Journal of Energy and Environment Technology ISSN 2392-5701
http://jeet.siamtechu.net Research Article

อิทธิพลขององค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อสภาพภูมิอากาศระดับจุลภาค

The Effect of Landscape Elements on Microclimate

เมตธนิก หอภัทรชนจินดา *

มหาวิทยาลัยศิลปากร
Silpakorn University

***Corresponding author, E-mail:** metha1974@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ร่มเงาและพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งกับสภาพอากาศ ผลของงานวิจัยนี้จะช่วยเพิ่มความเข้าใจต่อแนวทางการออกแบบวางผังพื้นที่ ให้สอดคล้องกับพฤติกรรมมนุษย์และสภาพแวดล้อมมากยิ่งขึ้น วิธีการศึกษาคือ 1) เก็บข้อมูลสภาพอากาศได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นและความเร็วลม ของพื้นที่ร่มเงาและพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้ง จากกรณีศึกษาซึ่งเป็นสวนสาธารณะในเขตกรุงเทพมหานครฯสามแห่ง โดยเก็บข้อมูลสภาพอากาศจากจุดพิกัดที่กำหนดไว้ในผังบริเวณ 29 จุดต่อหนึ่งพื้นที่กรณีศึกษา 2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ร่มเงาและพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งกับสภาพอากาศโดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ผลของงานวิจัยสรุปได้ว่า พื้นที่ร่มเงาของต้นไม้และร่มเงาจากอาคารข้างเคียงมีอิทธิพลสำคัญต่อการลดลงของอุณหภูมิอากาศและมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกันกับความชื้นและความเร็วลมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ส่วนพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งซึ่งปราศจากร่มเงานั้น มีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศระหว่างวัน และมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับความเร็วลมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งกับความชื้นพบความสัมพันธ์ในระดับข้อมูลรายสถานที่คือ สวนเฉลิมพระเกียรติฯ พบว่ามีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้จึงสรุปได้ว่าการออกแบบพึงพาประโยชน์จากร่มเงาควรเป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งที่สำคัญสำหรับการออกแบบวางผังพื้นที่ ในขณะเดียวกัน สัดส่วนพื้นที่โครงการที่เป็นพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งซึ่งรับรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ ควรถูกนำมาพิจารณาความเหมาะสมในการออกแบบวางผังเช่นกัน

คำสำคัญ: องค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรม ร่มเงา ผิวดาดแข็ง สภาพภูมิอากาศระดับจุลภาค

Abstract

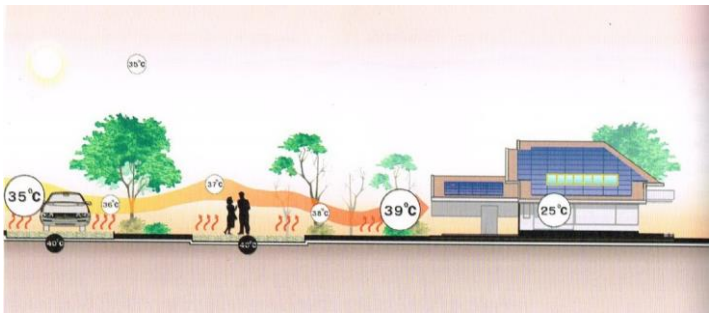
The aim of this research is to investigate the relationship between the landscape elements; shading areas and hardscape areas, and the climatic conditions. The research outcome can be the guideline for landscape design which related to human behaviors and environmental systems. The research method is to 1) Collect data of microclimate of three public parks in Bangkok including air temperature, relative

humidity and air velocity of the shading and hardscape areas. The data was gathered from the 29 co-ordinates point in the each park. 2) Analyze the data by using bivariate correlations method for determining the relationship between variables; the landscape elements and climatic condition. The result showed that the shading areas; from the trees and from the nearby buildings, have obviously an effect on the reduction of the air temperature during daytime. On the contrary, the hardscape areas have considerably an effect on the increase of the air temperature during daytime.

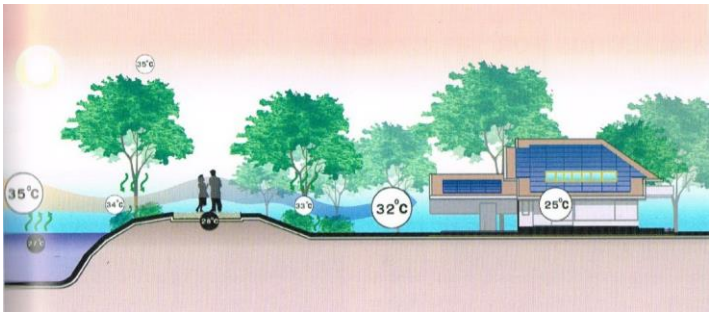
Keywords: Landscape Elements, Shading, Hardscape, Microclimate.

1. บทนำความสำคัญของปัญหาหรือที่มาของงานวิจัย

หนึ่งในแนวทางแก้ไขปัญหาเกาะความร้อนของเมือง (Urban Heat Island) คือการพัฒนาเมืองอย่างเป็นระบบและเหมาะสมโดยเฉพาะการลดความหนาแน่นของสิ่งปลูกสร้างพร้อมกับการเพิ่มพื้นที่สีเขียวสาธารณะ (Public Green Area) ให้กับเมือง พื้นที่สีเขียวนอกจากจะช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนในอากาศ ช่วยกรองฝุ่นควัน มลพิษในอากาศ [1] ความสำคัญมากอีกอย่างหนึ่งคือพื้นที่สีเขียวสามารถปรับปรุงสภาพอากาศระดับจุลภาค (Microclimate) ด้วยการลดความแตกต่างระหว่าง อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารกับอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Delta T) ซึ่งค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกกับภายในอาคารนี้จะสะท้อนภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ [2] หากความแตกต่างของอุณหภูมิดังกล่าวมีค่าที่แตกต่างกันมาก จะทำให้เครื่องปรับอากาศต้องใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลืองมากกว่า เมื่อเทียบกับสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิภายนอกและภายในอาคารแตกต่างกันไม่มาก



(ก)



(ข)

