

การประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อน Application of Geo-information Technology on Urban Heat Island Study

ปณณช รุธิรโก*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาดไทย

Poonyanuch Ruthirako*

Faculty of Science and Technology, Hatyai University

บทคัดย่อ

การประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ เพื่อใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์เกาะความร้อน สามารถทำการศึกษาได้ในหลายรูปแบบได้แก่ การศึกษาการกระจายและการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์เกาะความร้อน การศึกษาความเสี่ยงจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่มีต่อสุขภาพ การศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินกับปรากฏการณ์เกาะความร้อน และการศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อปรากฏการณ์เกาะความร้อน ซึ่งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์เกาะความร้อน ทำให้ทราบข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งนำมาใช้ในการวางแผน และการจัดการเพื่อแก้ไขปัญหาปรากฏการณ์เกาะความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในอนาคต

คำสำคัญ : เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ, ปรากฏการณ์เกาะความร้อน

Abstract

Geo-information technology can be applied to study the urban heat island phenomenon and many associated cases: including the study of the distribution of the heat island phenomenon, the study of the risk of the heat island phenomena on health, the study of land use on the urban heat island phenomenon and the study of factors that affect the heat island phenomenon. The use of geo-information technology enables the highest utilization of the urban heat island phenomenon and could be applied in urban planning and management in the future.

Keywords : Geo-information technology, urban heat island

บทนำ

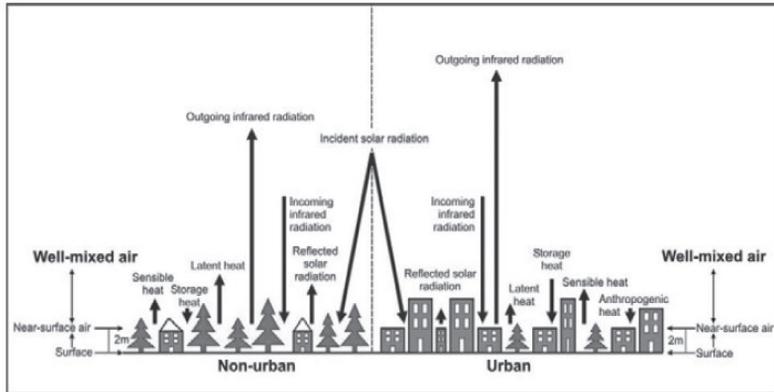
การคาดการณ์การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร โดยองค์การสหประชาชาติ ในปี ค.ศ. 2004 พบว่า ประชากรมากกว่าครึ่งหนึ่งอาศัยอยู่ในเขตเมือง (United Nations, 2004) และการคาดการณ์การเพิ่มขึ้นของประชากรโลก โดยใช้อัตราการเกิดในปี ค.ศ. 2002 คาดว่าในปี ค.ศ. 2050 ประชากรโลกจะเพิ่มขึ้นสูงถึง 12.8 พันล้านคน (Brennan & Withgott, 2005) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรโลกส่งผลให้เกิดการขยายตัวของเมือง โดยจำนวนประชากรมากกว่าสองในสามที่เพิ่มขึ้น พบในประเทศกำลังพัฒนา (UNFPA, 2007) ทำให้เกิดการขยายตัวของเมือง และมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเพื่อที่อยู่อาศัย การพัฒนาด้านอุตสาหกรรม และเศรษฐกิจ ส่งผลให้พื้นที่สีเขียวลดลง (Hu, Du & Guo, 2007; Ma & Xu, 2010 ; Qureshi, Breuste & Lindley, 2010) โดยบริเวณที่มีพืชพรรณธรรมชาติถูกเปลี่ยนไปเป็นสิ่งก่อสร้างหรือวัสดุทึบ เช่น แอสฟัลต์ เหล็ก หรือคอนกรีต เกิดการดูดซับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ (Oke, 1997) และเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน ซึ่งนับเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่สุดปัญหาหนึ่งของโลก (Myeong, 2010) โดยปรากฏการณ์เกาะความร้อนเป็นปรากฏการณ์ที่พื้นที่บริเวณกลางเมืองมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณโดยรอบ (Shahmohamadi, et al., 2010; Wu & Zhang, 2008; Tokairin, Mishima & Kitada, 2011) ความแตกต่างของอุณหภูมิที่สูงกว่าดังกล่าวมีความชัดเจนในตอนกลางคืนมากกว่าตอนกลางวัน และในฤดูหนาวมากกว่าฤดูร้อน และจะชัดเจนมากเมื่อไม่มีลม หรือมีลมพัดอ่อน ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยที่พื้นผิวโลกเพิ่มขึ้น ผลกระทบจากการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนส่งผลในหลายด้านได้แก่ ผลกระทบต่อสุขภาพ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและความเนิ่นนานของคลื่นความร้อน (heat wave) ที่เกิดในเมือง การสิ้นเปลืองการใช้พลังงานของอาคารต่างๆ (Mirzaei & Haghghat, 2010) และการเจริญเติบโตของพืชพรรณท้องถิ่นไม่เป็นไปตามฤดูกาลเพาะปลูก

