

การพัฒนาแบบจำลองการแพร่โรคไข้เลือดออก ในสภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภูมิทัศน์ ในพื้นที่ท่องเที่ยวและเขตเมืองของจังหวัดภูเก็ต

Development of Transmission Models of Dengue Hemorrhagic Fever in relation to Climate
and Landscape Changes in Tourism and Urbanized Areas of Phuket Province

สุรชาติ โกยคุลย์^{1*}

Surachart Koyadun^{1*}

¹สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 11 จังหวัดนครราชสีมา

¹Office of Disease Prevention and Control Region 11 Nakhon Si Thammarat

* Corresponding author email: thvbdosk@yahoo.com

Received: May 26, 2024

Revised: June 12, 2024

Accepted: June 13, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพลวัตประชากรยุงลายพาหะนำโรค 2) สร้างแบบจำลองการแพร่โรคไข้เลือดออก รูปแบบการศึกษาเป็นการวิจัยโดยการสังเกตเชิงวิเคราะห์แบบการศึกษาทั้งทดลอง กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาประกอบด้วยอาคารบ้านเรือนในพื้นที่เขตเมืองและพื้นที่ท่องเที่ยวจาก 3 อำเภอของจังหวัดภูเก็ต พื้นที่ศึกษา 6 แห่ง รวมทั้งหมด 740 หลัง [อำเภอเมือง: 1) ตำบลตลาดใหญ่/ตลาดเหนือ ชุมชนตลาดใหญ่ 120 หลัง 2) ตำบลราไวย์ ชุมชนบ้านไทยใหม่ 123 หลัง อำเภอกะทู้: 3) ตำบลป่าตอง ชุมชนบ้านนาใน 121 หลัง 4) ตำบลกมลา ชุมชนบ้านนอกเล 121 หลัง อำเภอถลาง: 5) ตำบลเชิงทะเล ชุมชนบ้านบางเทานอก 126 หลัง 6) ตำบลสาคู ชุมชนบ้านบางมาเหลา 129 หลัง] พื้นที่ศึกษาจำนวนทั้งหมด 6 แห่ง ซึ่งเป็นพื้นที่เขตเมืองและพื้นที่ท่องเที่ยวที่ได้รับการคัดเลือกโดยใช้เกณฑ์พิจารณา 2 ประการ ประกอบด้วย 1) ข้อมูลภูมิทัศน์และรูปแบบสิ่งปลูกสร้าง การใช้ประโยชน์ที่ดิน และสภาพเศรษฐกิจสังคม 2) ขอบเขตของพื้นที่ศึกษาซึ่งสัมพันธ์กับขอบเขตพื้นที่การปกครอง ดำเนินการศึกษาระหว่างปี 2561 – 2562 ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า ปัจจัยด้านสภาพภูมิทัศน์ สภาพภูมิศาสตร์ และสภาพนิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อมของอาคารบ้านเรือนที่ส่งผลต่อจำนวนและความชุกชุมของยุงลายและการอุบัติของโรคไข้เลือดออก ผลการจำแนกและวิเคราะห์ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดภูเก็ตจากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายดาวเทียม สรุปได้เป็น 9 ประเภทหลัก ได้แก่ พื้นที่การเกษตรมากที่สุด รองลงมาคือประเภทป่าไม้ พื้นที่ชุมชนเมือง รีสอร์ท สนามกอล์ฟ ทะเลและชายหาด พื้นที่การค้า พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่อุตสาหกรรม ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุบัติการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกกับปัจจัยทางด้านภูมิประเทศ ในด้านระดับความสูงจากทะเลปานกลาง สรุปได้ว่าผู้ป่วยเกือบทั้งหมดอยู่ในเขตระดับความสูงไม่เกิน 100 เมตร สอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศประเภทระดับความลาดชันของพื้นที่โดยส่วนใหญ่พบในเขตพื้นที่ราบ ในขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างอุบัติการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกกับปัจจัยทางด้านภูมิอากาศในเรื่องปริมาณน้ำฝนรวมรายปี พบว่าความสัมพันธ์อาจเป็นไปในทิศทางแปรผกผันด้านบวก กล่าวคือ พื้นที่ทางด้านทิศใต้ส่วนใหญ่ปรากฏในเขตอำเภอเมืองภูเก็ตและอำเภอกะทู้จะแสดงค่าปริมาณน้ำฝนมาก และลดลงเมื่อมีตำแหน่งเลื่อนขึ้นไปทางทิศเหนือคืออำเภอถลาง สำหรับจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเมื่อจำแนกรายอำเภอพบว่า อำเภอเมืองภูเก็ตมีผู้ป่วยจำนวนมากที่สุดในทุกปี ข้อค้นพบจากการวิจัยเหล่านี้มีนัยสำคัญต่อการเฝ้าระวัง ป้องกัน ควบคุมโรคไข้เลือดออกล่วงหน้า และสามารถประยุกต์ใช้ในการพัฒนาให้เกิดรูปแบบและแนวทางการจัดการโรคติดต่อมาโดยแมลงผสมผสานอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

คำสำคัญ: การพัฒนาแบบจำลอง, โรคไข้เลือดออก, สภาพภูมิอากาศ, ภูมิทัศน์, เขตเมือง, พื้นที่ท่องเที่ยว

ABSTRACT

This research aimed to 1) analyze factors that influence the population dynamics of *Aedes* vectors 2) create models for the spread of dengue fever. The study design was analytical observation research, quasi-experimental study. The study samples consisted of 740 households in urban and tourism areas from 6 study sites of 3 districts of Phuket Province [Mueang District: 1) Taladyai/Taladnua Sub-district, Taladyai community 120 Households (HHs) 2) Rawai Sub-district, Ban Taimai community 123 HHs Kathu District: 3) Pathong Sub-district, Bannanai community 121 HHs 4) Kamala Sub-district, Bannorkle Sub-district, 121 HHs Talang District: 5) Chuengtale Sub-district, Bangtaonork community 126 HHs 6) Sakoo Sub-district, Banbangmalao community 129 HHs]. A total of 6 study sites, which were urban and tourism areas, were selected using two criteria, including 1) landscape information and building styles, land use and social economic conditions 2) the boundaries of the study area which were related to the boundaries of the administrative area. The study was carried out during 2018 – 2019. Research results indicated that factors regarding landscape, geography and environmental conditions of buildings affected the number and abundance of *Aedes* mosquitoes and the emergence of dengue fever. The results of classifying and analyzing land use characteristics of Phuket Province from aerial or satellite imagery data could be summarized into 9 main categories: mostly agriculture, followed by forest, urban area, resort, golf court, sea & beach, commercial area, water body and livestock, respectively. The analysis results of the relationship between the dengue incidence and the topographic factors in the area of mean elevation from the sea concluded that almost all patients were in the altitude zone not exceeding 100 meters, consistent with the slope type topography, mostly found in flat areas. While the relationship between the dengue incidence and the climatic factor regarding total annual rainfall was found to be in the positive direction; areas in the south mostly appeared in the zones of Mueang and Kathu Districts showed high rainfall values and decreased when the position moved to the north, namely Talang District. As for the number of dengue fever patients, when classified by district, it was found that Mueang Phuket District had the highest number of patients every year. Findings from this research have important implications for surveillance, prevention, and early control of dengue fever and can be applied to develop effective and sustainable models and approaches for integrated vector-borne disease management.

Keyword: Model development, Dengue, Climate, Landscape, Urban, Tourism Areas

1. บทนำ

โรคไข้เลือดออกเป็นโรคติดต่อมาโดยยุงลาย (*Aedes* -borne disease) เกิดจากการติดเชื้อไวรัสเด็งกี (Dengue virus หรือ DENV) มียุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) และยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) เป็นพาหะนำโรค ทำให้เกิดการเจ็บป่วยอย่างกว้างขวางและก่อให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อนหลายแห่งของโลก⁽¹⁾

พลวัตของการแพร่เชื้อของโรคไข้เลือดออกซึ่งเป็นโรคอาร์โบไวรัส (Arboviral Disease) มีความไวสูงต่อภูมิอากาศ (Climate) และสภาพอากาศ (Weather)⁽²⁻³⁾ และยังได้รับผลกระทบเพิ่มเติมจากปัจจัยอื่น ๆ เช่น การเคลื่อนย้ายของมนุษย์ การขยายตัวของเมือง และการควบคุมโรค⁽⁴⁻⁶⁾ หลักฐานการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากสภาพภูมิอากาศเชื่อมโยงกับการมีปฏิสัมพันธ์ของสายพันธุ์อาจกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองเชิงวิวัฒนาการในทั้งพาหะและเชื้อโรคที่มีผลกระทบที่สำคัญต่อรูปแบบการแพร่กระจายของโรค⁽⁷⁾

การแพร่ไวรัสเด็งกีที่สัมพันธ์กับการระบาดของโรคไข้เลือดออกในพื้นที่แพร่โรคหรือพื้นที่เสี่ยงต่อการแพร่โรคนั้นเกี่ยวข้องกับวัฏจักรการแพร่โรคเขตเมือง (Urban cycle)⁽⁸⁾ ซึ่งเป็นการระบาดของโรคไข้เลือดออกตามฤดูกาล (Seasonal dengue transmission) โดยที่พลวัตการแพร่โรคไข้เลือดออก (Dengue transmission dynamics) สามารถเห็นได้จากจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่เพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงฤดูฝนและลดลงอย่างมากในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน การระบาดของโรคไข้เลือดออกตามฤดูกาลของวัฏจักรเมืองนั้นจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับการเพิ่มจำนวนประชากรยุงลายบ้านมากกว่ายุงลายสวน พลวัตประชากรยุงลาย (*Aedes* vector population dynamics) สัมพันธ์กับฤดูกาลหรือปริมาณน้ำฝน โดยสามารถเห็นได้จากจำนวนประชากรยุงลายที่เพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงฤดูฝนและลดลงอย่างมากในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน⁽⁹⁻¹²⁾

ปัจจัยสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่เป็นตัวควบคุมพลวัตประชากรยุงลายพาหะนำโรค เช่น ฤดูกาล (Seasonality) ปริมาณน้ำฝน (Rainfall) การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) และการขยายตัวของเขตเมือง (Urbanization)⁽¹³⁻¹⁵⁾ การเปลี่ยนแปลงฤดูกาลหรือการเปลี่ยนแปลงรูปแบบปริมาณน้ำฝนทั้งในฤดูกาลและนอกฤดูกาล ควบคู่กับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการขยายตัวของเขตเมือง ย่อมส่งผลต่อพลวัตประชากรยุงลายพาหะนำโรค การแพร่พันธุ์ยุงลายบ้านในภาชนะรองรับน้ำในบ้านและนอกบ้าน กล่าวคือ มีการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของยุงลายพาหะนำโรค (*Aedes* vector abundance) และการกระจายในเชิงพื้นที่และเวลา (Spatio-temporal

distribution)⁽¹⁶⁻¹⁸⁾

แบบจำลองเชิงพื้นที่ที่ความเสี่ยงของโรคไข้เลือดออกเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการตรวจจับสถานที่ที่มีความเสี่ยงสูงและขับเคลื่อนความคิดริเริ่มด้านสาธารณสุขเชิงรุก แบบจำลองเหล่านี้ไม่ได้รวมผลกระทบของพฤติกรรมมนุษย์และพลวัตทางสังคม โดยอาศัยองค์ประกอบทางภูมิศาสตร์และสิ่งแวดล้อมเพื่อปรับปรุงความแม่นยำในการทำนาย จำเป็นต้องมีแนวทางที่ครอบคลุมมากขึ้นเพื่อทำความเข้าใจพลวัตการแพร่เชื้อโรคไข้เลือดออก⁽¹⁹⁻²⁴⁾

การสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ของความเสี่ยงโรคไข้เลือดออกถือเป็นความท้าทายที่เกิดจากปัจจัยหลายประการที่สัมพันธ์กันส่งผลกระทบต่อโรคไข้เลือดออก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเข้าใจว่าปัจจัยสำคัญเหล่านี้มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างไร และเพื่อสร้างแบบจำลองการทำนายที่เชื่อถือได้ซึ่งสามารถใช้ในการกำหนดเป้าหมายมาตรการป้องกัน เพื่อบรรเทาและควบคุมการแพร่กระจายของโรคไข้เลือดออกได้

การวิจัยในอนาคตควรคำนึงถึงปัจจัยทางสังคมและนิเวศวิทยาพร้อมกับตัวแปรสภาพภูมิอากาศเพื่อให้เข้าใจธรรมชาติที่ซับซ้อนของโรคไข้เลือดออกได้ดียิ่งขึ้น ตลอดจนปรับปรุงความสามารถในการคาดการณ์ของแบบจำลองการพยากรณ์โรคไข้เลือดออก พัฒนาระบบเตือนภัยล่วงหน้าที่มีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้^(17, 25)

จังหวัดภูเก็ต มีแนวโน้มผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเพิ่มสูงขึ้นทุกปี เนื่องจากเป็นจังหวัดท่องเที่ยว เป็นสังคมเมือง มีสถานประกอบการโรงแรมมากกว่า 500 แห่ง สถานศึกษา สถานบริการเอกชนทุกระดับทั้งรัฐ เอกชน การเคลื่อนย้ายประชากรทั้งคนไทยและต่างชาติสูงมาก (คนต่างถิ่น ต่างชาติ ต่างด้าว) จังหวัดภูเก็ตจึงมีบริบทและปัจจัยสำคัญหลายด้านที่ส่งผลกระทบต่อพลวัตการแพร่โรคไข้เลือดออก

สถานการณ์โรคไข้เลือดออกในจังหวัดภูเก็ต ในช่วงปี พ.ศ. 2554-2566 พบว่าโรคไข้เลือดออกในจังหวัดภูเก็ต มีการระบาดตลอดทั้งปี จะพบผู้ป่วยมากช่วงฤดูฝนเดือนพฤษภาคม-สิงหาคม ใน พ.ศ. 2566 จังหวัดภูเก็ตมีรายงานผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก 1,260 ราย คิดเป็นอัตราป่วย 294.02 ต่อประชากรแสนคน⁽²⁶⁾

จากสถานการณ์โรคไข้เลือดออกดังกล่าว สรุปลได้ว่าจังหวัดภูเก็ตเป็นพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคไข้เลือดออกอย่างต่อเนื่อง และเป็นพื้นที่ได้รับผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมจากการที่มีการขยายตัวของชุมชนในเขตเมืองและการขยายตัวของพื้นที่ท่องเที่ยวอย่างต่อเนื่องเช่นกัน จึงมีโอกาสเสี่ยงสูงต่อการอุบัติของโรคไข้เลือดออก ประเด็นข้อสมมติฐานการวิจัยที่สำคัญ คือ การระบาดของโรคไข้เลือดออกใน

จังหวัดภูเก็ตตลอดทั้งปีนั้นสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิทัศน์หรือไม่ และการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดภูเก็ตสัมพันธ์กับประชากรยุงลายพาหะนำโรคไข้เลือดออกหรือไม่ ดังนั้น การวิจัยนี้ จึงมีเป้าประสงค์ในการพัฒนาแบบจำลองการแพร่โรคไข้เลือดออกในสภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภูมิทัศน์ในพื้นที่ท่องเที่ยวและพื้นที่เขตเมืองของจังหวัดภูเก็ต เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่และใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาให้เกิดรูปแบบและแนวทางการจัดการโรคติดต่อมาโดยแมลงผสมผสานอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนยิ่งขึ้น รวมถึงการจัดทำนโยบาย แผนงาน/โครงการ การป้องกันโรคและการส่งเสริมสุขภาพของหน่วยงานสาธารณสุขที่เกี่ยวข้องในระดับจังหวัดและระดับเขต ตลอดจนการจัดทำนโยบาย แผนงาน/โครงการการพัฒนาแบบยั่งยืนของจังหวัดและกลุ่มจังหวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพประสิทธิผลยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ทั่วไป

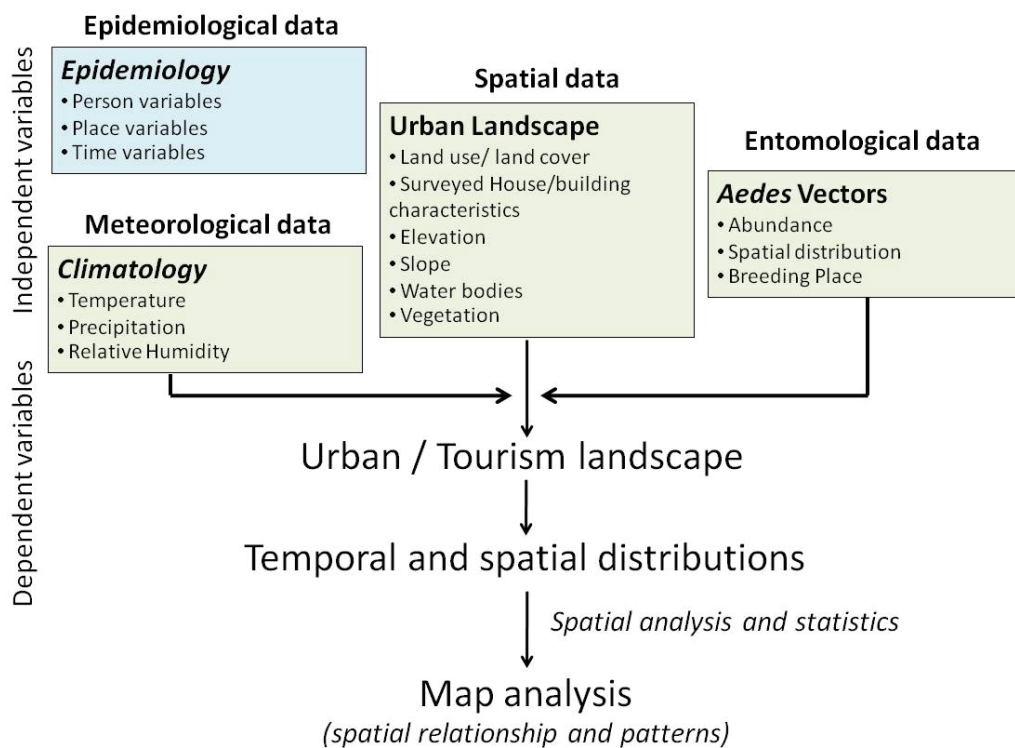
พัฒนาแบบจำลองการแพร่โรคไข้เลือดออกในสภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภูมิทัศน์ในพื้นที่ท่องเที่ยวและพื้นที่เขตเมืองของจังหวัดภูเก็ต

วัตถุประสงค์เฉพาะ

1. วิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพลวัตประชากรยุงลายพาหะนำโรค
2. สร้างแบบจำลองการแพร่โรคไข้เลือดออก

กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

2. วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการศึกษา การออกแบบการศึกษา เป็นการวิจัยโดยการสังเกต (Observational research) เชิงวิเคราะห์ (Analytical research) แบบการศึกษากึ่งทดลอง (Quasi-experimental study)

ขอบเขตการศึกษา การสรุปความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม มุ่งอธิบายแนวโน้มที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรค โดยการจำแนกและวิเคราะห์ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายดาวเทียม และการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่าง

อุบัติการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกกับปัจจัยทางด้านภูมิทัศน์และภูมิอากาศ โดยใช้ข้อมูลย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ. 2551 – 2560) และการสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ การสร้างความสัมพันธ์เชิงเวลาและพื้นที่ และการจัดทำแผนที่ โดยใช้ข้อมูลที่ทำการศึกษาในปัจจุบันจากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 6 กลุ่มพื้นที่

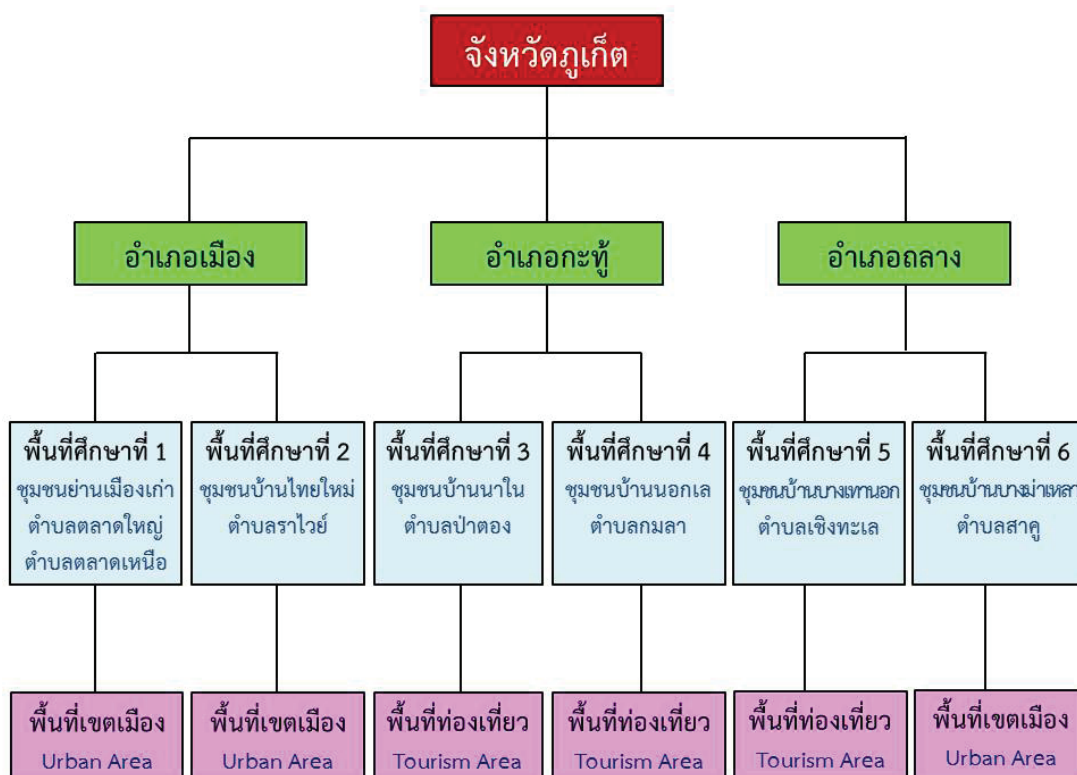
ประชากร/กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา และพื้นที่ศึกษา

ประชากรที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ หมายถึง กลุ่มตัวอย่างอาคารบ้านเรือน (Households) ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจากพื้นที่ศึกษา (Study site) และกลุ่มตัวอย่างภาชนะรองรับน้ำในบ้านและนอกบ้าน (Containers) จากอาคารบ้านเรือนที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างในแต่ละพื้นที่ศึกษา กำหนดขนาดตัวอย่างอาคารบ้านเรือนที่จะทำการสำรวจ (n) โดยอาศัยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Stratified two-stage random sampling) จากจำนวนอาคารบ้านเรือนทั้งหมด 53,671 หลัง (N) จากพื้นที่เทศบาลนครภูเก็ต อำเภอเมือง เทศบาลตำบลเชิงทะเล เทศบาลตำบลเทพกระษัตรี อำเภอลา้ง และเทศบาลเมืองกะทู้ อำเภอกะทู้ โดยขนาดตัวอย่างการสุ่มแบบหลายขั้นตอน คำนวณจากสูตร

