

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อจำแนกพื้นที่เสี่ยงต่ออุบัติการณ์ โรคมาลาเรียในเขตพื้นที่ชายแดนไทย-ลาว-กัมพูชา จังหวัดศรีสะเกษ และจังหวัดอุบลราชธานี

วัชรพงษ์ แสงนิล* จารุวรรณ วงบุตดี*

บทคัดย่อ

มาลาเรียเป็นโรคที่ร้ายแรงที่พบบ่อยในพื้นที่เขตร้อน และเป็นปัญหาหลักของสาธารณสุขในประเทศไทย วัตถุประสงค์ของการศึกษา เพื่อจำแนกพื้นที่เสี่ยงของอุบัติการณ์โรคมาลาเรียในพื้นที่ชายแดนไทย-ลาว-กัมพูชา จังหวัดศรีสะเกษและจังหวัดอุบลราชธานี ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลศักยภาพเชิงพื้นที่ (PSA) และแบบลำดับชั้น (AHP) ซึ่งกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 6 ปัจจัย ได้แก่ 1) ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2) ความหนาแน่นของผู้ป่วยมาลาเรีย 3) ปริมาณฝนตก 4) ระยะการบินของยุง 5) อุณหภูมิ

และ 6) ความชื้นสัมพัทธ์ จากนั้นให้ค่าคะแนนและค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่มีความเสี่ยงอยู่ในระดับสูง ปานกลาง และน้อย (1,108.59 4,345.41 และ 958.51 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ) อำเภอบุญทริก จังหวัดอุบลราชธานีมีพื้นที่เสี่ยงต่อโรคมาลาเรียมากที่สุด 681.47 ตารางกิโลเมตร (10.63%) ซึ่งจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการสนับสนุนการวางแผนป้องกัน และควบคุมการระบาดของโรคมาลาเรีย

คำสำคัญ: อุบัติการณ์โรคมาลาเรีย, พื้นที่เสี่ยง



บทนำ

มาลาเรียเกิดจากเชื้อพลาสโมเดียม (*Plasmodium spp.*) ซึ่งเป็นโปรโตซัวที่อยู่ในเซลล์ทำให้เกิดโรคในคน มี 4 ชนิด ได้แก่ *Plasmodium falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale* และ *P. malariae* โดยมียุงก้นปล่องเป็นแมลงนำโรค^{1,2} เมื่อยุงที่ติดเชื้อมากัดมนุษย์และปล่อยเชื้อมาลาเรียระยะ สปอโรซอยต์ (sporozoite) เข้าสู่กระแสเลือด และทำลายเซลล์เม็ดเลือดแดง จะทำให้อาการมีไข้มากกว่า 40 องศาเซลเซียส อ่อนเพลีย ปวดกล้ามเนื้อ และคลื่นไส้อาเจียน หากมีอาการรุนแรงหรือเฉียบพลันทำให้ถึงชีวิตได้ ประเทศไทยส่วนใหญ่พบเชื้อที่เป็นสาเหตุการเกิดมาลาเรีย 2 ชนิด คือ *P. falciparum* และ *P. vivax* ส่วนน้อยเป็นชนิด *P. malariae* และ *P. ovale* การระบาดของมาลาเรียพบตามชายแดน โดยเฉพาะบริเวณที่มีเทือกเขาสูง ป่าหนาทึบ และมีแหล่งน้ำลำธาร อันเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงก้นปล่อง ประเทศไทยมีการดำเนินงานควบคุมและป้องกันมาลาเรียอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะเจ้าหน้าที่สาธารณสุขและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีการสนับสนุนทั้งงบประมาณและเครื่องมือต่างๆ แต่ยังคงพบการระบาดในหลายๆ พื้นที่และทุกฤดูกาล สาเหตุเนื่องมาจากปัจจัยหลายๆ ด้าน ทั้งปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม และลักษณะภูมิอากาศ ได้แก่ ป่าไม้ แหล่งน้ำ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้น³ ในแต่ละพื้นที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ และความหลากหลายทางชีวภาพ

การควบคุมและการติดตามการระบาดของโรคมาลาเรียหลายประเทศได้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูลแผนที่ระบาดและการกระจายของโรค ซึ่งระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถจำแนกพื้นที่เสี่ยงของโรคมาลาเรียและสามารถแสดงให้เห็น

พื้นที่ที่มีความแตกต่างและความหนาแน่นของเชื้อมาลาเรียชนิดต่างๆ และแหล่งเพาะพันธุ์ยุง^{4,5} ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยังสามารถเป็นฐานข้อมูลช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผน และการควบคุมมาลาเรีย⁶

ประเทศไทยมีชายแดนติดกับประเทศพม่า มาเลเซีย กัมพูชา และประเทศลาว มีการติดต่อค้าขายระหว่างประเทศ และมีการเคลื่อนย้ายประชากรด้านแรงงาน การค้า และการท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก ประชาชนส่วนใหญ่มีการศึกษาน้อย และการป้องกันมาลาเรียต่ำ ทำให้มีการติดเชื้อมาลาเรียสูงมาก^{7,8,9} ซึ่งพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี และจังหวัดศรีสะเกษ มีอาณาเขตติดต่อกับชายแดนกัมพูชาและลาว ซึ่งส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อมาลาเรีย และการควบคุมป้องกันเนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าหนาทึบ มีแหล่งน้ำตลอดปี และพื้นที่เกษตรกรรม เช่น ยางพารา ข้าวโพด และมันสำปะหลัง ซึ่งเหมาะแก่การเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงก้นปล่อง ทำให้การป้องกันและควบคุมมาลาเรียลำบากยิ่งขึ้น และที่สำคัญเป็นพื้นที่ที่มีการระบาดต่อเนื่องเป็นประจำทุกปี ดังนั้นการศึกษาค้นคว้านี้ได้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และภาพถ่ายดาวเทียม โดยอาศัยปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและภูมิอากาศ เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล และการแสดงผลพื้นที่เสี่ยงต่ออุบัติการณ์ของมาลาเรีย เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจวางแผน ป้องกันและควบคุมมาลาเรีย