รูปที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างภาพบน (ก) สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมทำให้ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคารต่างกันถึง 14 °C ขณะที่ภาพล่าง (ข) สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกว่าทำให้ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในต่างกัน 7 °C ซึ่งในลักษณะเช่นนี้อาคารในสภาพแวดล้อมแบบภาพบนจะต้องใช้พลังงานมากกว่าในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ [2] และแม้จะมีบทความและหนังสือจำนวนมากที่อธิบายเกี่ยวกับอิทธิพลของพื้นที่สีเขียวที่ส่งผลด้านอุณหภูมิในเขตเมือง แต่มีงานเขียนจำนวนไม่มากที่เป็นผลการศึกษาที่ได้จากการทดลอง (Experimental Study) รายงานการวิจัยหนึ่งที่ประเมินค่าอิทธิพลของงานภูมิสถาปัตยกรรมที่ส่งผลต่อการบริโภคพลังงานเพื่อการทำความเย็นของอาคาร เปรียบเทียบช่วงเวลาก่อนและหลังการจัดพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพบว่าองค์ประกอบที่เป็นต้นไม้และไม้พุ่มรอบๆอาคารสามารถลดค่าเฉลี่ยของการบริโภคพลังงานของเครื่องปรับอากาศในฤดูร้อน จาก5.56 kw ลดลงเป็น 2.28 kw โดยอิทธิพลจากต้นไม้ยังแสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาบ่ายซึ่งเกิดความร้อนสูงสุดนั้น (the peak load period) ค่าเฉลี่ยของพลังงานที่ใช้ ได้ถูกลดลงจาก 8.65 kw ลดลงเป็น 3.67 kw [3] นอกจากนี้สำหรับกรณีอาคารที่ต้องพึ่งพาการระบายอากาศตามธรรมชาติ หรือกรณีการประกอบกิจกรรมต่างๆในบริบทพื้นที่ภายนอกอาคาร ลักษณะดังกล่าวมนุษย์ต้องอยู่ภายใต้สภาพอากาศที่เกิดขึ้นจากองค์ประกอบสภาพแวดล้อมรอบๆตัวโดยตรง ดังนั้นการใช้พื้นที่สีเขียวเพื่อปรับปรุงสภาพภูมิอากาศระดับจุลภาค น่าจะช่วยส่งเสริมให้เกิดสภาวะน่าสบายเชิงอุณภูมิของมนุษย์ได้ (Thermal Comfort) และทำให้พื้นที่เหล่านั้นประสบความสำเร็จ ในการจูงใจให้คนเข้ามาใช้พื้นที่เหล่านั้นประกอบกิจกรรมต่างๆ และเป็นไปตามเป้าประสงค์ของการออกแบบ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจและเพิ่มพูนข้อมูลความรู้ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับภูมิภาคเขตร้อนชื้น โดยเฉพาะบริบทสภาพอากาศของกรุงเทพฯ ผู้ศึกษาจึงเล็งเห็นความจำเป็นที่จะต้องศึกษาอิทธิพลจากองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อสภาพภูมิอากาศระดับจุลภาค ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเกิดสภาวะน่าสบายของมนุษย์ [4] โดยใช้วิธีการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปร โดยตัวแปรที่ต้องการศึกษาแบ่งเป็นตัวแปรต้นคือองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ร่มเงาและพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้ง และตัวแปรตามคือข้อมูลสภาพภูมิอากาศระดับจุลภาคอันได้แก่ อุณภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม

2. วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง องค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมอันได้แก่พื้นที่ร่มเงาของต้นไม้ และพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งซึ่งปราศจากร่มเงา กับสภาพภูมิอากาศระดับจุลภาค ที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเกิดสภาวะน่าสบายของมนุษย์

2) เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ไปเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการศึกษาเรื่องสภาวะน่าสบายของมนุษย์ในบริบทภายนอกอาคารต่อไป ทั้งยังช่วยให้เกิดความเข้าใจและเป็นแนวทางสำหรับการนำองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมไปใช้ในการออกแบบวางผังเพื่อควบคุมสภาพอากาศระดับจุลภาค

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การกำหนดตัวแปรควบคุม ตัวแปรควบคุมที่สำคัญคือ พื้นที่กรณีศึกษา ซึ่งในครั้งนี้จำเป็นต้องใช้พื้นที่ซึ่งมีองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมจำนวนมากพอ สำหรับการเก็บข้อมูล ในการเลือกพื้นที่กรณีศึกษาจึงเลือกพื้นที่ซึ่งเป็นสวนสาธารณะ 3 แห่ง โดยกำหนดตัวแปรควบคุมไว้สามส่วน คือ

3.1.1 ต้องมีที่ตั้งอยู่เขตกรุงเทพมหานครเหมือนกัน

3.1.2 ต้องมีขนาดพื้นที่เท่ากันหรือขนาดที่ใกล้เคียงกัน

3.1.3 ช่วงเวลาในการตรวจวัดสภาพอากาศจะทำการตรวจวัดในวันและเวลาเดียวกัน ซึ่งจากการสำรวจสวนสาธารณะในความดูแลของกรุงเทพมหานคร พบว่าสวนสาธารณะที่เข้าเกณฑ์ในลักษณะดังกล่าว มีสามแห่ง ได้แก่ ก) สวนรมณีนาถ ข) อุทยานเบญจสิริ ค) สวนเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบพระชนมพรรษาฝั่งพระนคร โดยสวนสาธารณะทั้ง3แห่งนี้ มีขนาดพื้นที่โครงการใกล้เคียงกันคือมีขนาดพื้นที่โครงการ 29 ไร่

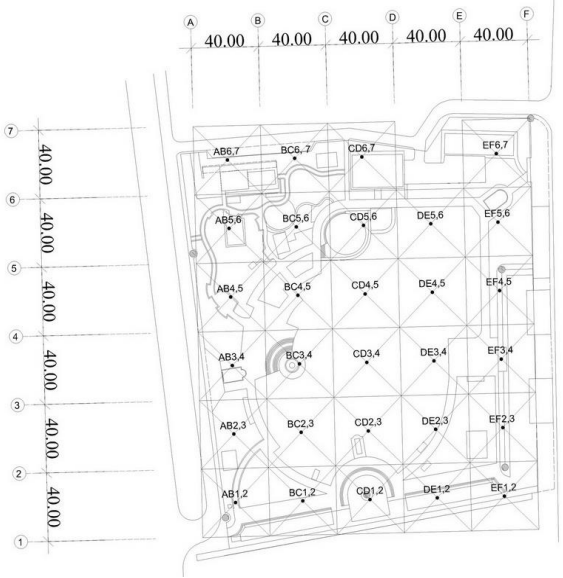
3.2 การสำรวจจัดทำแบบแปลนของพื้นที่กรณีศึกษา สามารถสรุปเป็นลำดับขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