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ประกอบด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing : RS) และระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System : GPS) เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ และจัดการปัญหาที่รุนแรงและซับซ้อนได้ (Pleerux, 2013) และยังมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดเก็บระบบข้อมูลซึ่งมีอยู่มากมายในปัจจุบัน ซึ่งเป็นระบบสารสนเทศของข้อมูลเชิงพื้นที่ ช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลที่ซับซ้อน ซึ่งนำมาใช้ในการตัดสินใจวางแผนหรือแก้ปัญหา (Jirakajornkul, 2009) ประกอบกับในปัจจุบันได้มีการพัฒนาทั้งด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ทำให้มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในด้านต่างๆ อาทิเช่น ด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการจัดการทรัพยากรเกษตร ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม ด้านสังคม ด้านสาธารณสุข ด้านการจัดการภาวะฉุกเฉินและพิบัติภัย ด้านการวางผังเมือง และด้านเศรษฐกิจ เป็นต้น (Jantarasorn & Yumuang, 2002 ; Harris & Elmes, 1993)

จากความสำคัญของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ทำให้มีการนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อน (urban heat island: UHI) ด้วยเช่นกัน โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนมีความสำคัญ เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ทำให้เห็นข้อมูลเชิงพื้นที่ สามารถระบุตำแหน่งได้ และเห็นข้อมูลความสัมพันธ์ต่างๆ ได้อย่างชัดเจน นำมาใช้ในการวางแผนการวางผังเมือง การจัดการพลังงาน (Garcia-Cueto, Jauregui-Ostos, Toudert & Tejada-Martinez, 2007) และการแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

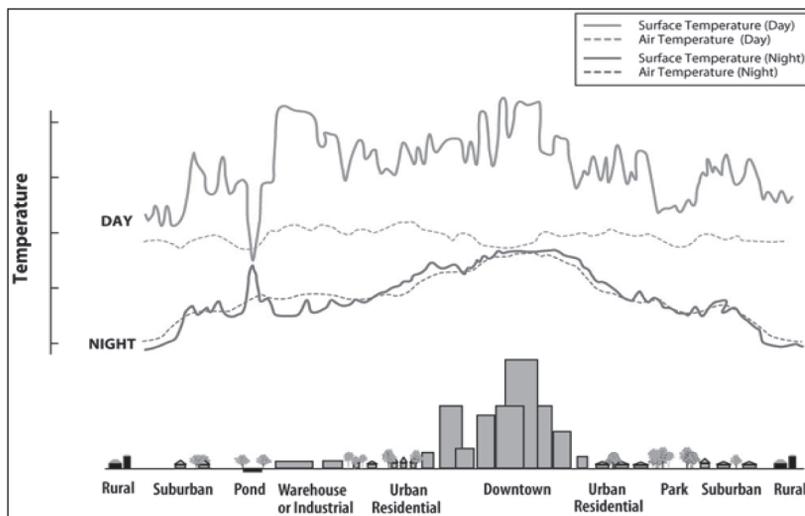
ความหมายและสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน

ปรากฏการณ์เกาะความร้อน คือ ปรากฏการณ์ที่พื้นที่ในเมืองมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณโดยรอบอย่างมีนัยสำคัญ โดยความแตกต่างของอุณหภูมิที่สูงกว่าดังกล่าวจะชัดเจนในตอนกลางคืนมากกว่าตอนกลางวัน ในฤดูหนาวมากกว่าฤดูร้อน (Autaka, et al., 2010) ซึ่งเกิดจากการขยายตัวของเมืองโดยไม่มีผังเมือง ทั้งนี้สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดเกาะความร้อนเมือง คือการเปลี่ยนแปลงพื้นผิวของแผ่นดินจากบริเวณที่เป็นต้นไม้เป็นพื้นลาดแข็ง โดยใช้วัสดุที่ทำให้เกิดการสะสมของความร้อน (Kumar, Bhaskar & Padmakumari, 2012) ก่อให้เกิดการดูดซับรังสีความร้อนของตึกและอาคาร ถนน และวัสดุปูพื้นในช่วงกลางวัน (Myeong, 2010) นอกจากนี้ปรากฏการณ์เกาะความร้อนยังเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การใช้เครื่องปรับอากาศ การใช้ยานพาหนะ และกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม (Kalkstein, Sailor, Shickman, Sheridan & Vanos, 2013) เมื่อเปรียบเทียบสมดุลของการใช้พลังงานระหว่างพื้นที่เขตเมืองกับพื้นที่รอบนอกพบว่าในเขตเมืองมีการปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมามากกว่า (Savio, Rosenzweig, Solecki & Slosberg, 2006) (ดังภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 เปรียบเทียบความสมดุลของการใช้พลังงานในพื้นที่เขตเมืองกับพื้นที่รอบนอก (ลูกศรยาวหมายถึงมีการปลดปล่อยพลังงานมากกว่าลูกศรสั้น) (ที่มา: (Savio, Rosenzweig , Solecki & Slosberg, 2006)

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในช่วงกลางวันกับกลางคืนพบว่าบริเวณที่เป็นเขตเมืองจะมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิสูง (ดังภาพที่ 2) โดยอุณหภูมิมิบริเวณพื้นที่ในเขตเมืองและพื้นที่รอบนอกจะมีค่าแตกต่างกันประมาณ 2-4 องศาเซลเซียส (Akbari, et al., 2013)



ภาพที่ 2 ความแตกต่างของอุณหภูมิมิบริเวณพื้นที่ใจกลางเมืองและพื้นที่รอบนอก (ที่มา : Akbari, et al., 2013)

อย่างไรก็ตามปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน ได้แก่ สภาพอากาศ สภาพภูมิประเทศ ช่วงเวลาในแต่ละวัน ฤดูกาล รูปแบบของเมือง และองค์ประกอบของเมือง (Voogt, 2004)

ผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อน

ปรากฏการณ์เกาะความร้อนส่งผลกระทบต่อชัดเจนในเรื่องอุณหภูมิและผลกระทบด้านอุตุนิยมวิทยา เช่นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของลมประจำถิ่น การเกิดเมฆ หมอก ฝน เป็นต้น เนื่องจากกระบวนการพาความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ที่มีต่อพื้นโลก ทำให้มวลอากาศที่อยู่ใกล้พื้นโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น หากมีความชื้นพอเหมาะ เมื่อลอยสูงขึ้นไปอาจก่อตัวเป็นเมฆและฝน ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณท้องถิ่นตามฤดูกาลปลูก และยังส่งผลให้มีการใช้พลังงาน (เครื่องปรับอากาศและตู้เย็น) มากขึ้นในเมืองที่มีอากาศร้อน นอกจากนี้ปรากฏการณ์เกาะความร้อนยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความผาสุกของประชากรในเมือง เป็นเหตุให้ประชากรเข้าโรงพยาบาลมากขึ้นและตายจากโรคเกี่ยวกับความร้อน (Changnon, Kunkel & Reinke, 1996) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ และการเพิ่มขนาดความเนิ่นนานของคลื่นความร้อน (Heat wave) ที่เกิดในเมือง ทำให้เห็นว่าอัตราการเสียชีวิตสูงสุดในช่วงการเกิดคลื่นความร้อนและเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิสูงสุด (Buechley, Bruggen & Truppi, 1972)

โดยสรุปผลกระทบของปรากฏการณ์เกาะความร้อน อาจบรรเทาได้ด้วยการลดการใช้พลังงาน การใช้วัสดุที่มีผิวพื้นสีขาว หรือนำวัสดุที่สะท้อนความร้อน มาใช้ในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือน ลาน และถนน นอกจากนี้การเพิ่มจำนวนของพืชพรรณ หรือการปลูกต้นไม้สามารถช่วยเพิ่มความชื้นในบรรยากาศ และลดอุณหภูมิของเมืองได้อีกทางหนึ่ง

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-information technology) หมายถึง การบูรณาการความรู้และเทคโนโลยีทางด้าน การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing : RS) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) และระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System : GPS) เพื่อประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization), 2009) ซึ่งเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมีองค์ประกอบและรายละเอียด ดังนี้

1. การรับรู้จากระยะไกล

การรับรู้จากระยะไกล หมายถึง การได้มาของข้อมูล (Data acquisition) โดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดที่อยู่ไกลออกไป และทำการสกัดสารสนเทศ (Information extraction) ต่างๆ จากข้อมูลที่ได้มาจากการตรวจวัด เพื่อทำการวิเคราะห์และประมวลผล (Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization), 2009)

2. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์คือกระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ เป็นระบบที่ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในการเก็บรวบรวม ประมวลผล วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ ทั้งทางด้านแผนที่และข้อมูลตัวเลขตัวอักษร โดยมีการนำมาจัดรูปแบบให้เหมาะสมสำหรับใช้ในงานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นหลัก ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะมีการอ้างอิงกับระบบพิกัดบนพื้นโลก เพื่อให้ข้อมูลสารสนเทศหรือข้อมูลสำหรับนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการแก้ปัญหา และการจัดการเชิงพื้นที่ (Klindaw, 2009 ; Deelert, 2000 ; Kuariyakul, 2002) ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และทำให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับเวลาได้ ข้อมูลและแผนที่ใน GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของตารางข้อมูล และฐานข้อมูลที่มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) เช่น การแพร่ขยายของโรคระบาด การเคลื่อนย้าย ถิ่นฐานการบุกรุกทำลาย การเปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ เมื่อปรากฏบนแผนที่ทำให้สามารถแปลและสื่อความหมายในงานได้ดียิ่งขึ้น

3. ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก

เป็นระบบโครงข่ายดาวเทียมระบุตำแหน่งจำนวนอย่างน้อย 24 ดวงรอบโลก โดยโคจรอยู่เหนือพื้นโลกประมาณ 20,200 กิโลเมตร (Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization), 2009)

การประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ในการศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อน

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ในการศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อน สามารถใช้การรับรู้จากระยะไกล (RS) โดยนำข้อมูลจากดาวเทียมมาวิเคราะห์หาค่าอุณหภูมิพื้นผิว นอกจากนี้ยังสามารถเก็บข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิว โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ร่วมกับการใช้ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) เพื่อให้ทราบตำแหน่งที่ทำการเก็บค่าอุณหภูมิพื้นผิว ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อน มีรายละเอียดดังนี้

1. การเก็บข้อมูลค่าอุณหภูมิพื้นผิว (Land Surface Temperature : LST) บริเวณพื้นที่ในเขตเมืองกับพื้นที่รอบนอก โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ และนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าของอุณหภูมิ ซึ่งการวัดค่าอุณหภูมิใช้วิธีการวัดความสูงจากระดับพื้น 1.50 เมตร ตามกฎการวัดอุณหภูมิอากาศ และทำการวัดในวันที่มีสภาวะอากาศปลอดโปร่ง

2. การนำข้อมูลจากดาวเทียมมาวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิว โดยใช้ช่วงคลื่นที่ 6 (แบนด์ 6) ในการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิว ซึ่งภาพถ่ายดาวเทียมสามารถศึกษาค่าอุณหภูมิโดยใช้ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (แบนด์ 6) (ความยาวคลื่น 11.475 μm) โดยใช้สูตร ดังนี้ (Chander & Markham, 2003)

$$L_{\lambda} = \frac{(L_{MAX\lambda} - L_{MIN\lambda})}{(QCAL_{MAX} - QCAL_{MIN})} \times (QCAL - QCAL_{MIN}) + L_{MIN\lambda}$$