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา คือ 1) จังหวัดอุบลราชธานี มีอาณาเขตติดต่อกับประเทศกัมพูชาและสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ได้แก่ อำเภอนาจะหลวย อำเภอบუნทรวิจิตร อำเภอน้ำยืน และอำเภอน้ำขุ่น

2) จังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งมีอาณาเขตติดต่อกับประเทศ อำเภอกันทรลักษ์ อำเภอขุนหาญ และ
 กัมพูชา ได้แก่ อำเภอกันทรลักษ์ อำเภอขุนหาญ และ

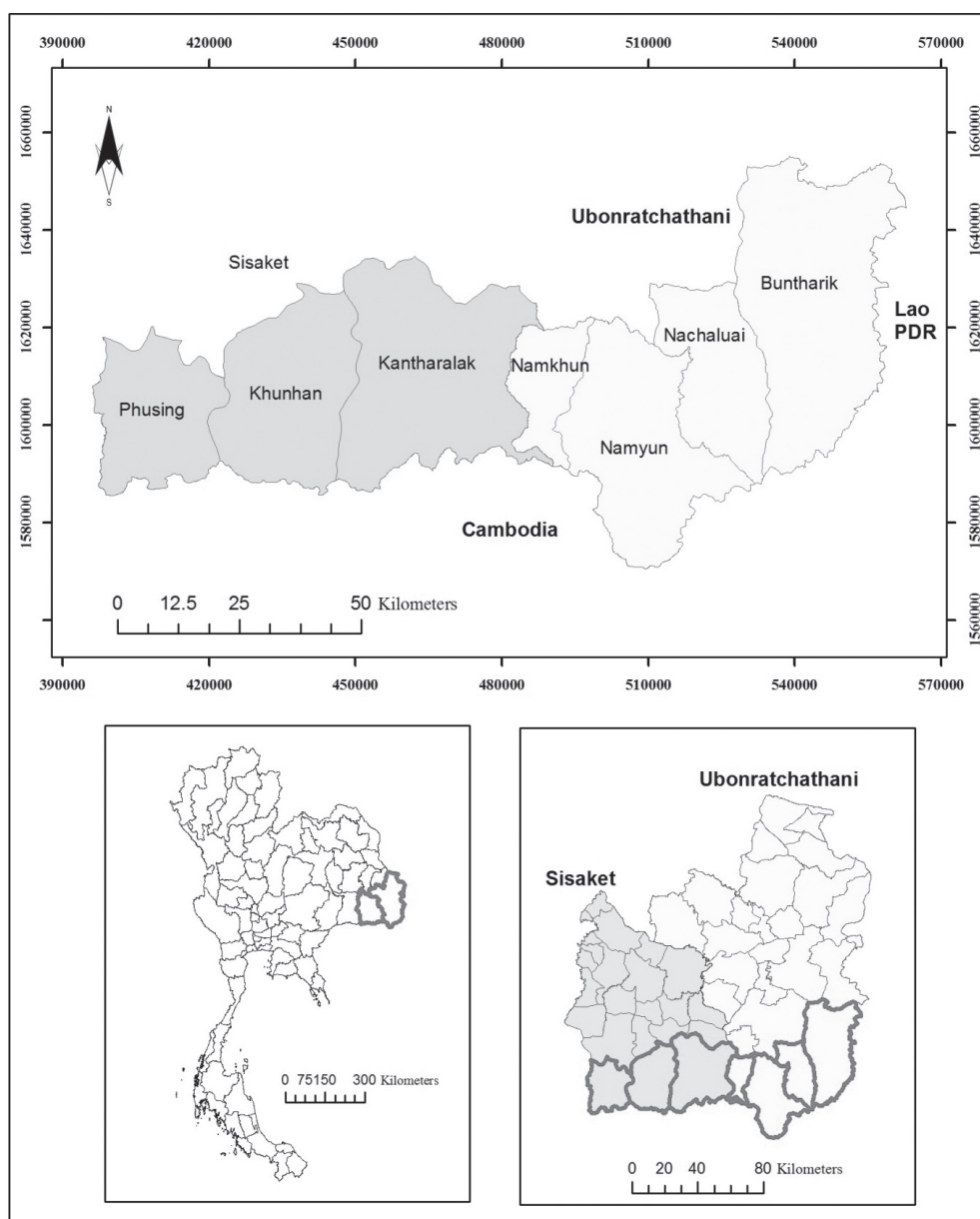


Figure 1 Study Areas; Ubon Ratchathani and Sisaket provinces are located in North-Eastern of Thailand. Some particular districts of each province, alongside with the border of Laos and Cambodia were selected for studying case study areas including Nachaluai, Namkhun, Namyun and Buntharik in Ubon Ratchathani province and Kantharalak, Khunhan and Phusing in Sisaket province.