3.2.1 ดำเนินการติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนั่นคือ สำนักงานสวนสาธารณะ สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร เพื่อขอแบบแปลนดั้งเดิมของสวนสาธารณะทั้ง 3 แห่ง

3.2.2 จัดทำแบบแปลนโดยอาศัยข้อมูลแบบแปลนดั้งเดิม, ภาพถ่ายผ่านดาวเทียม, ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพื้นที่จริง แล้วนำมาจัดทำแบบแปลนลงเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเน้นให้แบบแปลนมีลักษณะตรงกับสภาพความเป็นจริงในปัจจุบันมากที่สุด

3.2.3 ในการเขียนแบบแปลน จะแยกองค์ประกอบออกเป็นชั้นๆ (LAYER) จากส่วนล่างสุดถึงส่วนบนสุด โดยส่วนล่างสุดจะแสดงขอบเขตพื้นที่ต่างๆในแนวระนาบระดับพื้นผิว ได้แก่พื้นผิวดาดแข็ง ทางเดิน ลาน สนามกีฬา พื้นผิวหญ้า และสระน้ำเป็นต้น ส่วนระดับบนถัดขึ้นมาจะเป็นพื้นที่ทรงพุ่มต้นไม้ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญ ที่ทำให้เกิดร่มเงาขึ้นในพื้นที่โครงการ ส่วนระดับบนสุดจะเป็นร่มเงาจากอาคารข้างเคียง ในกรณีที่พื้นที่นั้นๆหรือช่วงเวลานั้นๆมีร่มเงาจากอาคารข้างเคียงมาซ้อนทับบนพื้นที่โครงการ

3.3 การกำหนดจุดพิกัด เมื่อได้แบบแปลนที่พร้อมสำหรับการลงเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศ โดยเพื่อให้ได้ข้อมูลทั่วถึงในทุกบริเวณของพื้นที่กรณีศึกษา ผู้ศึกษาได้ใช้วิธีการแบ่งพื้นที่ 29ไร่ ของพื้นที่กรณีศึกษาแต่ละแห่ง ออกเป็น 29 หน่วย (1หน่วยมีพื้นที่1ไร่ หรือ1,600 ตร.ม.) และกำหนดจุดพิกัดลงบนพื้นที่แต่ละหน่วย สำหรับใช้เป็นจุดวัดข้อมูลสภาพอากาศ และเพื่อใช้อ้างอิงกับข้อมูลเชิงปริมาณคือพื้นที่ร่มเงาและพื้นที่ผิวดาดแข็งในแต่ละพิกัดต่อไป

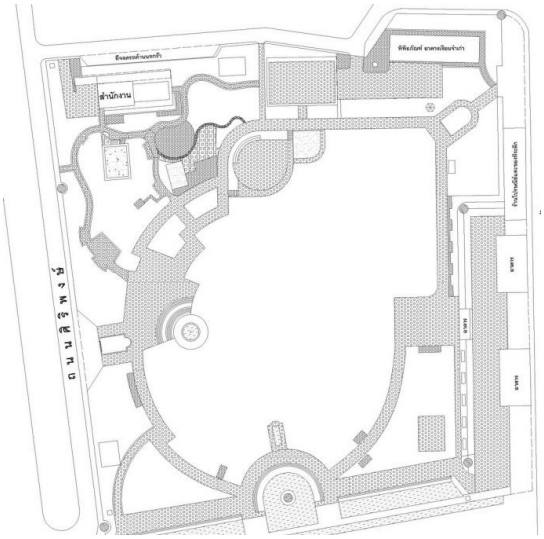


รูปที่ 2 ตัวอย่างแบบแปลนแสดงตำแหน่ง 29 จุดพิกัดของสวนรมณีนาถ

3.4 การจำแนกองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรม

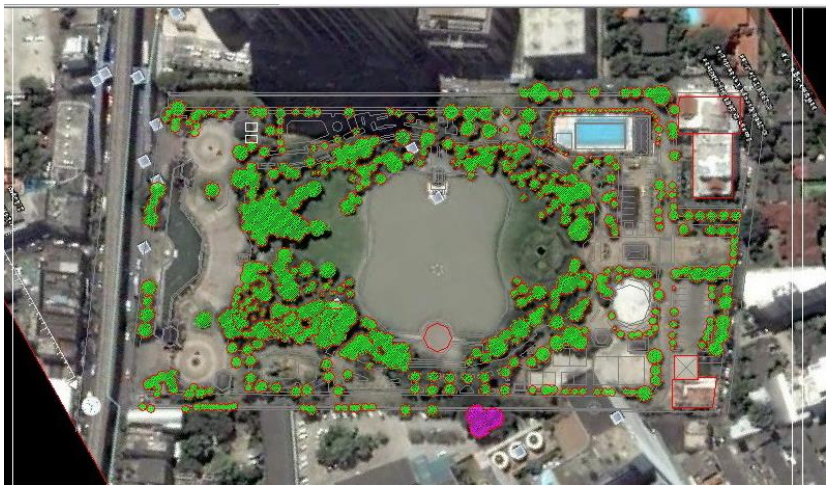
เพื่อให้ได้ข้อมูลเป็นเชิงปริมาณสำหรับนำมาใช้ในกระบวนการวิเคราะห์ ผู้ศึกษาได้ใช้วิธีแรเงาพื้นที่(HATCH) ที่ต้องการจะคำนวณหาขนาดพื้นที่ (AREA) ลงบนแบบแปลนในคอมพิวเตอร์ แล้วหาพื้นที่จากการประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

รูปที่ 3 ตัวอย่างแบบแปลนแสดงตำแหน่ง 29 จุดพิกัดของสวนเฉลิมพระเกียรติฯ



รูปที่ 4 ตัวอย่างการแรเงา (HATCH) หาพื้นที่ผิวดาดแข็ง เพื่อทำเป็นข้อมูลเชิงปริมาณของสวนรมณีนาถ