L_{λ}	คือ	ค่าพลังงานที่ตรวจรับ ณ อุปกรณ์ตรวจรับ มีหน่วย watts/(m ² .ster.μm)
QCAL	คือ	ค่าพลังงานที่ตรวจรับได้ในแต่ละจุดภาพ (pixel)
$L_{MIN\lambda}$	คือ	ค่าต่ำสุดของพลังงานที่อุปกรณ์สามารถตรวจรับได้ในแต่ละ ช่วงคลื่น มีหน่วยเป็น watts/(m ² .ster.μm)
$L_{MAX\lambda}$	คือ	ค่าสูงสุดของพลังงานที่อุปกรณ์สามารถตรวจรับได้ในแต่ละ ช่วงคลื่น มีหน่วยเป็น watts/(m ² .ster.μm)
QCAL _{MIN}	คือ	ค่าต่ำสุดของข้อมูลในหนึ่งจุดภาพ
QCAL _{MAX}	คือ	ค่าสูงสุดของข้อมูลในหนึ่งจุดภาพ

การเปลี่ยนค่าพลังงานที่ตรวจรับ ณ อุปกรณ์ตรวจรับ TOA Radiance เป็นค่าอุณหภูมิในหน่วยเคลวิน ใช้สูตร (Chander & Markham, 2003)

$$T = \frac{K_2}{\ln(K_1/L_{\lambda} + 1)}$$

เมื่อ	T	คือ	ค่าอุณหภูมิในหน่วยองศาเคลวิน
	K_1	คือ	607.76 (W/m ² .ster.μm)
	K_2	คือ	1,260.56 (Kelvin)
	L_{λ}	คือ	ค่าพลังงานที่ตรวจรับ ณ อุปกรณ์ตรวจรับ มีหน่วยเป็นวัตต์ ต่อตารางไมโครเมตรต่อสเตอเรเดียน (watts/(m ² .ster.μm))

การเปลี่ยนค่าอุณหภูมิในหน่วยองศาเคลวินเป็นองศาเซลเซียส โดยใช้สูตร

$$T_C = T_K - 273.15$$

เมื่อ	T_C	คือ	อุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส
	T_K	คือ	อุณหภูมิในหน่วยองศาเคลวิน

หลังจากที่ได้ข้อมูลค่าอุณหภูมิพื้นผิว สามารถใช้ระบบภูมิสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) มาวิเคราะห์และประมวลผล ทำให้เห็นข้อมูลเชิงพื้นที่ของการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน และข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการวางแผน และการจัดการ เพื่อแก้ไขปัญหาปรากฏการณ์เกาะความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

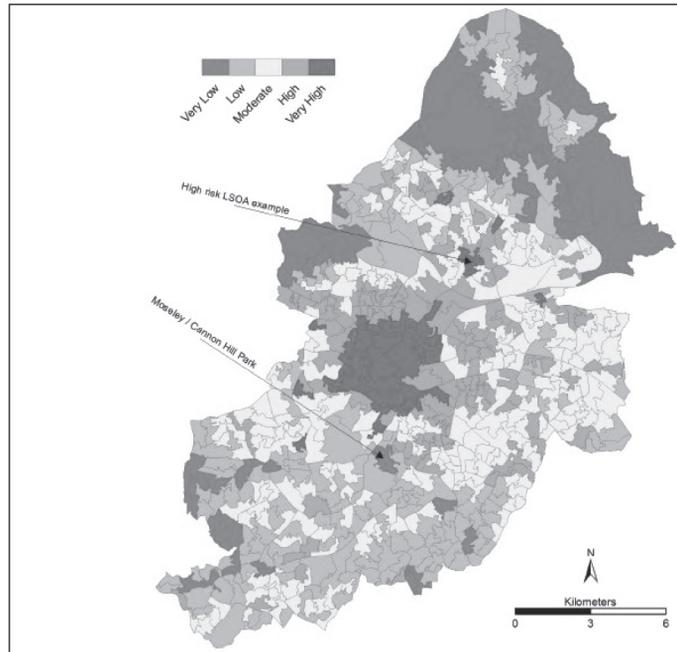
ตัวอย่างในการประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ เพื่อศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อน

1. การศึกษาการกระจายและการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์เกาะความร้อน