วัสดุอุปกรณ์

1. ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ คือ 1) ข้อมูลผู้ป่วยโรคมาลาเรีย 3 ปี ย้อนหลัง (พ.ศ. 2549-2551) จากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดศรีสะเกษ และจังหวัดอุบลราชธานี 2) ข้อมูลอุตุณิยมิวิทยา ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ จากศูนย์อุตุณิยมิวิทยา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดอุบลราชธานี

2. ข้อมูลเชิงพื้นที่ คือ 1) ข้อมูลเชิงเส้น (vector data) ได้แก่ เส้นทางคมนาคม แหล่งน้ำ ตำแหน่งหมู่บ้าน ขอบเขตตำบล และขอบเขตอำเภอ 2) ข้อมูลภาพถ่าย (raster data) ได้แก่ ภาพถ่ายดาวเทียม

Landsat-5 TM เดือนกันยายน 2552 มาตราส่วน 1:50,000 จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ประเทศไทย (ตารางที่ 1)

Table 1 Characteristics of Landsat 5 TM Image.

Sheet Number	Path/Row	Bands	Resolution
LT5126050000903010	126/50	3, 4	25 m.
LT5127050000902110	127/50	3, 4	25 m.

3. ซอฟแวร์ที่ใช้ในการศึกษา (Software)

ประกอบด้วย โปรแกรม ENVI 4.5 ใช้จัดการข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5TM วิเคราะห์ความแตกต่างของพืชพรรณ และจำแนกลักษณะการใช้พื้นที่แบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised Classification) โปรแกรม ArcView 9.3.1 วิเคราะห์และจำแนกพื้นที่เสี่ยงต่อโรคมาลาเรีย

การดำเนินการศึกษา

1. ทำการปรับแก้ข้อมูลเชิงคุณลักษณะและข้อมูลเชิงพื้นที่ให้ตรงกับความต้องการมากที่สุด โดยนำข้อมูลเชิงพื้นที่ปรับค่าพิกัดให้อยู่ในระบบ UTM โซน 48 (Universal Transverse Mercator) และทำการกำหนดขอบเขตข้อมูลเพื่อพิจารณาพื้นที่แบบเฉพาะเจาะจง และทำการตัดกรอบแผนที่เพื่อให้ได้พื้นที่ศึกษา

2. จำแนกความแตกต่างของลักษณะพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ในการจัดทำแผนที่ดัชนี

ความแตกต่างของพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) เพื่อทำการแปลหรือตีความข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่สามารถจำแนกลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน¹⁰ ด้วยสมการ $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$ เมื่อ NDVI หมายถึงดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ NIR หมายถึงค่าการสะท้อนแสงช่วงความยาวคลื่นของแสงใกล้อินฟราเรดใกล้ (band 3) และ RED หมายถึงค่าการสะท้อนแสงช่วงความยาวคลื่นของแสงสีแดง (band 4)

ดำเนินการกำหนดและจำแนกลักษณะการใช้พื้นที่จากภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้จาก NDVI ด้วยวิธีจำแนกแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised Classification) ด้วยโปรแกรม ENVI 4.5 โดยผ่านการตรวจสอบความถูกต้องจากแผนที่ดิจิทัลลักษณะภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ชุด L7018 ผสมผสานกับการตีความด้วยสายตา และตรวจสอบ



ความถูกต้องอีกครั้งด้วยการสำรวจข้อมูลภาคสนามจากเครื่องจับพิกัดตำแหน่งพื้นผิวโลก (GPS) เพื่อให้ได้ข้อมูลตรงกับพื้นที่จริงมากที่สุด สามารถจำแนกออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ 1) พื้นที่การเกษตร 2) พื้นที่ไร่/ป่าไม้ 3) พื้นที่อยู่อาศัย 4) แหล่งน้ำ และ 5) พื้นที่อื่นๆ ได้แก่ พื้นที่ทิ้งร้าง พื้นที่หญ้า เป็นต้น

3. ทำการเชื่อมโยงข้อมูลของข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ให้เป็นข้อมูลเชิงสัมพันธ์ โดยอาศัยเขตของข้อมูลตำแหน่งหมู่บ้าน เชื่อมโยงข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคมาลาเรียรายหมู่บ้าน เพื่อให้ได้ข้อมูลความสัมพันธ์ ในแต่ละปี (พ.ศ. 2549-2551)

การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยง

กำหนดปัจจัยพื้นฐานที่เกี่ยวข้องทางสิ่งแวดล้อมและลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์ ต่อการเกิดโรคมาลาเรีย 6 ปัจจัย (ภาพที่ 2) ดังนี้

1) การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จาก NDVI ประกอบด้วย พื้นที่ป่าไม้/ ไร่ พื้นที่การเกษตร แหล่งน้ำ พื้นที่อยู่อาศัย และพื้นที่อื่นๆ ล้วนเป็นปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการระบาดของยุงก้นปล่อง¹¹

2) ความหนาแน่นของจำนวนผู้ป่วยในแต่ละหมู่บ้าน ต่อพื้นที่ตารางกิโลเมตร แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ มากกว่า 2.3799 ตารางกิโลเมตร ระหว่าง 0.6102-2.3798 ตารางกิโลเมตร น้อยกว่า 0.6101 ตารางกิโลเมตร 3) ปริมาณน้ำฝน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ มากกว่า 161.43 มิลลิเมตร ระหว่าง 112.74-161.43 มิลลิเมตร และน้อยกว่า 112.74 มิลลิเมตร 4) ระยะการบินของยุงก้นปล่อง ซึ่งสามารถบินได้ไกลในระยะทาง 2-5 กิโลเมตร¹² แต่ลักษณะนิสัยการบินของยุงจะบินกลับไปกลับมา ผู้วิจัยจึงได้กำหนดระยะการบินของยุงก้นปล่องในการออกหากินในตำแหน่ง