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot N \cdot pq}{Z_{\alpha/2}^2 \cdot pq + (N - 1) d^2} \times DesignEffect$$

จากการคำนวณขนาดตัวอย่างที่กล่าวไว้ข้างบน คณะผู้วิจัยเก็บข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างอาคารบ้านเรือนที่คาดว่าจะเป็แหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายบ้าน (*Ae. aegypti*) และยุงลายสวน (*Ae. albopictus*) ในพื้นที่เขตเมืองและพื้นที่ท่องเที่ยวจาก 3 อำเภอของจังหวัดภูเก็ต อำเภอละอย่างน้อย 200 หลัง โดยในแต่ละอำเภอ ประกอบด้วยพื้นที่ศึกษา (Study site) จำนวน 2 แห่ง รวมอาคารบ้านเรือนที่ทำการสุ่มได้ทั้งหมด 740 หลัง การคัดเลือกพื้นที่ศึกษาที่เป็นพื้นที่เขตเมือง (Urban area) และพื้นที่ท่องเที่ยว (Tourism area) ใช้เกณฑ์พิจารณา 2 ประการดังนี้

1. ข้อมูลภูมิทัศน์และรูปแบบสิ่งปลูกสร้าง การใช้ประโยชน์ที่ดิน และสภาพเศรษฐกิจสังคม
2. ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา สัมพันธ์กับขอบเขตพื้นที่การปกครอง โดยอ้างอิงตามขอบเขตเทศบาลและตำบลพื้นที่ศึกษาวิจัย ที่เลือกตามเกณฑ์ข้างต้น โดยพิจารณาจากภาพถ่ายดาวเทียม การสำรวจพื้นที่โดยนักวิจัย และการสอบถามบุคคลในพื้นที่ สรุปได้เป็น 6 พื้นที่ศึกษา ซึ่งมาจาก 3 อำเภอ อำเภอละ 2 พื้นที่ศึกษา รายละเอียด ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การคัดเลือกพื้นที่ศึกษาที่เป็นพื้นที่เขตเมือง (Urban area) และพื้นที่ท่องเที่ยว (Tourism area) การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ

ข้อมูลปฐมภูมิได้แก่ 1) ข้อมูลของพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย ข้อมูลด้านสภาพภูมิทัศน์ สภาพภูมิศาสตร์ และสภาพนิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อม 2) ข้อมูลของอาคารบ้านเรือน ประกอบด้วย ข้อมูลด้านลักษณะโครงสร้างอาคารบ้านเรือน สภาพแวดล้อมทางกายภาพ 3) ข้อมูลของภาชนะรองรับน้ำ ประกอบด้วย ข้อมูลชนิดและประเภทของภาชนะรองรับน้ำ และ 4) ข้อมูลกัญญาของลูกน้ำยุงลาย ข้อมูลปฐมภูมิลำเนาได้จากเก็บรวบรวมข้อมูลในระหว่างการสำรวจแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลายตามอาคารบ้านเรือนในแต่ละช่วงฤดู โดยแบ่งช่วงการสำรวจตามฤดูกาลเป็น 3 ช่วงฤดู ได้แก่ ฤดูปลายฝน ประมาณเดือนตุลาคม – เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 ฤดูร้อน ประมาณเดือนกุมภาพันธ์ – เดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 และฤดูฝน ประมาณเดือนพฤษภาคม – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2561

การเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ

1) เก็บข้อมูลทุติยภูมิเกี่ยวกับระบาดวิทยาโรคไข้เลือดออกในพื้นที่ศึกษาจังหวัดภูเก็ต ย้อนหลัง 10 ปี จากกระบบรายงานการเฝ้าระวังโรค (รง.506) [National Disease Surveillance System (Report 506)] ของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 11 จังหวัดนครศรีธรรมราช และสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดภูเก็ต เป็นข้อมูลตัวแปรทางระบาดวิทยาในภาพรวม

2) การทำแผนที่การกระจายอาคารบ้านเรือนที่สำรวจแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลาย

การจัดทำแผนที่การกระจายอาคารบ้านเรือนที่ทำการสำรวจในแต่ละพื้นที่ศึกษาทั้ง 6 แห่ง อาศัยการบันทึกค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ของอาคารบ้านเรือนที่ทำการสำรวจแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลายทุกหลัง โดยใช้ระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate system) ด้วยเครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (eTrex Legend®, Garmin International, Inc., USA) โดยที่การระบุตำแหน่งของอาคารบ้านเรือนที่สำรวจนั้น อาศัยระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global positioning system หรือ GPS) โดยใช้ระบบพิกัดกริดแบบยูทีเอ็ม (Universal Transverse Mercator หรือ UTM) ซึ่งเป็นพิกัดภูมิศาสตร์ในลักษณะกริด โดยระบุตำแหน่งของสิ่งบนพื้นผิวโลกในลักษณะระบบพิกัดคาร์ทีเซียน

3. ผลการวิจัย

ผลการศึกษาสรุปเป็น 5 ส่วน ดังต่อไปนี้

1) ข้อมูลทั่วไป สภาพภูมิทัศน์ สภาพภูมิศาสตร์ และสภาพนิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อมของอาคารบ้านเรือนที่สำรวจลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ศึกษา

จำนวนอาคารบ้านเรือนที่สำรวจทั้งหมด จำนวน 740 หลัง รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลอาคารบ้านเรือนจำแนกตามพื้นที่ศึกษา จังหวัดภูเก็ต

พื้นที่ศึกษา	จำนวนอาคารบ้านเรือน (หลัง) (N=740)	ร้อยละ
อำเภอเมือง	243	32.8
1) ชุมชนย่านเมืองเก่า	120	16.2
2) ชุมชนบ้านไทยใหม่	123	16.6
อำเภอกะทู้	242	32.8
3) ชุมชนบ้านนาใน	121	16.4
4) ชุมชนบ้านนอกเล	121	16.4
อำเภอถลาง	255	34.4
5) ชุมชนบ้านบางเทานอก	126	17.0
6) ชุมชนบ้านบางมาเหลา	129	17.4

สภาพภูมิทัศน์ สภาพภูมิศาสตร์ และสภาพนิเวศวิทยา สิ่งแวดล้อมของอาคารบ้านเรือนในพื้นที่ศึกษา ดังภาพที่ 3–8

พื้นที่ศึกษาที่ 1 (ภาพที่ 3) เป็นพื้นที่ที่เป็นจุดกำเนิดของเมืองภูเก็ต (Origin of Phuket City) เป็นพื้นที่ที่มีการพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบผสมผสาน (Mix-use development) พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and build-up land) ได้แก่ พื้นที่พักอาศัย (Residential area) พื้นที่พาณิชยกรรม (Commercial area) และพื้นที่สำนักงานเอกชน/สถานที่ราชการ (Private/governmental office area)

พื้นที่ศึกษาที่ 2 (ภาพที่ 4) เป็นพื้นที่ชนชนเมืองหนาแน่นแออัด เป็นพื้นที่ที่ไม่มีการพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบผสมผสาน (Mix-use development) พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and build-up land) ซึ่งเป็นพื้นที่พักอาศัย (Residential area) เท่านั้น

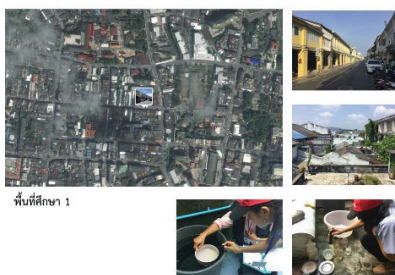
พื้นที่ศึกษาที่ 3 (ภาพที่ 5) เป็นพื้นที่ชนชนเมืองหนาแน่นน้อย มีบางส่วนที่มีหลังคาเรือนแออัด เป็นพื้นที่ที่ไม่มีการพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบผสมผสาน (Mix-use development) พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and build-up land) ซึ่งเป็นพื้นที่พักอาศัย (Residential area) และการท่องเที่ยว

พื้นที่ศึกษาที่ 4 (ภาพที่ 6) เป็นพื้นที่ชนชนท่องเที่ยวหนาแน่นน้อย มีบางส่วนที่มีหลังคาเรือนหนาแน่น เป็นพื้นที่ที่

ไม่มีการพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบผสมผสาน (Mix-use development) พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and build-up land) ซึ่งเป็นพื้นที่พักอาศัย (Residential area) และการท่องเที่ยว

พื้นที่ศึกษาที่ 5 (ภาพที่ 7) เป็นพื้นที่ชนชนท่องเที่ยวหนาแน่นน้อย มีบางส่วนที่มีหลังคาเรือนหนาแน่น เป็นพื้นที่ที่ไม่มีการพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบผสมผสาน (Mix-use development) พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and build-up land) ซึ่งเป็นพื้นที่พักอาศัย (Residential area) ค้าขายและการท่องเที่ยว

พื้นที่ศึกษาที่ 6 (ภาพที่ 8) เป็นพื้นที่ชนชนกึ่งเมืองไม่หนาแน่น มีบางส่วนที่มีหลังคาเรือนเกาะกลุ่ม มีถนนลูกรัง มีลำรางระบายน้ำ แต่ไม่มีการวางท่อระบายน้ำ สภาพแวดล้อมของชุมชน เป็นพื้นที่พักอาศัย เป็นพื้นที่ที่มีการพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบผสมผสาน (Mix-use development) บางส่วนเป็นพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งมีไม้ยืนต้น ไม้ผล และพืชสวน สลับกับพื้นที่น้ำ และพื้นที่ป่าไม้ประปราย พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and build-up land) ซึ่งเป็นพื้นที่พักอาศัย (Residential area) และค้าขาย



ภาพที่ 3 ชุมชนย่านเมืองเก่า



ภาพที่ 4 ชุมชนบ้านไทยใหม่



ภาพที่ 5 ชุมชนบ้านนาโน



ภาพที่ 6 ชุมชนบ้านนอกเล



ภาพที่ 7 ชุมชนบ้านบางเตานอก



ภาพที่ 8 ชุมชนบ้านบางม่าเหลา

2) การจำแนกและวิเคราะห์ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายดาวเทียม

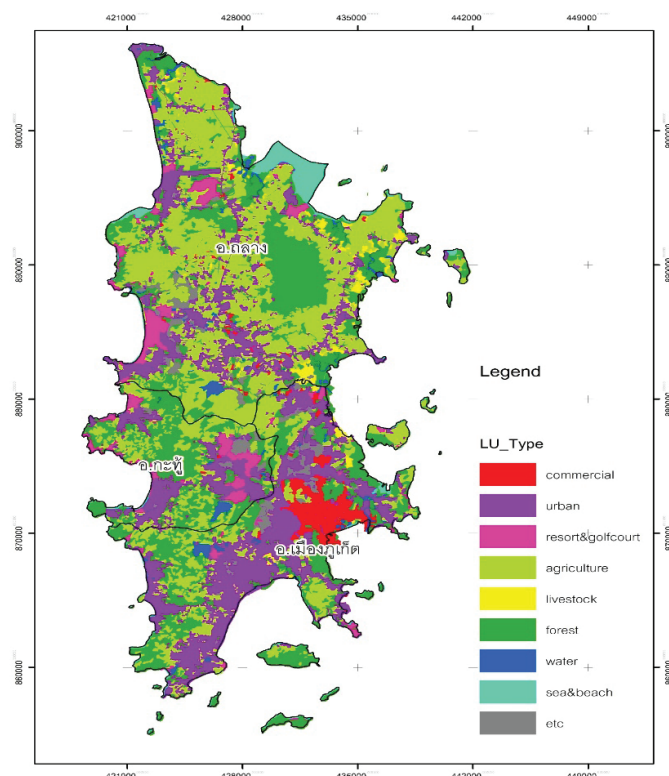
ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตจังหวัดภูเก็ตสามารถจำแนกได้เป็น 9 ประเภทหลัก โดยปรากฏประเภทพื้นที่การเกษตร (agriculture) มากที่สุดมีขนาดพื้นที่ 185.7 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 33.08 ของพื้นที่ทั้งจังหวัดภูเก็ต รองลงมาคือประเภทป่าไม้ (forest) มีขนาด 159 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 28.47 สำหรับพื้นที่ชุมชนเมือง (urban) มีขนาดใหญ่ลำดับที่สามคือมีพื้นที่ 125.8 ตารางกิโลเมตร

คิดเป็นร้อยละ 22.41 พื้นที่รีสอร์ทและสนามกอล์ฟ (resort & golf court) มีขนาดพื้นที่ 20.8 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 3.71 ของพื้นที่ สำหรับพื้นที่ทะเลและชายหาด (sea & beach) มีขนาด 18.7 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 3.34

สำหรับพื้นที่การค้า (commercial) พื้นที่แหล่งน้ำ (water) และพื้นที่ปศุสัตว์ (livestock) มีสัดส่วนน้อยคือร้อยละ 2.76, 1.73 และ 1.57 ตามลำดับ เมื่อรวมพื้นที่ทั้งหมดจังหวัดภูเก็ตจะมีขนาดเท่ากับ 561.383 ตารางกิโลเมตร (ตารางที่ 2) และ (ภาพที่ 9)

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตจังหวัดภูเก็ต

ลำดับที่	ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
1	พื้นที่การค้า (Commercial)	15.4859	2.76
2	พื้นที่ชุมชนเมือง (Urban)	125.8045	22.41
3	พื้นที่รีสอร์ทและสนามกอล์ฟ (Resort & Golfcourt)	20.8193	3.71
4	พื้นที่เกษตร (Agriculture)	185.716	33.08
5	พื้นที่ปศุสัตว์ (Livestock)	8.8247	1.57
6	พื้นที่ป่าไม้ (Forest)	159.8264	28.47
7	พื้นที่แหล่งน้ำ (Water)	9.7359	1.73
8	พื้นที่ทะเลและชายหาด (Sea & Beach)	18.7511	3.34
9	อื่น ๆ (etc.)	16.4185	2.92
	รวม	561.3826	100



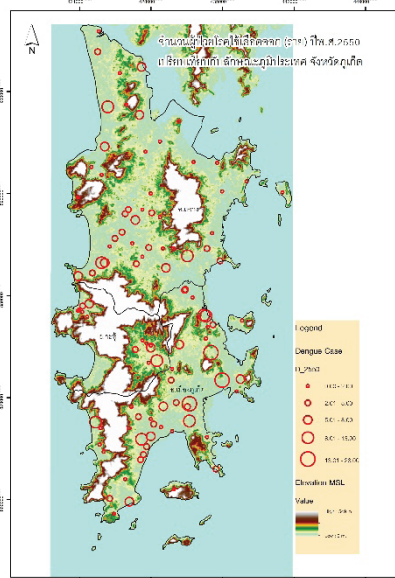
ภาพที่ 9 แผนที่แสดงลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตจังหวัดภูเก็ต

3) ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างอุบัติการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกกับปัจจัยทางด้านภูมิทัศน์และภูมิอากาศ

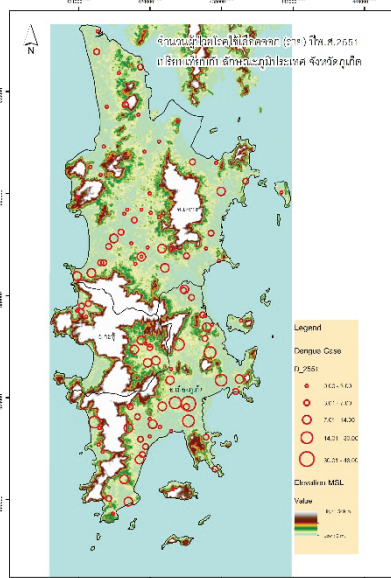
3.1 ลักษณะภูมิทัศน์

เมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุบัติการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกกับปัจจัยทางด้านภูมิทัศน์ในด้านระดับความสูงจากทะเลปานกลาง (Mean Sea Level) พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเขตระดับความสูงไม่เกิน 100 เมตรจำนวน 6,206 ราย คิดเป็นร้อยละ

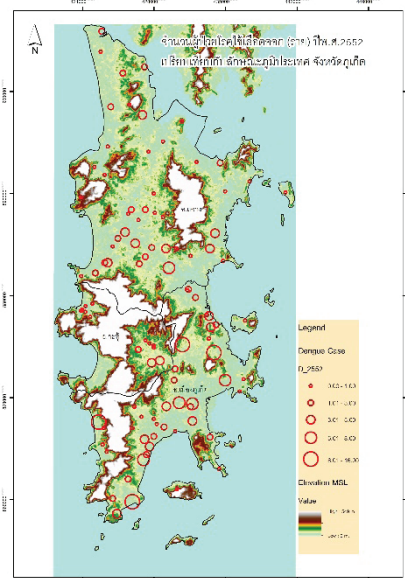
99 ของจำนวนผู้ป่วยรวมตั้งแต่ปี.ศ.2550 – 2560 สอดคล้องกับลักษณะภูมิทัศน์ประเภทระดับความลาดชันของพื้นที่ (Slope) โดยส่วนใหญ่พบในเขตพื้นที่ราบของจำนวนผู้ป่วยทุกปี (11 ปี) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างอุบัติการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกกับปัจจัยเชิงพื้นที่ประเภททิศลาดเอียง (Aspect) ไม่นับสำคัญมากนัก เนื่องจากตำแหน่งหมู่บ้านทุกแห่งตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ราบมีความลาดเอียงน้อย (ภาพที่ 10)



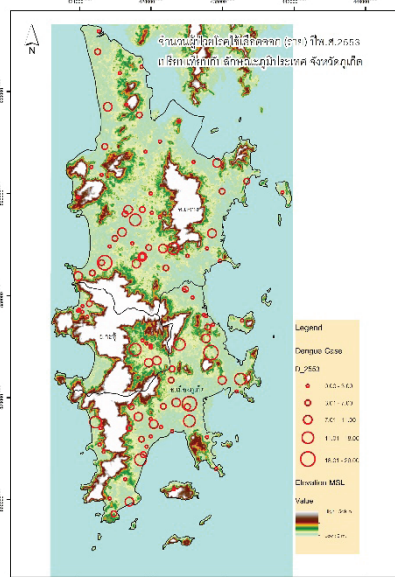
a



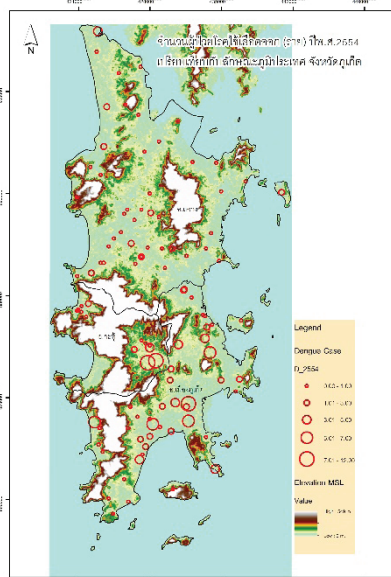
b



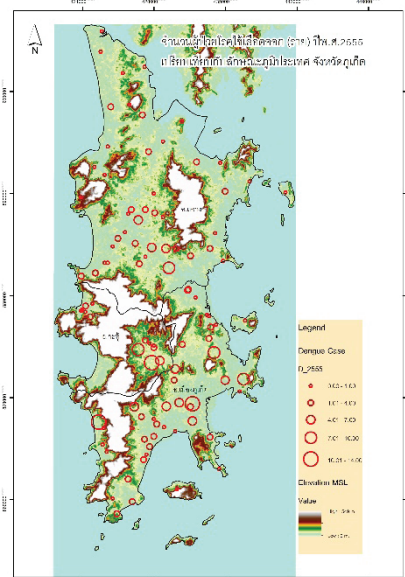
c



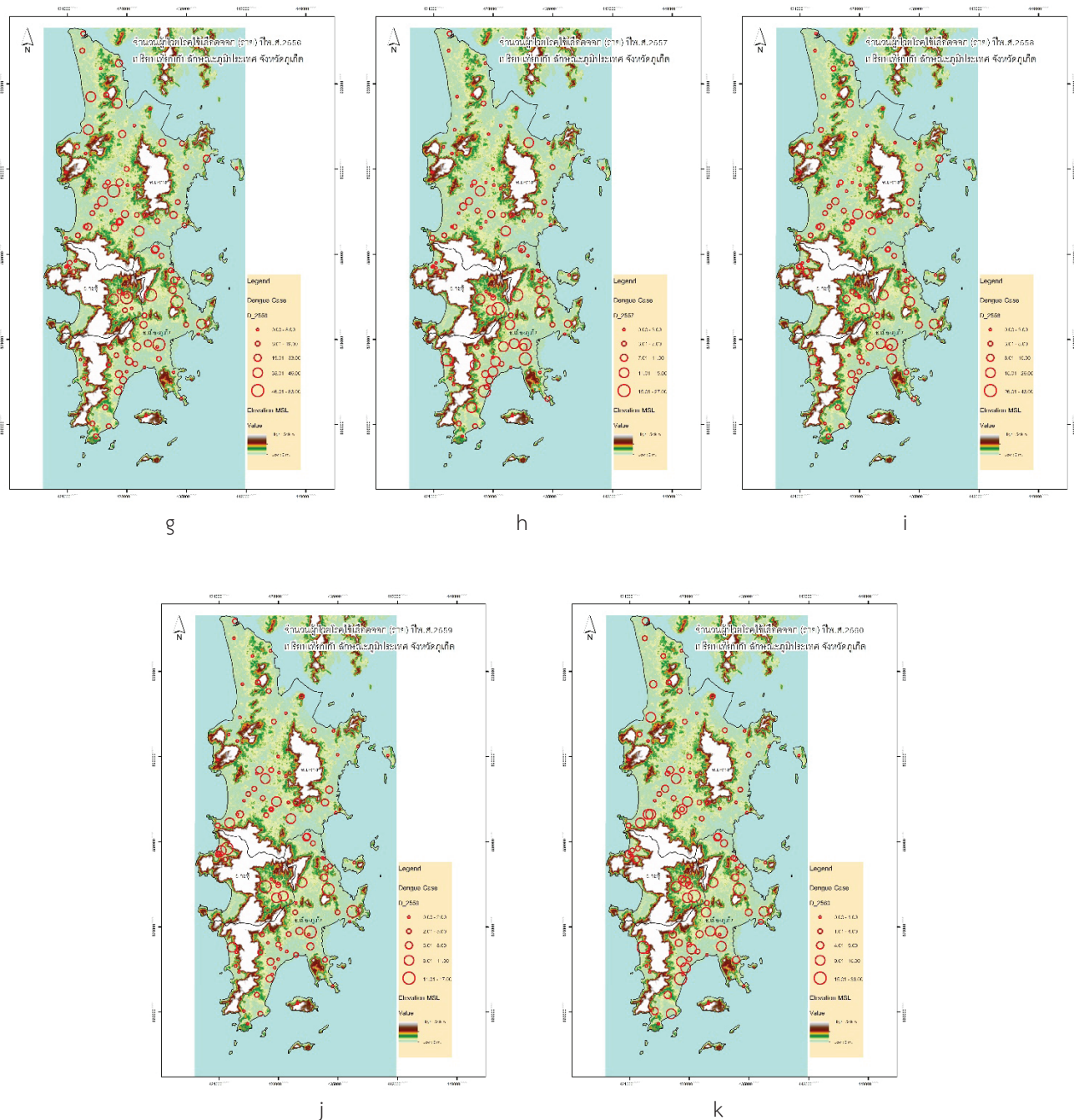
d



e



f



ภาพที่ 10 แผนที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุบัติการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกกับปัจจัยทางด้านภูมิทัศน์ (จำนวนผู้ป่วยรายหมู่บ้านปี พ.ศ.2550 – 2560 [a-k] กับระดับความสูงจากทะเลปานกลาง Elevation of Mean Sea Level)

