

การประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อคาดการณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้า
กรณีศึกษา จังหวัดชลบุรี

สุพิชชา ภมรจันทร์มัส

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์

คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

กันยายน 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

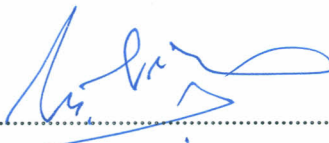
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ สุพิชชา ภมรจันทร์มัส ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



.....
(ดร. สุพรรณ กาญจนสุธรรม)

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก



.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. แก้ว นวลฉวี)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



.....
(ดร. ณรงค์ พลธิรกิจ)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา



.....
(ดร. สุพรรณ กาญจนสุธรรม)

คณบดีคณะภูมิสารสนเทศศาสตร์

วันที่ 21 เดือน กันยายน พ.ศ. 2558

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.สุพรรณ กาญจนสุธรรม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รศ.ดร.แก้ว นวลทวี และดร.ณรงค์ พลธิรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาตลอดเวลา ให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดไปจนการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนอย่างเสมอมา ข้าพเจ้าซึ่งเป็นผู้ทำการศึกษาวิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณสำนักพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) และหน่วยงานราชการและรัฐวิสาหกิจที่ดำเนินการผลิตและจำหน่ายกระแสไฟฟ้า ที่ให้ความอนุเคราะห์และคำแนะนำ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ มาใช้ในการศึกษาในครั้งนี้

งานวิจัยครั้งนี้จะสำเร็จไม่ได้ถ้าไม่ได้รับการสนับสนุนจาก บิดา มารดา ของข้าพเจ้า ทั้งภาระค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ประสบการณ์ที่ท่านได้แนะนำ ส่งเสริม รวมทั้งติดต่อประสานงานหน่วยงานราชการและรัฐวิสาหกิจต่าง ๆ จึงขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยสนับสนุนในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณคณาจารย์ คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ และพี่ ๆ น้อง ๆ รวมทั้งเจ้าหน้าที่คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ ที่ให้คำแนะนำ และกำลังใจผู้วิจัยเสมอมา

สุพิชชา ภมรจันทรมัส

54910139: สาขา: ภูมิสารสนเทศศาสตร์; วท.ม. (ภูมิสารสนเทศศาสตร์)

คำสำคัญ: การใช้ประโยชน์ที่ดิน/ ไฟฟ้า/ เทคโนโลยีภูมิศาสตร์

สุพิชชา ภมรจันทรมัส: การประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อคาดการณ์

ความต้องการพลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษา: จังหวัดชลบุรี (APPLICATION OF

GEOINFORMATION TECHNOLOGY FOR FORECASTING ELECTRICITY DEMAND:

CASE STUDY OF CHON BURI PROVINCE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์:

สุพรรณ กาณจนสุธรรม, D.Tech. Sc., แก้ว นวลฉวี, Ph.D., ณรงค์ พลธิ์รักษ์, Ph.D. 69 หน้า.

ปี พ.ศ. 2557.

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการขยายตัวของเมืองและปริมาณการใช้ไฟฟ้า และ
คาดการณ์ทิศทางและปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคต โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม
ร่วมกับแบบจำลอง CA Markov โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information
System : GIS) โดยการนำข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 5 (TM) ปี พ.ศ. 2547 และ LANDSAT 7
(ETM) ปี พ.ศ. 2551 และ 2555 ด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification)
แบ่งข้อมูลออกเป็น 5 ประเภท คือ สิ่งปลูกสร้าง แหล่งน้ำ ป่าไม้ พื้นที่เพาะปลูก และพื้นที่อื่น ๆ
นำข้อมูลที่ได้จากการจำแนกข้อมูลดาวเทียมมาใช้คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน
ด้วยแบบจำลอง CA Markov จากนั้นทำการคำนวณปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายปี โดยใช้พื้นที่สิ่งปลูก
สร้าง

การศึกษาพบว่าปี พ.ศ. 2547 มีการใช้ไฟฟ้า 6.02 ล้านเมกะวัตต์ปี พ.ศ. 2551 มีการใช้
ไฟฟ้า 8.39 ล้านเมกะวัตต์ และปี พ.ศ. 2555 มีการใช้ไฟฟ้า 9.58 ล้านเมกะวัตต์ สำหรับการ
คาดการณ์ทิศทางและความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแบบจำลอง CA Markov พบว่า ปี พ.ศ.
2559 มีความต้องการไฟฟ้า 19.01 ล้านเมกะวัตต์ เพิ่มขึ้นจาก ปี พ.ศ. 2555 จำนวน 9.42 ล้านเมกะ
วัตต์ สำหรับทิศทางการขยายตัวของพลังงานไฟฟ้า พบว่า มีทิศทางการขยายตัวเพิ่มมากขึ้น บริเวณ
นิคมอุตสาหกรรม ซึ่งประกอบไปด้วย พื้นที่บางส่วนของอำเภอเมืองชลบุรี อำเภอศรีราชา และ
อำเภอบ้านบึง ส่วนการขยายตัวของพลังงานไฟฟ้ารองลงมา คือ บริเวณพื้นที่แหล่งท่องเที่ยว
ประกอบด้วยพื้นที่บางส่วนของอำเภอเมืองชลบุรี พื้นที่บางส่วนของอำเภอศรีราชา และอำเภอบาง
ละมุง ซึ่งในพื้นที่ทั้งหมดมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น จึงควรมีการวางแผนและจัดการเพื่อ
รองรับความต้องการไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นในอนาคต

54910139: MAJOR: GEO- INFORMATICS; M.Sc. (GEO- INFORMATICS)

KEYWORDS: LANDUSE/ ELECTRICITY/ GEOINFORMATION TECHNOLOGY

SUPITCHA PHAMORNCHANTARAMAST: APPLICATION OF
GEOINFORMATION TECHNOLOGY FOR TREND IN ELECTRICITY DEMAND: CASE
STUDY OF CHONBURI PROVINCE. ADVISOR COMMITTEE: SUPAN
KARNCHANASUTHAM, D. Tech. Sci., KAEW NUALCHAWEE, Ph.D., NARONG
PLEERUX, Ph.D. 68 P. 2014.

The research aims to study urban growth and forecast electricity demands in the future by using Geographic Information System (GIS) to analyze satellite data along with CA Markov Model. The method used in deriving data from LANDSAT 5(TM) satellite in 2004 and LANDSAT 7(ETM) in 2008 and 2012 was Supervised Classification. The data were divided into 5 categories: building structures, water source, forest, farmland, and other areas. The data were also applied to forecast the change of land use by CA Markov Model. Then, the building structure areas were measured to find the annual consumption of electricity.

The research found that the electricity consumption were 6.02, 8.39, and 9.58 Million MW in 2004, 2008, and 2012 respectively. From CA Markov Model, the forecast of tendency and electricity demand in 2019 is 19.01 Million MW increasing from 2012 totally 9.42 Million MW. The study also found that two area expanded its electricity consuming. First, it was industrial area including partial area of Mueang Chonburi District, Sriracha District and Banbueng District. The second was tourist attraction areas including partial area of Mueang Chonburi District, Sriracha District, and Bang La Mung District. In conclusion, all the areas mentioned above need more electricity. So it is highly recommended to plan and manage the electricity demand and supply for these areas in the future.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
การขยายตัวของเมือง.....	7
ข้อมูลจังหวัดชลบุรี.....	8
ไฟฟ้า.....	11
ลักษณะของสมมติฐานที่ทดสอบ (Hypothesis Testing).....	16
แบบจำลอง CA Markov.....	17
แบบจำลอง Markov Chain.....	18
แบบจำลอง Cellular Automata.....	19
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	20
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	23
ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย.....	23
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	24
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	24

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	28
การใช้ประโยชน์ที่ดินและอัตราการใช้ไฟฟ้า.....	28
การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและอัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้า.....	34
ความสัมพันธ์ของปริมาณไฟฟ้า.....	45
การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและปริมาณการใช้ไฟฟ้า.....	47
5 อภิปรายและสรุปผล.....	61
อภิปรายผล.....	61
สรุปผล.....	65
ข้อเสนอแนะ.....	65
บรรณานุกรม.....	66
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	69

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์) รายอำเภอ พ.ศ. 2547-2551	13
3-1 การตรวจสอบค่าความถูกต้องโดยใช้ตารางคำนวณค่าความผิดพลาด	26
4-1 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2547 ในแต่ละอำเภอต่อวันต่อตารางกิโลเมตร.....	30
4-2 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2551 ในแต่ละอำเภอต่อวันต่อตารางกิโลเมตร.....	32
4-3 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2555 ในแต่ละอำเภอต่อวันต่อตารางกิโลเมตร.....	34
4-4 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอเมืองชลบุรีต่อวันต่อตารางกิโลเมตร	35
4-5 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอศรีราชาต่อวันต่อตารางกิโลเมตร	36
4-6 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอบางละมุงต่อวันต่อตารางกิโลเมตร	37
4-7 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอบ่อทองต่อวันต่อตารางกิโลเมตร.....	38
4-8 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอบ้านบึงต่อวันต่อตารางกิโลเมตร	39
4-9 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอพนัสนิคมต่อวันต่อตารางกิโลเมตร.....	40
4-10 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอสัตหีบต่อวันต่อตารางกิโลเมตร	41
4-11 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอหนองใหญ่ต่อวันต่อตารางกิโลเมตร	42
4-12 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอเกาะสีชังต่อวันต่อตารางกิโลเมตร	43
4-13 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอบ้านนาถองต่อวันต่อตารางกิโลเมตร	44
4-14 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอเกาะจันทร์ต่อวันต่อตารางกิโลเมตร.....	45
4-15 ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2555 และปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากการคาดการณ์ ปี พ.ศ. 2555 เพื่อคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	46
4-16 แสดงค่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2559.....	47
4-17 แสดงค่าความถูกต้องของข้อมูล	47
4-18 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2559 ในแต่ละอำเภอต่อปีต่อตารางกิโลเมตร.....	48

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1	ขอบเขตพื้นที่ศึกษาบริเวณพื้นที่จังหวัดชลบุรี..... 4
1-2	กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 5
2-1	แสดงจำนวนประชากรในจังหวัดชลบุรี..... 10
2-2	แสดงจำนวนบ้านเรือนในจังหวัดชลบุรี..... 11
2-3	แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์) จังหวัดชลบุรี พ.ศ. 2547-2555 14
3-1	แสดงขั้นตอนการศึกษา..... 27
4-1	แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2547 29
4-2	แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2551 31
4-3	แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2555 33
4-4	แสดงแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจากการคาดการณ์ ปี พ.ศ. 2559..... 49
4-5	แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอเมืองชลบุรี 50
4-6	แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอศรีราชา..... 51
4-7	แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอบางละมุง 52
4-8	แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอบ่อทอง 53
4-9	แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอบ้านบึง..... 54
4-10	แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอพนัสนิคม..... 55
4-11	แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอสัตหีบ 56
4-12	แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอหนองใหญ่..... 57
4-13	แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอเกาะสีชัง 58
4-14	แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอพานทอง 59
4-15	แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอเกาะจันทร์..... 60

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตประจำวัน และเป็นสิ่งสำคัญพื้นฐานในการขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจ แต่เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งที่ไม่สามารถกักเก็บได้ และความต้องการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาไม่เท่ากัน ทางหน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าจำเป็นต้องจัดหาพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอกับความต้องการใช้ไฟฟ้าตลอดเวลา ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาและวิเคราะห์การใช้ไฟฟ้า เพื่อนำไปพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้า เพื่อประเมินค่าความต้องการใช้ไฟฟ้า ทั้งนี้เพื่อให้การจัดหาพลังงานไฟฟ้าเพียงพอกับความต้องการที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ความจำเป็นของการพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าก็เช่นกัน เพราะพลังงานไฟฟ้าเป็นสาธารณูปโภคที่สำคัญของการดำรงชีวิต ดังนั้น การพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้า (Load Forecast) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อเป็นก้าวแรกในการเริ่มวางแผนการจัดหาพลังงานไฟฟ้าของประเทศ ทั้งนี้ เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนขยายกำลังผลิตพลังงานไฟฟ้า (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2556) ระบบส่งและระบบจำหน่าย พลังงานไฟฟ้าเป็นสาธารณูปโภคที่สำคัญต่อชุมชน โดยเฉพาะชุมชนเมืองที่มีความจำเป็นในการใช้ไฟฟ้าเป็นส่วนใหญ่ และหากกิจกรรมภายในชุมชนเมืองมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

ในปัจจุบันการคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่จะอ้างอิงจากตัวเลขในอดีต โดยอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการคาดการณ์ แต่ขาดการพิจารณา การคาดการณ์ในเชิงพื้นที่ (ภคณัฐ หวัง โชติกุล, 2556) การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นวิธีการที่แพร่หลายมากในปัจจุบัน เนื่องจากสามารถแสดงผลในเชิงพื้นที่ได้ ซึ่งต่างจากแบบจำลองในสมัยก่อนที่แสดงผลในเชิงปริมาณเท่านั้นซึ่งในแต่ละแบบจำลองมีลักษณะกระบวนการทำงานที่แตกต่างกันแต่มีความสามารถที่เหมือนกัน คือเป็นแบบจำลองที่ใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดินเชิงพื้นที่ โดยในแต่ละแบบจำลองจะเป็นการทำงานร่วมกับโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่ต่างกัน (ชุดพิงศ์ ร่มสนธิ, 2551)

โดยในงานวิจัยได้ศึกษาการขยายตัวของเมืองในจังหวัดชลบุรี โดยแบ่งรายละเอียดข้อมูลเป็นรายอำเภอ และนำข้อมูลที่ได้นมาเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายอำเภอ เพื่อหา

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้ไฟฟ้า การขยายตัวของเมือง และการประยุกต์แบบจำลอง CA Markov เพื่อคาดการณ์การขยายตัวของเมืองและคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอนาคต โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการขยายตัวของเมืองกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าของจังหวัดชลบุรี และคาดการณ์ทิศทางและปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคต ซึ่งศึกษาการขยายตัวของเมือง และการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในแต่ละแบบจำลองจะมีลักษณะกระบวนการการทำงานที่แตกต่างกันออกไปแต่มีประสิทธิภาพการทำงานที่เหมือนกันคือเป็นแบบจำลองที่ใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินเชิงพื้นที่ (ชุดิพงษ์ ร่มสนธิ, 2551) การประยุกต์การสำรวจจากระยะไกลกับงานด้านต่าง ๆ เป็นการนำภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายจากดาวเทียมมาเป็นเครื่องมือเพื่อใช้ในการศึกษาติดตามเฝ้าระวังปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับพื้นที่ใด ๆ ในช่วงเวลาหนึ่ง หรืออย่างต่อเนื่องที่จะสกัดข้อมูลที่มีค่าและนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ การสำรวจจากระยะไกลสามารถประยุกต์กับงานหรือศาสตร์ด้านต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี เช่น ประยุกต์กับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น โดยการประยุกต์นั้นมีหลายลักษณะซึ่งขึ้นอยู่กับความสนใจของผู้ศึกษา ในการประยุกต์การสำรวจจากระยะไกลในลักษณะต่าง ๆ ตามที่กล่าวมานั้น ภาพจากดาวเทียมจะต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมทั้งในด้านมาตราส่วน ความละเอียด โดยเฉพาะความละเอียดทั้งเชิงพื้นที่ และเชิงเวลาปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม เช่น สภาพอากาศที่รุนแรง ภัยธรรมชาติ หรือมลภาวะ เป็นต้น ล้วนแล้วแต่มีพลวัตและมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว อาจเปลี่ยนแปลงไปภายในเวลา 1 นาที หรือ 1 ชั่วโมง ดังนั้น ข้อมูลจากการสำรวจจากระยะไกลที่นำมาใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์เพื่อสกัดข้อมูลเชิงควมควรได้รับอย่างน้อยวันละหลายครั้ง ในปัจจุบันมีแต่ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาเพียงชนิดเดียวที่สามารถให้ข้อมูลภาพได้วันละหลายครั้ง แต่น่าเสียดายที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ต่ำ การประยุกต์การสำรวจจากระยะไกลกับด้านอื่น ๆ การติดตามการเจริญเติบโตของพืช ต้องการภาพจากดาวเทียมที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูง แต่ไม่จำเป็นต้องมีความละเอียดเชิงเวลาสูงมากนัก จะเห็นว่าในการประยุกต์การสำรวจจากระยะไกล คุณสมบัติของภาพจากดาวเทียมที่ใช้ก็จะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับงานและลักษณะของการประยุกต์ การสำรวจจากระยะไกลกับงานหรือศาสตร์ต่าง ๆ (นันทิญา คำอุดม และทัศนีย์ มีศักดิ์ ประเสริฐ, 2556)

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการขยายตัวของเมืองในจังหวัดชลบุรี โดยแบ่งรายละเอียดข้อมูลเป็นรายอำเภอ และนำข้อมูลที่ได้อามาเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายอำเภอเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้ไฟฟ้าและการขยายตัวของเมือง และประยุกต์แบบจำลอง CA Markov เพื่อคาดการณ์การขยายตัวของเมืองและคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

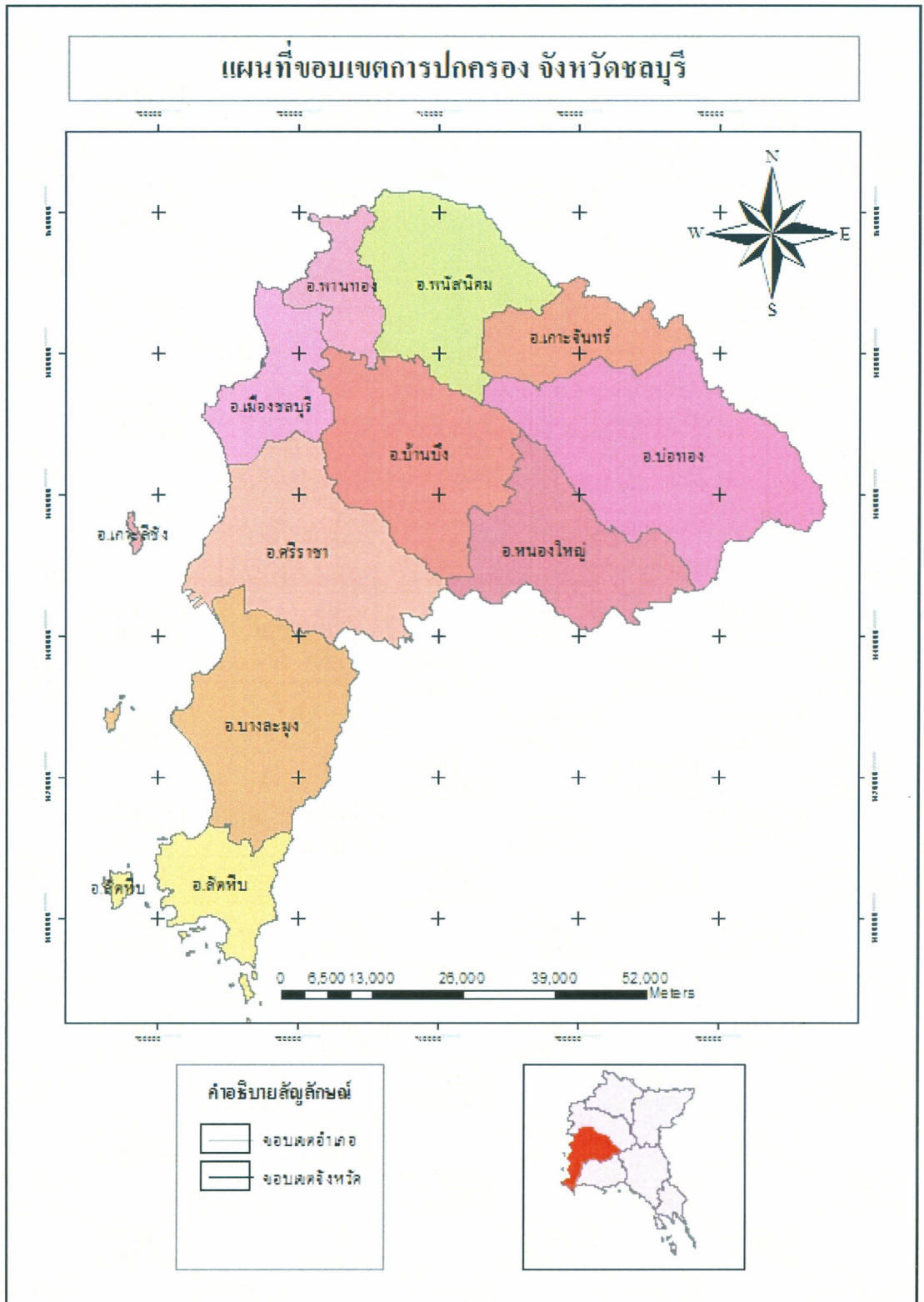
1. ศึกษาการขยายตัวของเมืองกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าของจังหวัดชลบุรี
2. คาดการณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้าและทิศทางปริมาณการใช้ไฟฟ้า

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทราบถึงการขยายตัวของเมืองกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าในพื้นที่จังหวัดชลบุรี
2. ทราบถึงทิศทางและปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตไฟฟ้าและจัดทำสายส่งศักดิ์สูง เพื่อรองรับกับความต้องการไฟฟ้า