หมู่บ้านที่พบผู้ป่วยมาลาเรีย น้อยกว่า 2 กิโลเมตร จะมีความเสี่ยงต่อโรคมาลาเรียมากที่สุด 5) อุณหภูมิที่เหมาะสมของยุงก้นปล่องอยู่ระหว่าง $25-27^{\circ}\text{C}$ ¹³ และอุณหภูมิสูงสุดที่สามารถอยู่รอดได้ 40°C ¹⁴ 6) แต่ในพื้นที่ศึกษาได้มีสภาพอากาศร้อนชื้น จึงได้กำหนดอุณหภูมิที่เหมาะสมของยุงก้นปล่องจะอยู่ในช่วง $25-28^{\circ}\text{C}$ ¹⁵ 6) ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมของยุงก้นปล่องจะมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ หากมีความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ยุงอายุสั้น¹⁵

กำหนดค่าคะแนนและค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย (Rating Values Assignment and Weighting Factor) เป็นการให้ค่าคะแนนของปัจจัย (Rating Factor) และกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย (Weighting Factor) ตามกลุ่มความเหมาะสมของระดับปัจจัย เพื่อนำไปใช้ในการประเมินค่าศักยภาพของพื้นที่ตามระดับความสูงต่ำของปัจจัย โดยผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 2 ท่าน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้ 1) การแบ่งกลุ่มค่าคะแนนของระดับปัจจัย (Rating factor) ของปัจจัยย่อยของแต่ละปัจจัยหลัก ให้มีค่าคะแนนระหว่าง 1 ถึง 3 โดยค่าคะแนน 3 เป็นค่าคะแนนของปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมาลาเรียสูงสุด และมีค่าน้อยลงตามลำดับจนถึง 1 มีค่าน้ำหนักความเสี่ยงน้อยที่สุด 2) การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย (Weighting Factor) จะพิจารณาให้มีค่าคะแนนระหว่าง 1 ถึง 6 โดยค่าคะแนน 6 เป็นค่าระดับของปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมาลาเรียสูงสุด และมีค่าน้อยลงตามลำดับจนถึง 1 มีค่าน้ำหนักความเสี่ยงน้อยที่สุด ดังตารางที่ 2