การศึกษาของ Wu & Zhang (2008) ได้ทำการศึกษาการกระจายของปรากฏการณ์เกาะความร้อน ณ กรุงปักกิ่ง ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยทำการเปรียบเทียบค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ในปี ค.ศ.1992 และ 2004 ผลการศึกษาพบว่าช่วงเวลาในอดีตมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่า ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงจะมีสิ่งก่อสร้างจำนวนมาก สอดคล้องกับการศึกษาการกระจายของปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง Zaragoza ประเทศสเปน ที่พบว่าบริเวณใจกลางเมืองและพื้นที่ใจกลางด้านตะวันออกเป็นบริเวณที่ร้อนที่สุด ซึ่งบริเวณดังกล่าวเต็มไปด้วยอาคาร และสิ่งก่อสร้าง (Sanchez, Serrano & Prats, nd.) ส่วนในประเทศไทยได้มีการศึกษาการจำแนกเขตภูมิอากาศความร้อน เพื่อสนับสนุนการวางแผนและการจัดการสิ่งแวดล้อมเมือง ในกรุงเทพมหานคร (Srivanit, Hokao & lamtrakul, 2014) โดยการประเมินอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายช่วงเวลากลางวันของดาวเทียมแลนด์แซท ทีเอ็ม (ณ วันที่ 25 เมษายน ค.ศ. 2009) ซึ่งถูกนำมาใช้ทดสอบความเสถียรของอุณหภูมิช่วงฤดูร้อน ในเขตภูมิอากาศความร้อนที่ต่างกัน โดยพบว่าความแตกต่างของอุณหภูมิในเขตเมืองและเขตชนบท หรือความรุนแรงของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองนั้น สูงถึง 4.23 องศาเซลเซียส ซึ่งแผนที่แสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ขอบเขตภูมิอากาศความร้อนนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับนักวางแผนเมือง ด้วยเหตุผลสองประการ คือ ประการแรกแผนที่จะระบุบริเวณพื้นที่เมืองที่วิกฤติจากสภาพภูมิอากาศแตกต่างกันในช่วงฤดูร้อน และเป็นตัวบ่งชี้ถึงความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในเมือง และประการที่สอง เมื่อนำแผนที่สิ่งปกคลุมดินมาซ้อนทับ แผนที่นี้จะมีส่วนสนับสนุนการกำหนดกลยุทธ์การจัดการเมืองที่เป็นไปได้ เพื่อลดผลกระทบจากคลื่นความร้อนในเมือง ซึ่งจะเป็นประโยชน์และเป็นข้อมูลสำคัญในการวางแผนเมือง เพื่อปรับปรุงสภาพภูมิอากาศให้ดีขึ้น

2. การศึกษาความเสี่ยงจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่มีต่อสุขภาพและความอยู่สบาย

มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ โดยศึกษาระดับความเสี่ยงจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ โดยจัดแบ่งระดับความเสี่ยงเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำมาก ระดับต่ำ ระดับปานกลาง ระดับสูง และระดับสูงมาก (ดังภาพที่ 3) ผลการศึกษาพบว่าประชาชนที่อยู่บริเวณใจกลางเมืองมีความเสี่ยงสูงในการเผชิญกับปรากฏการณ์เกาะความร้อน (Tomlinson, Chapman, Thornes & Baker, 2011) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Tan, et al. (2010) ที่กล่าวถึงภาวะที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นว่าเป็นสาเหตุให้อัตราการเสียชีวิตเพิ่มมากขึ้น โดยพบมากบริเวณ ใจกลางเมืองมากกว่าพื้นที่รอบนอก



ภาพที่ 3 ความเสี่ยงของปรากฏการณ์เกาะความร้อนต่อสุขภาพ
(ที่มา : Tomlinson, Chapman, Thornes & Baker, 2011)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาผลของปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่มีต่อความอยู่สบาย (human comfort) ในกัวลาลัมเปอร์ ประเทศมาเลเซีย (Shaharuddin, Noorazuan, Takeuchi & Noraziah, 2014) ผลการศึกษาพบว่าค่าอุณหภูมิสูงสุดพบในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งในช่วงกลางวันมีอุณหภูมิสูงถึง 309 องศาเซลเซียส ซึ่งการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนส่งผลกระทบต่อผู้ที่อยู่อาศัยในเขตเมือง

3. การศึกษาเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินกับปรากฏการณ์เกาะความร้อน

Boonjawat, Niitsu & Kubo (2000) ได้ทำการศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม NOAA และ ดาวเทียม Landsat โดยเปรียบเทียบอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่าง 2 พื้นที่ ได้แก่พื้นที่ที่เป็นตัวแทนย่านกลางเมือง (พื้นที่ในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) และพื้นที่บริเวณชานเมือง (พื้นที่ในสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย : Asian Institute of Technology) ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของค่าอุณหภูมิจะสูงในช่วงเดือนมกราคม และลดลงในเดือนกันยายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน และบริเวณย่านกลางเมืองจะมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณชานเมือง

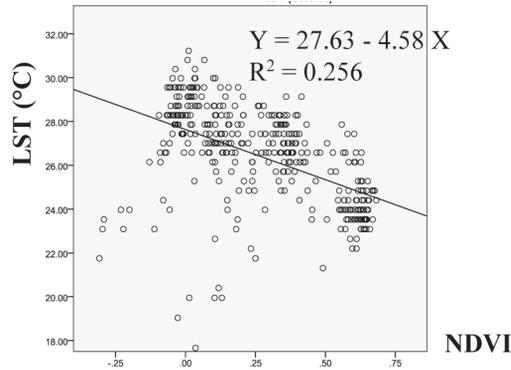
การศึกษาของ Jaroentrakulpiti (2014) เกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่และเวลาของสภาวะเกาะแห่งความร้อนเมืองเชียงใหม่ พบว่าลักษณะเชิงพื้นที่ของเกาะความร้อนของเมืองเชียงใหม่เป็นแบบศูนย์กลางเดียว ในขณะที่รูปแบบเกาะความร้อนในเชิงเวลา พบว่าช่วงเวลาที่ปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่มีความเข้มข้น

