Summer Day	0.3833	0.7450033	0.31767
Summer Night	1.2237	0.90208	0.83055
Average	0.57	1.117	0.53
		0.75	
Winter	0.0208	3.0479	1.124
Winter Day	0.1083	0.7729	0.3153
Winter Night	1.6875	0.7958	1.357
Average	0.605	1.628	0.932
		1.055	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปและเสนอแนะ

เกาะความร้อนในเมืองกรุงเทพมหานครปรากฏให้เห็นชัด เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลรายชั่วโมงจากกรมอุตุนิยมวิทยา (1997- 2012) กับข้อมูลการตรวจวัดทั้ง 13 เขตในกรุงเทพมหานครจากกรมควบคุมมลพิษ พบว่าความแตกต่างของอุณหภูมิปรากฏให้เห็นชัดเจนในฤดูหนาวมากกว่าในฤดูร้อน การผันแปรของอุณหภูมิแสดงให้เห็นถึงการหน่วงความร้อนในพื้นที่ผิววัสดุก่อสร้างของความเป็นเมือง

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิรายปีทั้ง 13 เขตกับความหนาแน่นประชากร และความหนาแน่นจราจร พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ให้เห็นชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจากตำแหน่งการตรวจวัดข้อมูลไม่สม่ำเสมอ บางเขตวัดในที่โล่ง เช่นที่สนามโรงเรียน บางเขตวัดในที่แออัดหรือริมถนน

เมื่อคัดเลือกข้อมูลเฉพาะที่ทำการตรวจวัดบริเวณริมถนน 3 สถานี เปรียบเทียบกับข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาที่ทำการวัดในที่โล่งจากสถานีบางนา พบว่าเกาะความร้อนปรากฏให้เห็นชัดในฤดูหนาวมากกว่าในฤดูร้อน ในตอนกลางคืนมากกว่าในตอนกลางวัน และในช่วงอุณหภูมิต่ำสุด (ซึ่งมักจะเป็นเวลากลางคืน)มากกว่าอุณหภูมิสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับการทบทวนวรรณกรรมในบทที่ 2

เกาะความร้อนที่เกิดขึ้นในกรุงเทพมหานคร สามารถประมาณค่าได้จากเปรียบเทียบและทดสอบด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS โดยในฤดูร้อนเฉลี่ย ประมาณ 0.75°K และในฤดูหนาวเฉลี่ยประมาณ 1°K (ตารางที่ 5.1 และ 5.2) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับทฤษฎีและผลการศึกษาในการทบทวนวรรณกรรมในบทที่ 2 ซึ่งเป็นค่าค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับเกาะความร้อนที่เกิดขึ้นในประเทศแถบร้อนชื้นโดยทั่วไป (ประมาณ $5-6^{\circ}\text{K}$) ทั้งนี้เนื่องมาจาก ใน กทม. มีพื้นที่ชุ่มน้ำปริมาณมาก ทำให้มีปริมาณความร้อนแฝงค่อนข้างมาก (Mcgreger GR, Nieuwolt S, 1982)

ในการใช้ข้อมูลอุณหภูมิอากาศจากกรมอุตุเพื่อการออกแบบในทางสถาปัตยกรรม และจำลองอุณหภูมิแบบพลวัตเพื่อการออกแบบ จึงควรมีการปรับแก้ข้อมูลเพื่อให้ได้ผลการออกแบบถูกต้องตามวัตถุประสงค์มากยิ่งขึ้นถึงแม้จะมีค่าไม่มากก็ตาม เนื่องจากการใช้ข้อมูลในการออกแบบจะใช้ค่าสูงสุดซึ่งจะเกิดขึ้นในฤดูร้อนเพื่อให้ครอบคลุมปัญหาทั้งหมด อย่างไรก็ตามหวังว่าผลของงานวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ และสร้างความเข้าใจสำหรับผู้สนใจ และผู้ที่มีการใช้ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา

เนื่องจากปัจจัยสภาพอากาศที่มีความจำเป็นในการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน นอกจากอุณหภูมิเกาะแห้งที่ได้ทำการศึกษาแล้ว ยังประกอบไปด้วย ปัจจัยค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุด (กลางวันและกลางคืน) ความชื้น ความเร็วลม รังสีดวงอาทิตย์ เมฆ และ ฝน เพื่อให้ผลการออกแบบมีความถูกต้องยิ่งขึ้น ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลเหล่านี้ระหว่างเมืองและชนบทด้วย จะช่วยให้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้นในการใช้ข้อมูลเพื่อการออกแบบอาคาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- Oke, T.R. and Hannell, F.G., (1968) The Form of the Urban Heat Island in Hamilton, Canada, 113-126, Urban Climates, Technical Note No. 108, *WMO : Proceeding of the Symposium on Urban Climate and Building Climatology*, Jointly Organized by the World Health Organization (WHO) and WMO Brussels, October, Vol. 1, 1968.
- Oke, T.R., (1973) City Size and Urban Heat Island, *Atmospheric Environment*, Great Britain : Pergamon Press, Vol. 7, pp. 769-779, 1973.
- Oke, T.R., (1978) *Boundary Layer Climates*, Methuen & Co., Ltd. London, pp. 435.
- Oke, T.R., (1984) Towards a Prescription for the Greater Use of Climatic Principles in Settlement Planning, *Energy and Buildings*, 7 (1984), pp. 1-10, Elsevier Sequoia.
- Landsberg, H.E., (1968) Micrometeorological Temperature Differentiation Through Urbanization, p. 129-136, Urban Climates, Technical Note No. 108, *WMO : Proceeding of the Symposium on Urban Climate and Building Climatology*, Jointly Organized by the World Health Organization (WHO) and WMO Brussels, October, Vol. 1, 1968.
- Landsberg, H.E., (1981) *The Urban Climate*, New York, Academic Press, Inc., 1981.
- Koenigsberger, O.H., Ingersoll, T.G., Mayhew, A. and Szokolay, S., (1973) *Manual of Tropical Housing and Building Part One: Climatic Design*, Longman, London and New York.
- Chandler, T.J., (1967) Absolute and Relative Humidity in Town, *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 48, pp. 394-399.
- Chandler, T.J., (1968) Urban Climatology, Summary and Conclusions of the Symposium, p. 375-377, Urban Climates, Technical Note No. 108, *WMO : Proceedings of the Symposium on Urban Climate and Building Climatology*, Jointly Organized by the World Health Organization (WHO) and WMO Brussels, October, Vol. 1, 1968.
- Chandler, T.J., (1968) Urban Climatology-Inventory and Prospect 1-14, Urban Climates, Technical Note No. 108, *WMO : Proceeding of the Symposium on Urban Climate and Building Climatology*, Jointly Organized by the World Health Organization (WHO) and WMO Brussels, October, Vol. 1, 1968.
- Preston-Whyte, R.A., (1975), *Climate and Urban Man*, University of Natal Press, 1975, the Natal Witness (Pty) Ltd.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Viskanta, R., Bergstorm, R.W. and Johnson, R.O., (1977) Radiative Transfer in a Polluted Urban Planetary Boundary Layer, *Journal of the Atmospheric Sciences*, Vol. 34, No. 7, pp. 1091-1103.
- Santamouris, M., (2001), *Energy and Climate in the Urban Built Environment*, James&James (Science Publishers) Ltd.,
- Santamouris, M., and Mihalakakou, G., (2000), Modeling the heat island phenomenon in urban areas using neural networks, *Architecture, City, Environment, Proceedings of PLEA2000 Cambridge, UK*(July 2000), Page 431-435, James&James (Science Publishers)Ltd.
- Santamouris, M., Papanikolaou, N., Livada, I., Koronakis, I., Georgakis, C., Argiriou, A., &Assimakopoulous, D. N., (2001), On The Impact of Urban Climate on the Energy Consumption of Buildings, *Solar Energy*, 70(3): 201-216.
- Williamson, T.J. and Erell, E., (2001) Thermal Performance Simulation and the Urban Microclimate: Measurements and Prediction, *Building Simulation, Proceedings of the Seventh International IBPSA Conference*, Rio de Janeiro, Brazil, August 13-15, 2001, pp. 159-165.
- Givoni, B., (1998), *Climate Consideration in Building and Urban Design*, Van Nostrand Reinhold.
- Preston-Whyte, R.A., (1975), *Climate and Urban Man*, University of Natal Press, 1975, the Natal Witness (Pty) Ltd.
- Fuggle, R.F. and Oke, T.R., (1968) Infra-red Flux Divergence and the Urban Heat Island, 70-78, *Urban Climates, Technical Note No. 108, WMO : Proceedings of the Symposium on Urban Climate and Building Climatology*, Jointly Organized by the World Health Organization (WHO) and WMO Brussels, October, Vol. 1, 1968.
- ปรีชญา รังสิรักษ์ (2548) ลักษณะอากาศเมืองกรุงเทพมหานครเพื่อการออกแบบอาคาร สารศาสตร์ 9 วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ฉบับที่ 9 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- Rangsiraksa, P., (2004), *Bangkok Climate Characteristics*, iNTA (International network for tropical Architecture), 1st International Tropical Architecture Conference, NUS, Singapore, 26th-28th 2004, pg 50.
- ปรีชญา รังสิรักษ์ (2556) การจัดเตรียมและเลือกข้อมูลสภาพอากาศเพื่อการจำลองอุณหภูมิแบบพลวัตสำหรับการออกแบบอาคารในกรุงเทพมหานคร วารสารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการวางแผน
- กรมควบคุมมลพิษ
- สถิติจราจร 2554 สำนักการจราจรและขนส่ง (สนข)กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Words definition