ขอบเขตของการวิจัย

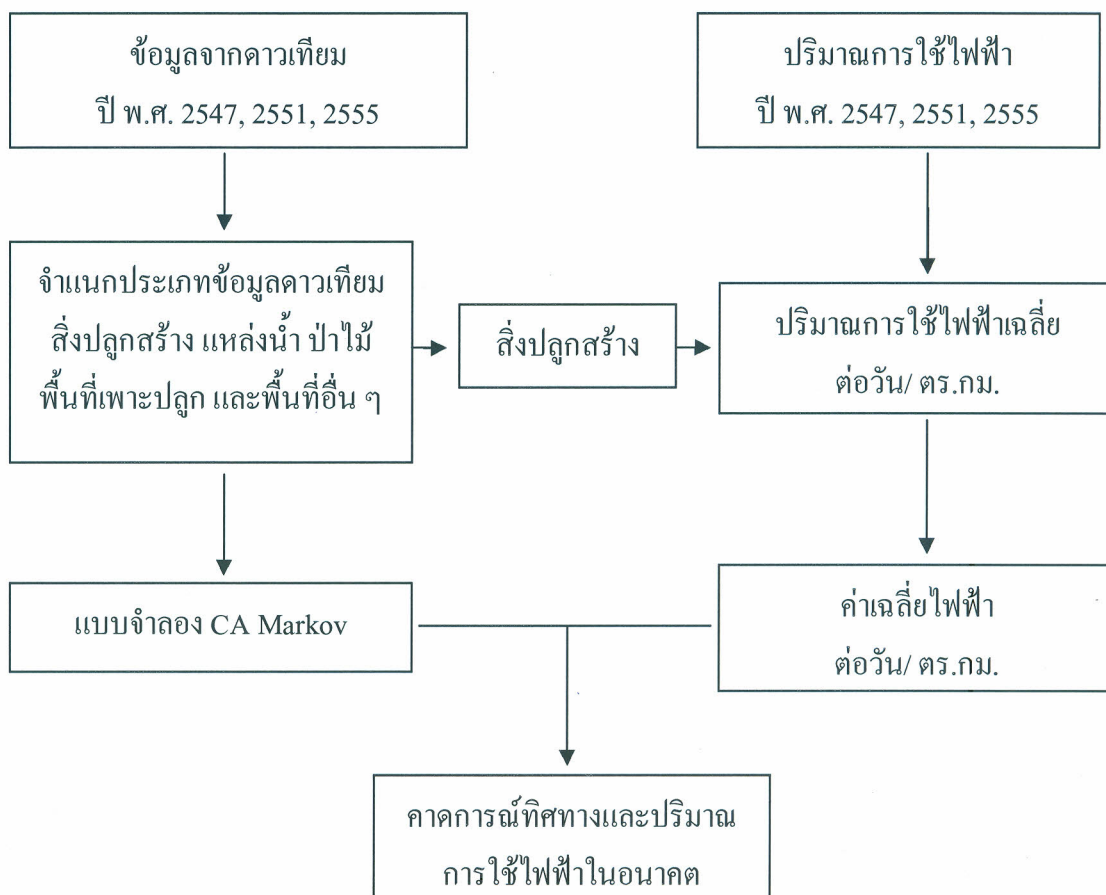
1. พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่จังหวัดชลบุรี ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของประเทศ ไทย ดังภาพที่ 1-1 มีพื้นที่ทั้งจังหวัด จำนวน 2,726,875 ไร่ หรือ 4,363 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น ร้อยละ 0.85 ของพื้นที่ประเทศไทย
2. การศึกษาใช้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 5 พ.ศ.2547 และ LANDSAT 7 พ.ศ. 2551 และ 2555 มาคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยแบบจำลอง CA Markov และศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าของจังหวัดชลบุรี เพื่อหาความสัมพันธ์การขยายตัวของเมืองกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าและคาดการณ์ทิศทางและปริมาณความต้องการไฟฟ้า



ภาพที่ 1-1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาบริเวณพื้นที่จังหวัดชลบุรี

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้รวบรวมเอกสารและข้อมูลต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษา โดยหาปริมาณการใช้ไฟฟ้าและการขยายตัวของเมืองและคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยแบบจำลอง CA Markov เพื่อหาความสัมพันธ์ และคาดการณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้าในอนาคต



ภาพที่ 1-2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ หมายถึง ศาสตร์สารสนเทศที่เน้นการบูรณาการเทคโนโลยี ทางด้านการสำรวจ การทำแผนที่ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่เข้าด้วยกัน เพื่อศึกษาเกี่ยวกับ พื้นที่และสิ่งต่าง ๆ บนโลก สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น กิจการทหาร การจัดการ ทรัพยากรธรรมชาติ การจัดการภัยพิบัติต่าง ๆ การวางผังเมืองและชุมชน หรือแม้แต่ในเชิงธุรกิจ

เป็นต้น มีการนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศศาสตร์มาประยุกต์และประกอบการวางแผนการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว ทำให้ประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น (สำนักส่งเสริมและพัฒนาสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2557)

ความต้องการพลังงานไฟฟ้า หมายถึง ความต้องใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาอาจมีค่าความต้องการที่ไม่เท่ากันซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ (kW) หรือ เมกะวัตต์ (1 MW = 1,000 kW) (คณะกรรมการการพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้า, 2545)

การคาดการณ์ หมายถึง การหาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ซึ่งต้องใช้ข้อมูลเป็นจำนวนมาก เช่น การขยายตัวของเศรษฐกิจ จำนวนประชากร จำนวนครัวเรือน รวมทั้งข้อมูลฐานจากอดีต เป็นต้น มาหาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอาจมีค่าเป็นทางบวกหรือทางลบ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารวิจัยฉบับนี้ได้รวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละประเภท ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2547-2555 โดยได้รวบรวมเอกสาร ดังต่อไปนี้

1. การขยายตัวของเมือง
2. ข้อมูลจังหวัดชลบุรี
3. ไฟฟ้า
4. ลักษณะของสมมติฐานที่ทดสอบ (Hypothesis Testing)
5. แบบจำลอง CA Markov
6. แบบจำลอง Markov Chain
7. แบบจำลอง Cellular Automata
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การขยายตัวของเมือง

การขยายตัวของชานเมือง เป็นลักษณะของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการขยายตัวของเมืองเมื่อชานเมืองมีประชากรเคลื่อนย้ายเข้าไปตั้งถิ่นฐานหนาแน่นมากขึ้น มีความเจริญทั้งด้านสาธารณูปโภค และอุปโภค สิ่งเหล่านี้เป็นเครื่องชี้ส่วนหนึ่งของลักษณะกระบวนการกลายเป็นเมืองนั่นเอง การขยายตัวของเมืองขนาดใหญ่ในหลาย ๆ ประเทศ ทำให้เกิดชุมชนเมืองขึ้นใหม่ในเขตชานเมืองที่อยู่โดยรอบ จนเกิดเป็นชุมชนเมืองที่เรียกว่า มหานคร (Metropolis) ซึ่งเป็นชุมชนเมืองขนาดใหญ่ที่ล้อมรอบด้วยเมืองหลาย ๆ เมือง การเติบโตและการกระจายตัวของพื้นที่ที่เป็นมหานครจะเป็นไปอย่างต่อเนื่องจนเกิดเป็นพื้นที่เมืองประเภทใหม่ที่เรียกว่า มหานครหลวง (Megalopolis) ที่ประกอบไปด้วยมหานครหลาย ๆ มหานคร (กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2556)

ราชบัณฑิตยสถาน (2524) กล่าวว่า ความเป็นเมือง หมายถึง กระบวนการที่ชุมชนกลายเป็นเมือง หรือการเคลื่อนย้ายของผู้คนหรือการดำเนินงานเข้าสู่บริเวณเมืองหรือการขยายตัวของเมืองออกไปทางพื้นที่การเพิ่มจำนวนประชากรหรือในการดำเนินงานต่าง ๆ มากขึ้น

รูปแบบการขยายตัวของเมือง เกิดจากการศึกษาถึงการตั้งถิ่นฐานเกี่ยวกับกระบวนการเกิดเป็นเมืองและการขยายตัวของเมือง ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการขยายตัวของเมืองมักเกิด

จากอิทธิพลของพัฒนาการด้านการคมนาคมขนส่ง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกตั้งถิ่นฐานที่ ต้องการความสะดวกในการเข้าถึงและเป็นศูนย์กลางของกิจกรรม (มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2556)

ข้อมูลจังหวัดชลบุรี

จังหวัดชลบุรี เป็นจังหวัดท่องเที่ยวชายทะเลภาคตะวันออกที่มีชื่อเสียงมาช้านานอีกทั้งมีชุมชนอยู่อาศัยย้อนไปได้ถึงยุคทวารวดีกลายเป็นแหล่งสังฆมอารยธรรมและความเจริญรุ่งเรืองในหลาย ๆ ด้าน โดยเฉพาะการท่องเที่ยว ขนบธรรมเนียมประเพณี วิถีชีวิตชุมชน และอุตสาหกรรมระดับนานาชาติ โดยทำเลที่ตั้งอันเหมาะสมแก่การค้าขายทางทะเล ส่งผลให้ปัจจุบันชลบุรีได้รับการวางแผนให้เป็นเมืองหลักทางด้านอุตสาหกรรม และการค้าขายของภาคตะวันออก มีท่าเรือแหลมฉบังเป็นท่าเรือพาณิชย์ที่สำคัญของประเทศ รองจากท่าเรือกรุงเทพ ฯ นอกจากนี้ ยังมีโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมาก เช่น โรงกลั่นน้ำมัน โรงงานประกอบรถยนต์ โรงงานน้ำตาล โรงงานมันสำปะหลัง โรงงานชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

ที่ตั้งอาณาเขต

จังหวัดชลบุรี ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกของประเทศไทย หรือริมฝั่งทะเลด้านตะวันออกของอ่าวไทยระหว่างละติจูด 12 องศา 30 ลิปดา ถึง 13 องศา 43 ลิปดาเหนือ และระหว่างลองจิจูด 100 องศา 45 ลิปดา ถึง 101 องศา 45 ลิปดาตะวันออก ระยะทางจากกรุงเทพมหานครตามเส้นทางแผ่นดินหมายเลข 34 (ถนนสายบางนา-ตราด) รวมระยะทางประมาณ 81 กิโลเมตร และมีเส้นทางหลวงพิเศษ หมายเลข 7 (กรุงเทพ ฯ-ชลบุรี) หรือ Motorway ระยะทาง 79 กิโลเมตร ซึ่งใช้ระยะเวลาในการเดินทางประมาณ 45 นาที (สำนักงานจังหวัดชลบุรี, 2555)

จังหวัดชลบุรี มีพื้นที่ทั้งสิ้น จำนวน 2,726,875 ไร่ (4,363 ตารางกิโลเมตร) คิดเป็นร้อยละ 0.85 ของพื้นที่ประเทศไทย (พื้นที่ของประเทศไทยประมาณ 320,696,875 ไร่ หรือ 513,115 ตารางกิโลเมตร) (สำนักงานจังหวัดชลบุรี, 2555)

ประชากรและเขตการปกครอง

ชลบุรี แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 11 อำเภอ 92 ตำบล 687 หมู่บ้าน (สำนักงานจังหวัดชลบุรี, 2557) โดยมีอำเภอต่าง ๆ ดังนี้

1. อำเภอเมืองชลบุรี
2. อำเภอบ้านบึง
3. อำเภอบางละมุง
4. อำเภอพานทอง
5. อำเภอพนัสนิคม

6. อำเภอสรีราชา
7. อำเภอสัตหีบ
8. อำเภอหนองใหญ่
9. อำเภอบ่อทอง
10. อำเภอเกาะสีชัง
11. อำเภอเกาะจันทร์

การปกครองส่วนท้องถิ่น ประกอบด้วย องค์การบริหารส่วนจังหวัด 1 แห่ง เทศบาลนคร 2 แห่ง เทศบาลเมือง 9 แห่ง เทศบาลตำบล 29 แห่ง องค์การบริหารส่วนตำบล 56 แห่ง และมีรูปแบบการปกครองพิเศษ 1 แห่ง ได้แก่ เมืองพัทยา จำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร รวม 1,390,354 คน เป็นชาย 681,399 คน คิดเป็นร้อยละ 49.01 ของประชากรทั้งหมด และหญิง 708,955 คน คิดเป็นร้อยละ 50.99 ของประชากรทั้งหมด มีครัวเรือนทั้งสิ้น 810,915 ครัวเรือน จำนวนประชากรแฝงประมาณ 1,210,000 คน

แรงงาน

จังหวัดชลบุรี มีผู้อยู่ในกำลังแรงงาน จำนวน 683,245 คน ร้อยละ 53.19 ของจำนวนประชากรทั้งหมด และในจำนวนผู้อยู่ในกำลังแรงงานดังกล่าวเป็นผู้มีงานทำจำนวน 675,062 คน ร้อยละ 98.80 ของผู้อยู่ในกำลังแรงงาน เป็นผู้ว่างงาน 8,103 คน ร้อยละ 1.20 ของผู้อยู่ในกำลังแรงงาน สำหรับการรับสมัครงาน พ.ศ. 2552 มีผู้มาสมัครงานจำนวน 50,448 คน มีตำแหน่งงานว่างจำนวน 55,928 ตำแหน่ง และบรรจุนงานจำนวน 24,417 คน อัตราค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำของจังหวัดชลบุรีเท่ากับ 184 บาทต่อวัน

ข้อมูลด้านการบริการสาธารณูปโภค / สาธารณูปการ

ไฟฟ้า

จังหวัดชลบุรีมีสำนักงานการไฟฟ้า 15 สำนักงาน มีสถานีไฟฟ้า 30 สถานี จำหน่ายกระแสไฟฟ้า 7,694,024,509 กิโลวัตต์/ ชั่วโมง จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้า 608,549 ราย เขตที่ให้บริการครอบคลุมทุกอำเภอ นอกจากนี้ ยังมีโรงจักรดีเซลตั้งอยู่บนเกาะสีชังและเกาะล้าน เพื่อเป็นแหล่งเสริมในการผลิตและจ่ายกระแสไฟฟ้า

ประปา

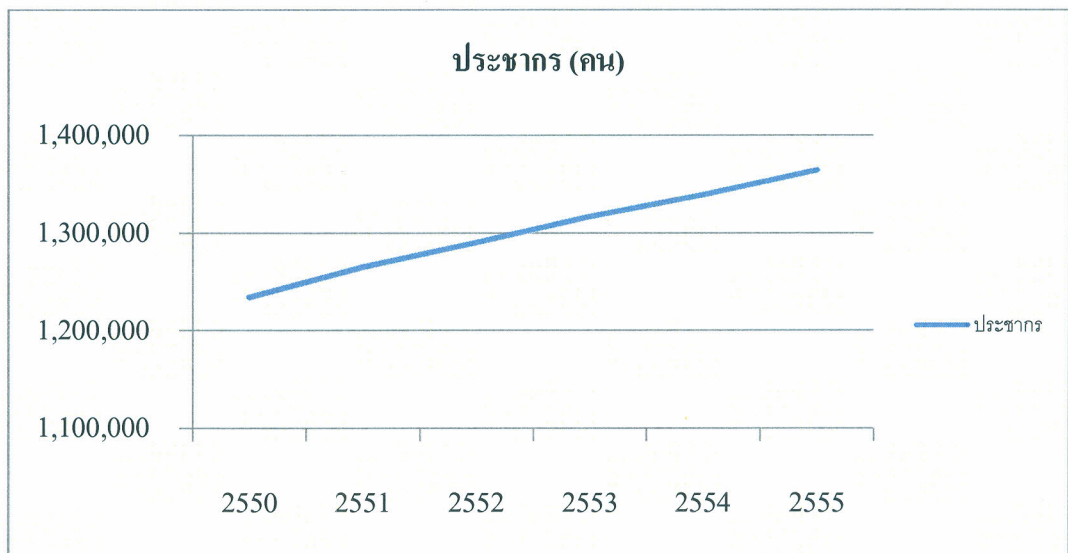
จังหวัดชลบุรี มีสำนักงานประปาที่อยู่ในพื้นที่ 6 แห่ง

การคมนาคม

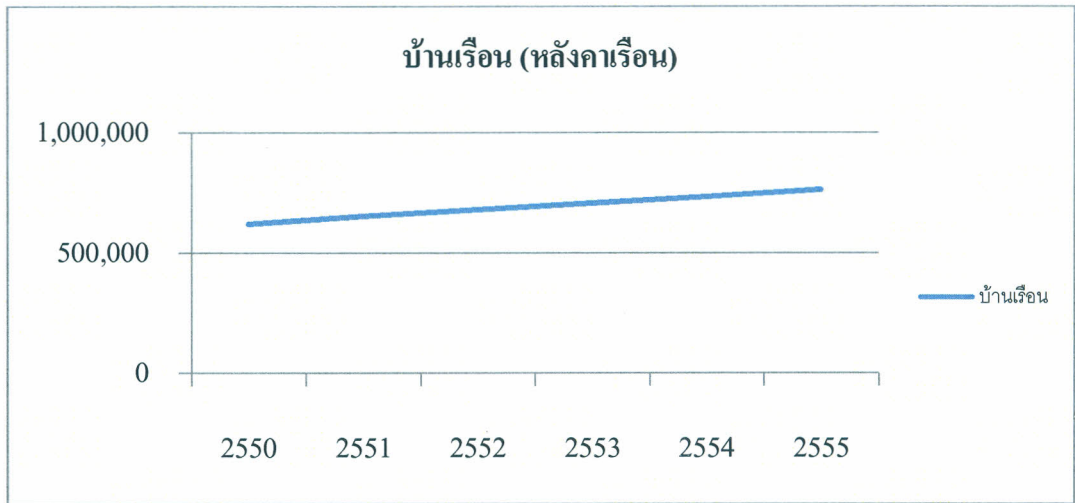
จุดเด่นของจังหวัด คือ เป็นจังหวัดที่มีเส้นทางคมนาคมดีที่สุดจังหวัดหนึ่งของประเทศ และมีระบบการคมนาคมขนส่งที่ทั่วถึงและสะดวกในทุกด้าน ทั้งการขนส่งทางบก ทางเรือ และ

ทางอากาศ รวมทั้งมีการขนส่งทางท่อสำหรับสินค้าเหลว ได้แก่ น้ำมัน และสารเคมี การคมนาคม และขนส่งของจังหวัดชลบุรีในปัจจุบันจะอาศัยการขนส่งทางบกเป็นหลัก นอกจากนั้นยังมีการขนส่งทางเรือและการขนส่งทางอากาศ ซึ่งจะมีศักยภาพสูงมากในอนาคต (จังหวัดชลบุรี, 2556)

การขยายตัวของเมืองในจังหวัดชลบุรีนั้นมีอัตราเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งจำนวนประชากรและจำนวนบ้านเรือนที่เพิ่มขึ้น โน้มนำให้เข้าสู่กระบวนการกลายเป็นเมือง และการขยายตัวของเมือง (มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2556) จากข้อมูลจากกรมการปกครอง พบว่า จำนวนบ้านเรือนและจำนวนประชากรในจังหวัดชลบุรี มีอัตราเพิ่มมากขึ้นทุกปี ซึ่งนำมาแสดงเป็นแผนภูมิแบบเส้นเพื่อแสดงอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและบ้านเรือน ดังภาพที่ 2-1 และ 2-2



ภาพที่ 2-1 แสดงจำนวนประชากรในจังหวัดชลบุรี (กรมการปกครอง, 2556)



ภาพที่ 2-2 แสดงจำนวนบ้านเรือนในจังหวัดชลบุรี (กรมการปกครอง, 2556)

ไฟฟ้า

การพยากรณ์ไฟฟ้าจะต้องมีการปรับทุก ๆ ปี ให้สอดคล้องกับสถานการณ์การใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้น เพื่อให้ตัวเลขใกล้เคียงหรือถูกต้องแม่นยำมากขึ้น แผนพีดีพีเป็นการคาดการณ์ล่วงหน้าจากสถิติข้อมูลที่เคยเกิดขึ้น แม้ว่าจะใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องครบถ้วนเพียงใดแต่ยังคงมีปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศอยู่นั่นเอง

ในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า จะพยากรณ์ทั้งค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) ซึ่งเป็นค่าสูงสุดของค่าพลังไฟฟ้าในแต่ละปีมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ (kW) หรือ เมกะวัตต์ (MW = 1,000 kW) และพยากรณ์ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Energy Demand) ซึ่งเป็นปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละชั่วโมง จึงมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) หรือกิกะวัตต์-ชั่วโมง (GWh = 10^6 kWh) เหตุที่ต้องพยากรณ์ทั้ง 2 ค่า เพราะการไฟฟ้าต้องการทราบว่าในปี ๆ หนึ่ง ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดจะเพิ่มขึ้นในปริมาณเท่าใด เพื่อวางแผนสร้างโรงไฟฟ้า ระบบสายส่ง และระบบสายจำหน่าย และเพื่อรองรับความต้องการไฟฟ้าสูงสุดที่จะเกิดขึ้นในแต่ละปีในขณะเดียวกันก็ต้องการทราบว่า ความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในปี ๆ หนึ่ง เป็นปริมาณเท่าใด เพื่อวางแผนการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า และรองรับความต้องการไฟฟ้าในแต่ละปีควบคู่กันไปด้วย ดังนั้น การพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าสูงสุดจะนำไปสู่การวางแผนการลงทุนในการก่อสร้าง เช่น โรงไฟฟ้า ระบบส่ง และระบบจำหน่าย เป็นต้น ส่วนการพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าจะนำไปสู่การลงทุนและเตรียมการในการจัดหาเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้า การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าใช้ปัจจัย ได้แก่ การขยายตัวของเศรษฐกิจ จำนวนประชากร จำนวนครัวเรือน และข้อมูลใน

ระดับย่อย เช่น การใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าเพิ่มของธุรกิจ และอุตสาหกรรมในระดับย่อย ประเภทของบ้านอยู่อาศัย ระดับรายได้ การใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า และประสิทธิภาพ การขอใช้ไฟฟ้า และการขอรับการส่งเสริมการลงทุน การใช้ไฟฟ้าต่อพื้นที่ใช้สอย อุณหภูมิ เป็นต้น ด้วยวิธีการนี้ทำให้สามารถอธิบายค่าพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าได้ในทุกแง่มุมว่าค่าพยากรณ์ที่เพิ่มขึ้นมาจากส่วนไหน และมีลักษณะอย่างไร การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าต้องมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ที่มาของการใช้ไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้การมองภาพการใช้ไฟฟ้าในอนาคตได้อย่างมีระบบ ไม่ใช่วิธีการพยากรณ์โดยประมาณค่าจากความสัมพันธ์อย่างหยาบ ๆ เช่น ใช้ค่าความยืดหยุ่นหรือใช้อินเตอร์เวลล่า (Time Trend) หรือการดูแนวโน้มของข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในอดีตเท่านั้น เป็นต้น (วิทวัส ลิมปนวิสต์, 2547)