ชั้นสูงสุดคือในเวลากลางคืนของฤดูหนาวเท่ากับ 2.0 องศาเซลเซียส ความแตกต่างของลักษณะกายภาพของพื้นที่เมืองและชนบทเป็นสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน ผลของการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนสิ่งปกคลุมดินกับอุณหภูมิเฉลี่ยด้วยค่าสถิติ t-test พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยมีความสัมพันธ์กับสัดส่วนสิ่งปกคลุมดินอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 โดยสิ่งปกคลุมดินประเภทอาคารและสิ่งปลูกสร้างมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิเฉลี่ย ในขณะที่พื้นที่ธรรมชาติ เช่น พื้นที่ป่า พื้นที่น้ำ และพื้นที่เกษตรกรรม มีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิเฉลี่ย

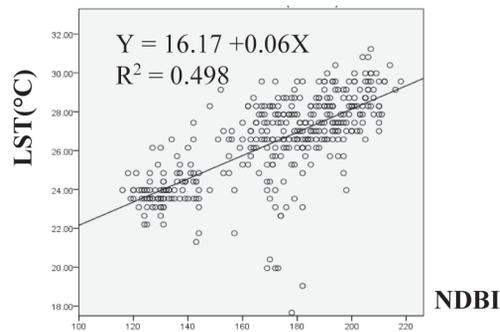
4. การศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อปรากฏการณ์เกาะความร้อน

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนมีหลายปัจจัย Komonveeraket (1998) ได้ศึกษาผลของสิ่งปกคลุมดินต่อการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้ดาวเทียม Landsat 5 ผลการศึกษาพบว่า บริเวณที่มีอุณหภูมิสูงคือบริเวณที่ปกคลุมด้วยสิ่งปลูกสร้าง แสดงให้เห็นว่าการใช้ที่ดินและสิ่งปลูกสร้างบนดิน เป็นสาเหตุสำคัญในการก่อให้เกิดเกาะความร้อนในเขตกรุงเทพมหานครและบริเวณปริมณฑล อย่างไรก็ตามพื้นที่สีเขียว ที่มีอยู่สามารถแพร่อิทธิพลความเย็น (cooling effect) แก่บริเวณโดยรอบได้ในระดับหนึ่ง (Taksadipong, Chuntranuluck & Rungratanaubon, 2013) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Teanmanee (2002) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่าในบริเวณที่มีสิ่งก่อสร้างอยู่รวมกันอย่างหนาแน่น ได้แก่บริเวณที่พักอาศัย บริเวณธุรกิจการค้า และบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น จะมีอุณหภูมิสูง ส่วนบริเวณพื้นที่ซึ่งมีความหนาแน่นของอาคารต่ำหรือบริเวณที่มีสวนสาธารณะ ซึ่งมีพื้นที่สีเขียวเป็นองค์ประกอบหลักจะมีอุณหภูมิลดลง

การศึกษาของ Ruthirako (2014) ที่ศึกษาอุณหภูมิในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และเทศบาลเมืองคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ พบว่าค่าอุณหภูมิมีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าดัชนีพืชพรรณ (ดังภาพที่ 4) โดยบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงจะมีพืชปกคลุมน้อย ส่วนบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำจะมีพืชปกคลุมอยู่มาก นอกจากนี้ค่าอุณหภูมิมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าดัชนีสิ่งก่อสร้าง (ภาพที่ 5) ซึ่งบริเวณที่มีสิ่งก่อสร้างอยู่หนาแน่นมากจะมีค่าอุณหภูมิสูง และบริเวณที่มีสิ่งก่อสร้างอยู่หนาแน่นน้อยจะมีค่าอุณหภูมิต่ำ



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุณหภูมิพื้นผิวและค่าดัชนีพืชพรรณ
(ที่มา : Ruthirako, 2014)



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีสิ่งก่อสร้าง (NDBI) กับค่าอุณหภูมิพื้นผิว (LST)
(ที่มา : Ruthirako, 2014)

บทสรุป

ปรากฏการณ์เกาะความร้อนส่งผลกระทบต่อหลายด้านได้แก่ ผลกระทบต่อสุขภาพ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและความเนิ่นนานของคลื่นความร้อน (heat wave) ที่เกิดในเมือง การสิ้นเปลืองการใช้พลังงานของอาคารต่างๆ (Mirzaei & Haghighat ,2010) และการเจริญเติบโตของพืชพรรณท้องถิ่นตามฤดูกาลปลูก ดังนั้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนจึงมีความสำคัญทำให้เห็นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถนำมาใช้ในการวางแผนในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวทางหนึ่งในการปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อมเมืองและลดการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน ได้แก่ การเพิ่มพื้นที่สีเขียว ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและเป็นวิธีการปรับปรุงสมดุลของสภาพแวดล้อมในเขตเมือง (Ruthirako, 2013) โดยพื้นที่สีเขียวไม่เพียงแต่ช่วยปรับภูมิทัศน์เท่านั้น แต่ยังช่วยเพิ่มความชื้นในอากาศและลดอุณหภูมิได้อีกด้วย (Bonan, 2000 ; McPherson & Simpson, 2003 ; Yang, et al., 2005) บริเวณที่เป็นพื้นที่สีเขียวประกอบด้วยต้นไม้และสนามหญ้าจะช่วยให้อุณหภูมิอากาศต่ำ (Wu & Zhang, 2008) และบริเวณสวนสาธารณะจะลดอุณหภูมิของเมืองและลดการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน ทั้งยังช่วยปรับปรุงสภาพอากาศและลดมลพิษในเมืองได้ (Makhelouf, 2009) โดยที่บริเวณที่มีต้นไม้ปกคลุมจะสามารถลดอุณหภูมิได้ 1.6-2.5 องศาเซลเซียส และเพิ่มความชื้นได้ประมาณ 2.9-5.2 เปอร์เซ็นต์ (Yan, Wang, Hao & Dong, 2012) และหากพืชที่ปกคลุมพื้นที่สีเขียวเพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์จะช่วยลดอุณหภูมิพื้นผิวดินลงได้ถึง 0.86 องศาเซลเซียส (Li, Zhou, Ouyang, Xu & Zheng, 2012) นอกจากนี้การลดการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยการเผยแพร่สื่อในรูปแบบต่างๆ เช่น ป้ายประกาศ โปสเตอร์ การจัดกิจกรรมรณรงค์ หรือสื่อออนไลน์ต่างๆ (Taksin, 2015) เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนได้