Emittance is the energy radiated by the surface of a body per second per unit area. (The total flux emitted per unit area)

Albedo is the fraction of solar energy (short wave radiation) reflected from the earth back into space. It is a measure of the reflectivity of the earth's surface.

Advection is the transfer of a property of the atmosphere, such as heat, cold, or humidity, by the horizontal movement of an air mass. (การเคลื่อนตามแนวนอนของอากาศ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นาง ปรีชญา รังสิริกษ์

ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
ส.ถ.บ	สถาปัตยกรรม	มหาวิทยาลัยศิลปากร	2518
M.Arch	Architecture	University of Queensland, A.U.S	2525
Ph.D	Architecture	University of Queensland, A.U.S	2547

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษา	สถาบันที่ให้
2543	UQPRS	University of Queensland, A.U.S
2543	IPRS	University of Queensland, A.U.S

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

1. Rangsiraksa, P., (2006), Thermal comfort in Bangkok residential Buildings, Thailand, Plea 2006, 23rd International conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva Switzerland, 6-8 Sept.2006, pp541-546.
2. Rangsiraksa, P., (2004), Bangkok Climate Characteristics, iNTA (International network for tropical Architecture), 1st International Tropical Architecture Conference, NUS, Singapore, 26th-28th 2004, pg 50.
3. ปรีชญา รังสิริกษ์ (2548) ลักษณะอากาศเมืองกรุงเทพมหานครเพื่อการออกแบบอาคาร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต 9 วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ฉบับที่ 9 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. ปรีชญา รังสิริกษ์ (2553) แนวทางการออกแบบอาคารสูงพักอาศัยเพื่อการประหยัดพลังงานด้วยวิธีระบายอากาศตามธรรมชาติ วารสารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
5. ปรีชญา รังสิริกษ์ (2556) การจัดเตรียมและเลือกข้อมูลสภาพอากาศเพื่อการจำลองคุณภาพแบบพลวัต สำหรับการออกแบบอาคารในกรุงเทพมหานคร วารสารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการวางแผน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเสนอผลงานวิชาการ

1. Plea 2006, 23rd International conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva Switzerland, 6-8 Sept.2006, Thermal comfort in Bangkok residential Buildings, Thailand.
2. 1st International Tropical Architecture Conference, NUS, Singapore, 2004,), Bangkok Climate Characteristics
3. สารศาสตร์ 9 การประชุมวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ลักษณะอากาศเมืองกรุงเทพมหานครเพื่อการออกแบบอาคาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้