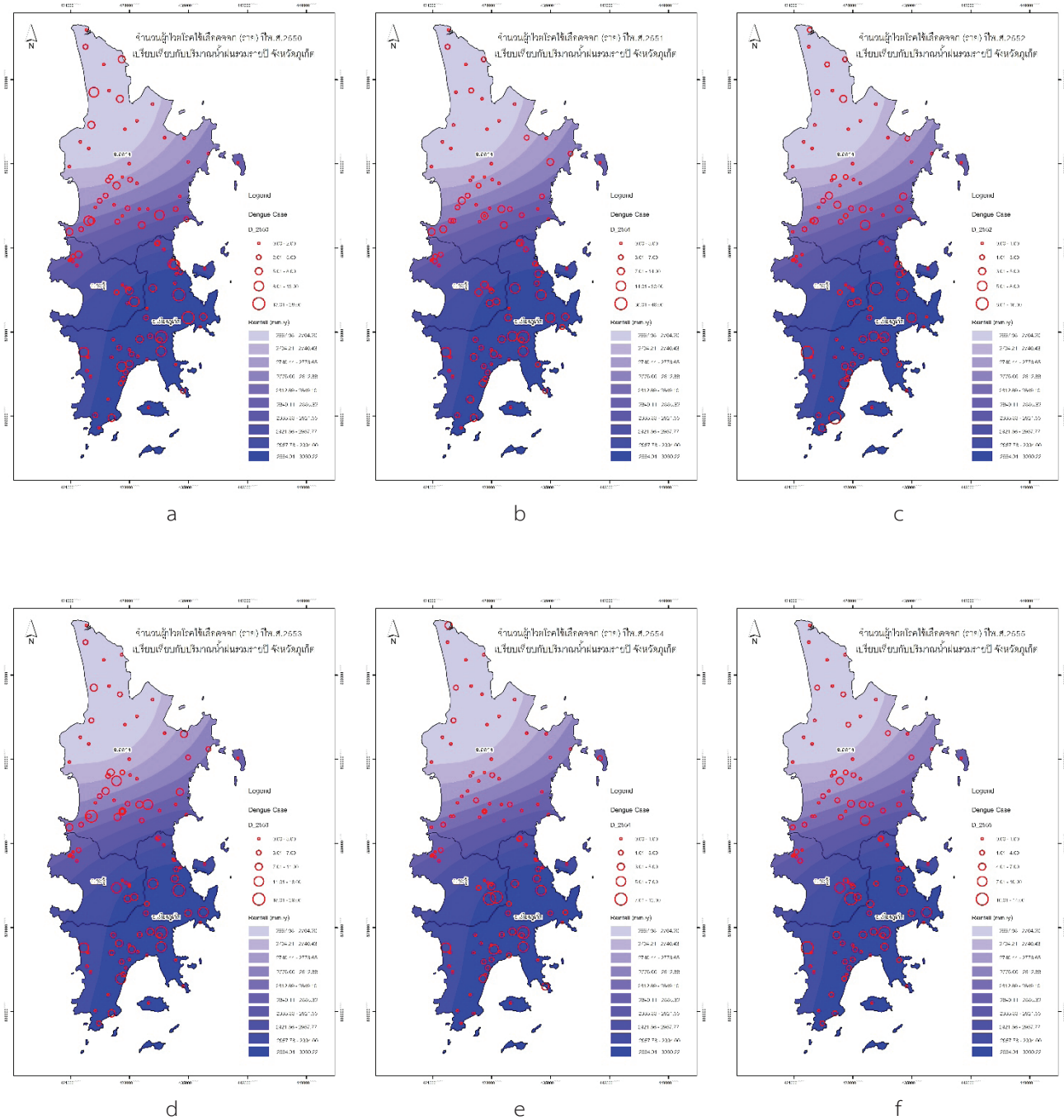
3.2 ลักษณะภูมิอากาศ

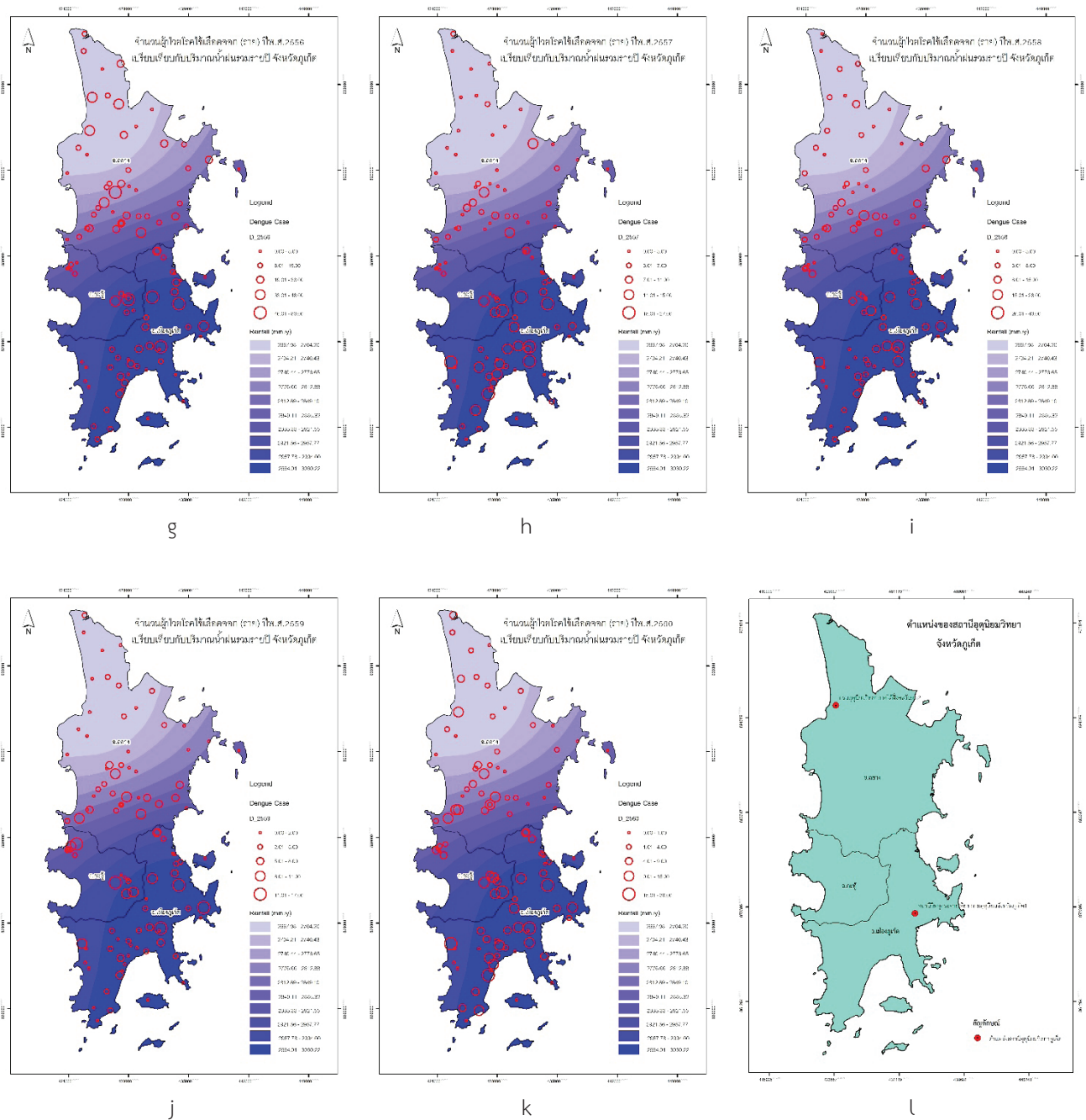
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอุบัติการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกกับปัจจัยทางด้านภูมิอากาศในเรื่องปริมาณน้ำฝนรวมรายปี จากการคำนวณโดยการประมาณค่าในช่วง (Interpolation) ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จากข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนของสถานีวัดที่ตั้งในเขตจังหวัดภูเก็ต กรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าความสัมพันธ์อาจเป็นไปในทิศทาง

แปรผกผันด้านบวก กล่าวคือ พื้นที่ทางด้านทิศใต้ส่วนใหญ่ปรากฏในเขตอำเภอเมืองและอำเภอกะทู้จะแสดงค่าปริมาณน้ำฝนมาก และลดลงเมื่อมีตำแหน่งเลื่อนขึ้นไปทางทิศเหนือคืออำเภอถลาง สำหรับจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเมื่อจำแนกรายอำเภอพบว่าอำเภอเมืองภูเก็ตมีผู้ป่วยจำนวนมากที่สุดในทุกปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 – 2560 และมีจำนวนผู้ป่วยสะสมรวมเท่ากับ 4,196 ราย

ปัจจัยด้านภูมิอากาศเป็นปัจจัยกำหนดเพียงกว้าง ๆ ในเรื่องต่าง ๆ อาทิ พืชพรรณธรรมชาติ กิจกรรมของมนุษย์ เป็นต้น อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาโอกาสที่จะปรากฏผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกยัง

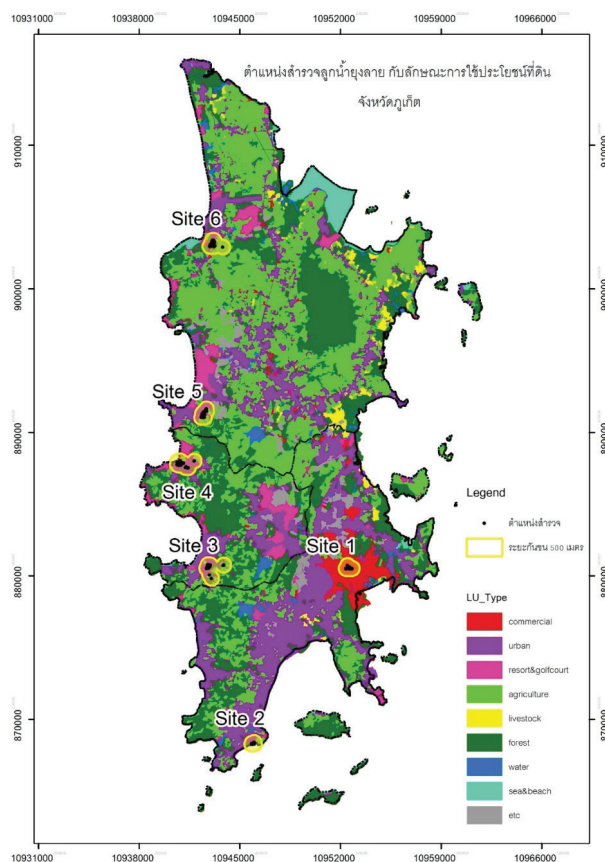
มีสาเหตุอีกหลายประการ ซึ่งจะต้องมีการศึกษาปัจจัยเชิงพื้นที่ในระดับเล็ก (Micro scale) คือ ระดับครัวเรือน ระดับบุคคล เพื่อจะสามารถอธิบายปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลได้ต่อไป