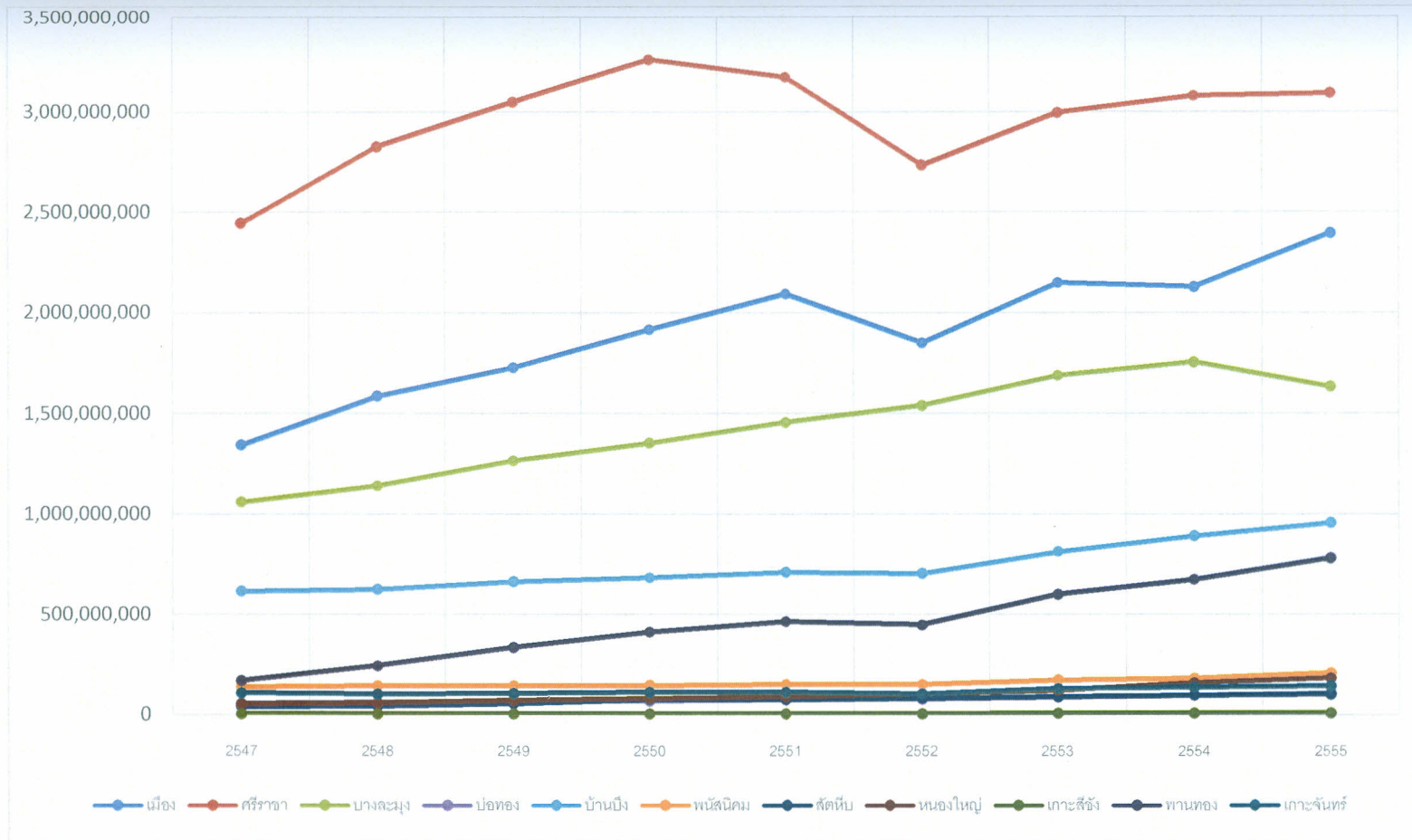
จากข้างต้นจะพบว่า การพยากรณ์ไฟฟ้านั้น จะพยากรณ์ทั้งค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) และพยากรณ์ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Energy Demand) โดยใช้ปัจจัย ได้แก่ การขยายตัวของเศรษฐกิจ จำนวนประชากร จำนวนครัวเรือน และข้อมูลในระดับย่อยเช่น การใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าเพิ่มของธุรกิจ และอุตสาหกรรมในระดับย่อย ประเภทของบ้านอยู่อาศัยระดับรายได้ การใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า และประสิทธิภาพ การขอใช้ไฟฟ้า และการขอรับการส่งเสริมการลงทุน การใช้ไฟฟ้าต่อพื้นที่ใช้สอย อุณหภูมิ เป็นต้น ในปัจจุบันการคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่จะอ้างอิงจากตัวเลขในอดีตโดยอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคาดการณ์ แต่ยังคงขาดการพิจารณาการคาดการณ์เชิงพื้นที่โดยการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินสองช่วงเวลาด้วยแบบจำลอง Markov เพื่อคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอนาคต (วันเพ็ญ เจริญตระกูลปิติ, 2555)

สถานการณ์ไฟฟ้าในจังหวัดชลบุรี

ปริมาณความต้องการไฟฟ้าในจังหวัดชลบุรีมีเพิ่มมากขึ้นทุกปี โดยศึกษาจากข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พบว่า ตั้งแต่ พ.ศ. 2547 จนถึงปัจจุบัน มีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น โดยสามารถแสดงเป็นรายอำเภอ ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์) รายอำเภอ พ.ศ. 2547-2551 (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2557)

	เมือง	ศรีราชา	บางละมุง	บ่อทอง	บ้านบึง	พนัสนิคม	สัตหีบ	หนองใหญ่	เกาะสีชัง	พานทอง	เกาะจันทร์
2547	1,341,384,273	2,443,650,928	1,057,043,356	55,635,453	614,319,871	137,793,523	39,511,873	52,826,722	3,933,821	169,455,540	108,406,809
2548	1,585,194,641	2,824,571,867	1,137,393,037	62,020,624	623,026,271	143,410,088	41,471,098	57,858,863	4,075,189	244,268,102	102,095,356
2549	1,726,971,002	3,047,993,535	1,263,227,039	65,791,580	660,031,026	142,619,570	55,086,014	71,449,105	4,407,533	334,328,000	105,884,524
2550	1,914,966,160	3,265,866,486	1,351,274,703	67,885,016	680,026,150	144,111,825	74,535,936	79,372,001	4,548,503	411,744,238	111,093,823
2551	2,092,308,966	3,173,818,223	1,453,839,005	73,627,640	708,031,161	149,095,495	75,075,766	88,330,771	4,747,293	463,807,658	111,254,201
2552	1,848,418,956	2,730,981,953	1,538,296,032	76,130,694	701,735,708	149,095,997	79,286,911	102,929,955	4,984,571	446,936,444	103,518,216
2553	2,147,560,091	2,993,024,192	1,686,906,686	86,271,768	810,028,603	170,888,702	87,680,220	119,230,715	5,772,552	598,810,334	128,125,094
2554	2,126,922,422	3,077,888,185	1,753,433,048	96,152,930	886,939,290	178,628,480	95,102,883	157,300,134	6,022,950	673,062,678	134,270,077
2555	2,393,713,755	3,090,417,052	1,630,050,155	104,373,092	950,681,290	204,433,065	99,528,407	180,757,566	7,196,662	779,317,486	141,048,101



ภาพที่ 2-3 แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์) จังหวัดชลบุรี พ.ศ. 2547-2555 (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2557)

ไฟฟ้าและการพยากรณ์ไฟฟ้า

การคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากการขยายตัวของเมือง โดยใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2551 และ พ.ศ. 2555 โดยใช้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่มีสิ่งปลูกสร้างอาคารประกอบด้วยที่อยู่อาศัย พาณิชยกรรม อุตสาหกรรม สถานที่ราชการ การคมนาคมขนส่ง คำนวณร่วมกับข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของทั้งสองช่วงเวลาเดียวกัน ซึ่งปริมาณการใช้ไฟฟ้าคำนวณจากอัตราการการใช้ไฟฟ้าต่อวันต่อตารางกิโลเมตรของทั้งสองช่วงเวลา (วันเพ็ญ เจริญตระกูลปิติ, 2555) ดังนี้

$$R_{\text{Urban}} = \frac{\text{Urban area}}{Q_{\text{Urban}}} \quad (2-1)$$

เมื่อ

R_{Urban} หมายถึง อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวันต่อตารางกิโลเมตรในปีที่ n
 Q_{Urban} หมายถึง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อวันในพื้นที่เขตในปีที่ n
 Urban area หมายถึง ขนาดของพื้นที่เมืองในปีที่ n

หาค่าเฉลี่ยของอัตราการการใช้ไฟฟ้าต่อวันต่อตารางกิโลเมตร โดยนำข้อมูลอัตราการการใช้ไฟฟ้าต่อวันต่อตารางกิโลเมตรใน พ.ศ. 2551 และ พ.ศ. 2555 มาคำนวณ ดังนี้

$$AR_{\text{Urban}} = \frac{R_{\text{Urban}_1} + \dots + R_{\text{Urban}_n}}{Y} \quad (2-2)$$

เมื่อ

AR_{Urban} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของอัตราการการใช้ไฟฟ้าต่อวันต่อตารางกิโลเมตร
 $R_{\text{Urban} (1, \dots, n)}$ หมายถึง อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวันต่อตารางกิโลเมตรในปีที่ 1 ถึง n
 Y หมายถึง จำนวนปีที่ใช้ในการคำนวณ (วันเพ็ญ เจริญตระกูลปิติ, 2555)

ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอนาคต หาได้จากนำค่าเฉลี่ยของอัตราการการใช้ไฟฟ้าต่อวันต่อตารางกิโลเมตร มาคำนวณร่วมกับขนาดของพื้นที่เมืองในอนาคต โดยได้จากแบบจำลอง CA Markov และคำนวณหาปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากการขยายตัวของเมือง ดังนี้

$$Q_{\text{Urban}} = AR_{\text{Urban}} \times \text{Urban area} \quad (2-3)$$

เมื่อ

- Q_{Urban} หมายถึง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อวันในพื้นที่เขตในปีที่ n
 AR_{Urban} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวันต่อตารางกิโลเมตร
 Urban area หมายถึง ขนาดของพื้นที่เมืองในปี ที่ n (วันเพ็ญ เจริญตระกูลปิติ, 2555)

ลักษณะของสมมติฐานที่ทดสอบ (Hypothesis Testing)

ในการทดสอบนั้นเป็นการทดสอบว่าตัวแปรสองตัวมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ซึ่งตัวแปรสองตัวมีความสัมพันธ์เชิงเส้น ซึ่งเราจะใช้ตัวอักษรภาษากรีก คือ ρ (rho) แทน r ซึ่งเขียนเป็นสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้

$$H_0 : \rho = 0 \quad (\text{ตัวแปรสองตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน})$$

$$H_1 : \rho \neq 0 \quad (\text{ตัวแปรสองตัวมีความสัมพันธ์กัน})$$

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Computing the Pearsour) ในการคำนวณหาค่า r สามารถคำนวณได้หลายวิธีดังนี้

$$r = \frac{\sum (Z_x Z_y)}{N} \quad (2-4)$$

เป็นสูตรที่คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้คะแนนมาตรฐานโดยเราตัดแปลงคะแนน X และ Y จากคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐาน (Z_x, Z_y) เสียก่อน

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (2-5)$$

เมื่อ

$$SS_{(x)} = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

$$SS_{(y)} = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}$$

$$SS_{(xy)} = \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}$$

เมื่อคำนวณค่า r แล้วผู้วิจัยอาจต้องทราบว่าค่าสหสัมพันธ์ที่คำนวณได้นั้น มีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ สามารถทำได้โดยนำค่า r ไปคำนวณเป็นค่าสถิติ t (t-test)

$$t = r \sqrt{\frac{n - 2}{1 - r^2}} \quad (2-6)$$

โดยมีค่าองศาอิสระ (df) เท่ากับ $n-2$ ซึ่งค่า t ที่คำนวณได้นำไปเทียบกับค่าวิกฤตได้จากตารางวิกฤตหรือสามารถเทียบได้กับตารางค่าวิกฤตของค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันได้โดยตรงโดยใช้ค่า $df = n-2$

โดยถ้าค่า r ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตแสดงว่า มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่าที่ไปเทียบนี้ไม่ต้องคิดเครื่องหมาย) (อิสรวิทย์ รินไชสง, 2557)

แบบจำลอง CA Markov

การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดินโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นวิธีการที่แพร่หลายมากในปัจจุบัน เนื่องจากสามารถแสดงผลในเชิงพื้นที่ที่ได้ ซึ่งต่างจากแบบจำลองในสมัยก่อนที่แสดงผลในเชิงปริมาณเท่านั้น ซึ่งในแต่ละแบบจำลองมีลักษณะกระบวนการทำงานที่แตกต่างกันออกไป แต่มีความสามารถที่เหมือนกัน คือ เป็นแบบจำลองที่ใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดินเชิงพื้นที่ โดยในแต่ละแบบจำลองจะเป็นการทำงานร่วมกับโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน โดยแบบจำลอง CLUE ใช้งานร่วมกับ ArcView และ IDRISI แบบจำลอง Lucas ใช้งานร่วมกับโปรแกรม GRASS แบบจำลอง Geomod2 ใช้งานร่วมกับ IDRISI และแบบจำลอง CA Markov เป็นโปรแกรมย่อยในโปรแกรม IDRISI เป็นต้น ดังนั้น ในปัจจุบันจึงมีแบบจำลองหลายรูปแบบที่ใช้ในการศึกษาการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดินให้เลือกใช้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน แบบจำลอง CA Markov มีลักษณะเป็นแบบจำลองประเภท Deterministic Model ที่จัดอยู่ในกลุ่มของ Distributed Model หรือแบบจำลองที่มีการแบ่งพื้นที่ออกเป็นหน่วยย่อยเพื่อทำให้แต่ละหน่วยพื้นที่ที่มีความเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneity) มากที่สุด โดยให้แต่ละหน่วยมีอัตรา/พฤติกรรมของแต่ละกระบวนการ เช่น ปริมาณการตกของฝน การเกิดการพังทลายดินแตกต่างกันไปตามลักษณะของแต่ละหน่วยพื้นที่ แล้วเชื่อมโยงผลที่ได้จากแต่ละหน่วยเข้าหากันอย่างเป็นระบบ (ชุดิพงศ์ ร่มสนธิ, 2551) โดยหลักการของ CA Markov มีดังนี้

1. กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลของ CA Markov จะใช้ข้อมูลโอกาสของการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการวิเคราะห์ Markov Chain Analysis ร่วมกับ CA Filter ขนาด 5×5 Neighborhood เพื่อหาความน่าจะเป็นของสิ่งปกคลุมดินในช่วงเวลาที่ต้องการศึกษา
2. CA Filter จะเคลื่อนที่ซ้อนทับกับข้อมูลของปีที่เริ่มทำการศึกษาไปที่ละเซลล์จนครบทั้งพื้นที่ศึกษา จากนั้นจะเริ่มเคลื่อนที่ซ้อนทับที่ละเซลล์อีกครั้ง และจะเคลื่อนที่วนซ้ำไปเรื่อย ๆ เป็นจำนวนรอบเท่ากับช่วงเวลาที่ต้องการศึกษา
3. การวนซ้ำแต่ละครั้ง ประเภทของสิ่งปกคลุมดินจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือคงสภาพเดิมนั้นขึ้นอยู่กับประเภทสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่โดยรอบตามทฤษฎี The Game of Life และ โอกาสของการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย Markov Chain Analysis
4. เมื่อสิ้นสุดกระบวนการผลลัพธ์ที่ได้ คือ แผนที่สิ่งปกคลุมดิน ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งสามารถบอกลักษณะการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินทำให้สามารถวางแผนการใช้ที่ดินในอนาคตได้ (วสันต์ ออวัฒนา, 2555)

แบบจำลอง Markov Chain

การศึกษาการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมในอนาคตเป็นการหาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดินในเชิงปริมาณ เนื่องจากยังไม่มีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการศึกษาแบบจำลองเชิงปริมาณที่เป็นที่นิยม คือ แบบจำลอง Markov Chain ซึ่งเป็นการหารูปแบบ และอัตราการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีลักษณะเป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างมีวิวัฒนาการหรือลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดินที่มีแบบแผนอาจทำได้หลายลักษณะโดยใช้แบบจำลอง Markov Chain ในการวิเคราะห์ ซึ่งการใช้วิธีนี้ต้องทราบสัดส่วนของการใช้ที่ดิน (Land-Use Proportion, V) อย่างน้อย 2 ช่วงระยะห่างกันพอประมาณ แล้วพิจารณาความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลง (Probability, P) ของการใช้ที่ดินรูปแบบต่าง ๆ จากเวลาหนึ่งไปอีกช่วงหนึ่งโดยนำความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลง (P) ซึ่งอยู่ในรูปของ Matrix คูณกับสัดส่วน (V) ของเนื้อที่ของการใช้ที่ดินในระยะที่ 2 จะได้เนื้อที่การใช้ที่ดินรูปแบบต่าง ๆ ในระยะที่ 3 ซึ่งมีเวลาห่างกับระยะที่ 2 เท่ากับระยะที่ 2 ห่างกับระยะที่ 1 ปฏิบัติเช่นนี้ต่อไปจะได้ระยะที่ 4 ที่ 5 จนถึงช่วงเวลาที่ต้องการสำหรับการประเมินหาการใช้ที่ดินรูปแบบต่าง ๆ (ชุตติพงศ์ ร่มสนธิ, 2551)

สถิต วัชรกิตติ (2526) ศึกษากระบวนการแบ่งแยกประเภทการใช้ที่ดิน กล่าวว่า กลไกของ Markov Chain คือ การศึกษาความเป็นไปได้ (P_{ij}) ซึ่งหมายถึง การเปลี่ยนแปลงไปในค่าใกล้เคียง

หรือการเคลื่อนที่จากสถานะหนึ่ง (i) ไปอีกสถานะหนึ่ง (j) ในเวลาต่อมาในที่ซึ่งตำแหน่ง i และ j เดียวกัน ในการศึกษาจำเป็นต้องทราบการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 ช่วงเวลาห่างกันพอประมาณ เพื่อใช้ในการพิจารณาโอกาสของการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินรูปแบบต่าง ๆ จากระยะเวลาหนึ่งไปยังอีกระยะเวลาหนึ่งโดยนำโอกาสของการเปลี่ยนแปลง ซึ่งอยู่ในรูปของ Matrix คูณกับสัดส่วน (Proportion) ของเนื้อที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในระยะที่ 2 เท่ากับระยะห่างจากระยะที่ 1 ปฏิบัติเช่นนี้ต่อไปจะได้ระยะที่ 4 และ 5 จนถึงช่วงเวลาที่ต้องการสำหรับรูปแบบทางคณิตศาสตร์ในการประเมินหาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินตามวิธีของ Markov Chain ดังแสดงในสมการที่ 2-1

$$(V_{jx}) \times (P_{jk}) = [V_1 V_2 V_3 \dots V_m]_2 \times \begin{bmatrix} P_{1,1} P_{1,2} P_{1,3} \dots P_{1,m} \\ P_{2,1} P_{2,2} P_{2,3} \dots P_{2,m} \\ P_{3,1} P_{3,2} P_{3,4} \dots P_{3,m} \\ \dots \dots \dots \\ P_{m,1} P_{m,2} P_{m,3} \dots P_{m,m} \end{bmatrix} = [V_1 V_2 V_3 \dots V_m]_1 \quad (2-7)$$

เมื่อ

$(V_{jx}) \times (P_{jk})$	=	สัดส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงเวลาถัดไป
P_{jk}	=	f [กิจกรรมของมนุษย์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน]
	=	โอกาสของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากระยะที่ 1 เป็นระยะที่ 2 ซึ่งอยู่ในรูปของ Matrix
V_j	=	สัดส่วนของการใช้ที่ดินในระยะที่ 2 ซึ่งอยู่ในรูปของ Vector
j	=	ชนิดของใช้ประโยชน์ที่ดินระยะที่ 1
k	=	ชนิดของใช้ประโยชน์ที่ดินระยะที่ 2

แบบจำลอง Cellular Automata

ความเป็นมาของแบบจำลอง Cellular Automata เริ่มจากการประมวลผลเชิงตัวเลขโดยที่ Alan Turing และ John von Neumann เป็นผู้เริ่มต้นคิดค้นการประมวลผลเชิงตัวเลขขึ้นมา ซึ่งเป็นพื้นฐานของการประมวลผลเชิงตัวเลขในงานด้านต่าง ๆ ในปัจจุบันและ John von Neumann ยังเป็นผู้ที่

มีบทบาทสำคัญในการสร้าง Cellular Automata ด้วยการประยุกต์แบบจำลอง Cellular Automata มีความหลากหลายโครงสร้างของแบบจำลองนั้นมีลักษณะที่ไม่ซับซ้อนง่ายต่อการเข้าใจมีความสามารถในการแสดงความเป็นพลวัต มีการแสดงในเรื่องของเวลาที่ชัดเจน แบบจำลอง Cellular Automata สามารถนำมาใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้โดยใช้ข้อมูลแบบราสเตอร์ ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในการศึกษาลักษณะพื้นที่ในเขตเมืองเป็นส่วนใหญ่ (ชุตินพงศ์ ร่มสนธิ, 2551) โดยมีองค์ประกอบของการทำงานออกเป็น 5 ส่วนด้วยกัน ดังนี้

1. พื้นที่เซลล์ (Cell Space) ประกอบด้วย ด้านสองด้านเป็นรูปเซลล์สี่เหลี่ยมจัตุรัสโดยที่ความละเอียด (Resolution) ของเซลล์นั้น ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับแบบจำลองและข้อมูลที่มีอยู่ รวมถึงความต้องการเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีด้วย ซึ่งจะต้องเลือกความละเอียดให้เหมาะสม
2. สถานะเซลล์ (Cell States) สถานะของเซลล์จะแสดงถึงสถานะภาพของแต่ละพื้นที่ในแต่ละเซลล์ เช่น ความหลากหลายของพื้นที่การใช้ที่ดินในแต่ละประเภทการใช้ที่ดิน ซึ่งจะแทนด้วยรหัสในแต่ละเซลล์ว่าจะใช้แทนการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทใด
3. ช่วงเวลา (Time Steps) จะแสดงช่วงเวลาระหว่างเหตุการณ์ในแต่ละช่วงเวลาในแต่ละสมัยที่ใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง ซึ่งการกำหนดช่วงเวลานั้นอยู่ที่ผู้ใช้งานจะกำหนด และจะทำงานไปพร้อมกับกฎการเปลี่ยนแปลง
4. กฎการเปลี่ยนแปลง (A Transition Rule) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในการใช้แบบจำลอง Cellular Automata ในการวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงเพื่อที่กำหนดลักษณะการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นพลวัต กฎการเปลี่ยนแปลงนี้โดยปกติจะรู้ถึงสถานะของเซลล์ก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงซึ่งได้รับอิทธิพลจากเซลล์รอบข้าง
5. เซลล์รอบข้าง (Neighborhood) แบบจำลองเซลล์ตาออตโตเมตา มี 2 แนวคิดที่ได้กล่าวถึงเซลล์รอบข้างไว้ 4 เซลล์ และ 8 เซลล์รอบข้างล้อมรอบ (วสันต์ ออวัฒนา, 2555)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชุตินพงศ์ ร่มสนธิ (2551) ศึกษาการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยใช้แบบจำลอง CA Markov บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ โดยคาดการณ์โดยใช้ข้อมูลปีตั้งต้น คาดการณ์โดยใช้เมทริกซ์ความน่าจะเป็นระหว่าง พ.ศ. 2531-2532 คูณกับสัดส่วนการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน พ.ศ. 2532 เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน พ.ศ. 2533 จากนั้นนำผลการคาดการณ์ปีดังกล่าวไปใช้ในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดินในปีถัดไปอย่างต่อเนื่องโดยใช้เมทริกซ์ความน่าจะเป็นเดิม ส่วนการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยใช้ข้อมูลแต่ละช่วงปี ใช้เมทริกซ์

ความน่าจะเป็นของแต่ละช่วงเวลาคุณกับสัดส่วนการใช้ที่ดินก่อนหน้าช่วงระยะเวลาที่คาดการณ์ เช่น การคาดการณ์ พ.ศ. 2533 ใช้เมทริกซ์ความน่าจะเป็นระหว่าง พ.ศ. 2531-2532 คุณกับสัดส่วนการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน พ.ศ. 2532 และการคาดการณ์ พ.ศ. 2534 ใช้เมทริกซ์ความน่าจะเป็นระหว่าง พ.ศ. 2532-2533 คุณกับสัดส่วนการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน พ.ศ. 2533 เป็นต้น และคาดการณ์ในปีถัดไปอย่างต่อเนื่อง