ดังนั้นการประยุกต์เทคโนโลยีภูมิศาสตร์มาใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อน เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสำหรับการวิเคราะห์ ตรวจสอบ และติดตาม รวมถึงการประเมินผลกระทบที่มีต่อสภาพอากาศของเมือง สามารถนำมาใช้ในการวางแผนการจัดการได้เป็นอย่างดี

References

- Akbari, H., et al. (2013). Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies Urban Heat Island Basics. Retrieved November 7, 2014, From <http://www.epa.gov/heatisland/about/index.htm>
- Autaka, J. et al. (2010). Reducing the urban heat island with green areas. 9th National Conference on Environmental Engineering, Science and Management. 24-27 March 2010. (in Thai).
- Bonan, G.B. (2000). The microclimates of suburban Colorado (USA) landscape and implications for planning and design. *Landscape and urban planning*. 49 (3-4), 97-114.
- Boonjawat, J., Niitsu, K.& Kubo, S.. (2000). Urban heat island : thermal pollution and climate change in Bangkok. *Journal of health science*. 9(1), 49-55.
- Brennan, S. & Withgott, J. (2005). *Environmental : The science behind the stories*. Benjamin Cummings. San Francisco.

- Buechley, RW, Bruggen, J.V. & Truppi, LE. (1972). Heat island equals death island?. *Environmental Research*. 5(1), 85–92.
- Chander, G. & Markham, B. L. (2003). Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration procedures, and post-calibration dynamic ranges. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. 41, 2674-2677.
- Changnon, S. A., Kunkel, K. E. & Reinke, B. C. (1996). Impacts and responses to the 1995 heat wave: A call to action. *Bulletin of the American meteorological society*. 77(7), 1497-1506.
- Deelert, J. (2000). Preliminary of GIS training program. Bangkok : Geology Division of the Department of Mineral Resources. (in Thai).
- Garcia-Cueto, O. R., Jauregui-Ostos, E., Toudert, D. & Tejeda-Martinez, A. (2007). Detection of the urban heat island in Mexicali, B.C., México, and its relationship with land use. *Atmósfera*. 20, 111-131.
- Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization). (2009). *Space Technology and Geo-Information Science*. 1st edition. Bangkok : Amarin Printing & Publishing Public Company Limited. (in Thai).
- Harris ,T.M. & Elmes ,G.A. (1993). The application of GIS in urban and regional planning: a review of the North American experience. *Applied Geography*. 13, 9-27.
- Hu, Z.-L, Du, P.-J, Guo, D. Z. (2007). Analysis of Urban Expansion and Driving Forces in Xuzhou City Based on Remote Sensing. *Journal of China University of Mining and Technology*. 17(20), 267-271.
- Jantarasorn,W.& Yumuang, S..(2002).Geographic information systems in Government. Bangkok : Geo-Informatics Center for Thailand. (in Thai).
- Jaroentrakulpiti ,W..(2014). Temporal and Spatial Dimensions of Urban Heat Island in Chiang Mai. *Journal of The Faculty of Architecture King Mongkut’s Institute of Technology Ladkrabang*. 19(2), 162-172. (in Thai).
- Jirakajornkul, S.. (2009). *Learning Geographic Information Systems with ARCGIS DESKTOP 9.3.1*. 1st edition. Nonthaburi : S.R. Printing Mass Products Limited.

- Kalkstein, L. S., Sailor, D., Shickman, K., Sheridan, S.&Vanos, J. (2013). Assessing the health impacts of urban heat island reduction strategies in the district of Columbia. Retrieved January 12, 2015, From <http://www.coolrooftoolkit.org/wp-content/uploads/2013/10/DC-Heat-Mortality-Study-for-DDOE-FINAL.pdf>.
- Klindaw, S. (2009). Principle of Geographic Information Systems. Bangkok : Thammasat Printing House. (in Thai).
- Komonveeraket, K.(1998). The effects of land cover on urban heat islands in Bangkok Metropolis. Master of Science (Environmental Science). Chulalongkorn University. (in Thai).
- Kuarriyakul, S. (2002). GIS exercises and computer lab. Chiang Mai : Faculty of Social Sciences Chiang Mai University. (in Thai).
- Kumar, K.S., Bhaskar, P.U. & Padmakumari, K. (2012). Estimation of Land Surface Temperature to Study Urban Heat Island Effect Using Landsat ETM+Image. International Journal of Engineering Science and Technology. 4(2), 771-778.
- Li, X., Zhou,W., Ouyang, Z., Xu, W.& Zheng, H. (2012). Spatial pattern of green space affects land surface temperature : evidence from the heavily urbanized Beijing metropolitan area, China. Landscape Ecology. 27, 887-898.
- Makhelouf, A. (2009). The effect of green spaces on urban climate and pollution. Environmental Science. 6(1), 35-40.
- Ma, Y. & Xu, R. (2010). Remote sensing monitoring and driving force analysis of urban expansion in Guangzhou City, China. Habitat International. 34, 228-235.
- McPherson, E.G. & Simpson, J.R. (2003). Potential energy savings in buildings by an urban tree planting programme in California. Urban Forestry and Urban Greening. 2, 73-86.
- Mirzaei, P. A. & Haghighat, F. (2010). Approaches to study Urban Heat Island –Abilities and limitations. Building and environment. 45 (10), 2192-2201.
- Myeong, S. (2010). A Preliminary Analysis of the Impact of Urban Green Spaces on the Urban Heat Island Effect Using a Temperature Map. Korean Journal of Remote Sensing. 26(6), 675-680.