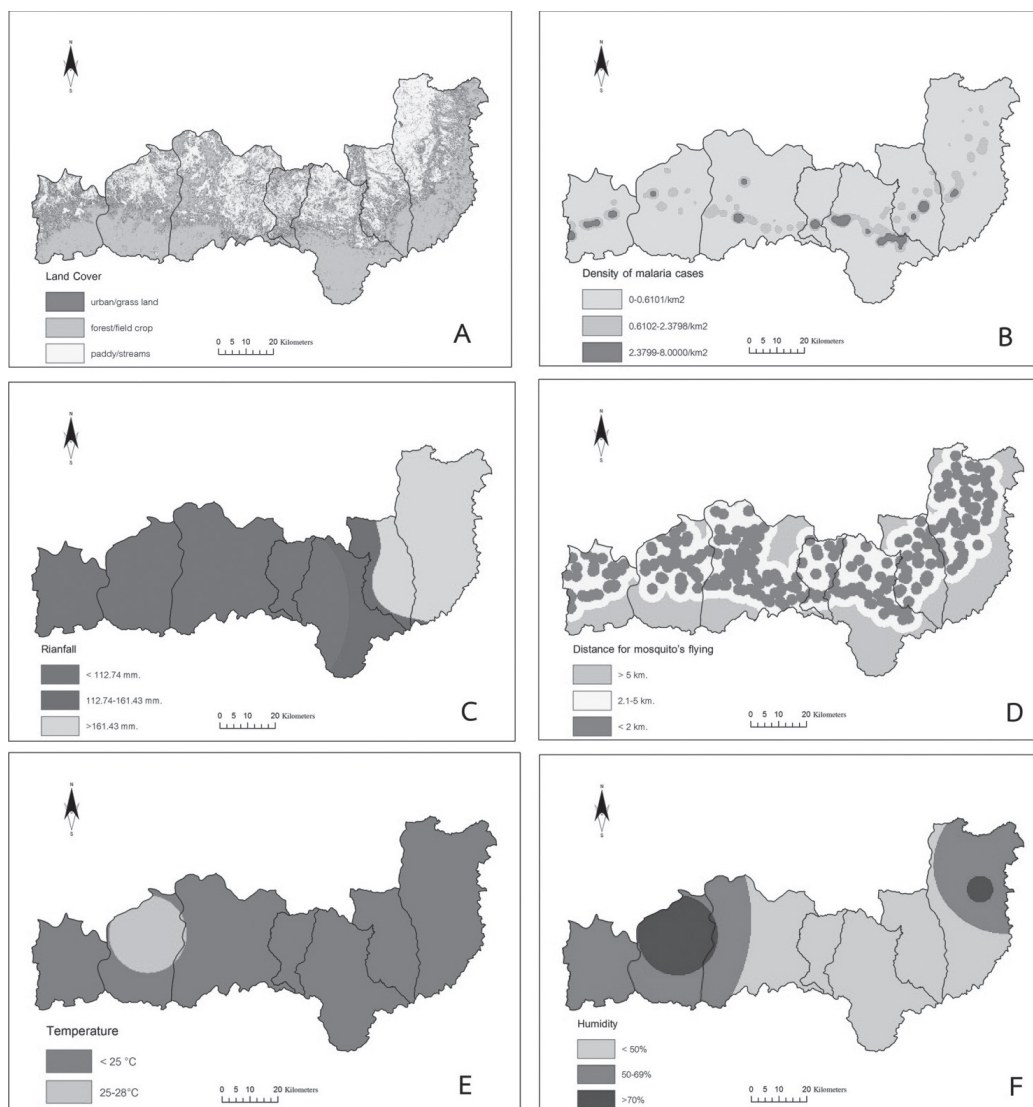


Figure 2 Potential Surface Analysis (PSA); It was employed to determine the risk area classification of malaria incidence based on six major factors as follow; **(A)** Land cover type (i) forest/field crop (ii) paddy/streams (iii) urban/grass land. **(B)** Density of malaria (cases/km²). It was derived from villages diagnosing malaria cases using interpolation operator. **(C)** Rainfall was interpolated the best condition for the habitats of the *anopheles*. **(D)** Distance for mosquitoes' flying efficiency from each malaria cases. **(E)** The intersections of the ranges of minimum and maximum temperatures for parasite and vector development determined the impact of changes in temperature on malaria transmission. **(F)** Humidity in each meteorological station was interpolated the best condition for the growth of the *anopheles*.

Table 2 Rating Values Assignment and Weighting Factor of Malaria Risk.

Risk factor	Sub-factor risk	Rating	Weighting
1) Land cover type	1) forest/field crop	3	6
	2) paddy/streams	2	
	3) urban/grass land	1	
2) Density of malaria cases/km ²	1) 2.3799-8.0000/km ²	3	5
	2) 0.6102-2.3798/km ²	2	
	3) 0-0.6101/km ²	1	
3) Rainfall	1) >161.43 mm.	3	4
	2) 112.74-161.43 mm.	2	
	3) < 112.74 mm.	1	
4) Distance for mosquitoes' flying efficiency from each malaria cases	1) < 2 km.	3	3
	2) 2.1-5 km.	2	
	3) > 5 km.	1	
5) Temperature	1) 25-28°C	3	2
	2) < 25°C	2	
	3) > 28°C	2	
6) Humidity	1) >70%	3	1
	2) 50-69%	2	
	3) < 50%	1	

3. วิเคราะห์ และประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อโรค มาลาเรีย โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์ร่วมกับหลักการวิเคราะห์ศักยภาพของ พื้นที่แบบขั้นตอน (Analytical Hierarchy Process) และวิธีการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) ด้วยฟังก์ชัน Spatial Analyst โปรแกรม ArcView 9.3.1 ของ ปัจจัยทั้ง 6 ปัจจัย ดังสมการ

$$S = W_1R_1 + W_2R_2 + \dots + W_6R_6$$

เมื่อ S หมายถึง ระดับพื้นที่เสี่ยงต่อโรค มาลาเรีย

$W_1 \dots 6$ หมายถึง ค่าน้ำหนักคะแนน

ความสำคัญของปัจจัยที่ 1 ถึง 6

$R_1 \dots 6$ หมายถึง ค่าคะแนนระดับ

ความสามารถของปัจจัยที่ 1 ถึง 6

การแปลผลข้อมูลเพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อโรค มาลาเรีย หลังจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยคำนวณ ค่าคะแนนรวม (S) ออกมา แบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 ระดับ คือ พื้นที่ที่มีระดับเสี่ยงมาก พื้นที่ที่มีระดับเสี่ยง ปานกลาง และพื้นที่ที่ระดับเสี่ยงต่ำ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ของชุดข้อมูลเป็นหลัก แล้วนำค่าการกระจายของ



ข้อมูล (S.D.) มากำหนดความกว้างของแต่ละช่วง สามารถแบ่งได้ ดังนี้ 1) พื้นที่ที่มีศักยภาพสูงมีค่ามากกว่า $\bar{X}+SD$ 2) พื้นที่ที่มีศักยภาพปานกลางมีค่าอยู่ระหว่าง $\bar{X}-SD \leq S \leq \bar{X}+SD$ 3) พื้นที่ที่มีศักยภาพต่ำมีค่าน้อยกว่า $\bar{X}-SD$

ผลการศึกษา

การศึกษาข้อมูลย้อนหลังของอัตราป่วยโรค มาลาเรียระหว่างปี พ.ศ. 2549-2551 พบว่า พ.ศ. 2549

อำเภอไผ่เงินมีอัตราป่วยสูงสุด 260.12 ต่อแสน ประชากร รองลงมาคืออำเภอภูสิงห์ 179 ต่อแสน ประชากร พ.ศ. 2550 อำเภอนาจะหลวยมีอัตราป่วย สูงสุด 148.51 ต่อแสนประชากร รองลงมาคือ อำเภอไผ่เงิน 134.02 ต่อแสนประชากร พ.ศ. 2551 อำเภอไผ่เงินมีอัตราป่วยสูงสุด 200.17 ต่อแสน ประชากร รองลงมาคือ อำเภอไผ่เงิน 150.46 ต่อแสน ประชากร (ตารางที่ 3)

Table 3 Mobility Rate of Malaria (per 100,000 of population per year).