ถาวร ตะไกรแก้ว และชรัตน์ มงคลสวัสดิ์ (2554) ศึกษาการประเมินการขยายตัวของชุมชน และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตเมืองขอนแก่น โดยการรับรู้จากระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่า การขยายตัวของชุมชนเมืองขอนแก่นมีการขยายตัวอย่างไม่เป็นระบบ และไม่ทราบแรงขับเคลื่อนทิศทางการขยายตัว ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่มีความรุนแรง โดยศึกษาจากภาพถ่ายดาวเทียม 4 ช่วงเวลา คือ ภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT ซึ่งถ่ายภาพในปี พ.ศ. 2533-2542 และ พ.ศ. 2545 และภาพถ่ายจากดาวเทียม SPOT5 ถ่ายภาพในเดือนมกราคม พ.ศ. 2549 ใช้ในการทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการแปลด้วยสายตา และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการซ้อนทับข้อมูล และหาความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนเมือง และสิ่งปลูกสร้างกับโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ถนน สถานที่ราชการ เป็นต้น รวมถึงการเพิ่มของจำนวนประชากร

พรศรี ชัยวีระพัฒนา (2544) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้: กรณีศึกษาบริเวณอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ ศึกษาหาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางด้านชีวภาพ และการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ด้วยวิธี Correlation Matrix และศึกษาหาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคมกับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทป่าไม้ด้วย Multiple Linear Regression Analysis พบว่าในช่วง 10 ปี พื้นที่ป่าไม้ลดลง เนื่องจากถูกเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ทุ่งหญ้า หมู่บ้านและชุมชน โดยเส้นชั้นความสูงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้จำกัดการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์

วันเพ็ญ เจริญตระกูลปิติ (2555) ได้ศึกษาระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากการขยายตัวของเมือง: กรณีศึกษากรุงเทพมหานคร โดยใช้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่มีสิ่งปลูกสร้างอาคาร ประกอบด้วยที่อยู่อาศัย พาณิชยกรรม อุตสาหกรรม สถานที่ราชการการคมนาคมขนส่ง คำนวณร่วมกับข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของทั้งสองช่วงเวลาเดียวกัน ซึ่งปริมาณการใช้ไฟฟ้าคำนวณจากอัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวันต่อตารางกิโลเมตรของทั้งสองช่วงเวลา และคาดการณ์การใช้ไฟฟ้า โดยได้เปรียบเทียบการขยายตัวของเมืองจากการคาดการณ์ โดยใช้ CA Markov เพื่อใช้คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และนำมาเปรียบเทียบกับสมการเพื่อคาดการณ์ปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคต

วสันต์ ออวัฒนา (2555) ได้ศึกษาการคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดภูเก็ตโดยใช้ CA Markov มาใช้ในการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดภูเก็ตในอีก 10 ปีข้างหน้า และได้กล่าวไว้ว่า ข้อมูลที่ได้เป็นการนำข้อมูลจากปัจจัยการที่ดินมาใช้ในการคาดการณ์เท่านั้น ดังนั้น หากมีการนำเอาปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น ด้านกายภาพของพื้นที่ ด้านสภาพเศรษฐกิจ ด้านสังคมและด้านภัยธรรมชาติ เป็นต้น เข้ามาทำการวิเคราะห์จะทำให้ผลลัพธ์ของแบบจำลองมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาเรื่อง “การประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อคาดการณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้า: กรณีศึกษาจังหวัดชลบุรี” จากการศึกษาแนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ตลอดจนผลงานวิจัยและนำมาศึกษา ดังต่อไปนี้

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

1. ข้อมูลเชิงพื้นที่

1.1 ข้อมูลภาพจากดาวเทียม LANDSAT 5

1.1.1 ตำแหน่ง Path/ Row = 128/051 วันที่ 26 มีนาคม พ.ศ. 2547

1.1.2 ตำแหน่ง Path/ Row = 129/051 วันที่ 8 มีนาคม พ.ศ. 2547

1.2 ข้อมูลภาพจากดาวเทียม LANDSAT 7

1.2.1 ตำแหน่ง Path/ Row = 128/ 051 วันที่ 04 มกราคม พ.ศ. 2551

1.2.2 ตำแหน่ง Path/ Row = 128/ 051 วันที่ 13 มกราคม พ.ศ. 2555

1.2.3 ตำแหน่ง Path/ Row = 129/ 051 วันที่ 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551

1.2.4 ตำแหน่ง Path/ Row = 129/ 051 วันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555

1.3 แผนที่แสดงขอบเขตการปกครอง มาตรฐาน 1: 50,000 จากสำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดชลบุรี

1.4 แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหารมาตรฐาน 1: 50,000

1.5 ข้อมูล Shap Files รายอำเภอข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน

2. ข้อมูลด้านพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และการไฟฟ้าส่วน

ภูมิภาค

2.1 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าจังหวัดชลบุรี ปี พ.ศ. 2547, 2551 และ 2555

2.2 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าย่อยรายอำเภอ จังหวัดชลบุรี ปี พ.ศ. 2547, 2551 และ 2555

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ใช้ประมวลผลข้อมูล 1 เครื่อง
2. โปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ใช้ในการประมวลผลข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และโปรแกรมสำหรับปรับแก้ภาพถ่ายดาวเทียม และการแปลงข้อมูลจากดาวเทียม
3. โปรแกรม Microsoft Office
4. เครื่องกำหนดพิกัดบนผิวโลกด้วยดาวเทียม (Global Position System: GPS) สำหรับสำรวจภาคสนาม เพื่อหาตำแหน่งของจุดต่าง ๆ
5. เครื่องพิมพ์ ใช้ในการแสดงผล
6. เครื่องพิมพ์เอกสารขาว-ดำ ใช้ในการจัดทำวิทยานิพนธ์

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. นำภาพถ่ายจากดาวเทียมทั้งหมดมาปรับแก้เชิงเลขาคณิต โดยใช้แผนที่ลักษณะภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50,000 ชุด L7018 ของกรมแผนที่ทหาร โดยใช้วิธีภาพถ่ายจากดาวเทียมเข้าสู่แผนที่ (Image to Map)
2. ผสมสีภาพถ่ายจากดาวเทียม (Band Composite) และจำแนกแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) โดยแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ สิ่งปลูกสร้าง แหล่งน้ำ ป่าไม้ พื้นที่เพาะปลูก พื้นที่อื่น ๆ
3. นำข้อมูลพื้นที่สิ่งปลูกสร้างมาตัด (Clip) แบ่งรายอำเภอมาหาปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อวันต่อตารางกิโลเมตร โดยใช้ข้อมูลจากปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายปี และนำค่าที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อวันต่อตารางกิโลเมตร ดังนี้

$$R_{\text{Urban}} = \frac{\text{Urban area}}{Q_{\text{Urban}}} \quad 3-1$$

เมื่อ

R_{Urban}	หมายถึง อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวันต่อตารางกิโลเมตรในปีที่ n
Q_{Urban}	หมายถึง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อวันในพื้นที่เขตในปีที่ n
Urban area	หมายถึง ขนาดของพื้นที่เมืองในปีที่ n

หาค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวันต่อตารางกิโลเมตร โดยนำข้อมูลอัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวันต่อตารางกิโลเมตรใน พ.ศ. 2551 และ พ.ศ. 2555 มาคำนวณ ดังนี้

$$AR_{\text{Urban}} = \frac{R_{\text{Urban}_1} + \dots + R_{\text{Urban}_n}}{Y} \quad (3-2)$$

เมื่อ

AR_{Urban}	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวันต่อตารางกิโลเมตร
$R_{\text{Urban}_{(1, \dots, n)}}$	หมายถึง	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวันต่อตารางกิโลเมตรใน ปีที่ 1 ถึง n
Y	หมายถึง	จำนวนปีที่ใช้ในการคำนวณ

4. นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาคาดการณ์กับสิ่งปลูกสร้าง พ.ศ. 2555 และนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า พ.ศ. 2555 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ดังสมการที่ 3-3

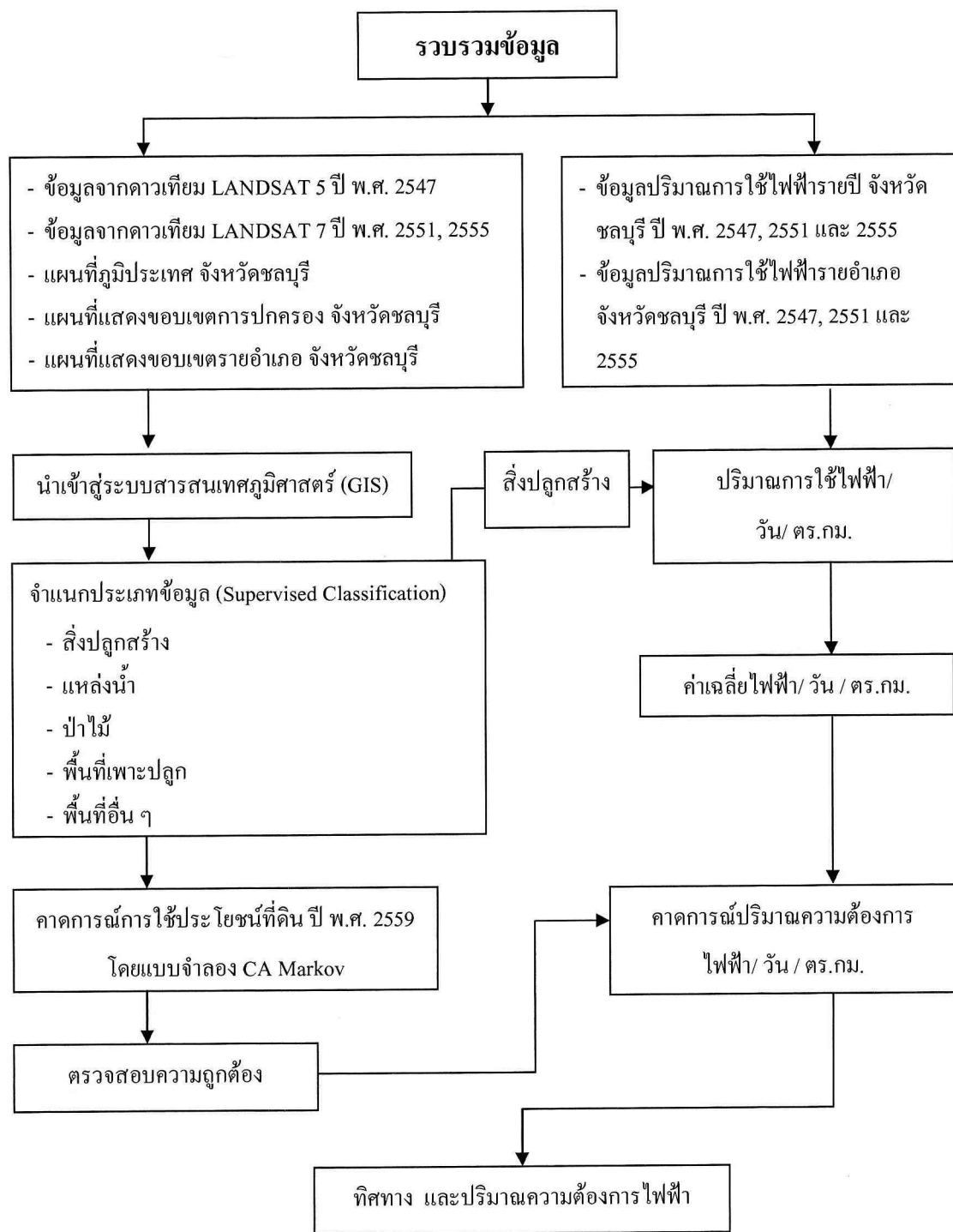
$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (3-3)$$

5. นำข้อมูลที่ได้จากการจำแนกแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) หาความน่าจะเป็น (Probability) โดยแบบจำลอง Markov Chain

6. นำค่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลง (Probability of Changing) มาคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2559 โดยใช้แบบจำลอง CA Markov

7. นำผลเปรียบเทียบที่ได้ มาตรวจสอบค่าความถูกต้องของข้อมูลจากแบบจำลอง โดยใช้ตารางคำนวณค่าความผิดพลาด เพื่อใช้คำนวณค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy) ของการจำแนกประเภทข้อมูล ดังตารางที่ 3-1 และคำนวณหาค่าความถูกต้องดังสมการที่ 3-1

9. นำข้อมูลปริมาณความต้องการไฟฟ้าและทิศทางการเพิ่มขึ้นของสิ่งปลูกสร้างมาแสดง
ในรูปแบบแผนที่และตาราง



ภาพที่ 3-1 แสดงขั้นตอนการศึกษา

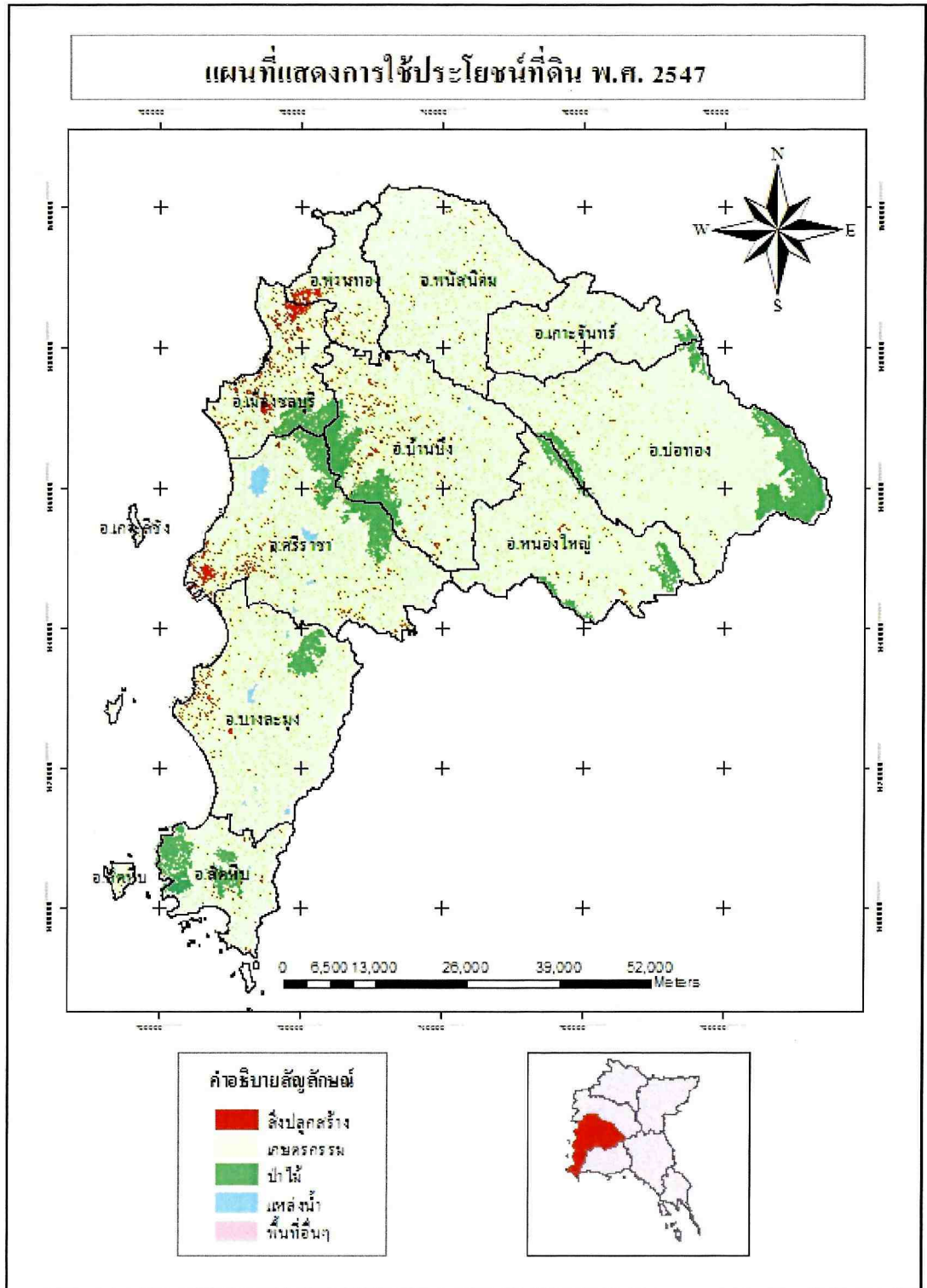
บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ได้นำข้อมูลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT ทำการแปลแบบ Supervised และนำข้อมูลที่ได้มาทำการศึกษากับปริมาณการใช้ไฟฟ้า และคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และปริมาณการใช้ไฟฟ้า โดยได้ผลการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินและอัตราการใช้ไฟฟ้า การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และอัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้า และการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและปริมาณการใช้ไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

การใช้ประโยชน์ที่ดินและอัตราการใช้ไฟฟ้า

การใช้ประโยชน์ที่ดินและอัตราการใช้ไฟฟ้า ศึกษาจากภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT ทำการแปลแบบ Supervised โดยแบ่งออกเป็นพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง เพาะปลูก แหล่งน้ำ พื้นที่อื่น ๆ และป่าไม้ และนำข้อมูลพื้นที่สิ่งปลูกสร้างมาคำนวณหาอัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวัน

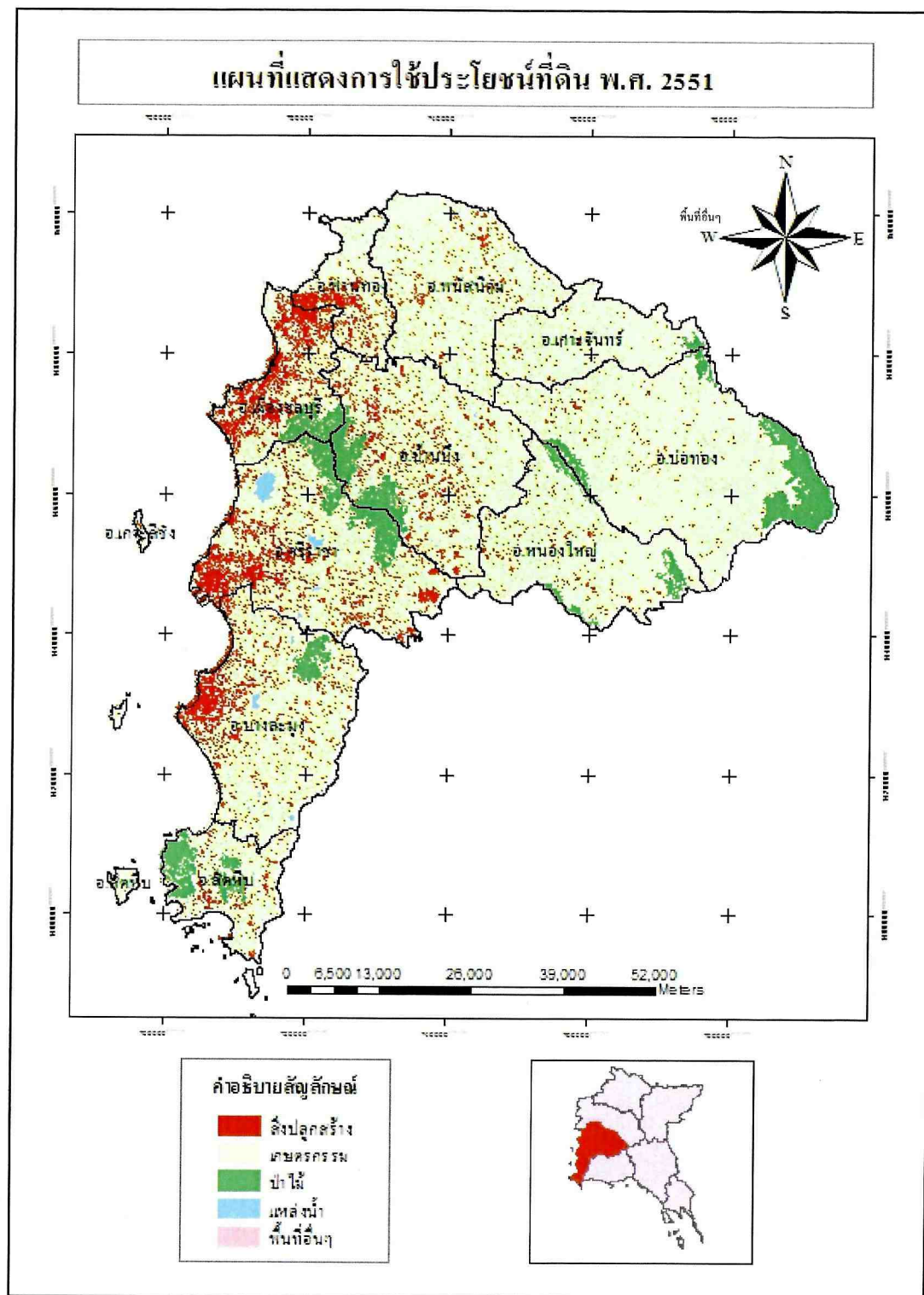


ภาพที่ 4-1 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2547

ตารางที่ 4-1 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าปี พ.ศ. 2547 ในแต่ละอำเภอต่อวันต่อตารางกิโลเมตร

อำเภอ	สิ่งปลูกสร้าง	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า		อัตราการใช้ไฟฟ้า		
		ตร.กม.	ไร่		กิโลวัตต์	เมกะวัตต์
1	เมืองชลบุรี	29.056	18,160.00	1,341,384,273	1,341,384	126,134.765
2	ศรีราชา	32.344	20,215.00	2,443,650,928	2,443,651	206,427.894
3	บางละมุง	17.367	10,854.38	1,057,043,356	1,057,043	166,297.956
4	บ่อทอง	6.265	3,915.63	55,635,453	55,636	24,265.214
5	บ้านบึง	23.550	14,718.75	614,319,871	614,320	71,272.594
6	พนัสนิคม	5.192	3,245.00	137,793,523	137,794	72,512.526
7	สัตหีบ	4.449	2,780.63	39,511,873	39,512	24,265.214
8	หนองใหญ่	6.922	4,326.25	52,826,722	52,827	20,851.677
9	เกาะสีชัง	0.189	118.13	3,933,821	3,934	56,868.491
10	พานทอง	10.274	6,421.25	169,455,540	169,456	45,064.559
11	เกาะจันทร์	1.994	1,246.25	108,406,809	108,407	148,542.361
	รวม	137.602	86,001.27	5,915,555,360	6,023,964	962,503.25

จากการศึกษา พบว่าปี พ.ศ. 2547 มีพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง 137.602 ตารางกิโลเมตร ดังภาพที่ 4-1 และปริมาณการใช้ไฟฟ้า 5,915 ล้านกิโลวัตต์ ดังตารางที่ 4-1 โดยพบว่า พื้นที่สิ่งปลูกสร้างมากที่สุดอยู่ในอำเภอศรีราชา มีพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง 32.344 ตารางกิโลเมตร และมีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดถึง 2,443 ล้านกิโลวัตต์ พื้นที่ที่มีจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้ามากที่สุด คือ อำเภอบางละมุง 92,172 ราย และมีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด คือ เดือนกรกฎาคม