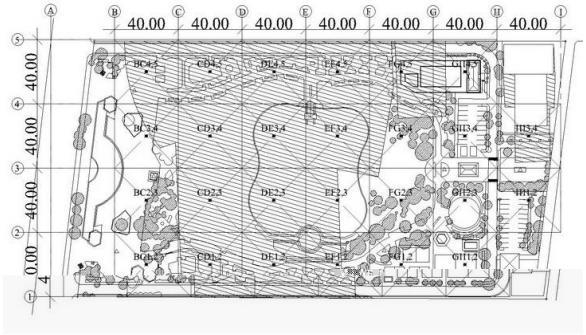
ในการจำแนกองค์ประกอบประเภทพื้นที่ผิวดาดแข็งในแนวระนาบนั้น จะใช้ข้อมูลจากการสำรวจสถานที่จริงร่วมกับแบบแปลนเดิม ส่วนองค์ประกอบที่เป็นพื้นที่ทรงพุ่มต้นไม้นั้น ต้องใช้เทคนิคการวางภาพเชิงซ้อนทับกันระหว่างแบบแปลนที่จัดทำขึ้นกับภาพถ่ายผ่านดาวเทียม เพื่อเขียนแนวเส้นขอบเขตพื้นที่ทรงพุ่มต้นไม้ให้ตรงกับทรงพุ่มของต้นไม้จริงๆ

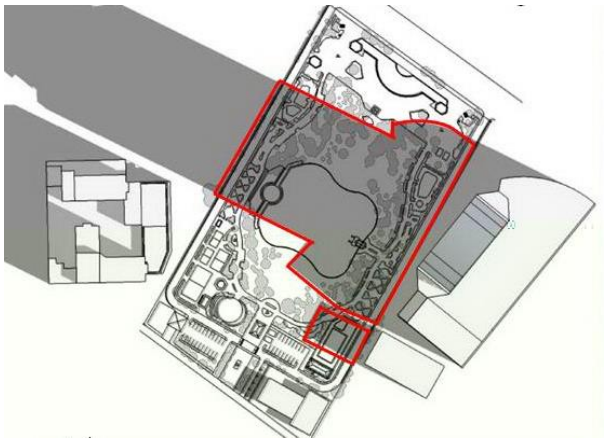


รูปที่ 5 ตัวอย่างการแรเงา (HATCH) หาพื้นที่ทรงพุ่มต้นไม้ เพื่อทำเป็นข้อมูลเชิงปริมาณของสวนเบญจสิริ

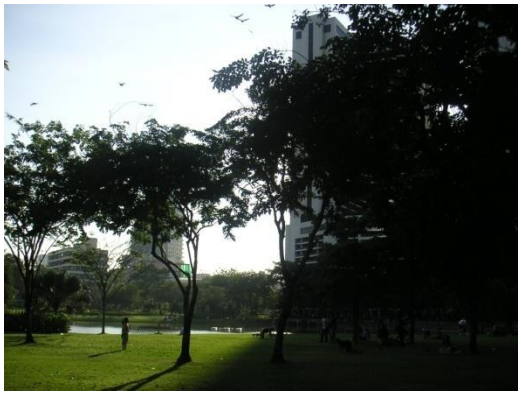
นอกจากนี้จากการลงสำรวจพื้นที่ภาคสนามพบว่า สวนเบญจสิรินั้น มีปัจจัยเพิ่มเติมมากกว่าพื้นที่กรณีศึกษาอื่นๆ นั่นคือมีร่มเงาของอาคารข้างเคียงที่พาดซ้อนทับลงบนพื้นที่ทรงพุ่มต้นไม้อีกทีในแต่ละช่วงเวลา ทำให้ต้องคำนวณหาปริมาณพื้นที่ร่มเงาที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละช่วงเวลาร่วมด้วย โดยผู้ศึกษาได้ใช้วิธีการสร้างแบบจำลองอาคารให้ตรงตามลักษณะของอาคารข้างเคียง แล้วจำลองสภาพร่มเงาให้ตรงกับวันที่ทำการเก็บข้อมูลสภาพอากาศ นั่นคือ วันที่ 5 ก.พ.2554 และ วันที่ 5ก.พ. 2556 แล้วพิจารณาเงาที่ตกกระทบลงบนพื้นที่โครงการในแต่ละช่วงเวลา นำมาเขียนแบบและคำนวณหาพื้นที่จากแบบแปลนในคอมพิวเตอร์ ก่อนนำมาหาค่าเฉลี่ยพื้นที่ร่มเงาร่วมกับร่มเงาจากพื้นที่ทรงพุ่มต้นไม้ ในแต่ละพิกัดของสวนเบญจสิริต่อไป

รูปที่ 6 การสร้างแบบจำลองอาคารข้างเคียงและจำลองลักษณะร่มเงาที่ตกกระทบบนพื้นที่สวนเบญจสิริ ในแต่ละช่วงเวลา และแต่ละพิกัด





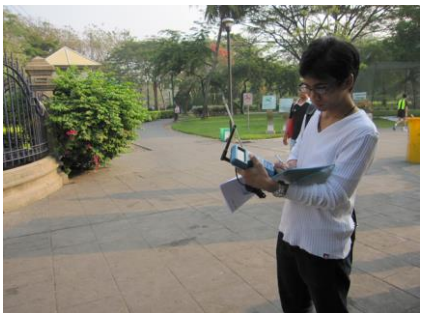
รูปที่ 7 ตัวอย่างวิธีการคำนวณหาพื้นที่ร่มเงาจาก
อาคารข้างเคียงที่ตกกระทบบนพื้นที่โครงการสวนเบญจสิริในเวลา 8.30 น.



รูปที่ 8 ร่มเงาจากอาคารข้างเคียงที่ตกกระทบ
บนพื้นที่โครงการสวนเบญจสิริในช่วงเวลา 16.30 น.

3.5 การตรวจวัดข้อมูลสภาพอากาศ

3.5.1 การเก็บข้อมูลจะใช้เฉพาะช่วงเวลากลางวัน โดยวันที่ทำการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 คือวันที่ 5 ก.พ. 2554 และครั้งที่ 2 วันที่ 5 ก.พ. 2556 โดยเก็บข้อมูลเป็นช่วงเวลา ทั้งหมด 5 ช่วงเวลา คาบละ2ชั่วโมง คือ8.30-10.30 น. ,10.30-12.30 น. ,12.30-14.30 น.,14.30-16.30 น. และ 16.30-18.30 น.