Province(s)	District Name	Mobility Rate of Malaria (case/ 100,000 of population/ year)		
		2006	2007	2008
Sisaket	Kantharalak	61.48	39.28	45.27
	Khunhan	65.77	13.55	50.82
	Phusing	179.90	76.69	135.24
Ubon Ratchathani	Nachaluai	152.96	148.51	113.10
	Namkhun	0.00	86.92	150.46
	Namyun	260.12	134.02	200.17
	Buntharik	92.46	73.07	88.51

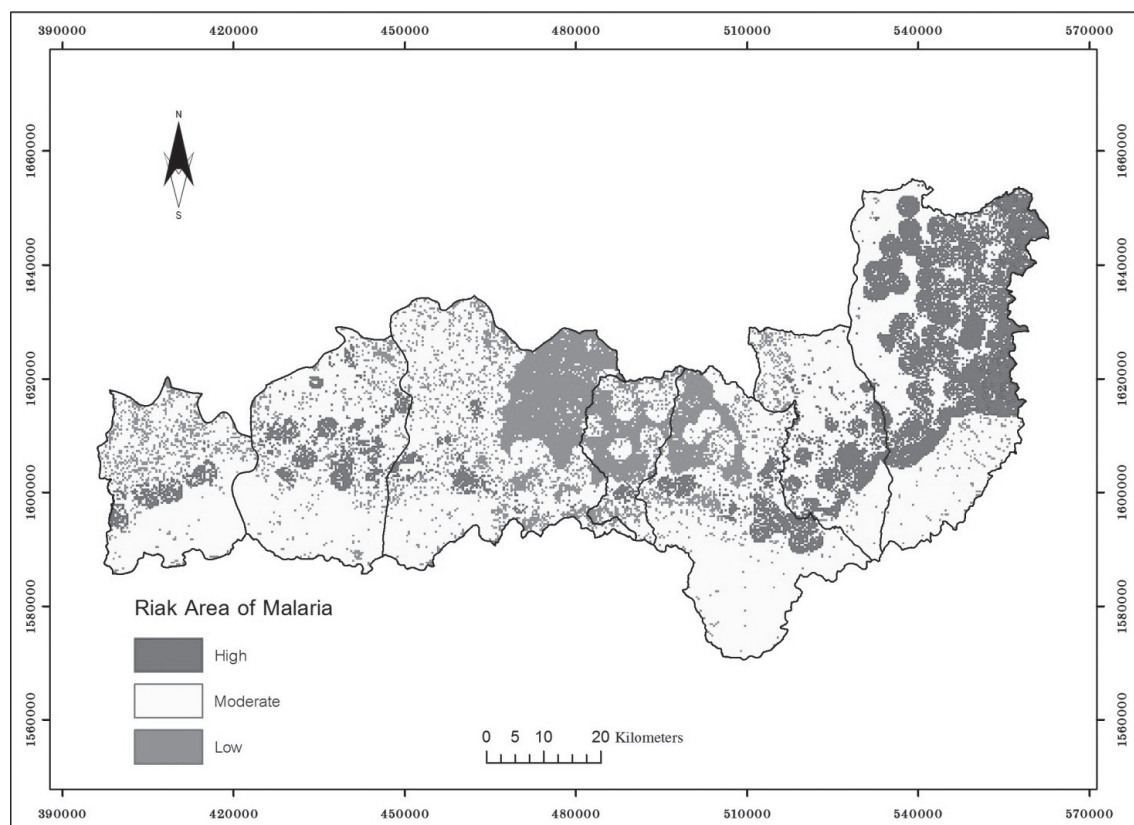
267

ผลการจำแนกปัจจัยเสี่ยงต่อโรคมาลาเรีย พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่มีความเสี่ยงอยู่ในระดับสูง ปานกลาง และน้อย (1,108.59, 4,345.41 และ 958.51 ตาราง กิโลเมตร ตามลำดับ) จังหวัดศรีสะเกษ พบพื้นที่เสี่ยง มากที่สุดทในอำเภอขุนหาญ 104.94 ตารางกิโลเมตร (1.64 %) รองลงมาคือ อำเภอภูสิงห์ 44.51 ตาราง กิโลเมตร (0.69%) และอำเภอกันทรลักษ์ 39.47

ตารางกิโลเมตร (0.62%) สำหรับจังหวัดอุบลราชธานี พบพื้นที่เสี่ยงต่อโรคมาลาเรียมากที่สุดอำเภอบุญทริก 681.47 ตารางกิโลเมตร (10.63%) รองลงมาคือ อำเภอนาจะหลวย 131.20 ตารางกิโลเมตร (2.05%) และอำเภอไผ่เงิน 97.90 ตารางกิโลเมตร (1.53%) (ตารางที่ 4 และภาพที่ 3)

Table 4 Total Risk Area of Malaria Incidence (square kilometers).