ภาพที่ 4-2 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2551

ตารางที่ 4-2 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าปี พ.ศ. 2551 ในแต่ละอำเภอต่อวันต่อตารางกิโลเมตร

อำเภอ	สิ่งปลูกสร้าง		ปริมาณการใช้ไฟฟ้า		อัตราการใช้ไฟฟ้า
	ตร.กม.	ไร่	กิโลวัตต์	เมกะวัตต์	วัน/ ตร.กม.
1 เมืองชลบุรี	92.758	57,973.75	2,092,308,966	2,092,309	61,630.833
2 ศรีราชา	132.205	82,628.13	3,173,818,223	3,173,818	65,592.334
3 บางละมุง	104.947	65,591.88	1,453,839,005	1,453,839	37,849.941
4 บ่อทอง	25.320	15,825.00	73,627,640	73,628	7,945.040
5 บ้านบึง	76.914	48,071.25	708,031,161	708,031	25,151.616
6 พนัสนิคม	27.367	17,104.38	149,095,495	149,096	14,885.254
7 สัตหีบ	25.818	16,136.25	75,075,766	75,075	7,945.040
8 หนองใหญ่	24.493	15,308.13	88,330,771	88,331	9,853.464
9 เกาะสีชัง	0.982	613.75	4,747,293	4,747	13,208.499
10 พานทอง	35.968	22,480.00	463,807,658	463,808	35,232.263
11 เกาะจันทร์	7.581	4,738.13	111,254,201	111,254	40,096.719
รวม	554.353	346,470.65	8,393,936,179	8,393,936	319,391.00

จากการศึกษาพบว่า ปี พ.ศ. 2551 มีพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง 564.556 ตารางกิโลเมตร ดังภาพที่ 4-2 และปริมาณการใช้ไฟฟ้า 8,393 ล้านกิโลวัตต์ ดังตารางที่ 4-2 โดยพบว่า พื้นที่สิ่งปลูกสร้างมากที่สุดอยู่ในอำเภอศรีราชา มีพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง 132.205 ตารางกิโลเมตร และมีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดถึง 3,173 ล้านกิโลวัตต์ พื้นที่ที่มีจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้ามากที่สุด คือ อำเภอเมืองชลบุรี 124,555 ราย และมีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด คือ เดือนพฤษภาคม

ตารางที่ 4-3 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2555 ในแต่ละอำเภอต่อวันต่อตารางกิโลเมตร

อำเภอ	สิ่งปลูกสร้าง		ปริมาณการใช้ไฟฟ้า		อัตราการใช้ไฟฟ้า
	ตารางกิโลเมตร	ไร่	กิโลวัตต์	เมกะวัตต์	วัน/ ตารางกิโลเมตร
1 เมืองชลบุรี	125.87	78,668.75	2,393,713,755	2,393,714	51,961.622
2 ศรีราชา	169.15	105,718.75	3,090,417,052	3,090,417	49,919.080
3 บางละมุง	128.91	80,568.75	1,630,050,155	1,630,050	34,549.896
4 บ่อทอง	32.78	20,487.50	104,373,092	104,373	8,699.319
5 บ้านบึง	119.11	74,443.75	950,681,290	950,681	21,807.488
6 พนัสนิคม	37.89	23,681.25	204,433,065	204,433	14,740.850
7 สัตหีบ	34.81	21,756.25	99,528,407	99,528	7,813.117
8 หนองใหญ่	31.26	19,537.5	180,757,566	180,758	15,798.885
9 เกาะสีชัง	1.65	1,031.25	7,196,662	7,197	11,953.198
10 พานทอง	54.25	33,906.25	779,317,486	779,318	39,249.452
11 เกาะจันทร์	6.41	4,006.25	141,048,101	141,048	60,130.648
รวม	742.09	463,806.25	9,581,516,631	9,581,517	316,623.56

จากการศึกษาพบว่า ปี พ.ศ. 2555 มีพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง 777.641 ตารางกิโลเมตร ดังภาพที่ 4-3 และปริมาณการใช้ไฟฟ้า 9,581 ล้านกิโลวัตต์ ดังตารางที่ 4-3 โดยพบว่า พื้นที่สิ่งปลูกสร้างมากที่สุดอยู่ในอำเภอศรีราชา มีพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง 169.149 ตารางกิโลเมตร และมีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดถึง 3,090 ล้านกิโลวัตต์ พื้นที่ที่มีจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้ามากที่สุด คือ อำเภอเมืองชลบุรี 148,689 ราย และมีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด คือ เดือนพฤษภาคม

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและอัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้า

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและอัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้า ศึกษาจากข้อมูลที่ได้จากการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียม และนำข้อมูลพื้นที่สิ่งปลูกสร้างมาใช้ในการหาอัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้า จากข้อมูล พบว่า ปี พ.ศ. 2547 มีพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง 139.602 ตารางกิโลเมตร และ ปีพ.ศ. 2551 มีพื้นที่ 564.556 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่เพิ่มขึ้นจาก ปี พ.ศ. 2547 424.954 ตารางกิโลเมตร

เฉลี่ยเพิ่มขึ้นปีละ 106.239 ตารางกิโลเมตร และ ปี พ.ศ. 2555 มีพื้นที่ 777.641 ตารางกิโลเมตร เพิ่มขึ้นจาก ปี พ.ศ. 2251 213.085 ตารางกิโลเมตร นำข้อมูลที่ได้ไปหาอัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวันต่อ ตารางกิโลเมตร โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ พ.ศ. 2552-2555 เพื่อใช้ในการคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2559 ดังตารางที่ 4-4-4-16

ตารางที่ 4-4 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอเมืองชลบุรีต่อวันต่อตารางกิโลเมตร

ปี (พ.ศ.)	สิ่งปลูกสร้าง (ตารางกิโลเมตร)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวัน ต่อตารางกิโลเมตร
2547	29.056	1,341,384,273	126,134.765
2548	44.982	1,585,194,641	96,285.912
2549	60.908	1,726,971,002	77,469.298
2550	76.834	1,914,966,160	68,096.780
2551	92.758	2,092,308,966	61,630.833
2552	101.035	1,848,418,956	49,985.896
2553	109.312	2,147,560,091	53,678.009
2554	117.589	2,126,922,422	49,420.128
2555	125.866	2,393,713,755	51,961.622

จากตารางที่ 4-4 ช่วง ปี พ.ศ. 2552-2555 มีผลรวมของอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอเมือง ชลบุรีต่อวันต่อตารางกิโลเมตร เท่ากับ 205,045.660 อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอเมืองชลบุรีมีค่า เท่ากับ 51,261.415

$$AR_{\text{Urban}} = \frac{205,045.660}{4} = 51,261.415$$

4

ดังนั้น อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอศรีราชาตั้งแต่ พ.ศ. 2552-2555 มีค่าเท่ากับ กิโลวัตต์ 51,261.415 กิโลวัตต์

ตารางที่ 4-5 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอศรีราชาต่อวันต่อตารางกิโลเมตร

ปี (พ.ศ.)	สิ่งปลูกสร้าง (ตารางกิโลเมตร)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวัน ต่อตารางกิโลเมตร
2547	32.344	2,443,650,928	206,427.894
2548	57.309	2,824,571,867	134,663.133
2549	82.274	3,047,993,535	101,220.935
2550	107.239	3,265,866,486	83,207.905
2551	132.205	3,173,818,223	65,592.334
2552	141.441	2,730,981,953	52,754.854
2553	150.677	2,993,024,192	54,272.794
2554	159.913	3,077,888,185	52,588.161
2555	169.149	3,090,417,052	49,919.080

จากตารางที่ 4-5 ช่วง ปี พ.ศ. 2552-2555 มีผลรวมของอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอศรีราชาต่อวันต่อตารางกิโลเมตร เท่ากับ 209,534.890 อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอศรีราชามีค่าเท่ากับ 52,383.723 กิโลวัตต์

$$AR_{\text{Urban}} = \frac{209,534,890}{4} = 52,383.723$$

ดังนั้น อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอศรีราชาตั้งแต่ พ.ศ. 2552-2555 มีค่าเท่ากับ 52,383.723 กิโลวัตต์

ตารางที่ 4-6 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอบางละมุงต่อวันต่อตารางกิโลเมตร

ปี (พ.ศ.)	สิ่งปลูกสร้าง (ตารางกิโลเมตร)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวัน ต่อตารางกิโลเมตร
2547	17.367	1,057,043,356	166,297.956
2548	39.262	1,137,393,037	79,151.119
2549	61.157	1,263,227,039	56,435.731
2550	83.052	1,351,274,703	44,454.166
2551	104.947	1,453,839,005	37,849.941
2552	110.937	1,538,296,032	37,886.319
2553	116.927	1,686,906,686	39,418.053
2554	122.917	1,753,433,048	38,975.900
2555	128.906	1,630,050,155	34,549.896

จากตารางที่ 4-6 ช่วง ปี พ.ศ. 2552-2555 มีผลรวมอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอบางละมุงต่อวันต่อตารางกิโลเมตร เท่ากับ 150,830.170 อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอบางละมุง มีค่าเท่ากับ 37,707.543 กิโลวัตต์

$$AR_{\text{Urban}} = \frac{150,830.170}{4} = 37,707.543$$

ดังนั้น อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอบางละมุงตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2552-2555 มีค่าเท่ากับ 37,707.543 กิโลวัตต์

ตารางที่ 4-7 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอบ่อทองต่อวันต่อตารางกิโลเมตร

ปี (พ.ศ.)	สิ่งปลูกสร้าง (ตารางกิโลเมตร)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวัน ต่อตารางกิโลเมตร
2547	6.265	55,635,453	24,265.214
2548	11.029	62,020,624	15,364.517
2549	15.793	65,791,580	11,382.158
2550	20.557	67,885,016	9,022.629
2551	25.320	73,627,640	7,945.040
2552	27.185	76,130,694	7,651.549
2553	29.050	86,271,768	8,114.121
2554	30.915	96,152,930	8,497.911
2555	32.781	104,373,092	8,699.319

จากตารางที่ 4-7 ช่วง ปี พ.ศ. 2552 – 2555 มีผลรวมอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอบ่อทองต่อวันต่อตารางกิโลเมตร เท่ากับ 32,962.900 อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอบ่อทองมีค่าเท่ากับ 8,240.725 กิโลวัตต์

$$AR_{\text{Urban}} = \frac{32,962.900}{4} = 8,240.725$$

ดังนั้น อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอบ่อทองตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552-2555 มีค่าเท่ากับ 8,240.725 กิโลวัตต์

ตารางที่ 4-8 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอบ้านบึงต่อวันต่อตารางกิโลเมตร

ปี (พ.ศ.)	สิ่งปลูกสร้าง (ตารางกิโลเมตร)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวัน ต่อตารางกิโลเมตร
2547	23.550	614,319,871	71,272.594
2548	36.891	623,026,271	46,142.896
2549	50.232	660,031,026	35,900.690
2550	63.573	680,026,150	29,226.164
2551	76.914	708,031,161	25,151.616
2552	87.463	701,735,708	21,921.392
2553	98.012	810,028,603	22,580.836
2554	108.561	886,939,290	22,322.302
2555	119.110	950,681,290	21,807.488

จากตารางที่ 4-8 ช่วง ปี พ.ศ. 2552 -2555 มีผลรวมอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอบ้านบึงต่อวันต่อตารางกิโลเมตร เท่ากับ 88,632.020 อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอบ้านบึง มีค่าเท่ากับ 22,158.005 กิโลวัตต์

$$AR_{\text{Urban}} = \frac{88,632.020}{4} = 22,158.005$$

4

ดังนั้น อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอบ้านบึงตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2552-2555 มีค่าเท่ากับ 22,158.005 กิโลวัตต์

ตารางที่ 4-9 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอพนัสนิคมต่อวันต่อตารางกิโลเมตร

ปี (พ.ศ.)	สิ่งปลูกสร้าง (ตารางกิโลเมตร)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวัน ต่อตารางกิโลเมตร
2547	5.192	137,793,523	72,512.526
2548	10.736	143,410,088	36,496.911
2549	16.280	142,619,570	23,935.562
2550	21.823	144,111,825	18,042.806
2551	27.367	149,095,495	14,885.254
2552	29.998	149,095,997	13,579.776
2553	32.630	170,888,702	14,309.195
2554	35.261	178,628,480	13,701.355
2555	37.892	204,433,065	14,740.850

จากตารางที่ 4-9 ช่วง ปีพ.ศ. 2552-2555 มีผลรวมอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอพนัสนิคมต่อวันต่อตารางกิโลเมตร เท่ากับ 56,331.180 อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอพนัสนิคม มีค่าเท่ากับ 14,082.795 กิโลวัตต์

$$AR_{\text{Urban}} = \frac{56,331.180}{4} = 14,082.795$$

4

ดังนั้น อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอพนัสนิคมตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2552-2555 มีค่าเท่ากับ 14,082.795 กิโลวัตต์

ตารางที่ 4-10 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอสตึกหีบต่อวันต่อตารางกิโลเมตร

อ.สตึกหีบ (พ.ศ.)	สิ่งปลูกสร้าง (ตารางกิโลเมตร)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวัน ต่อตารางกิโลเมตร
2547	4.449	39,511,873	24,265.214
2548	9.791	41,471,098	11,572.772
2549	15.134	55,086,014	9,945.040
2550	20.476	74,535,936	8,934.795
2551	25.818	75,075,766	7,945.040
2552	28.065	79,286,911	7,718.899
2553	30.312	87,680,220	7,903.254
2554	32.558	95,102,883	7,980.955
2555	34.805	99,528,407	7,813.117

จากตารางที่ 4-10 ช่วง ปี พ.ศ. 2552 – 2555 มีผลรวมอัตราการใช้ไฟฟ้า ในอำเภอสตึกหีบ ต่อวันต่อตารางกิโลเมตร เท่ากับ 31,416.230 อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอสตึกหีบ มีค่าเท่ากับ 7,854.058 กิโลวัตต์

$$AR_{\text{Urban}} = \frac{31,416.230}{4} = 7,854.058$$

ดังนั้น อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอสตึกหีบ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2552-2555 มีค่าเท่ากับ 7,854.058 กิโลวัตต์

ตารางที่ 4-11 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอหนองใหญ่ต่อวันต่อตารางกิโลเมตร

ปี (พ.ศ.)	สิ่งปลูกสร้าง (ตารางกิโลเมตร)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวัน ต่อตารางกิโลเมตร
2547	6.922	52,826,722	20,851.677
2548	11.315	57,858,863	13,971.217
2549	15.708	71,449,105	12,427.816
2550	20.100	79,372,001	10,789.223
2551	24.493	88,330,771	9,853.464
2552	26.185	102,929,955	10,740.098
2553	27.877	119,230,715	11,685.869
2554	29.568	157,300,134	14,535.369
2555	31.260	180,757,566	15,798.885

จากตารางที่ 4-11 ช่วง ปี พ.ศ. 2552 -2555 มีผลรวมอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอหนองใหญ่ต่อวันต่อตารางกิโลเมตร เท่ากับ 52,760.220 อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอหนองใหญ่ มีค่าเท่ากับ 13,190.055 กิโลวัตต์

$$AR_{\text{Urban}} = \frac{52,760.220}{4} = 13,190.055$$

ดังนั้น อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอหนองใหญ่ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2552-2555 มีค่าเท่ากับ 13,190.055 กิโลวัตต์

ตารางที่ 4-12 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอเกาะสีชังต่อวันต่อตารางกิโลเมตร

ปี (พ.ศ.)	สิ่งปลูกสร้าง (ตารางกิโลเมตร)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวัน ต่อตารางกิโลเมตร
2547	0.189	3,933,821	56,868.491
2548	0.387	4,075,189	28,771.050
2549	0.586	4,407,533	20,550.239
2550	0.784	4,548,503	15,851.535
2551	0.982	4,747,293	13,208.499
2552	1.148	4,984,571	11,863.281
2553	1.314	5,772,552	12,003.044
2554	1.480	6,022,950	11,119.019
2555	1.645	7,196,662	11,953.198

จากตารางที่ 4-12 ช่วงปี พ.ศ. 2552-2555 มีผลรวมอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอเกาะสีชังต่อวันต่อตารางกิโลเมตร เท่ากับ 46,938.540 อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอเกาะสีชัง มีค่าเท่ากับ 11,734.635 กิโลวัตต์

$$AR_{\text{Urban}} = \frac{46,938.540}{4} = 11,734.635$$

4

ดังนั้น อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอเกาะสีชังตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2552-2555 มีค่าเท่ากับ 11,734.635 กิโลวัตต์

ตารางที่ 4-13 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอพานทองต่อวันต่อตารางกิโลเมตร

ปี (พ.ศ.)	สิ่งปลูกสร้าง (ตารางกิโลเมตร)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวัน ต่อตารางกิโลเมตร
2547	10.274	169,455,540	45,064.559
2548	16.698	244,268,102	39,968.810
2549	23.121	334,328,000	39,508.001
2550	29.545	411,744,238	38,076.976
2551	35.968	463,807,658	35,232.263
2552	40.539	446,936,444	30,122.544
2553	45.109	598,810,334	36,269.787
2554	49.680	673,062,678	37,016.286
2555	54.250	779,317,486	39,249.452

จากตารางที่ 4-13 ช่วงปี พ.ศ. 2552-2555 มีผลรวมอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอพานทองต่อวันต่อตารางกิโลเมตร เท่ากับ 142,658.070 อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอพานทอง มีค่าเท่ากับ 35,664.518 กิโลวัตต์

$$AR_{\text{Urban}} = \frac{142,658.070}{4} = 35,664.518$$

ดังนั้น อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอพานทองตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2552-2555 มีค่าเท่ากับ 35,664.518 กิโลวัตต์

ตารางที่ 4-14 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอเกาะจันทร์ต่อวันต่อตารางกิโลเมตร

ปี (พ.ศ.)	สิ่งปลูกสร้าง (ตารางกิโลเมตร)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	อัตราการใช้ไฟฟ้าต่อวัน ต่อตารางกิโลเมตร
2547	1.994	108,406,809	148,542.361
2548	3.098	102,095,356	90,041.659
2549	4.202	105,884,524	68,848.638
2550	5.305	111,093,823	57,216.783
2551	7.581	111,254,201	40,096.719
2552	7.288	103,518,216	38,808.542
2553	6.995	128,125,094	50,045.542
2554	6.702	134,270,077	54,738.605
2555	6.409	141,048,101	60,130.648

จากตารางที่ 4-14 ช่วง ปี พ.ศ. 2552-2555 มีผลรวมอัตราการใช้ไฟฟ้าในอำเภอเกาะจันทร์ต่อวันต่อตารางกิโลเมตรเท่ากับ 203,723.340 อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอเกาะจันทร์มีค่าเท่ากับ 50,930.835 กิโลวัตต์

$$AR_{\text{Urban}} = \frac{203,723.340}{4} = 50,930.835$$

ดังนั้น อัตราค่าเฉลี่ยไฟฟ้าของอำเภอเกาะจันทร์ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2552-2555 มีค่าเท่ากับ 50,930.835 กิโลวัตต์

ความสัมพันธ์ของปริมาณไฟฟ้า

ความสัมพันธ์ของปริมาณไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณ เพื่อทำการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างการคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้ากับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง มาทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ตารางที่ 4-15 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าปี พ.ศ. 2555 และปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากการคาดการณ์
ปี พ.ศ. 2555 เพื่อคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

อำเภอ	X	Y	X ²	Y ²	XY
เมือง	2,394	2,361.474	5,729,865.500	5,576,561.000	5,652,693.000
ศรีราชา	3,090	3,242.999	9,550,677.600	10,517,046.000	10,022,221.000
บางละมุง	1,630	1,779.026	2,657,063.500	3,164,936.000	2,899,903.000
บ่อทอง	104	98.870	10,893.742	9,775.465	10,319.470
บ้านบึง	951	965.961	903,794.920	933,082.300	918,321.800
พนัสนิคม	204	195.306	41,792.878	38,144.760	39,927.180
สัตหีบ	100	0.010	9,905.903	0.100	0.782
หนองใหญ่	9,906	150.909	98,126,930.000	22,773.690	1,494,895.000
เกาะสีชัง	7	7.065	51.791	49.915	50.845
พานทอง	779	708.136	607,335.740	501,457.800	551,863.400
เกาะจันทร์	141	119.468	19,894.567	14,272.640	16,850.760
รวม	19,306	9,629.229	117,658,206.000	20,778,100.000	21,607,046.240

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ปริมาณการใช้ไฟฟ้าปี พ.ศ. 2555 และปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากการคาดการณ์ ปี พ.ศ. 2555 พบว่ามีค่า 0.609 สามารถอธิบายได้ว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าและปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากการคาดการณ์มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง

การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและปริมาณการใช้ไฟฟ้า

การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและปริมาณการใช้ไฟฟ้า ทำการศึกษาข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2551 และ พ.ศ. 2555 เพื่อหาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2559 โดยแบบจำลอง CA Markov และนำข้อมูลสิ่งปลูกสร้างซ้อนทับกับข้อมูล พ.ศ. 2555 เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน นำข้อมูลที่ได้มาคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า พ.ศ. 2559 จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2547-2555 มาคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และคำนวณค่าความน่าจะเป็นโดยใช้แบบจำลอง Markov Chain ดังตารางที่ 4-16 และนำค่าความน่าจะเป็นไปคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงโดยใช้แบบจำลอง CA Markov โดยใช้ Cellular Automata 10 ครั้ง ตรวจสอบค่าความถูกต้องของข้อมูลดังตารางที่ 4-17 และหาค่าปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2559

ตารางที่ 4-16 แสดงค่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2559

Class	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5
Class 1	0.7303	0.1271	0.0432	0.0671	0.0323
Class 2	0.4228	0.3118	0.1027	0.0613	0.1014
Class 3	0.6771	0.1033	0.1622	0.0219	0.0355
Class 4	0.3112	0.1132	0.059	0.0712	0.4454
Class 5	0.3202	0.3236	0.0125	0.2014	0.1423