รูปที่ 9 การลงพื้นที่ภาคสนามเพื่อตรวจวัดและบันทึกข้อมูลสภาพอากาศจากจุดพิกัดที่กำหนดไว้ในแต่ละพื้นที่กรณีศึกษา

3.5.2 ข้อมูลสภาพอากาศที่ทำการเก็บบันทึก จะมี3ส่วนได้แก่อุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม โดยใช้วิธีจดบันทึกค่าสภาพอากาศลงบนเอกสารรูปแบบตาราง ที่จัดเตรียมไว้ ข้อมูลบนตารางจะประกอบด้วย ชื่อจุดพิกัด , ช่วงเวลาตรวจวัด, ช่องใส่ค่าข้อมูลอากาศของแต่ละพิกัด โดยอุณภูมิอากาศและความชื้น วัดค่าที่ความสูงระดับอก ประมาณ 1.20 เมตรจากพื้นดิน ส่วนค่าความเร็วลมให้ช่องรับลมหันสู่ทิศเหนือใต้เพื่อให้สอดคล้องกับทิศทางลมประจำถิ่นของเดือน ก.พ. โดยแต่ละพิกัดจะตรวจวัดและบันทึกค่าความเร็วลมทั้งหมด 3 ค่าในช่วงเวลานั้น เพื่อนำความเร็วลมที่บันทึกได้ไปแปลงเป็นค่าเฉลี่ยของจุดพิกัดที่ตรวจวัดในแต่ละช่วงเวลา เนื่องจากในสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร ความเร็วลมจะไม่คงที่และมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

5.3 เครื่องมือตรวจวัดสภาพอากาศ เครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดอุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ และความเร็วลม ยี่ห้อ Testo ค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นจะใช้ Mini thermo hygrometer รุ่น Testo 605-H1 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีช่วงที่วัดค่าอุณหภูมิได้ระหว่าง -20°C ถึง +70 °C และช่วงความชื้นที่สามารถวัดค่าได้คือระหว่าง 5% ถึง 95% ส่วนค่า ความเร็วลมจะใช้ รุ่น Testo 405-V1 ซึ่งสามารถวัดค่าช่วงความเร็วลมได้ระหว่าง 0 เมตรต่อวินาที ถึง 10 เมตรต่อวินาที โดยแสดงผลเป็นตัวเลขและจุดทศนิยมสองตำแหน่ง

รูปที่ 10 ภาพอุปกรณ์ที่นำมาใช้วัดค่าสภาพอากาศ และการทดสอบความแม่นยำของอุปกรณ์ทุกตัวก่อนเลือกนำไปใช้เพื่อไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดค่าสภาพอากาศจากอุปกรณ์แต่ละตัว

4. ผลการวิจัย

4.1 จากการจำแนกพื้นที่ร่มเงาในแต่ละพิกัดจากแบบแปลน สามารถสรุปผลของแต่ละพื้นที่กรณีศึกษาได้ว่าพื้นที่ซึ่งมีพื้นที่ร่มเงามากที่สุดได้แก่สวนเฉลิมพระเกียรติฯ โดยมีพื้นที่ใต้ทรงพุ่มต้นไม้ คิดเป็น 47.7 % ของพื้นที่ทั้งหมด ขณะที่อันดับสองสวนเบญจสิริที่มีอิทธิพลของร่มเงาอาคารข้างเคียงเข้ามาเสริมในแต่ละช่วงเวลาทำให้มี

พื้นที่ซึ่งได้รับร่มเงาเพิ่มขึ้น โดยพื้นที่ร่มเงาเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลารวมกับพื้นที่ร่มเงาใต้ทรงพุ่มต้นไม้คิดเป็น 41.0% ของพื้นที่โครงการ และสวนรมณีนาถจะมีพื้นที่ทรงพุ่มต้นไม้ คิดเป็น 36.4% ของพื้นที่โครงการ ซึ่งสรุปได้ตามข้อมูลในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พื้นที่ร่มเงาในแต่ละพื้นที่กรณีศึกษา

สวน	พื้นที่ร่มเงา (ตร.ม.)	คิดเป็นพ.ท. ร้อยละ
เฉลิมฯ	22,132	47.7
เบญจฯ	19,029	41.0
รมณีฯ	16,885	36.4

4.2 การจำแนกพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งซึ่งปราศจากร่มเงา สวนเบญจสิริมีพื้นที่ผิวดาดแข็งที่ปราศจากร่มเงามากที่สุดโดยคิดเป็น 31.4% ของพื้นที่โครงการ รองลงมาได้แก่สวนรมณีนาถ มีพื้นที่ผิวดาดแข็งที่ปราศจากร่มเงาคิดเป็นพื้นที่ 20.5% ของพื้นที่โครงการ และสวนที่มีพื้นผิวดาดแข็งที่ปราศจากร่มเงาน้อยที่สุดโดยมีคิดเป็นพื้นที่ 13.3% คือสวนเฉลิมพระเกียรติฯ ซึ่งสรุปได้ตามข้อมูลในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 พื้นที่ผิวดาดแข็งในแต่ละพื้นที่กรณีศึกษา

สวน	พื้นที่ผิวดาดแข็ง (ตร.ม.)	คิดเป็นพ.ท. ร้อยละ
เฉลิมฯ	6,164	13.3
เบญจฯ	14,576	31.4
รมณีฯ	9,526	20.5

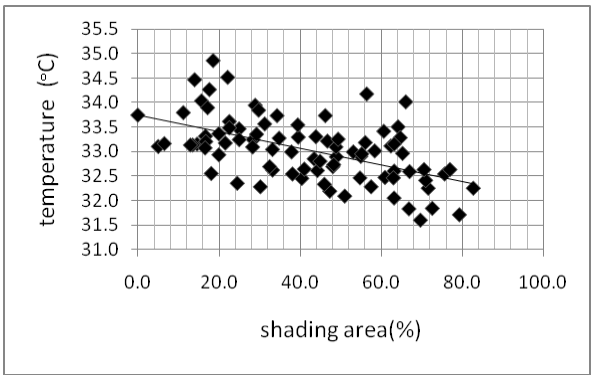
4.3 เมื่อพิจารณาปริมาณพื้นที่ร่มเงาและพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งร่วมกับข้อมูลสภาพอากาศ พบว่าสวนสาธารณะซึ่งมีพื้นที่ร่มเงามากที่สุดและมีพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งน้อยที่สุด ได้แก่สวนเฉลิมพระเกียรติฯนั้น มีอุณหภูมิอากาศโดยเฉลี่ยต่ำสุด ขณะที่สวนสาธารณะ ซึ่งมีพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งมากที่สุดคือสวนเบญจสิริ มีอุณหภูมิอากาศโดยเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งสรุปได้ตามข้อมูลในตารางที่ 3 และจากแนวโน้มในลักษณะดังกล่าว ผู้ศึกษาจึงได้นำข้อมูลสภาพอากาศรายพิกัดจากทั้งสามสวนมาพิจารณาหาความสัมพันธ์ร่วมกับพื้นที่ร่มเงาและพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งของแต่ละพิกัดในลำดับถัดไป