District Name	A total area risk of malaria incidence (square kilometers)						Total km ² (%)	
	Very High		Moderate		Low			
	km ² (%)		km ² (%)		km ² (%)			
Kantharalak	39.47	(0.62)	880.78	(13.74)	438.40	(6.84)	13,58.65	(21.19)
Khunhan	104.94	(1.64)	757.65	(11.82)	55.05	(0.86)	917.64	(14.31)
Phusing	44.51	(0.69)	533.28	(8.32)	74.37	(1.16)	652.17	(10.17)
Nachaluai	131.20	(2.05)	478.56	(7.46)	26.66	(0.42)	636.42	(9.92)
Namkhun	9.09	(0.14)	147.60	(2.30)	158.24	(2.47)	314.93	(4.91)
Namyun	97.90	(1.53)	769.73	(12.00)	178.55	(2.78)	1,046.18	(16.31)
Buntharik	681.47	(10.63)	777.79	(12.13)	27.25	(0.42)	1,486.51	(23.18)
Total	1,108.59	(17.29)	4,345.41	(67.76)	958.51	(14.95)	6,412.50	(100.00)

**Figure 3** Total Risk Area of Malaria Incidence (square kilometers) were Classified by Overlay the Six Major Factors.

อภิปรายผล

โรคมะลาเรียยังเป็นปัญหาด้านสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งมีอัตราป่วยสูง โดยเฉพาะในพื้นที่ชายแดนไทย-ลาว-กัมพูชา สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคมะลาเรียในจังหวัดอุบลราชธานี และจังหวัดศรีสะเกษ ในปี พ.ศ. 2550 พบอัตราป่วยโรคมะลาเรียลดลงอย่างเห็นได้ชัดจากปี พ.ศ. 2549 แต่ในปี พ.ศ. 2551 พบอัตราป่วยโรคมะลาเรียในอัตราที่สูงขึ้น และพบการระบาดอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2549 อำเภอน้ำขุ่นไม่พบผู้ป่วยโรคมะลาเรียเลย แต่พบอัตราป่วยโรคมะลาเรียนเพิ่มมากขึ้นในปี พ.ศ. 2550-2551 ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการเคลื่อนย้ายประชากรในพื้นที่การค้าชายแดน ทำให้การควบคุมป้องกันโรคมะลาเรียลำบาก และการได้รับเชื้อมาลาเรียนั้นจะไม่แสดงอาการในเบื้องต้น ทำให้ผู้ป่วยจึงไม่มีการรักษาที่ถูกต้อง ทั้งนี้ผู้วิจัยให้ความสำคัญของปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีอิทธิพลต่อการเป็นแหล่งเพาะพันธุ์และการระบาดของยุงก้นปล่อง³ โดยเฉพาะพื้นที่ป่าไม้แหล่งน้ำ และปริมาณน้ำฝน ซึ่งได้นำภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM วิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) จะทำให้เห็นความแตกต่างของลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน และพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของพืชพรรณได้ชัดเจน เช่น ป่าไม้ และพื้นที่การเกษตร ซึ่งจะเห็นได้จากภาพที่ 2 สำหรับพื้นที่ติดชายแดนไทย-กัมพูชา-ลาว มีการเคลื่อนย้ายประชากรสูงในด้านการตลาดแรงงาน และท่องเที่ยว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kitvatanachai S (2003)⁸ พบว่าการเคลื่อนย้ายประชากร และแรงงานต่างด้าวมีอัตราการติดเชื้อมาลาเรียสูง ประกอบกับประชาชนในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรและหาของป่าทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อมาลาเรียด้วยเช่นกัน ลักษณะภูมิอากาศ

ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในพื้นที่มีความแตกต่างกันไม่มากนัก และยังมีข้อจำกัดตำแหน่งของการตรวจวัดภูมิอากาศน้อย ทำให้ไม่ได้ข้อมูลในบริเวณกว้าง ซึ่งการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านภูมิอากาศมากกว่า 30 ปี จะทำให้สามารถมองเห็นภาพการเปลี่ยนแปลง และความแปรปรวนได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้กำหนดระยะการบินออกหากินของยุงก้นปล่องไว้ที่ระยะ 2 กิโลเมตรจากตำแหน่งหมู่บ้านที่พบผู้ป่วยมาลาเรีย ถึงแม้ว่าจะมีรายงานว่ายุงสามารถบินได้ไกลถึง 5 กิโลเมตร^{12, 16} โดยอาศัยแรงลม และปัจจัยด้านอื่นๆ ประกอบกับลักษณะนิสัยของยุง ซึ่งสามารถบินกลับปกลับมาและมักหาแหล่งที่เกาะพักพิง หรือไม่ไกลจากแหล่งเพาะพันธุ์มากนัก และลักษณะการปลูกบ้านจะใกล้ชิดติดกันทำให้โอกาสติดเชื้อมาลาเรียได้ จากผลการศึกษาพื้นที่เสี่ยงของโรคมะลาเรียโดยนำเทคโนโลยีของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และภาพถ่ายดาวเทียมทำการวิเคราะห์และการจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ จะแสดงให้เห็นลักษณะการกระจายของโรคมะลาเรียหรือรูปแบบการศึกษาระบาดวิทยาภูมิศาสตร์โดยใช้แผนที่¹⁷ เพื่อให้มีความชัดเจนและตรงกับพื้นที่จริงบนพื้นผิวโลก (ภาพที่ 3) จะเห็นได้ว่าพื้นที่เสี่ยงจะครอบคลุมพื้นที่ต่างๆ ของพื้นที่ศึกษา และมากที่สุด ในอำเภอน้ำขุ่น อาจเป็นเพราะว่าจำนวนผู้ป่วยในแต่ละหมู่บ้านที่ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ความหนาแน่นของผู้ป่วยเชิงพื้นที่ต่อตารางกิโลเมตร ซึ่งเป็นไปได้ว่าอำเภอน้ำขุ่นมีผู้ป่วยโรคมะลาเรียเกือบทุกหมู่บ้าน และแสดงให้เห็นรูปแบบการกระจายของมาลาเรียในพื้นที่ได้ชัดเจน ประกอบกับมีความหนาแน่นของป่าไม้และพื้นที่เพาะปลูกทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก และสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเพาะพันธุ์ของยุงก้นปล่อง และแพร่เชื้อมาลาเรีย