ตารางที่ 4-17 แสดงค่าความถูกต้องของข้อมูล

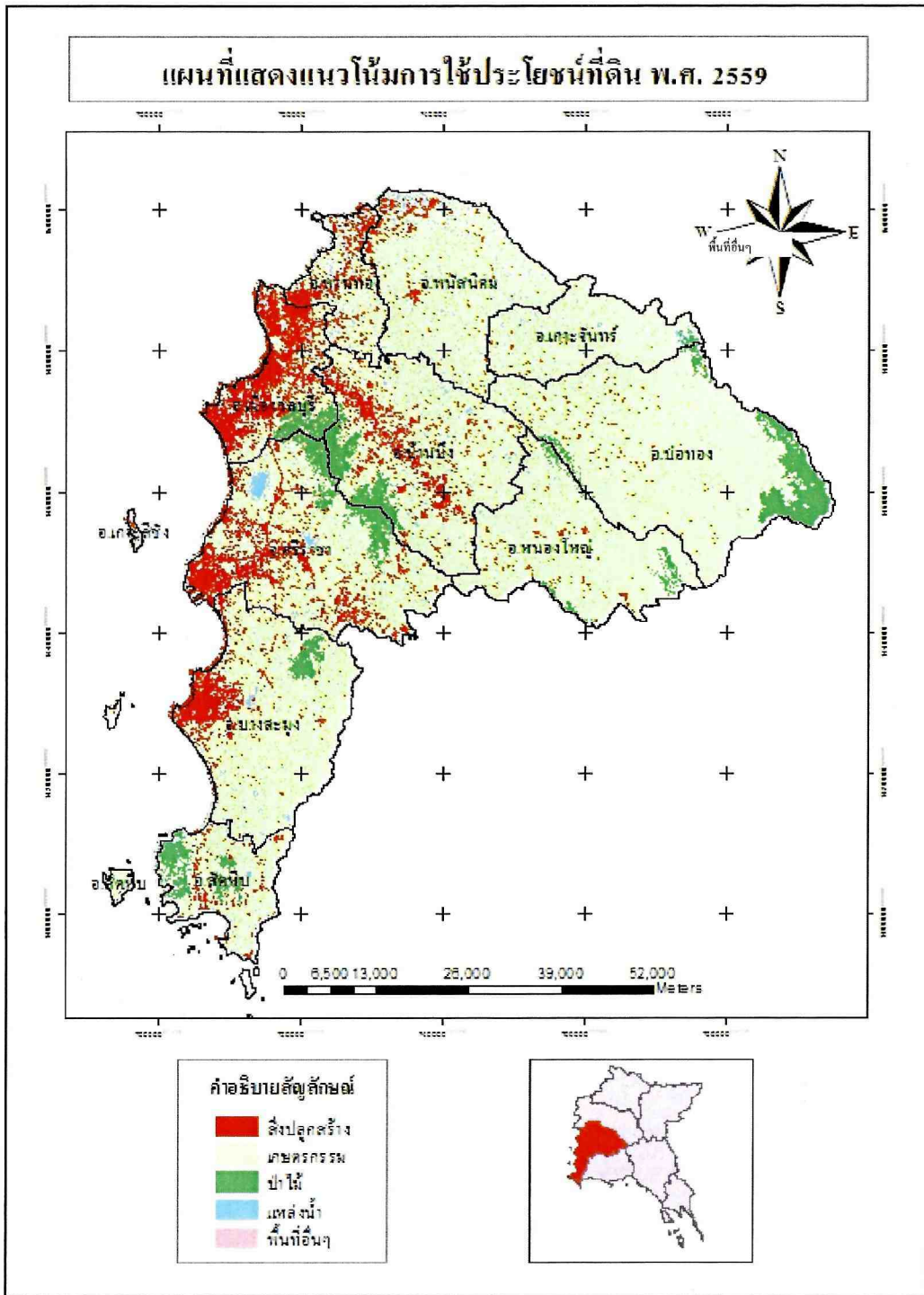
Classified Data	แหล่งน้ำ	เพาะปลูก	ป่าไม้	สิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่อื่น ๆ	Row Total
แหล่งน้ำ	2,065.46	54.65	0.04	15.40	60.51	2,135.55
เพาะปลูก	120.47	7,473.64	2.65	314.99	135.22	7,911.75
ป่าไม้	7.64	98.40	532.38	0.31	45.23	638.74
สิ่งปลูกสร้าง	62.54	176.00	6.94	585.61	98.75	831.09
พื้นที่อื่น ๆ	20.23	127.89	75.36	116.00	339.72	679.20
Colum Total	2,256.12	7,802.70	542.01	916.30	679.20	12,196.33

$$\text{ค่าความถูกต้องรวม} = \frac{(2,065.46+7,473.64+532.38+585.61+339.72)}{12,196.33} \times 100 = 90.165$$

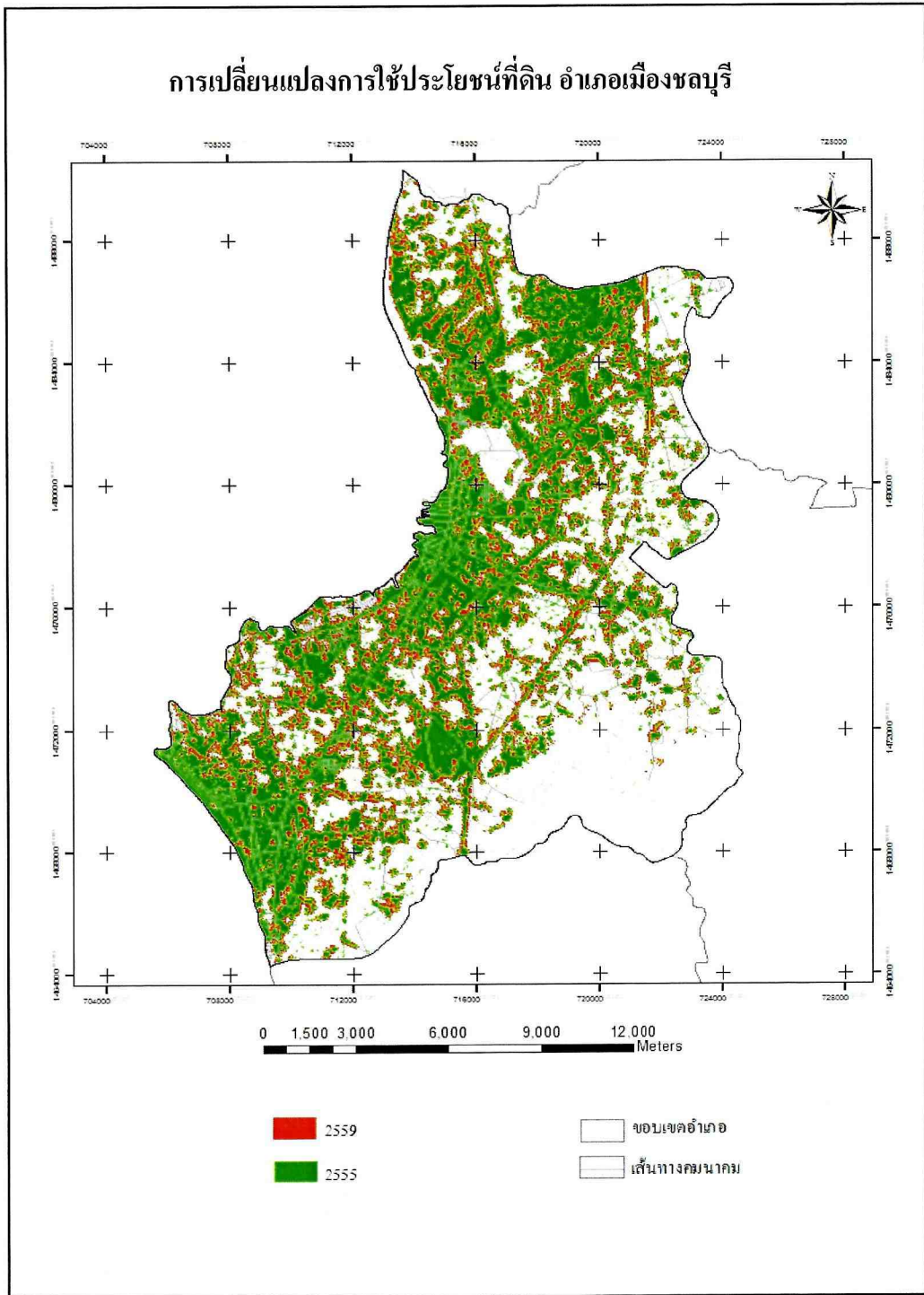
ดังนั้น ข้อมูลจากการคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินมีความถูกต้องรวม (Overall Accuracy) เท่ากับ 90.165

ตารางที่ 4-18 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าปี พ.ศ. 2559 ในแต่ละอำเภอต่อปีต่อตารางกิโลเมตร

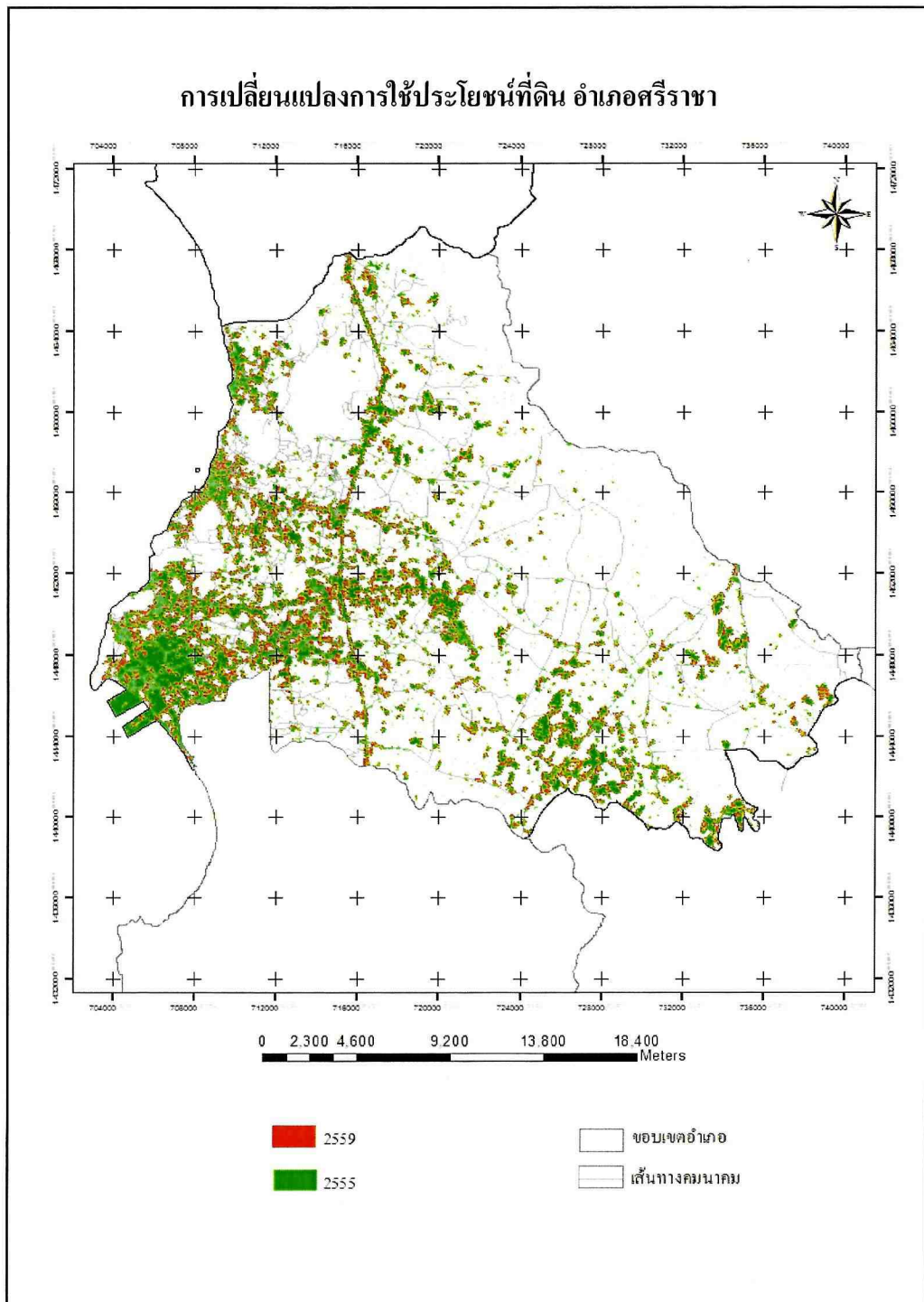
อำเภอ	สิ่งปลูกสร้าง		อัตราค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าต่อวันต่อตารางกิโลเมตร		ปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าต่อปี	
	ตารางกิโลเมตร	ไร่	วัน/ ตารางกิโลเมตร.	กิโลวัตต์	เมกะวัตต์	
1 เมืองชลบุรี	252.270	157,668.75	51,261.415	4,733,008,481.310	4,733,008.481	
2 ศรีราชา	334.786	209,241.25	52,383.723	6,403,595,834.412	6,403,595.834	
3 บางละมุง	252.667	157,916.88	37,707.543	3,487,047,346.788	3,487,047.347	
4 บ่อทอง	61.024	38,140.00	8,240.725	184,054,812.878	184,054.813	
5 บ้านบึง	231.513	144,695.63	22,158.005	1,877,531,033.433	1,877,531.033	
6 พนัสนิคม	70.964	44,352.50	14,082.795	365,769,955.963	365,769.956	
7 สัตหีบ	67.578	42,236.25	7,854.058	194,258,720.538	194,258.721	
8 หนองใหญ่	59.377	37,110.63	13,190.055	286,646,037.839	286,646.038	
9 เกาะสีชัง	3.222	2013.75	11,734.635	13,838,091.793	13,838.092	
10 พานทอง	105.432	65,895.00	35,664.518	1,376,226,415.010	1,376,226.415	
11 เกาะจันทร์	3.075	1,921.86	78,354.822	88,184,434.420	88,184.434	
รวม	1,441.908	901,192.50	332,632.29	19,010,161,164.380	19,010,161.160	



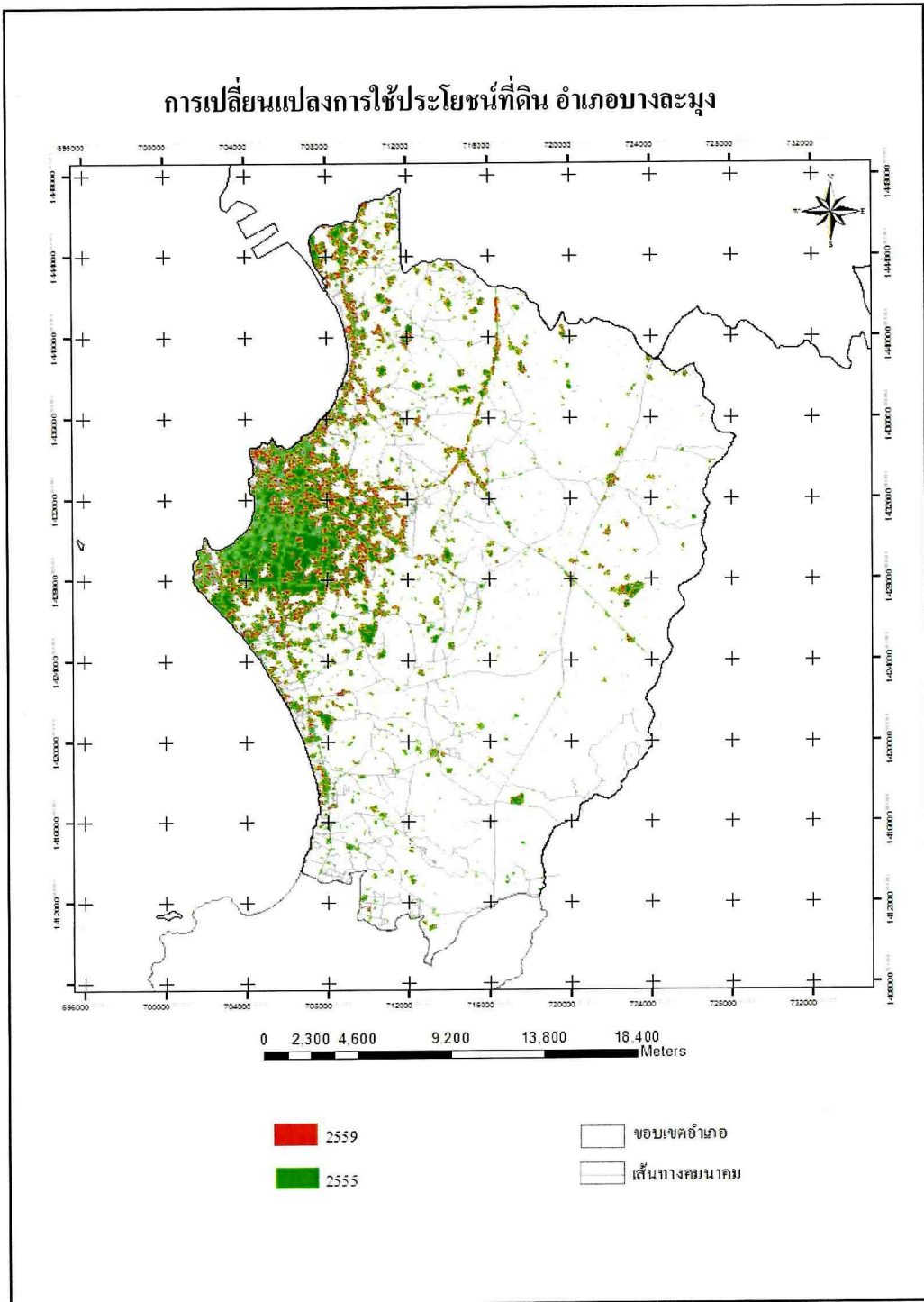
ภาพที่ 4-4 แสดงแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจากการคาดการณ์ ปี พ.ศ. 2559



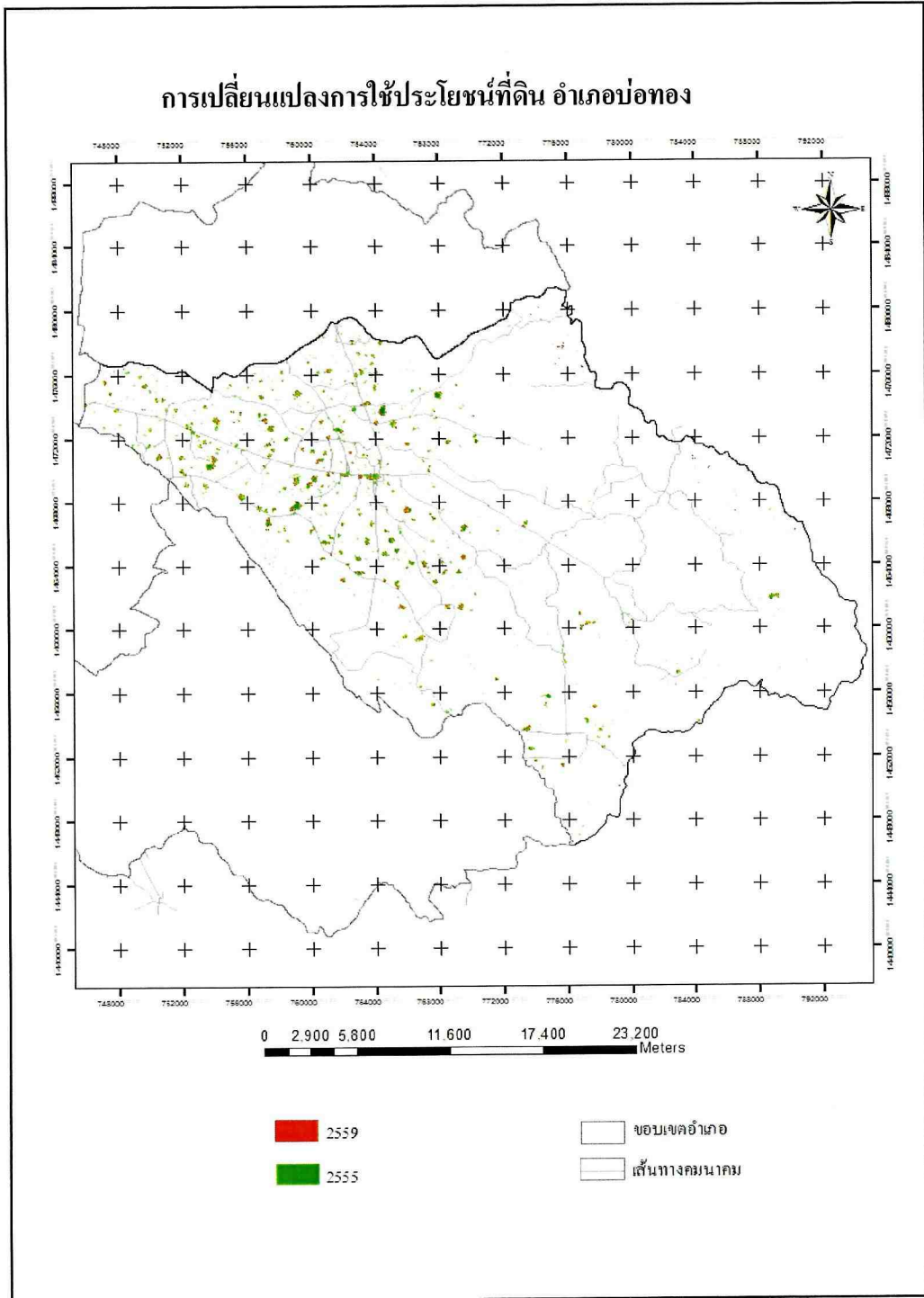
ภาพที่ 4-5 แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอเมืองชลบุรี



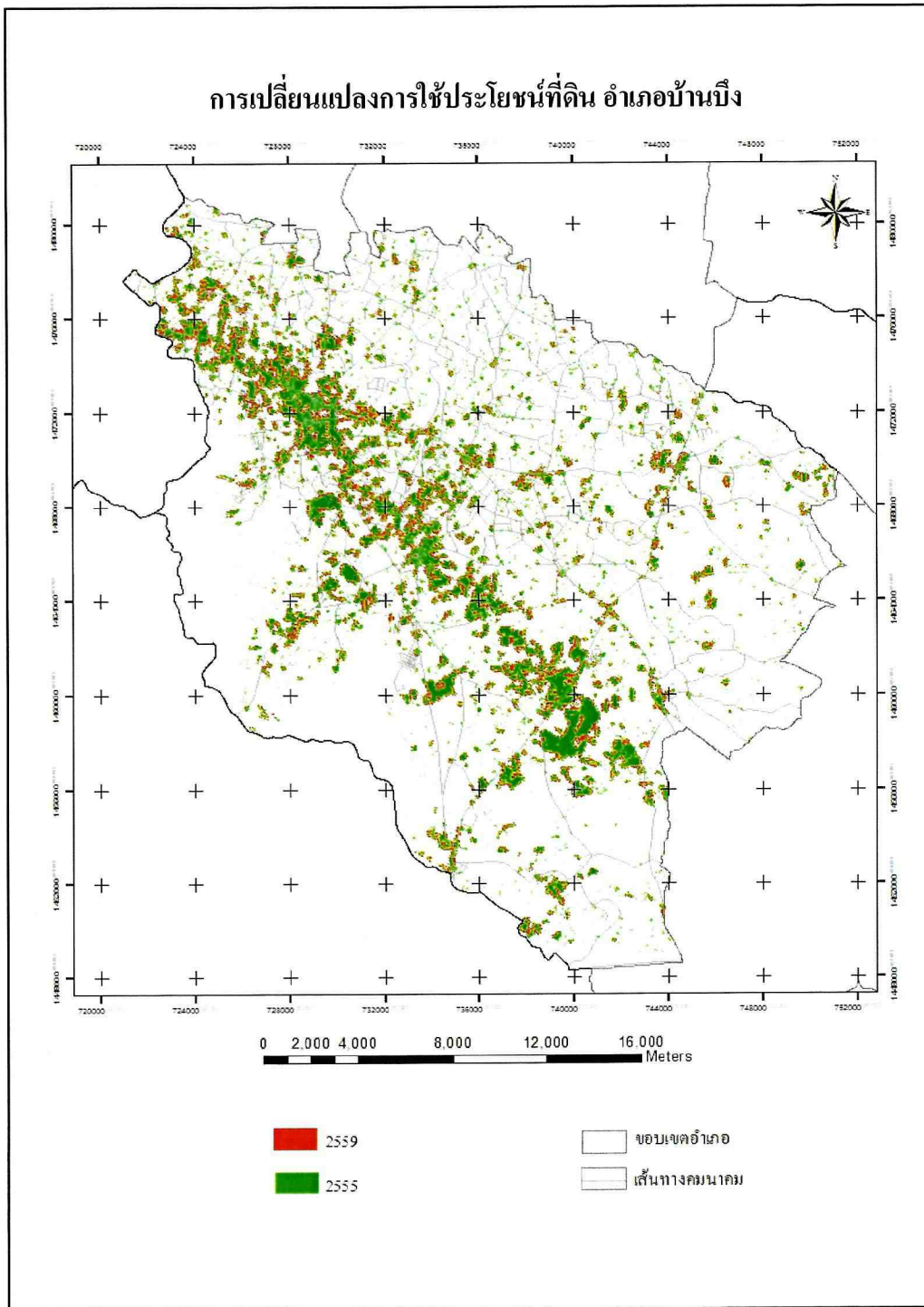
ภาพที่ 4-6 แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอสรีราชา



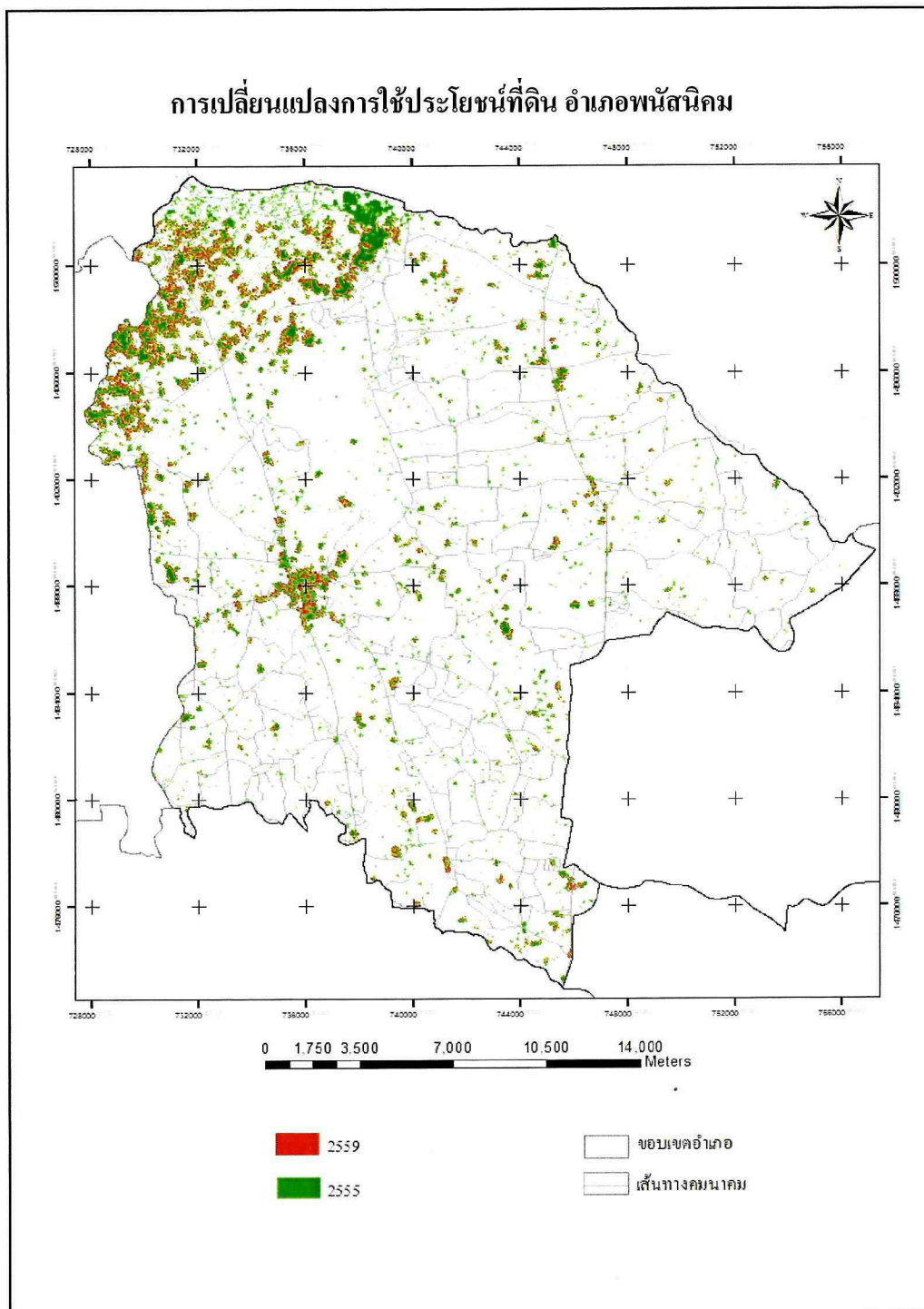
ภาพที่ 4-7 แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอบางละมุง



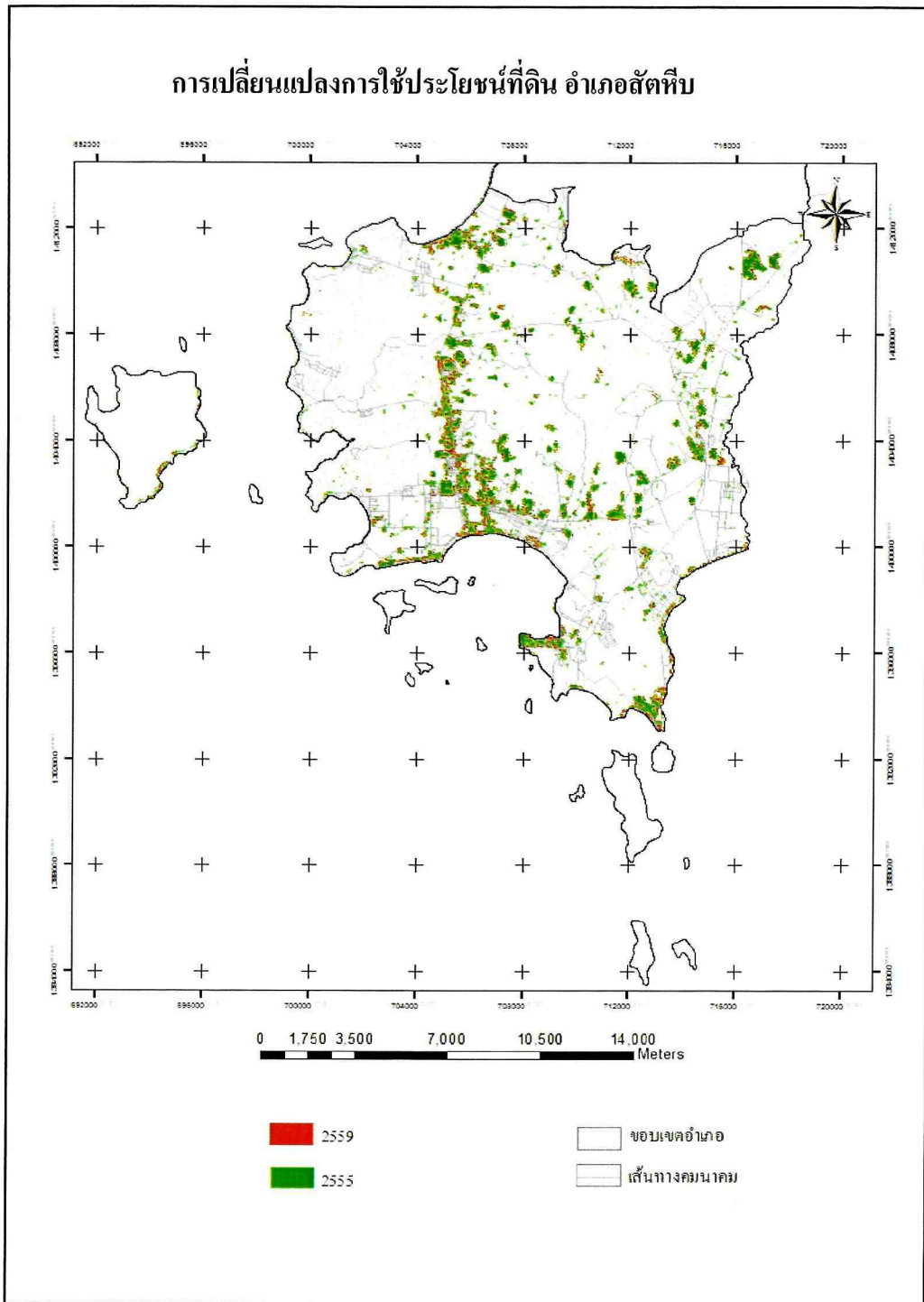
ภาพที่ 4-8 แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอบ่อทอง



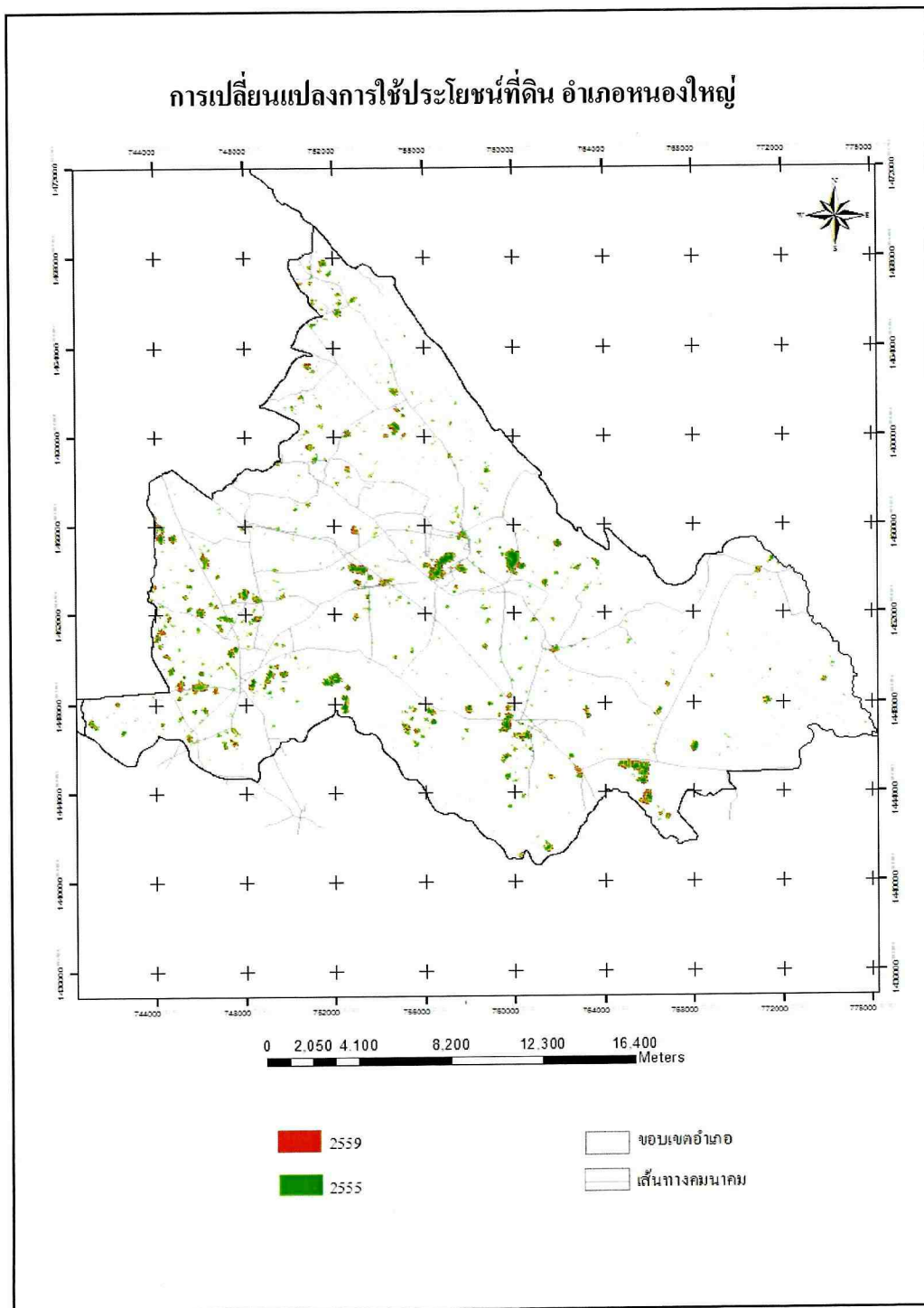
ภาพที่ 4-9 แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอบ้านบึง



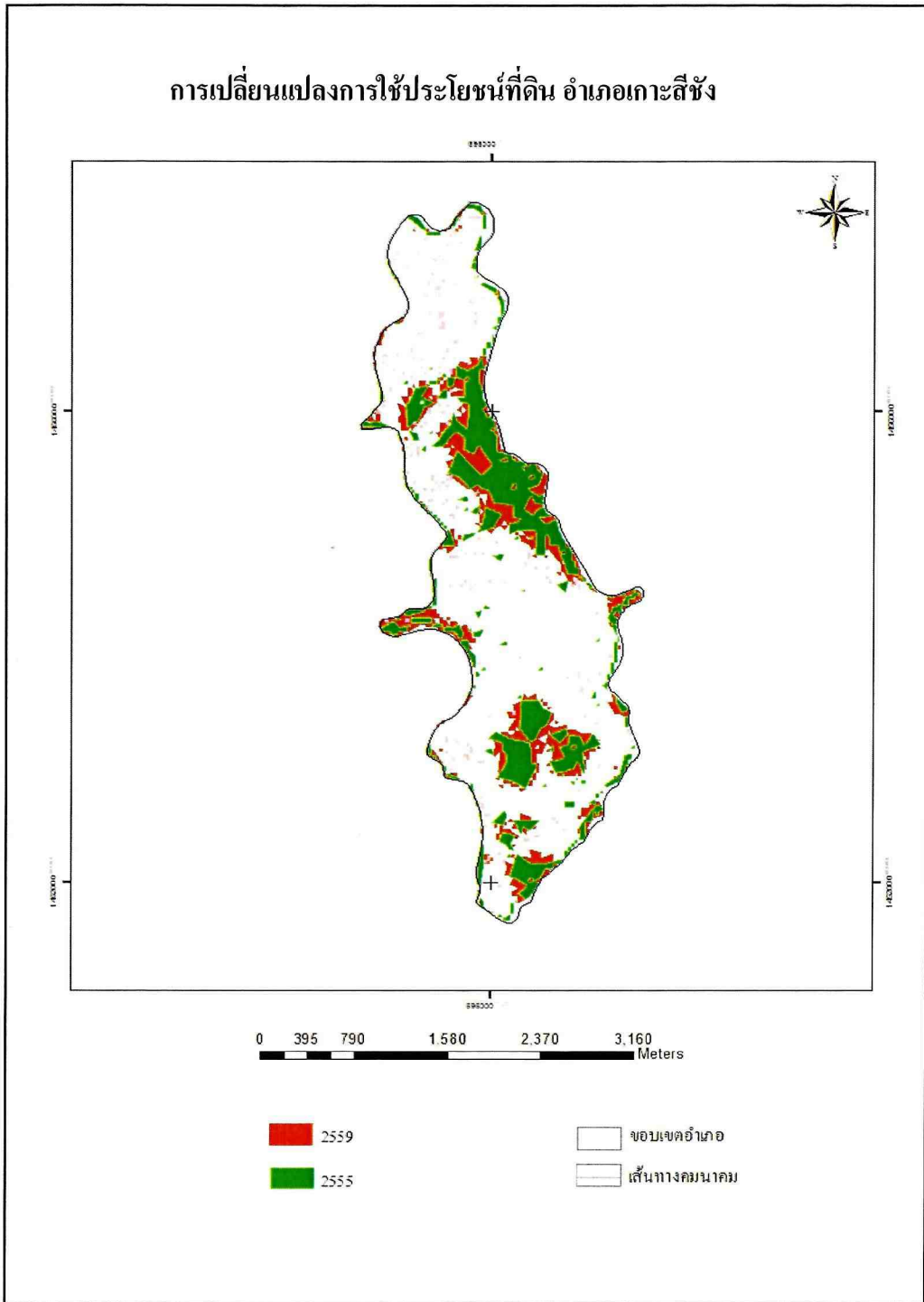
ภาพที่ 4-10 แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอพนัสนิคม



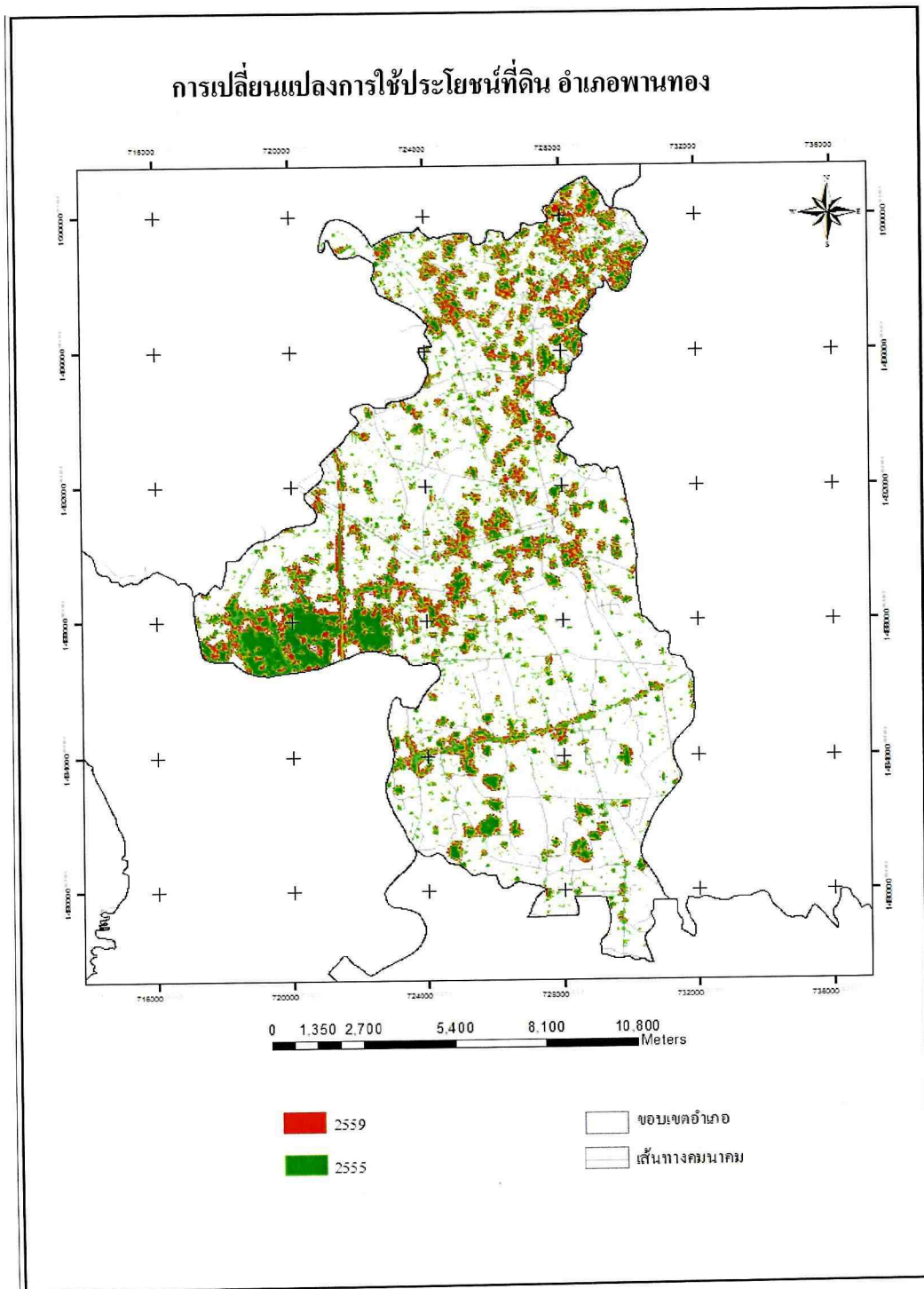
ภาพที่ 4-11 แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอสตึก



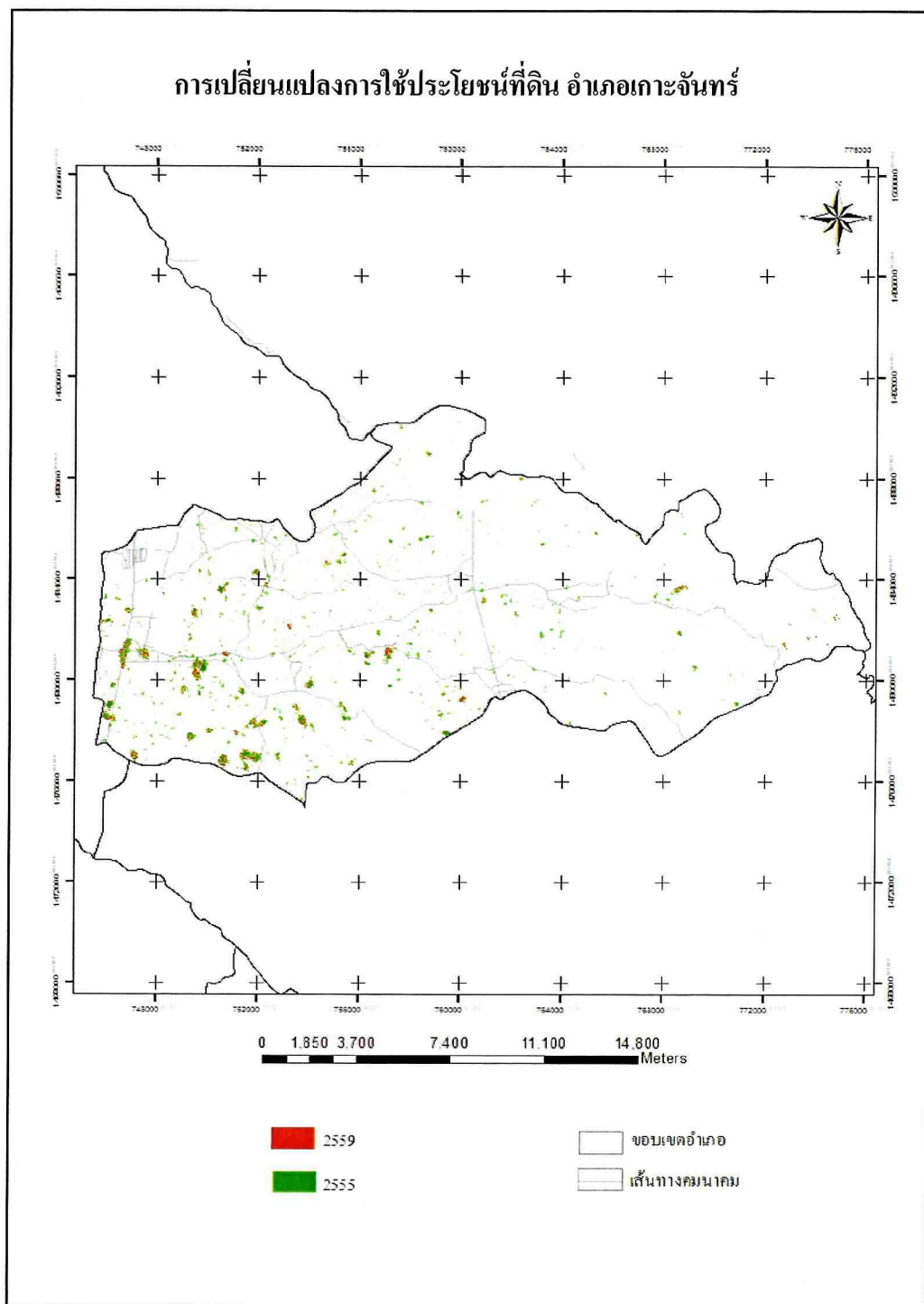
ภาพที่ 4-12 แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอหนองใหญ่