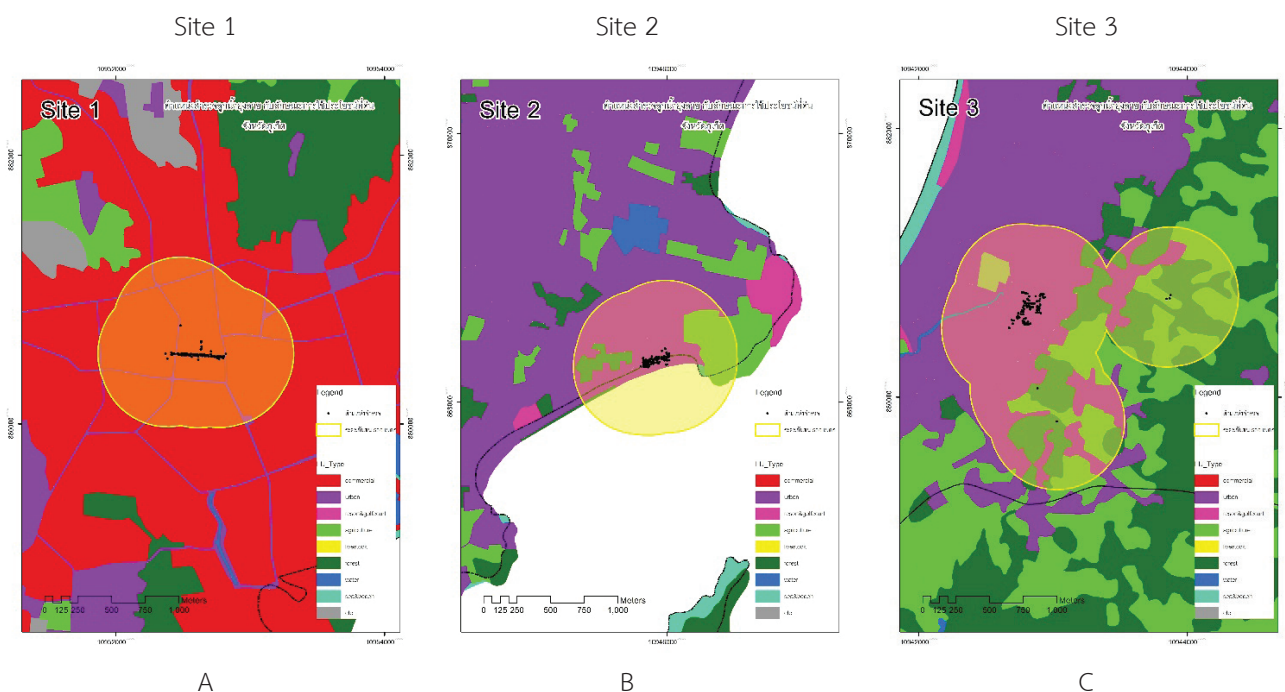


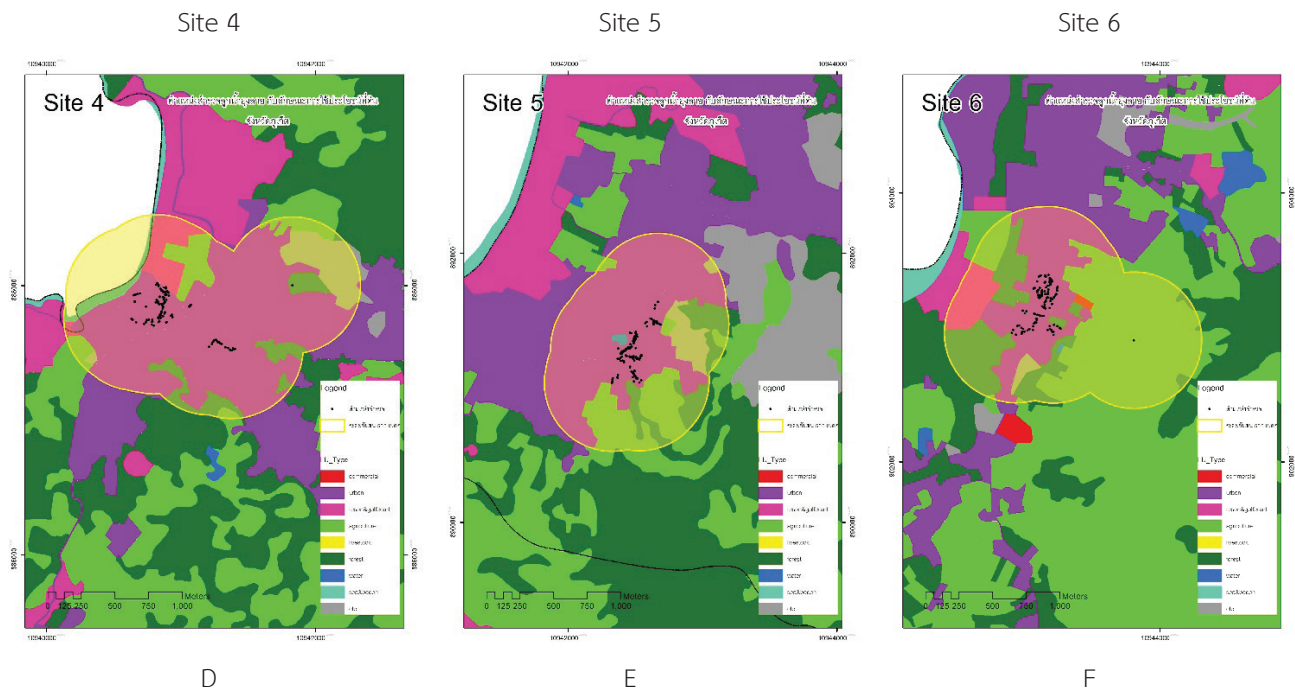
ภาพที่ 11 แผนที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุบัติการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกกับปัจจัยทางด้านภูมิอากาศ (จำนวนผู้ป่วยรายหมู่บ้านปี พ.ศ.2550 – 2560 [a-k] กับปริมาณน้ำฝนรวมรายปี)

4) ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างตำแหน่งสำรวจลูกน้ำยุงลายกับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use)



ภาพที่ 12 แผนที่แสดงตำแหน่งสำรวจลูกน้ำยุงลายกับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use)





ภาพที่ 13 แผนที่แสดงตำแหน่งแต่ละแห่งการสำรวจลูกน้ำยุงลายกับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use)

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งสำรวจลูกน้ำยุงลายกับปัจจัยลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทในระยะกันชน 1,000 เมตร

Site	ชื่อหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ (พื้นที่ศึกษา)	ประเภทลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินในระยะกันชน 1,000 เมตรพื้นที่ (ตร.ม.) และค่าร้อยละ (%)								
		C	U	R	A	L	F	W	S	etc
1	พื้นที่ศึกษาที่ 1	1,330,095	70,601	-	-	-	-	-	-	-
	ชุมชนย่านเมืองเก่า อ.เมืองภูเก็ต	94.96%	5.04%	-	-	-	-	-	-	-
2	พื้นที่ศึกษาที่ 2	-	512,635	-	151,168	-	55,941	-	3,367	-
	ชุมชนบ้านไทยใหม่ อ.เมืองภูเก็ต	-	70.89%	-	20.91%	-	7.74%	-	0.47%	-
3	พื้นที่ศึกษาที่ 3	-	1,380,495	-	574,495	-	738,840	5,655	-	48,265
	ชุมชนบ้านนาใน อ.กะทู้	-	50.24%	-	20.91%	-	26.89%	0.21%	-	1.76%
4	พื้นที่ศึกษาที่ 4	-	1,512,824	133,414	176,834	-	155,372	-	51,851	182,567
	ชุมชนบ้านนอกเล อ.กะทู้	-	68.36%	6.03%	7.99%	-	7.02%	-	2.34%	8.25%
5	พื้นที่ศึกษาที่ 5	-	1,074,086	-	296,510	-	177,185	6,841	-	96,063
	ชุมชนบ้านบางเตานอก อ.ถลาง	-	65.07%	-	17.96%	-	10.73%	0.41%	-	5.82%
6	พื้นที่ศึกษาที่ 6	8289.32%	572,659	113,569	956,021	-	372,522	2,553	-	22,811
	ชุมชนบ้านบางมาเหลา อ.ถลาง	0.40%	27.96%	5.54%	46.67%	-	18.19%	0.12%	-	1.11%

C (Commercial) = พื้นที่การค้า

U (Urban) = พื้นที่ชุมชนเมือง

R (Resort & Golf court) = พื้นที่รีสอร์ทและสนามกอล์ฟ

A (Agriculture) = พื้นที่เกษตร

L (Livestock) = พื้นที่ปศุสัตว์

F (Forest) = พื้นที่ป่าไม้

W (Water) = พื้นที่แหล่งน้ำ

S (Sea & beach) = พื้นที่ทะเลและชายหาด

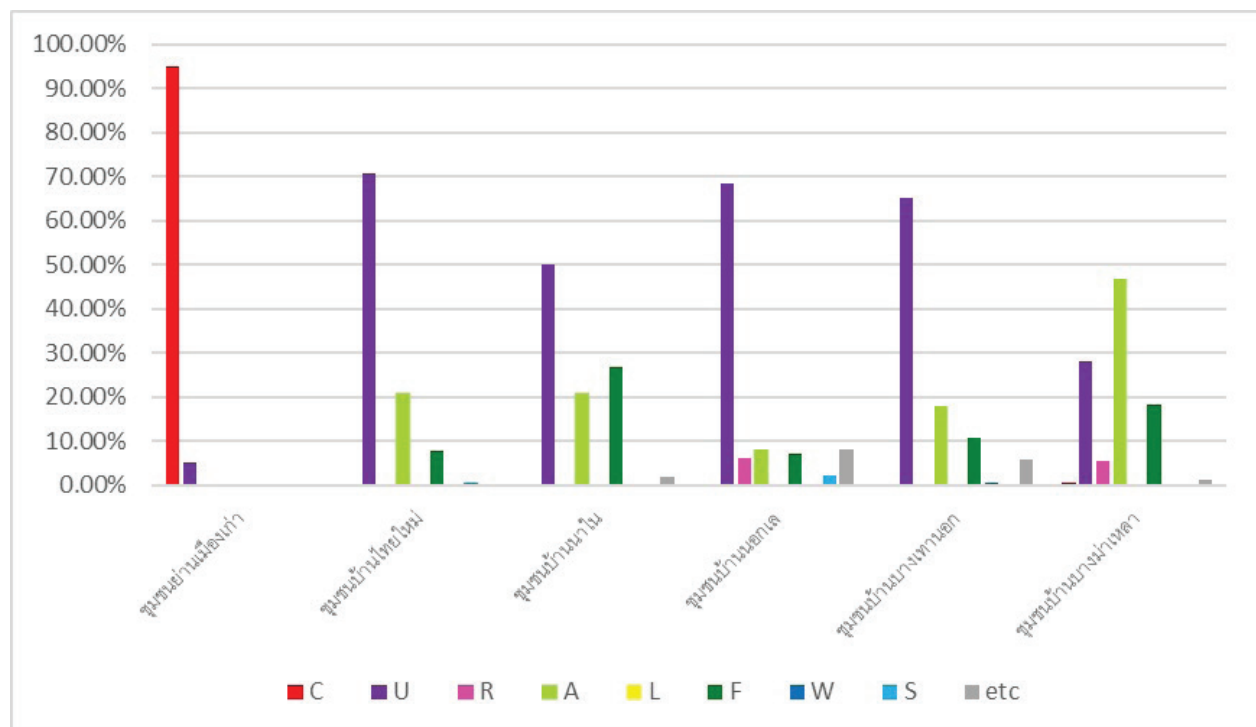
Etc. = อื่น ๆ

จากตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งสำรวจลูกน้ำยุงลายกับปัจจัยลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทในระยะกันชน 500 เมตรซึ่งพิจารณาจากระยะโดยประมาณที่ยุงสามารถบินได้ สำหรับพื้นที่ศึกษาแต่ละแห่งนั้นได้ทำการสำรวจภาคสนามเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งภาชนะและลูกน้ำยุงลาย แล้วจึงนำมาหาความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมโดยรอบ อย่างไรก็ตามประเภทลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) พบว่าพื้นที่ศึกษาที่ 1 ชุมชนย่านเมืองเก่า อ.เมืองภูเก็ต เป็นเขตการค้าประมาณร้อยละ 95 ของพื้นที่ทั้งหมดของระยะกันชน จึงอาจจำกัดความพื้นที่ในย่านพื้นที่ศึกษาที่ 1 ว่าเป็นเขตการค้า (Commercial zone)

สำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 2 ชุมชนบ้านไทยใหม่ อำเภอมะขาม ภูเก็ต จากการสำรวจพื้นที่พบว่าเป็นชุมชนเมืองที่มีลักษณะเป็นสลัม มีบ้านเรือนหนาแน่นมีสภาพไม่ถูกสุขลักษณะค่อนข้างสกปรก พื้นที่

ศึกษาที่ 3 ชุมชนบ้านนาใน อำเภอกระบุรี มีความเป็นชนบท โดยปรากฏเป็นพื้นที่ป่าไม้และการเกษตรรวมกันเป็นร้อยละ 46 ของพื้นที่ทั้งหมดในระยะกันชน พื้นที่ศึกษาที่ 4 ชุมชนบ้านนอกเล อำเภอกระบุรี มีพื้นที่เป็นเขตเมืองร้อยละ 68 พื้นที่รีสอร์ท ร้อยละ 6 พื้นที่การเกษตรร้อยละ 8 พื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 7 และพื้นที่ทะเลและหาดทรายร้อยละ 2

พื้นที่ศึกษาที่ 5 ชุมชนบ้านบางเทานอก อำเภอถลาง มีทั้งลักษณะผสมทั้งพื้นที่เมือง เขตป่าและการเกษตร โดยปรากฏพื้นที่เมืองร้อยละ 65 พื้นที่การเกษตรร้อยละ 18 พื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 11 พื้นที่น้ำร้อยละ 0.4 สำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 6 ชุมชนบ้านบางมาเหลา อำเภอถลาง มีสัดส่วนพื้นที่การเกษตรมากถึงร้อยละ 46 พื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 18 พื้นที่เขตเมืองร้อยละ 28 พื้นที่รีสอร์ทร้อยละ 5.5 พื้นที่น้ำร้อยละ 0.12 (ภาพที่ 14)

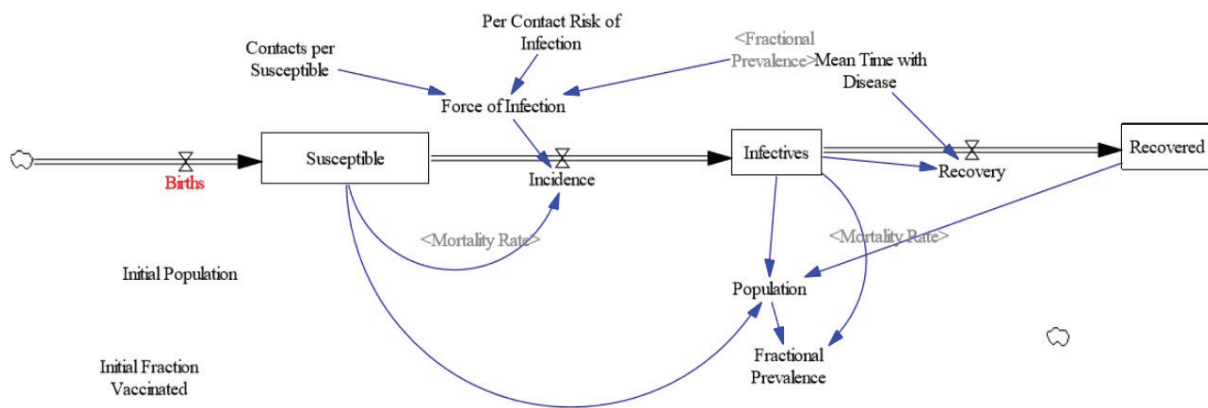


ภาพที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งสำรวจลูกน้ำยุงลาย กับปัจจัยลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทในระยะกันชน 500 เมตร

5) การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์การแพร่เชื้อของโรคไข้เลือดออกในพื้นที่ท่องเที่ยวและเขตเมือง
(Mathematical modeling of dengue transmission among tourism and urban areas)

การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยศึกษาอัตราการแพร่เชื้อ (ภาพที่ 15)
ทำให้ได้ระบบสมการเชิงอนุพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับการระบาดของโรคไข้เลือดออก ดังนี้

$$\begin{aligned}\frac{dS}{dt} &= \mu N - S(c(\frac{I}{N})\beta) - \mu S \\ \frac{dI}{dt} &= S(c(\frac{I}{N})\beta) - (\mu + \gamma) I \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma I - \mu R\end{aligned}$$



ภาพที่ 15 แผนภาพแสดงระบบการแพร่ระบาดของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 4 อัตราการอุบัติของโรคไข้เลือดออกอย่างหายา ในจังหวัดภูเก็ต

ช่วงอายุ	จำนวนประชากร	จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก	อัตราป่วยต่อประชากรแสนคน
0-15	90,203	244	270.50
≥ 16	297,742	532	178.68
0-14	84,780	218	257.14
≥ 15	303,165	558	184.06

จากตารางที่ 4 ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยทั้งหมดในจังหวัดภูเก็ต ทำให้สามารถแยกได้ว่าช่วงอายุของการอุบัติของโรค จะแบ่งออกเป็นช่วง 0-14 ปี และ 15 ปีขึ้นไป

ตารางที่ 5 อัตราการอุบัติของโรคไข้เลือดออกอย่างหายา ในแต่ละพื้นที่ศึกษา จังหวัดภูเก็ต

	ช่วงอายุ	จำนวนประชากร	จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก	อัตราป่วยต่อประชากรแสนคน
เทศบาลเมือง	0-14	18,639	5	26.83
	≥15	53,299	24	45.03

	ช่วงอายุ	จำนวนประชากร	จำนวนผู้ป่วย โรคไข้เลือดออก	อัตราป่วย ต่อประชากรแสนคน
เทศบาลราไวย์	0-14	4,591	24	522.76
	≥ 15	13,246	34	256.68
เทศบาลป่าตอง	0-14	4,079	15	367.74
	≥ 15	15,266	84	550.24
ตำบลกมลา	0-14	1,528	5	327.23
	≥ 15	5,344	16	299.40
เทศบาลเชิงทะเล	0-14	2,339	21	897.82
	≥ 15	4,500	21	466.67
ตำบลสาคร	0-14	1,170	2	170.94
	≥ 15	5,207	12	230.46

จากตารางที่ 5 พบว่าเขตเทศบาลเมือง เทศบาลป่าตอง ตำบลสาคร มีอัตราการอุบัติในผู้ที่มีอายุมากกว่า 15 ปี และเขตเทศบาลราไวย์ ตำบลกมลา เทศบาลเชิงทะเล มีอัตราการอุบัติในผู้ที่มีอายุน้อยกว่า 15 ปี โดยแต่ละพื้นที่ศึกษา อัตราการแพร่ระบาดของผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก (Force of infection rate) ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 อัตราการแพร่ระบาดของผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ในแต่ละพื้นที่ศึกษา จังหวัดภูเก็ต

พื้นที่ศึกษา	ช่วงอายุ	ผลรวมทั้งปี	ร้อยละFOi เฉลี่ย
เทศบาลเมือง	0-14	0.08	0.01
	>=15	3.74	0.31
เทศบาลราไวย์	0-14	27.85	2.32
	>=15	19.52	1.63
เทศบาลป่าตอง	0-14	9.49	0.79
	>=15	1092.26	91.02
ตำบลกมลา	0-14	0.87	0.07
	>=15	7.18	0.60
เทศบาลเชิงทะเล	0-14	51.06	4.26
	>=15	23.71	1.98
ตำบลสาคร	0-14	0.38	0.03
	>=15	5.65	0.47

จากตารางที่ 6 สรุปได้ว่าเขตเทศบาลเมือง เทศบาลป่าตอง ตำบลกมลา ตำบลสาคร มีอัตราการแพร่ระบาดในผู้ที่มีอายุมากกว่า 15 ปี และเขตเทศบาลราไวย์ เทศบาลเชิงทะเล มีอัตราการแพร่ระบาดในผู้ที่มีอายุน้อยกว่า 15 ปี

4. อภิปราย/วิจารณ์ผล

รูปแบบและการกระจายของโรคไข้เลือดออกกำหนดการเกิดแหล่งแพร่เชื้อไวรัส (DENV Hotspot occurrence) และเชื่อมโยงกับองค์ประกอบที่มีชีวิต (Biotic components) และองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต (Abiotic components) องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต เช่น สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (Abiotic environment) เป็นขั้นตอนสำคัญในการออกแบบการตอบสนองที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น^(2, 7, 8, 27) ข้อค้นพบ (Research findings) จากการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกันกับการวิจัยดังกล่าวข้างต้น และยืนยันปัจจัยด้านสภาพภูมิทัศน์ สภาพภูมิศาสตร์ และสภาพนิเวศวิทยา สิ่งแวดล้อมของอาคารบ้านเรือนที่ส่งผลต่อจำนวนและความชุกชุมของยุงลาย และการอุบัติของโรคไข้เลือดออก

ผลการจำแนกและวิเคราะห์ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดภูเก็ตจากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายดาวเทียม สรุปได้เป็น 9 ประเภทหลัก โดยปรากฏประเภทพื้นที่การเกษตร (agriculture) มากที่สุด รองลงมาคือประเภทป่าไม้ (forest) สำหรับพื้นที่ชุมชนเมือง (urban) มีขนาดใหญ่ลำดับที่สาม ส่วนพื้นที่รองลงมา ได้แก่ พื้นที่รีสอร์ทและสนามกอล์ฟ (resort & golf court) ทะเลและชายหาด (sea & beach) พื้นที่การค้า (commercial) พื้นที่แหล่งน้ำ (water) และพื้นที่ปศุสัตว์ (livestock) ตามลำดับ ผลการศึกษานี้ สอดคล้องกับผลการวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ในแง่ความหลากหลายของการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับระบบนิเวศน์-ชีววิทยา-สังคม (Eco-Bio-Social) ซึ่งจะส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อพลวัตการแพร่เชื้อโรคไข้เลือดออก (Direct and indirect drivers for dengue transmission dynamics)^(2, 4, 6, 13, 19)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุบัติการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกกับปัจจัยทางด้านภูมิทัศน์ในด้านระดับความสูงจากทะเลปานกลาง (Mean Sea Level) สรุปได้ว่า ผู้ป่วยเกือบทั้งหมด (ร้อยละ 99) อยู่ในเขตระดับความสูงไม่เกิน 100 เมตร สอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศประเภทระดับความลาดชันของพื้นที่ (Slope) โดยส่วนใหญ่พบในเขตพื้นที่ราบของจำนวนผู้ป่วยทุกปี (11 ปี) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างอุบัติการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกกับปัจจัยเชิงพื้นที่ประเภททิศลาดเอียง (Aspect) ไม่นับสำคัญมากนัก เนื่องจากตำแหน่งหมู่บ้านทุกแห่งตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ราบมีความลาดเอียงน้อย