ดังนั้นจากผลการศึกษาพื้นที่เสี่ยงโดยการนำเทคโนโลยีทางภูมิสารสนเทศ จะทำให้กำหนดขอบเขตระดับความรุนแรง และสนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนป้องกัน และควบคุมมาลาเรีย ให้เกิดประโยชน์ต่อการแก้ไขปัญหามาลาเรียในพื้นที่เสี่ยงได้รวดเร็ว นอกจากนี้ยังเป็นฐานข้อมูลเบื้องต้นในการติดตามและเฝ้าระวังโรคมาลาเรียต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้การสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Jongwutiwes S, Putaporntip C, Iwasaki T, Sata T, Kanbara H. Naturally acquired *Plasmodium knowlesi* malaria in human, Thailand. Emerg Infect Dis 2004; 10: 2211-3.

2. Singh B, Kim Sung L, Matusop A. A large focus of naturally acquired *Plasmodium knowlesi* infections in human beings. Lancet 2004; 363: 1017-24.

3. Eveline K, Wim VDH, Felix A. A malaria risk analysis in an irrigated area in Sri Lanka. Acta Tropica 2004; 89(2): 215-25.

4. Carrin M, Bronwyn C, Colleen F, Brian S. The use of a GIS-based malaria information system for malaria research and control in South Africa. Health Place 2002; 8(4): 227-36.

5. Srivastava A, Nagpal BN, Saxena R, Eapen A, Ravindran KJ, Subbarao SK, et., al. GIS based malaria information management system for urban malaria scheme in India. Computer Methods Programs in Biomedicine 2003; 71(1): 63-75.

6. Hanafi-Bojd AA, Vatandoost H, Oshaghi MA, Charrahy Z, Haghdooost AA, Zamani G, et., al. Spatial analysis and mapping of malaria risk in endemic area, south of Iran: A GIS base decision making for planning of control. Acta Tropica 2012; 122: 132-7.

7. Sirisatapakdee S, Sangngam B. Community Participation in Malaria Prevention of borderland Thailand-Cambodia in Surin Province. Office of disease prevention and control 5th Nakhonratchasima 2012; 18(2): 44-55.

8. Kitvatanachai S, Janyapoon K, Rhongbutsri P, Thap LC. A survey on malaria in mobile cambodians in Aranyaprathet, Sa Kaeo Province, Thailand. Southeast Asia J Trop Med Public Health 2003; 34(1): 48-53.

9. Butraporn P, Prasittisuk C, Krachaiklin S, Chareonjai P. Behavior in self-prevention of malaria among mobile population in east Thailand. Southeast Asia J Trop Med Public Health 1995; 26(2): 213-8.



10. Herbreteau V, Demoraes F, Khaungaew W. Use of Geographic Information System and Remote Sensing for Assessing Environment Influence on Leptospirosis Incidence, Phrae Province, Thailand.” In proceedings of the 1st International Conference on Health GIS, 2005 Dec 1-2. Bangkok, Thailand. 43–50.
11. EvelineK, Wim VDH, Felix AA. Malaria risk analysis in an irrigated area in Sri Lanka. *ActaTropica* 2004; 89(2): 215-25.
12. Kathleen W. A Review of Control Methods for African Malaria Vectors. Available at http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACQ047.pdf. 2002, accessed August 10, 2012.
13. Ubydul H. Mapping malaria vector habitats in the dry season in Bangladesh using Spot imagery. Master’s of Science Thesis in Geoinformatics, School of Architecture and the Built Environment, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden. 2007.
14. McMichael AJ, Haines A, Sloof R, Kovats S. Climate change and Human Health. WHO, Geneva. 1996; 297.
15. ยงยุทธ วิถีไตรรงค์. การวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อค้นหาแหล่งอาศัยของยุงก้นปล่องด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในอำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์]. ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ขอนแก่น; 2545.
16. World Health Organization. Manual on environmental management for mosquito control with special emphasis on malaria vectors. WHO, Geneva 1982; 66.
17. มรุณ ทิพย์มงคลกุล. ระบาดวิทยาภูมิศาสตร์ในงานสาธารณสุข. *วารสารสาธารณสุขศาสตร์* 2555; 42(3): 44-54.



Application of a Geographic Information System for Risk Area Classification of Malaria Incidence in Thai-Laos-Cambodia Borderlands, Sisaket and Ubon Ratchathani Provinces

Wacharapong Saengnil^{*} Jaruwan Wongbutdee^{*}

ABSTRACT

Malaria is an acute febrile disease usually found in tropical regions. It is also a major public health problem in Thailand. The objective of this study was to classify risk area levels for malaria incidence within the districts of Sisaket and Ubon Ratchathani provinces, which are located along the border with Laos and Cambodia, using a geographic information system. Analytical hierarchy process (AHP) and potential surface analysis (PSA) were employed for rating and weighting scores determining six factors including land cover types, density of malaria cases, rainfall, distance of mosquito's flying efficiency from

malaria cases, temperature, and humidity. Spatial mapping for risk area classification level was then established. Result showed that risk areas for high, moderate, and low level were 1,108.59, 4,345.41 and 958.51 square kilometers, respectively. The highest risk area was found in the Buntharik district, Ubon Ratchathani province with 681.47 square kilometers (10.63%) of total study area. These data will be used as primary data for decision support for the prevention and control of malaria.

Keywords: malaria incidence, risk area