- Oke, T.R. (1997). Urban Climates and Global Environmental Change. In: Thompson, R.D. and A. Perry (eds.) Applied Climatology: Principles & Practices. New York, NY: Routledge. 273-287.
- Pleerux, N.(2013). Geoinformation Technology for Climate Change Study: A Literature Review. KMUTT Research and Development Journal. 36(4), 503. (in Thai).
- Qureshi, S., Breuste, J. H. & Lindley, S. J. (2010). Green Space Functionality Along an Urban Gradient in Karachi, Pakistan : A Socio-Ecological Study. Human Ecology. 38 (2), 283-294.
- Ruthirako, P. (2013). Accessibility of Recreational Green Spaces in Hatyai Municipality, Songkla. Suan Dusit Rajabhat University Research Journal Sciences and Technology. 6(2), 127-138. (in Thai).
- Ruthirako, P. (2014). Quality Assessment and Management Approach of Recreational Green Space in Hatyai City Municipality and Khohong Town Municipality, Hatyai District, Songkla Province. Degree of Doctor of Philosophy in Environmental Management. Prince of Songkla University. (in Thai).
- Myeong, S. (2010). A Preliminary Analysis of the Impact of Urban Green Spaces on the Urban Heat Island Effect Using a Temperature Map. Korean Journal of Remote Sensing. 26(6), 675-680.
- Sanchez, M.A.S., Serrano, S.M.V.& Prats, J.M.C. (nd). Spatial patterns estimation of urban heat island of Zaragoza (Spain) using GIS. Retrieved January 12, 2015, From http://nargeo.geo.uni.lodz.pl/~icuc5/text/P_2_6.pdf.
- Savio, P., Rosenzweig, C., Solecki, W.D. & Slosberg, R.B. (2006). Mitigating New York City's heat island with urban forestry, living roofs and light surfaces. Retrieved December 28, 2014, From <http://www.giss.nasa.gov/research/news/20060130/103341.pdf>
- Shahmohamadi, P., et al. (2010). Reducing urban heat island effects: A systematic review to achieve energy consumption balance. International Journal of Physical Sciences. 5(6), 626-636.

- Shaharuddin, A., Noorazuan, M. H., Takeuchi, W. & Noraziah, A. (2014). The effects of Urban Heat Islands on Human Comfort: A case of Klang Valley Malaysia. *Global Journal on Advances in Pure & Applied Sciences*. 2, 1-8.
- Srivanit, M., Hokao, K. & Iamtrakul, P. (2014). Classifying Thermal Climate Zones to Support Urban Environmental Planning and Management in the Bangkok Metropolitan Area. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies*. 11(1), 73-92. (in Thai).
- Taksadipong, S., Chuntranuluck, S. & Rungratanaubon, T.. (2013). Investigation of cooling effect of urban green area on air temperature and relative humidity. *KKU Research Journal*. 18(6), 960-970. (in Thai).
- Taksin, N. (2015). Participatory Implementation Plan in Electricity Reduction of Suan Dusit Rajabhat University. *Suan Dusit Rajabhat University Research Journal of Sciences and Technology*. 11(3), 65-81. (in Thai).
- Tan, J., et al. (2010). The urban heat island and its impact on heat waves and human health in Shanghai. *International Journal of Biometeorology*. 54(1), 75-84.
- Teanmanee, T. (2002). Urban heat island and urban physical environment. Master of Architecture. Department of Urban Design and Planning. Silpakorn University. (in Thai).
- Tokairin, T., Mishima, H. & Kitada, T. (2011). Influence of cold air from an urban green area on nocturnal temperature reduction, Retrieved February 2, 2015, From <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2011/EGU2011-6414.pdf>.
- Tomlinson, C.J., Chapman, L., Thornes, J. E. & Baker, C.J. (2011). Including the urban heat island in spatial heat health risk assessment strategies: a case study for Birmingham, UK. *International Journal of Health Geographic*. 10: 1-14.
- United Nations. (2004). *World urbanization prospects: the 2003 revision*. United Nations, New York.
- UNFPA (United Nations Population Fund). (2007). *State of world population 2007*. UNFPA.
- Voogt, J.A. (2004). *Urban Heat Islands: Hotter Cities*. Retrieved February 22, 2005, From <http://www.actionbioscience.org/environment/voogt.html>

- Wu, P.-F. & Zhang, X.-X. (2008). Study on the distribution changes of urban heat island based on heat-greenness feature space. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B7. Beijing.
- Yan, H., Wang, X., Hao, P. & Dong, L. (2012). Study on the microclimatic characteristics and human comfort of park plant communities in summer. Procedia Environmental Sciences. 13, 755-765.
- Yang, P., et al. (2005). Scattering and absorption property database for nonspherical ice particles in the near-through far-infrared spectral region. Applied Optics. 44, 5512-5523.

ผู้เขียน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปุณยนุช รุธิรโก

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

e-mail: poonyanuch@hu.ac.th