ตารางที่ 3 สรุปสภาพอากาศโดยเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่

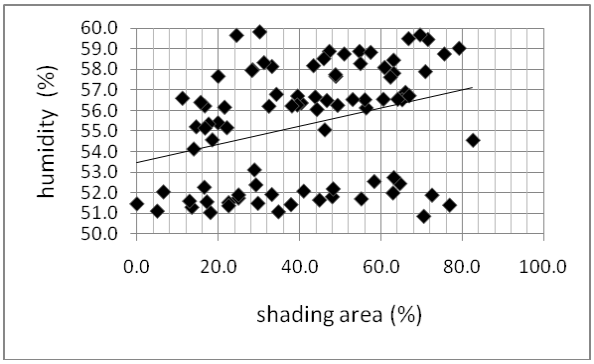
สวน	Ta (°C)	RH (%)	V(m/s)
เฉลิมฯ	32.6	58.2	1.36
เบญจฯ	33.4	56.0	0.68
รมณีฯ	33.1	51.7	0.66

Ta=อุณหภูมิ / RH=ความชื้น / V=ความเร็วลม

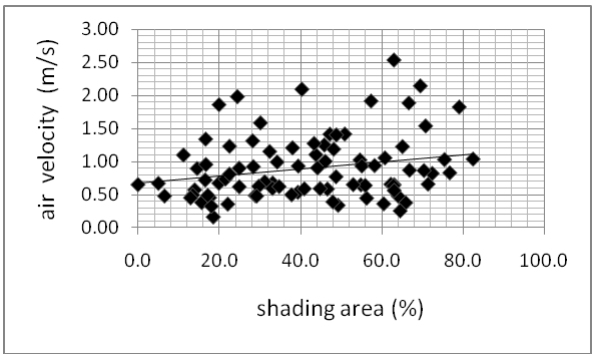
4.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ร่มเงากับสภาพอากาศ ศึกษาได้จากความสัมพันธ์เชิงเส้นของข้อมูลเชิงปริมาณโดยขนาดพื้นที่ร่มเงาของแต่ละพิกัดถูกนำมาหาเป็นสัดส่วนร้อยละ ซึ่งแต่ละพิกัดจะมีพื้นที่ 1,600 ตร.ม. (1ไร่) จำนวนข้อมูลแยกรายสถานที่ของแต่ละสวนจะมีจำนวน 29 ข้อมูล และข้อมูลรวมจากทุกพิกัด จากทุกสถานที่จะมีจำนวนรวม 87 ข้อมูล โดยข้อมูลสภาพอากาศของแต่ละพิกัดจะถูกนำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อให้ค่าที่นำมาใช้เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองครั้ง จากนั้นนำค่าของตัวแปรทั้งสองส่วนที่ต้องการศึกษามาจัดทำแผนภูมิแบบ Scatter Diagram เพื่อพิจารณาแนวโน้มความสัมพันธ์เชิงเส้นตามตัวอย่างรูปภาพ ที่ 11 – 13



รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ร่มเงากับ อุณหภูมิอากาศของทุกพิกัด ทุกพื้นที่กรณีศึกษา



รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ร่มเงากับความชื้นสัมพัทธ์ของทุกพิกัด ทุกพื้นที่กรณีศึกษา



รูปที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ร่มเงากับความเร็วลมของทุกพิกัด ทุกพื้นที่กรณีศึกษา

จากนั้นเพื่อให้เห็นขนาดของความสัมพันธ์และรูปแบบความสัมพันธ์จึงนำข้อมูลของตัวแปรทั้งสองกลุ่ม มาวิเคราะห์สหสัมพันธ์ โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคู่ตัวแปรทีละคู่ ตามตารางที่ 4

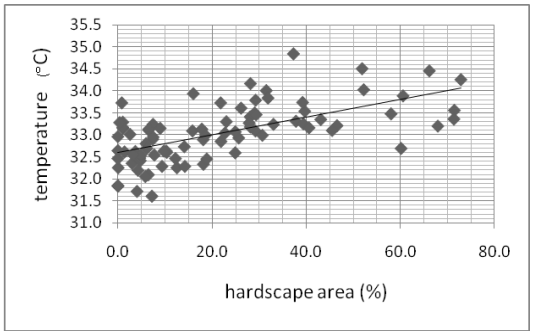
ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ร่มเงา กับ ข้อมูลสภาพอากาศ

พื้นที่ร่มเงา	ข้อมูลสภาพอากาศ		
	Ta (°C)	RH (%)	V(m/s)
นเฉลิมฯ	-0.677**	0.476**	X
นเบญจฯ	-0.474**	0.385*	X
นรมณีฯ	-0.595**	X	X
สามสวน	-0.542**	0.320**	0.229*

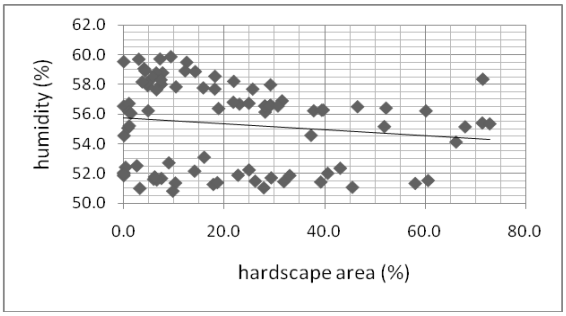
Ta=อุณหภูมิ / RH=ความชื้น / V=ความเร็วลม

** มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01, * มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05, X ไม่มีนัยสำคัญ