ในขณะเดียวกัน ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุบัติการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกกับปัจจัยทางด้านภูมิอากาศในเรื่องปริมาณน้ำฝนรวมรายปีจากการคำนวณโดยการประมาณค่าในช่วง (Interpolation) ด้วยระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ

(Geographic Information System: GIS) สรุปว่าความสัมพันธ์อาจเป็นไปในทิศทางแปรผันด้านบวก กล่าวคือ พื้นที่ทางด้านทิศใต้ส่วนใหญ่ปรากฏในเขตอำเภอเมืองภูเก็ตและอำเภอกะทู้จะแสดงค่าปริมาณน้ำฝนมาก และลดลงเมื่อมีตำแหน่งเลื่อนขึ้นไปทางทิศเหนือคืออำเภอถลาง สำหรับจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเมื่อจำแนกรายอำเภอพบว่าอำเภอเมืองภูเก็ตมีผู้ป่วยจำนวนมากที่สุดในทุกปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 – 2560 ปัจจัยด้านภูมิอากาศเป็นปัจจัยกำหนดเพียงกว้าง ๆ (Macro ecosystem) ในเรื่องต่าง ๆ อาทิ พืชพรรณธรรมชาติ กิจกรรมของมนุษย์ เป็นต้น อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาโอกาสที่จะปรากฏผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกยังมีสาเหตุอีกหลายประการ ซึ่งจะต้องมีการศึกษาปัจจัยเชิงพื้นที่ระดับเล็ก (Micro scale) คือระดับครัวเรือน ระดับบุคคล เพื่อจะสามารถอธิบายปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลได้ต่อไป

การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์การแพร่เชื้อของโรคไข้เลือดออกในพื้นที่ท่องเที่ยวและเขตเมือง จังหวัดภูเก็ต โดยศึกษาอัตราการแพร่เชื้อ ทำให้สามารถแยกได้ว่าช่วงอายุของการอุบัติของโรค จะแบ่งออกเป็นช่วง 0-14 ปี และ 15 ปีขึ้นไป และสรุปได้ว่าเขตเทศบาลเมือง เทศบาลป่าตอง ตำบลมกลา ตำบลสาคร มีอัตราการแพร่ระบาดในผู้ที่อายุมากกว่า 15 ปี และเขตเทศบาลราไวย์ เทศบาลเชิงทะเล มีอัตราการแพร่ระบาดในผู้ที่อายุน้อยกว่า 15 ปี

ผลการวิจัยครั้งนี้สรุปและยืนยันผลกระทบของปัจจัยอุตุนิยมวิทยา มนุษย์ และการใช้ที่ดินต่อกรณีไข้เลือดออกที่เกี่ยวข้องกับการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยหลายประการ^(2, 28-30) ผลการวิจัยเน้นย้ำว่าจุดพื้นที่ที่มีโรคไข้เลือดออกส่วนใหญ่กระจายอยู่ในพื้นที่เขตเมืองและกึ่งเมือง ซึ่งบางพื้นที่ผสมผสานกับพื้นที่ท่องเที่ยว ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของคณะนักวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด ความดันบรรยากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์กับการแพร่กระจายของโรคไข้เลือดออก^(3, 20, 24, 25) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดินและปัจจัยของมนุษย์อาจช่วยเพิ่มการแพร่กระจายของไข้เลือดออกได้ ข้อค้นพบเหล่านี้ มีนัยสำคัญต่อการเฝ้าระวัง ป้องกันควบคุมโรคไข้เลือดออกล่วงหน้า

จริยธรรมการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ ได้ผ่านความเห็นชอบโดยสอดคล้องตามข้อกำหนด ICH-GCP และรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย กรมควบคุมโรค เอกสารรับรองเลขที่ FWA 00013622 เมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม 2560

5. เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Dengue-Global Situation. [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2023 [Cited 2024 May 5]. Available from: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2023-DON498>.
2. สุรชาติ โกยกุลย์. An Eco-Bio-Social Approach To Assess Dengue Transmission Dynamics in Thailand.[วิทยานิพนธ์ปริญญาเอกปรัชญาดุษฎีบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2553. 211 หน้า.
3. Neira M, Erguler K, Ahmady-Birgani H, AL-Hmoud ND, Fears R, Gogos C, et al. Climate change and human health in the Eastern Mediterranean and Middle East: Literature review, research priorities and policy suggestions. *Environ Res* 2023;216:114537.
4. Koyadun S, Butraporn P, Kittayapong P. Ecologic and sociodemographic risk determinants for dengue transmission in urban areas in Thailand. *Interdiscip Perspect Infect Dis* 2012; 2012;907494.
5. Gubler DJ. Dengue, urbanization and globalization: the unholy trinity of the 21st century. *Trop Med Health* 2011;39(4 Suppl):3-11.
6. Thammapalo S, Chongsuvivatwong V, Geater A, Dueravee M. Environmental factors and incidence of dengue fever and dengue haemorrhagic fever in an urban area, Southern Thailand. *Epidemiol Infect* 2008;136:135-143.
7. Tozan Y, Sjödin H, Muñoz ÁG, Rocklöv J. Transmission dynamics of dengue and chikungunya in a changing climate: do we understand the eco-evolutionary response? *Expert Rev Anti Infect Ther*. 2020;18(12):1187-93.
8. สุรชาติ โกยกุลย์, อติศักดิ์ ภูมิรัตน์. นิเวศระบาดวิทยาและพลวัตการแพร่ไวรัสเด็งกี. *วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา* 2565;17(1):44-57.
9. Pasin C, Halloran ME, Gilbert PB, Langevin E, Ochiai RL, Pitisuttithum P, et al. Periods of high dengue transmission defined by rainfall do not impact efficacy of dengue vaccine in regions of endemic disease. *PLoS One* 2018;13(12):1-16.
10. Rahman KM, Sharker Y, Rumi RA, Khan MI, Shomik MS, Rahman MW, et al. An Association between Rainy Days with Clinical Dengue Fever in Dhaka, Bangladesh: Findings from a Hospital Based Study. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(24):1-9.
11. Ibrahim Abdulsalam F, Yimthiang S, La-Up A, Ditthakit P, Cheewinsiriwat P, Jawjit W. Association between climate variables and dengue incidence in Nakhon Si Thammarat Province, Thailand. *Geospat Health* 2021;16(2):1-14.
12. Chumpu R, Khamsemanan N, Nattee C. The association between dengue incidences and provincial-level weather variables in Thailand from 2001 to 2014. *PLoS One* 2019 Dec 26;14(12):1-14.
13. Rahman MS, Ekalaksananan T, Zafar S, Poolphol P, Shipin O, Haque U, et al. Ecological, Social, and Other Environmental Determinants of Dengue Vector Abundance in Urban and Rural Areas of Northeastern Thailand. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(11):5971.
14. Saifur RG, Dieng H, Hassan AA, Salmah MC, Satho T, Miake F, et al. Changing domesticity of *Aedes aegypti* in northern Peninsular Malaysia: reproductive consequences and potential epidemiological implications. *PLoS One* 2012; 7(2):e30919.
15. Meyer WB, Turner II BL. Human population growth and land-use/cover change. *Annu Rev Ecol Syst* 1992; 23(1):93-61.
16. Pakaya, R., Daniel, D., Widayani, Utarini A. Spatial model of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) risk: scoping review. *BMC Public Health* 2023;23(2448):1-16.
17. Akter R, Hu W, Naish S, Banu S, Tong S. Joint effects of climate variability and socioecological factors on

- dengue transmission: epidemiological evidence. *Trop Med Int Health* 2017;22(6):656-69.
18. Zellweger RM, Cano J, Mangeas M, Taglioni F, Mercier A, Despinoy M, et al. Socioeconomic and environmental determinants of dengue transmission in an urban setting: An ecological study in Nouméa, New Caledonia. *PLoS Negl Trop Dis* 2017;11(4):e0005471.
 19. Bekoe C, Pansombut T, Riyapan P, Kakchapati S, Phon-On A. Modeling the Geographic Consequence and Pattern of Dengue Fever Transmission in Thailand. *J Res Health Sci.* 2016;17(2):378.
 20. Chen Y, Zhao Z, Li Z, Li W, Li Z, Guo R, Yuan Z, et al. Spatiotemporal Transmission Patterns and Determinants of Dengue Fever: A Case Study of Guangzhou, China. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(14):2486.
 21. Wu C, Wong PJY. Dengue transmission: mathematical model with discrete time delays and estimation of the reproduction number. *J Biol Dyn* 2019;13(1):1-25.
 22. de Los Reyes VAA, Escaner JML. Dengue in the Philippines: model and analysis of parameters affecting transmission. *J Biol Dyn* 2018;12(1):894-912.
 23. Saima A, Jin Z. Simulations and fractional modeling of dengue transmission in Bangladesh. *Math Biosci Eng* 2023;20(6):9891-922.
 24. Romero-Leiton JP, Acharya KR, Parmley JE, Arino J, Nasri B. Modelling the transmission of dengue, zika and chikungunya: a scoping review protocol. *BMJ Open.* 2023;13(9):e074385.
 25. Ninphanomchai S, Chansang C, Hii YL, Rocklöv J, Kittayapong P. Predictiveness of disease risk in a global outreach tourist setting in Thailand using meteorological data and vector-borne disease incidences. *Int J Environ Res Public Health.* 2014;11(10):10694-709.
 26. กองโรคติดต่ออันตราย กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. สถานการณ์โรคติดต่ออันตราย [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อวันที่ 9 ตุลาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก <https://drive.google.com/drive/folders/1TTaSvayYamVwA5lg7ATZJmlcHBuGXOSb>.
 27. สุรชาติ โกยกุลย์. นวัตกรรมการเฝ้าระวังเชื้อไวรัสตั้งที่ ไวรัสชิคุนกุนยา และไวรัสซิกา ในยุงลายบ้าน *Aedes aegypti* และ ยุงลายสวน *Aedes albopictus*. วารสารวิชาการสาธารณสุข 2565;31(6):1071-84.
 28. Karl S, Halder N, Kelso JK, Ritchie SA, Milne GJ. A spatial simulation model for dengue virus infection in urban areas. *BMC Infect Dis* 2014;14:447.
 29. Abdul-Ghani R, Mahdy MAK, Al-Eryani SMA, Fouque F, Lenhart AE, Alkwri A, et al. Impact of population displacement and forced movements on the transmission and outbreaks of Aedes-borne viral diseases: Dengue as a model. *Acta Trop* 2019;197:105066.
 30. Liu K, Hou X, Wang Y, Sun J, Xiao J, Li R, et al. The driver of dengue fever incidence in two high-risk areas of China: A comparative study. *Sci Rep* 2019;9(1):19510.