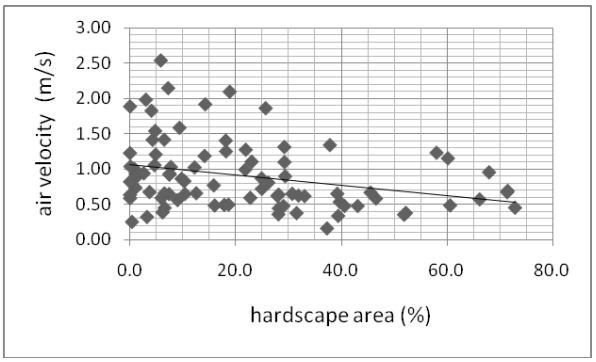
4.5 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งกับสภาพอากาศ จะใช้วิธีจัดการกับกลุ่มข้อมูลในลักษณะเดียวกับการศึกษาความสัมพันธ์ของพื้นที่ร่มเงากับสภาพอากาศ โดยมีจำนวนข้อมูลรวมทุกพิกัดจากทุกสวน 87 ข้อมูล และข้อมูลรายสถานที่แต่ละสวนจำนวน 29 ข้อมูล โดยข้อมูลสภาพอากาศในแต่ละพิกัดจะถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อให้เป็นค่าที่ได้จากการการตรวจวัดทั้งสองครั้งเช่นกัน หลังจากนั้นได้นำตัวแปรทั้งสองส่วนมาจัดทำแผนภูมิแบบ Scatter Diagram เพื่อดูแนวโน้มความสัมพันธ์เชิงเส้นตามตัวอย่างรูปภาพ รูปที่ 14 – 16



รูปที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งกับอุณหภูมิของทุกพิกัด ทุกพื้นที่กรณีศึกษา



รูปที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งกับความชื้นของทุกพิกัด ทุกพื้นที่กรณีศึกษา



รูปที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งกับความเร็วลมของทุกพิกัดทุกพื้นที่กรณีศึกษา

เมื่อพิจารณาแนวโน้มความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างกลุ่มตัวแปรทั้ง 2 กลุ่มแล้ว เพื่อให้เห็นขนาดของความสัมพันธ์และรูปแบบความสัมพันธ์ ผู้ศึกษาจึงนำข้อมูลของตัวแปรทั้งสองกลุ่ม มาวิเคราะห์สหสัมพันธ์ โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคู่ตัวแปร ทีละคู่ตามข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 5 เป็นลำดับถัดไป

ตาราง 5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้ง กับ ข้อมูลสภาพอากาศ

พื้นที่	ข้อมูลสภาพอากาศ		
ดาดแข็ง	Ta (°C)	RH (%)	V(m/s)
นเฉลิมฯ	0.713**	-0.709**	X
นเบญจฯ	0.443*	X	-0.397*
นรมณีฯ	0.724**	X	X
สามสวน	0.621**	X	-0.299**

Ta=อุณหภูมิ / RH=ความชื้น / V=ความเร็วลม

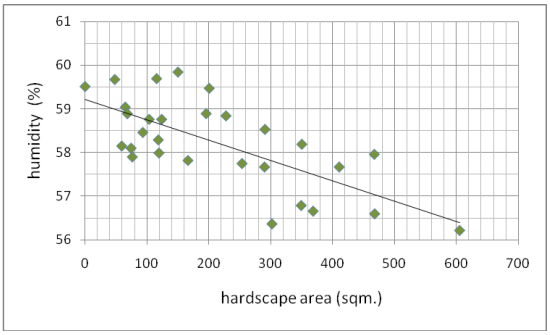
** มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01, * มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05, X ไม่มีนัยสำคัญ

5. บทสรุป

5.1 ผลจากการศึกษาได้ข้อสรุปว่าร่มเงาของต้นไม้และร่มเงาจากอาคารข้างเคียงมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศในลักษณะแปรผกผันกันอย่างชัดเจน กล่าวคือพิกัดใดมีพื้นที่ร่มเงามาก อุณภูมิเฉลี่ยระหว่างวันของพิกัดนั้นจะมีค่าต่ำกว่าพิกัดที่มีพื้นที่ร่มเงาน้อย ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าตั้งแต่ -0.677ถึง-0.474 โดยมีระดับนัยสำคัญที่ 0.01 ซึ่งจากลักษณะเช่นนี้ หมายความว่าพื้นที่ร่มเงาคือปัจจัยสำคัญต่อการลดอุณหภูมิอากาศลงได้ ขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ร่มเงากับความชื้นจะมีขนาดของความสัมพันธ์ในระดับที่น้อยลงมาและเป็นไปในลักษณะแปรผันตามกันกล่าวคือเมื่อเพิ่มพื้นที่ร่มเงามากขึ้น ความชื้นก็จะสูงขึ้นตามไป แต่จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีค่าน้อยแสดงว่ายังมีปัจจัยอื่นๆอีกพอสมควรในสภาพแวดล้อมที่จะมีผลต่อความชื้นในอากาศ ในขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ร่มเงากับความเร็วลมนั้นความสัมพันธ์จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าน้อยเช่นกัน แต่แนวโน้มความสัมพันธ์น่าจะเป็นไปในลักษณะแปรผันตามกัน

5.2 พื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งซึ่งปราศจากร่มเงานั้น มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศในลักษณะแปรผันตามกัน กล่าวคือพิกัดใดมีพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งมาก อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างวันของพิกัดนั้นจะมีค่าสูงตามไปด้วย ผลจากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองกลุ่ม ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่า

ตั้งแต่ 0.437 (ระดับนัยสำคัญ 0.05) ถึง 0.724 (ระดับนัยสำคัญ 0.01) ซึ่งจากลักษณะเช่นนี้หมายความว่า พื้นที่ผิวดาดแข็งปราศจากร่มเงาคือปัจจัยสำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศ ขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างผิวดาดแข็งกลางแจ้งกับความชื้นนั้นไม่มีขนาดของความสัมพันธ์ที่แสดงนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นเฉพาะข้อมูลระดับรายสถานที่ 29 พิกัดของสวนเฉลิมพระเกียรติฯ ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ -0.709 (ระดับนัยสำคัญ 0.01) และเป็นไปในลักษณะแปรผกผันกัน กล่าวคือเมื่อพิกัดใดมีพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งมาก ความชื้นก็จะมีค่าต่ำ พิกัดใดมีพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งน้อย ความชื้นก็จะมีค่าสูง ส่วนข้อมูลระดับรายสถานที่ 29 พิกัดของสวนเบญจสิริและสวนรมณีนาถไม่แสดงนัยสำคัญทางสถิติซึ่งอาจเกิดขึ้นจากตัวแปรอื่นๆในสภาพแวดล้อม ที่ทำให้ค่าความชื้นเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพตามปรกติ ซึ่งผู้ศึกษาไม่สามารถควบคุมตัวแปรเหล่านั้นได้ เช่นมีการรดน้ำต้นไม้ในขณะวัดค่าสภาพอากาศ หรือ มีการเปิดน้ำพุในระหว่างทำการวัดค่าสภาพอากาศเป็นต้น (สวนรมณีนาถและ สวนเบญจสิริเปิดน้ำพุในช่วงเย็น ตั้งแต่เวลา 16.00 น.)



รูปที่ 17 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งกับความชื้นจากข้อมูล 29 พิกัดของสวนสวนเฉลิมพระเกียรติฯ

5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งกับความเร็วลมนั้น จากข้อมูลรวมทุกพิกัดทุกสถานที่ ซึ่งแสดงในตารางที่ 5 ขนาดความสัมพันธ์จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าน้อยคือ -0.299 โดยมีระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่าที่เป็นลบสอดคล้องกับเส้นแนวโน้มใน Scatter Diagram แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรดังกล่าวเป็นไปในลักษณะแปรผกผันกัน แต่มีขนาดของความสัมพันธ์ระหว่างกันเพียงเล็กน้อย

6. ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

6.1 จากผลของการศึกษา ได้ผลเป็นที่แน่ชัดว่าองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมที่สามารถควบคุมสภาพภูมิอากาศระดับจุลภาคไม่ให้อุณหภูมิอากาศระหว่างวันร้อนมากเกินไป นั่นคือ การใช้ประโยชน์จากร่มเงาของต้นไม้ยืนต้นหรือร่มเงาจากอาคารข้างเคียงเป็นเครื่องมือสำคัญในการลดอุณหภูมิอากาศ ดังนั้นผู้ออกแบบควรใส่ใจพิจารณาถึงพื้นที่ร่มเงาที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่โครงการ ให้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ สำหรับงานออกแบบวางผังพื้นที่อยู่เสมอ เพราะพื้นที่ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเกิดสภาวะน่าสบายเชิงอุณหภูมิของมนุษย์ ย่อมส่งผลต่อพฤติกรรมในการยอมรับสภาพอากาศของผู้คน และส่งผลทำให้พื้นที่เหล่านั้นประสบความสำเร็จในการทำให้คนเข้ามาใช้พื้นที่ เพื่อทำกิจกรรมต่างๆตามเป้าประสงค์ของการออกแบบ

6.2 พื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งซึ่งปราศจากร่มเงานั้น มีอิทธิพลทางความร้อนต่อสภาพภูมิอากาศระดับจุลภาค การควบคุมสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่งในลักษณะดังกล่าว ควรถูกนำมาพิจารณาในการออกแบบเช่นกัน โดยเฉพาะใน

ภูมิภาคที่มีอากาศร้อนแบบประเทศไทย การออกแบบวางผัง ให้มีปริมาณพื้นที่ซึ่งมีแนวโน้มจะเกิดความร้อนได้มาก ย่อมส่งผลต่อกระทบต่อการเกิดสภาวะน่าสบายของมนุษย์ ดังนั้นสำหรับงานออกแบบวางผัง การลดพื้นที่ผิวดาดแข็งกลางแจ้งลงในสัดส่วนที่เหมาะสมเท่ากับเป็นการลดแนวโน้มการเกิดสภาพอากาศร้อนให้กับพื้นที่โครงการนั่นเอง

6.3 ผลจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในครั้งนี้สามารถนำมาต่อยอดความรู้ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การศึกษาเรื่องสภาวะน่าสบายของมนุษย์ โดยเฉพาะในบริบทภายใต้การระบายอากาศตามสภาวะธรรมชาติ (Natural Ventilation) และในบริบทพื้นที่ภายนอกอาคาร ผลจากการศึกษาในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมที่มีแนวโน้มจะเกิดสภาวะน่าสบายของมนุษย์ขึ้นได้นั้น น่าจะเกิดขึ้นได้ภายใต้อิทธิขององค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อสภาพภูมิอากาศระดับจุลภาคนั่นเอง

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้จะสำเร็จขึ้นมิได้เลย หากผู้เขียนมิได้รับความอนุเคราะห์ด้านอุปกรณ์เครื่องมือจากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร รวมทั้งการเสียสละเวลา เสียสละแรงกาย รวมทั้งการให้ความอนุเคราะห์ด้านเครื่องไม้เครื่องมือจากบุคคลดังต่อไปนี้

1. อาจารย์ที่ปรึกษา อ.ดร. สัทธา ปัญญาแก้ว
2. ผศ.ดร. พันธุดา พุฒิไพโรจน์
3. ผศ.ดร. กิจชัย จิตขจรวานิช
4. คุณอุษณีษ์ อ่อนแท้
5. คุณธิดารัตน์ บุนนาค
6. คุณสมบูรณ์ วนเจริญวงศ์
7. คุณสุกรี เส็นคง
8. คุณวุฒิพงศ์ แสนบุดดา
9. คุณนภัทร จิตรภัทรินทร์
10. คุณวีระชัย เค้าฉลองเคียง
11. คณะเจ้าหน้าที่สำนักงานสวนสาธารณะ สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร

รวมถึงบุคคลอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้เขียนอาจมิได้แสดงชื่อของท่านไว้ ณ ที่นี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ทุกๆท่านไว้ ณ โอกาสนี้

8. เอกสารอ้างอิง

[1] สุดสวาท ศรีสถาปัตย์ (2545). การออกแบบวัสดุพืชพรรณและการประหยัดพลังงาน, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[2] สุนทร บุญญาธิการ (2547). บ้านชีวาทิตย์ บ้านพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อคุณภาพชีวิตผลิตพลังงาน, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[3] Givoni, B. (1994). Passive and Low Energy Cooling of Buildings, John Wiley & Sons, New York.

[4] กิจชัย จิตขจรวานิช (2550). สภาวะน่าสบายและการปรับตัวเพื่ออยู่แบบสบายของคนในท้องถิ่น, นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.