ภาพที่ 4-13 แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอเกาะสีชัง



ภาพที่ 4-14 แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอพานทอง



ภาพที่ 4-15 แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอเกาะจันทร์

บทที่ 5

อภิปรายและสรุปผล

การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและปริมาณการใช้ไฟฟ้า โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมเพื่อใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน และวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินกับปริมาณไฟฟ้า เพื่อหาค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าต่อวัน รวมถึงการนำแบบจำลอง CA Markov มาใช้คาดการณ์แนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดิน และนำผลลัพธ์ที่ได้มาคูณกับค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าต่อวัน เพื่อคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอนาคต

อภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่า การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินมีปริมาณสิ่งปลูกสร้างเพิ่มมากขึ้นทุกปี โดยปี พ.ศ. 2547 มีพื้นที่ 137.602 ตารางกิโลเมตร ปี พ.ศ. 2551 มีพื้นที่ 554.353 ตารางกิโลเมตร และปี พ.ศ. 2555 มีพื้นที่ 742.09 ตารางกิโลเมตรซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้จากการแปลภาพจากดาวเทียม LANDSAT 5 (TM) พ.ศ. 2547 และ LANDSAT 7 (ETM) พ.ศ. 2551, พ.ศ. 2555 เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้า ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย พบว่า ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ปี พ.ศ. 2547 มีการใช้ไฟฟ้า 5.9 ล้านกิโลวัตต์ ปี พ.ศ. 2551 มีการใช้ไฟฟ้า 8,393 ล้านกิโลวัตต์ และปี พ.ศ. 2555 มีการใช้ไฟฟ้า 9,581 ล้านกิโลวัตต์ เมื่อนำข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้ามาคำนวณ หาค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าต่อวันต่อตารางกิโลเมตร และนำมาทดสอบแบบทดสอบคาดการณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้า กับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2555 พบว่า ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบการคาดการณ์กับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง ปี พ.ศ. 2555 มีความสัมพันธ์กันสูง สามารถนำวิธีการดังกล่าวไปใช้ในการคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอนาคตได้ นำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2547, 2551 และปี พ.ศ. 2555 เข้าสู่แบบจำลอง CA Markov เพื่อคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2559 ทำการทดสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง CA Markov พบว่า ข้อมูลที่ได้จากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีความถูกต้องของข้อมูลร้อยละ 92.53 โดย พ.ศ. 2559 มีปริมาณสิ่งปลูกสร้าง 1,441.908 ตารางกิโลเมตร นำข้อมูลสิ่งปลูกสร้างที่ได้จากแบบจำลอง CA Markov มาคาดการณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้าในอนาคต พบว่า พ.ศ. 2559 มีปริมาณความต้องการไฟฟ้า 19,010 ล้านกิโลวัตต์ ทำการทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการคาดการณ์ความต้องการไฟฟ้ากับ

ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง ปี พ.ศ. 2555 พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.47 ซึ่งทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์กันระดับปานกลาง

1. พื้นที่อำเภอเมืองชลบุรี จากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า พ.ศ. 2559 มีพื้นที่ 252.270 ตารางกิโลเมตร เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ.2555 126.404 ตารางกิโลเมตร โดยพื้นที่ที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่อยู่ทางด้านทิศเหนือ ซึ่งติดกับนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร ซึ่งสอดคล้องกับการขยายตัวรูปแบบวงแหวน รูปแบบการขยายตัวของเมืองที่พัฒนาการมาจากรูปแบบเมืองที่เป็นแบบวงแหวนเดิมโดยบริเวณศูนย์กลางเมืองมักมีการกระจุกตัวกันอย่างหนาแน่นและค่อย ๆ ขยายตัวออกไปในลักษณะของวงแหวน โดยแนวถนนจะแบ่งพื้นที่ของเมืองออกเป็น ส่วน ๆ รองลงมา คือ ทางด้านทิศใต้ ซึ่งขยายตัวจากแหล่งชุมชนเดิม ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวสะดวกต่อการเดินทางเนื่องจาก ใกล้ถนนสายสุขุมวิท และบายพาสชลบุรี นอกจากนี้ ยังมีถนนข้ามหลามที่กำลังก่อสร้าง จากการศึกษาคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า พ.ศ. 2559 มีการใช้ไฟฟ้า 4,733 ล้านกิโลวัตต์ เพิ่มจาก พ.ศ. 2555 2,339 ล้านกิโลวัตต์

2. พื้นที่อำเภอศรีราชา จากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า พ.ศ. 2559 มีพื้นที่ 334.786 ตารางกิโลเมตร เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2555 165.637 ตารางกิโลเมตร โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เพิ่มขึ้นทางด้านทิศตะวันออก ซึ่งเป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมเหมราชอีสเทิร์นซีบอร์ด เหมราช อีสเทิร์นซีบอร์ด ปั่นทอง 1-3 ซึ่งสอดคล้องกับการขยายตัวรูปแบบวงแหวน รูปแบบการขยายตัวของเมืองที่พัฒนาการมาจากรูปแบบเมืองที่เป็นแบบวงแหวนเดิมโดยบริเวณศูนย์กลางเมืองมักมีการกระจุกตัวกันอย่างหนาแน่นและค่อย ๆ ขยายตัวออกไปในลักษณะของวงแหวน โดยแนวถนนจะแบ่งพื้นที่ของเมืองออกเป็น ส่วน ๆ รองลงมามีการขยายตัวของพื้นที่เมืองทั่วทั้งพื้นที่ ซึ่งอยู่ใกล้กับถนนสายบายพาส สาย 331 สุขุมวิท และถนนเชื่อมระหว่างถนนสายบายพาสและถนนสาย331 จากการศึกษาคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า พ.ศ. 2559 มีการใช้ไฟฟ้า 6,403 ล้านกิโลวัตต์ เพิ่มจาก พ.ศ. 2555 3,313 ล้านกิโลวัตต์

3. พื้นที่อำเภอบางละมุง จากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า พ.ศ. 2559 มีพื้นที่ 252.667 ตารางกิโลเมตร เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2555 123.761 ตารางกิโลเมตร โดยส่วนใหญ่เพิ่มขึ้นทางด้านทิศตะวันออก ซึ่งติดกับถนนสายบายพาสชลบุรี ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบ Circuitous By Pass รูปแบบการขยายตัวของเมืองแบบวงแหวนนี้ นับเป็นรูปแบบการตั้งถิ่นฐานที่มีการเกาะกลุ่มกันอย่างหนาแน่นบริเวณศูนย์กลางเมืองและจะเบาบางลงในบริเวณที่ถัดออกมา จึงนับเป็นข้อดีสำหรับการจัดแบ่งการใช้ที่ดินให้เป็นสัดส่วน เป็นระบบและสามารถเชื่อมโยงการใช้ประโยชน์ที่ดินทุกส่วนได้สะดวกรวดเร็วด้วยถนนรัศมี แต่ข้อเสียของระบบวงแหวน ได้แก่ ความแออัดคับคั่งของการจราจรที่มุ่งสู่ศูนย์กลางเพียงอย่างเดียว และทำให้บางครั้งระยะการเดินทาง

เชื่อมโยงต้องอ้อมวงแหวนไปทำให้เสียเวลาในการเดินทางเช่นกัน ซึ่งพื้นที่ทางด้านทิศตะวันออกที่เป็นเมืองพัทยา มีการขยายตัวของเมืองรองลงมาและมีความหนาแน่นมาก จากการศึกษาคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า พ.ศ. 2559 มีการใช้ไฟฟ้า 3,487 ล้านกิโลวัตต์ เพิ่มจาก พ.ศ. 2555 1,856 ล้านกิโลวัตต์

4. พื้นที่อำเภอบ่อทอง จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า พ.ศ. 2559 มีพื้นที่ 61.024 ตารางกิโลเมตร เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2555 28.243 ตารางกิโลเมตร โดยพื้นที่สิ่งปลูกสร้างเพิ่มขึ้นกระจายทั่วทั้งพื้นที่ใกล้เคียงกับเส้นทางคมนาคม ซึ่งสอดคล้องกับ Linear and Integrated System Movement เป็นรูปแบบการเชื่อมโยงกลุ่มเมืองเข้าด้วยกัน ด้วยเส้นทางสัญจรหลัก และมีเส้นทางย่อยตัดแยกเข้าสู่กลุ่มเมืองเล็ก ๆ ที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดิน จากการศึกษาคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า พ.ศ. 2559 มีการใช้ไฟฟ้า 184 ล้านกิโลวัตต์ เพิ่มจาก พ.ศ. 2555 79 ล้านกิโลวัตต์

5. พื้นที่อำเภอบ้านบึง จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า พ.ศ. 2559 มีพื้นที่ 231.513 ตารางกิโลเมตร เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2555 112.403 ตารางกิโลเมตร โดยมีพื้นที่สิ่งปลูกสร้างเพิ่มขึ้นทางด้านทิศใต้ ซึ่งใกล้เคียงนิคมอุตสาหกรรมเหมราชอีสเทิร์นซีบอร์ด และบริเวณถนนสายบ้านบึง-แกลง ซึ่งสอดคล้องกับการกระจายแบบกลุ่มดาวเป็นรูปแบบการกระจายตัวของเมืองที่มีการพัฒนามาจากรูปแบบดวงดาว (Star Pattern) โดยเมื่อเมืองมีขนาดใหญ่ขึ้นจนศูนย์กลางเมืองที่เคยมีแห่งเดียว ไม่สามารถให้บริการแก่ชุมชนที่ขยายไปได้อย่างทั่วถึง อันเนื่องมาจากระยะทางจะทำให้เกิดการพัฒนตัวของระบบ ชุมชนเมืองในรูปแบบของศูนย์กลางระดับท้องถิ่นขึ้น ทำให้การกระจายตัวของชุมชนเมืองมีความหนาแน่นสม่ำเสมอมากกว่าแบบดวงดาว และสามารถทำหน้าที่ให้บริการได้ทั่วถึงพื้นที่ เนื่องจากแต่ละพื้นที่อยู่ห่างจากตัวอำเภอ จากการศึกษาคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า พ.ศ. 2559 มีการใช้ไฟฟ้า 1,877 ล้านกิโลวัตต์ เพิ่มจาก พ.ศ. 2555 926 ล้านกิโลวัตต์

6. พื้นที่อำเภอพนัสนิคม จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า พ.ศ. 2559 มีพื้นที่ 149.186 ตารางกิโลเมตร เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2555 69.317 ตารางกิโลเมตร โดยพบว่า พื้นที่สิ่งปลูกสร้างเพิ่มมากขึ้นบริเวณถนนสาย 331 และบริเวณใกล้เคียงกับอำเภอบ้านทอง ซึ่งใกล้เคียงกับพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร ซึ่งสอดคล้องกับ Linear and Integrated System Movement เป็นรูปแบบการเชื่อมโยงกลุ่มเมืองเข้าด้วยกัน ด้วยเส้นทางสัญจรหลัก และมีเส้นทางย่อยตัดแยกเข้าสู่กลุ่มเมืองเล็ก ๆ ที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดิน จากการศึกษาคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า พ.ศ. 2559 มีการใช้ไฟฟ้า 1,035 ล้านกิโลวัตต์ ลดลงจาก พ.ศ. 2555 73 ล้านกิโลวัตต์

7. พื้นที่อำเภอสัตหีบ จากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า พ.ศ. 2559 มีพื้นที่ 67.578 ตารางกิโลเมตร เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2555 32.773 ตารางกิโลเมตร โดยพบว่าพื้นที่สิ่งปลูกสร้างเพิ่มขึ้นบริเวณถนนสาย 331 ซึ่งสอดคล้องกับ Linear and Integrated System Movement เป็นรูปแบบการเชื่อมโยงกลุ่มเมืองเข้าด้วยกัน ด้วยเส้นทางสัญจรหลัก และมีเส้นทางย่อยตัดแยกเข้าสู่กลุ่มเมืองเล็ก ๆ ที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดิน จากการศึกษาคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า พ.ศ. 2559 มีการใช้ไฟฟ้า 194 ล้านกิโลวัตต์ เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2555 94 ล้านกิโลวัตต์

8. พื้นที่อำเภอหนองใหญ่ จากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า พ.ศ. 2559 มีพื้นที่ 59.377 เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2555 28.117 ตารางกิโลเมตร มีสิ่งปลูกสร้างกระจายตัวในพื้นที่ และห่างไกลจากตัวอำเภอ ซึ่งสอดคล้องกับการกระจายแบบกลุ่มดาวเป็นรูปแบบการกระจายตัวของเมืองที่มีการพัฒนามาจากรูปแบบดวงดาว (Star Pattern) โดยเมื่อเมืองมีขนาดใหญ่ขึ้นศูนย์กลางเมืองที่เดิมมีแห่งเดียว ไม่สามารถให้บริการแก่ชุมชนที่ขยายไปได้อย่างทั่วถึง อันเนื่องมาจากระยะทางจะทำให้เกิดการพัฒนาคตัวของระบบ ชุมชนเมืองในรูปแบบของศูนย์กลางระดับท้องถิ่นขึ้น ทำให้การกระจายตัวของชุมชนเมืองมีความหนาแน่นสม่ำเสมอมากกว่าแบบดวงดาว และสามารถทำหน้าที่ให้บริการได้ทั่วถึงพื้นที่ จากการศึกษาคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า พ.ศ. 2559 มีการใช้ไฟฟ้า 286 ล้านกิโลวัตต์ เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2555 105 ล้านกิโลวัตต์

9. พื้นที่อำเภอเกาะสีชัง จากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า พ.ศ. 2559 มีพื้นที่ 3.222 ตารางกิโลเมตร เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2555 1.577 ตารางกิโลเมตร สิ่งปลูกสร้างเพิ่มขึ้นส่วนใหญ่อยู่บริเวณ ทิศตะวันออกและทิศใต้ ซึ่งเป็นพื้นที่ราบและกระจายตัวตามที่ราบรอบเกาะ ซึ่งสอดคล้องกับ Linear and Concentric เป็นรูปแบบการขยายตัวของเมืองเชื่อมโยงกลุ่มเมืองขนาดเล็ก ๆ เข้าด้วยกันด้วยเส้นทางเดียว อาจเป็นรูปแบบกลุ่มเมืองตามแนวชายฝั่งทะเลหรือที่ราบระหว่างหุบเขา จากการศึกษาคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า พ.ศ. 2559 มีการใช้ไฟฟ้า 13 ล้านกิโลวัตต์ เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2555 13 ล้านกิโลวัตต์

10. พื้นที่อำเภอบ้านนา จากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า พ.ศ. 2559 มีพื้นที่ 105.432 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2555 51.182 ตารางกิโลเมตร สิ่งปลูกสร้างที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่ขยายตัวมาจากนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร ซึ่งสอดคล้องกับการขยายตัวรูปแบบวงแหวน รูปแบบการขยายตัวของเมืองที่พัฒนาการมาจากรูปแบบเมืองที่เป็นแบบวงแหวนเดิม โดยบริเวณศูนย์กลางเมืองมักมีการกระจุกตัวกันอย่างหนาแน่นและค่อย ๆ ขยายตัวออกไปในลักษณะของวงแหวน โดยแนวถนนจะแบ่งพื้นที่ของเมืองออกเป็นส่วน ๆ จากการศึกษาคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า พ.ศ. 2559 มีการใช้ไฟฟ้า 1,376 ล้านกิโลวัตต์ เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2555 596 ล้านกิโลวัตต์

สรุปผล

จากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยแบบจำลอง CA Markov พบว่า พื้นที่จังหวัดชลบุรีมีการขยายตัวของเมืองส่วนใหญ่อยู่ใกล้กับนิคมอุตสาหกรรม เส้นทางคมนาคมสายหลัก และใกล้กับพื้นที่อำเภอต่าง ๆ จากการศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้า มีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในเขตอำเภอเมือง อำเภอศรีราชา และอำเภอบางละมุง การศึกษาการคาดการณ์ทิศทางและปริมาณความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในอนาคต พื้นที่ที่มีความต้องการไฟฟ้าแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ กลุ่มที่ 1 นิคมอุตสาหกรรม ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอศรีราชา อำเภอพานทอง อำเภอพนัสนิคม และอำเภอบ้านบึง ซึ่งความต้องการใช้ไฟฟ้าของกลุ่มนี้มีสาเหตุมาจากการย้ายถิ่นฐานเพื่อเข้ามาหางานทำในพื้นที่ ส่งผลทำให้มีการขยายตัวของเมืองบริเวณรอบ ๆ และมีนิคมอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก ทำให้มีความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น กลุ่มที่ 2 แหล่งท่องเที่ยว ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอบางละมุง และอำเภอสัตหีบ ความต้องการใช้ไฟฟ้าของกลุ่มนี้เกิดจากการลงทุนด้านธุรกิจและการบริการเพื่อการท่องเที่ยว เมื่อพื้นที่ใกล้แหล่งท่องเที่ยวมีความหนาแน่นมากขึ้น ก็มีการขยายตัวออกไปรอบ ๆ พื้นที่แหล่งท่องเที่ยวนั้นๆ ทำให้มีปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้ารองลงมาจากกลุ่มนิคมอุตสาหกรรม และปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าจากการคาดการณ์พบว่า ปี พ.ศ. 2559 มีความต้องการใช้ไฟฟ้า 19,010 ล้านกิโลวัตต์ เพิ่มขึ้นจาก ปี พ.ศ. 2555 จำนวน 9.4 ล้านกิโลวัตต์

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษานี้สามารถนำมาใช้ในการวางแผนการจัดการด้านพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการใช้ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการก่อสร้างสถานีโรงไฟฟ้าของหน่วยงานที่รับผิดชอบ เพื่อลดปัญหาการขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าในอนาคตได้
2. การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้แบบจำลอง CA Markov สามารถนำมาคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ และข้อมูลที่ได้มีความสัมพันธ์กันกับข้อมูลพื้นฐานและมีความถูกต้องแม่นยำค่อนข้างสูง

บรรณานุกรม

- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2556). *ข้อมูลไฟฟ้ารายหน่วยของจังหวัดชลบุรี*. 10 ธันวาคม 2556, ข้อมูลไฟฟ้ารายหน่วย.
- กรมการปกครอง. (2556). *สถิติจำนวนประชากรรายจังหวัด*. วันที่ค้นข้อมูล 15 ธันวาคม 2556, เข้าถึงได้จาก <http://stat.dopa.go.th/xstat/popyear.html>.
- กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2556). *ความเป็นเมือง*. วันที่ค้นข้อมูล 12 ธันวาคม 2556, เข้าถึงได้จาก <http://www.dpt.go.th/ITCitdb/txt/pop/urban4.htm>.
- คณะกรรมการการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า. (2545). *การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า*. วันที่ค้นข้อมูล 12 ธันวาคม 2556, เข้าถึงได้จาก <http://www.eppo.go.th/load/load-forecast/index.html>.
- จังหวัดชลบุรี. (2556). *ประวัติจังหวัดชลบุรี*. วันที่ค้นข้อมูล 16 ธันวาคม 2555, เข้าถึงได้จาก http://stat.bora.dopa.go.th/stat/y_stat54.html.
- นิตรชัย พงศ์ประยูร. (2527). *ภูมิศาสตร์เมือง*. ภาควิชาภูมิศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชุดิพงศ์ ร่มสนธิ์. (2551). *การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดินโดยใช้แบบจำลอง CA_MARKOV บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่*. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ถาวร ตะไก่อแก้ว และชรรัตน์ มงคลสวัสดิ์. (2554). *ศึกษาการประเมินการขยายตัวของชุมชน และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในเขตเมืองขอนแก่น โดยการรับรู้จากระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์*. ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์, วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการรับรู้ระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ธนิชา นิยมวัน. (2550). *การขยายตัวอย่างมีคุณภาพของเมืองในประเทศไทย*. วันที่ค้นข้อมูล 15 ธันวาคม 2556, เข้าถึงได้จาก http://www.cuurp.org/B_resource/B_data/b1/2550/04.urbanquilitygrowth.pdf.
- นันทิญา คำอุดม และทัศนีย์ มีศักดิ์ประเสริฐ. (2556). *การประเมินผลสภาพแวดล้อมเชิงเลขด้วยระบบผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาพื้นที่มีศักยภาพตั้งโรงงานผลิตเอทานอลและเส้นทางขนส่งมันสำปะหลังของจังหวัดกำแพงเพชร*. ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

- พรศรี ชัยวีระพัฒนา. (2544). *การพัฒนาแบบจำลองสำหรับติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้: กรณีศึกษา บริเวณอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรชีวภาพ, คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ภคณัฐ หวังโชติกุล. (2556). *การศึกษาอุปสงค์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สืบเนื่องมาจากค่าครองชีพสูงขึ้น โดยศึกษาจากประชากรในภาคตะวันออกเฉียง และการเกษตร ในเขตอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, คณะเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- มหาวิทยาลัยแม่โจ้. (2556). *ทฤษฎีการวางผังเมือง และผังภาค*. วันที่ค้นข้อมูล 12 ธันวาคม 2556, เข้าถึงได้จาก http://coursewares.mju.ac.th:81/e-learning50/la471/course_chapt_04-3.html.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2524). *พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. วันที่ค้นข้อมูล 12 ธันวาคม 2556, เข้าถึงได้จาก <http://rirs3.royin.go.th/word1/word-1-a0.asp>
- วสันต์ ออวัฒนา. (2555). *การคาดการณ์แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดภูเก็ต*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขานิติศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วันเพ็ญ เจริญตระกูลปิติ. (2555). *ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากการขยายตัวของเมือง: กรณีศึกษากรุงเทพมหานคร*. สารนิพนธ์, สาขาวิชาเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- วิทวัส ลิมปนวิสต์. (2547). *ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อทางเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งานของประเภทบ้านอยู่อาศัยในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่*. การค้นคว้าแบบอิสระเศรษฐศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สถิตย์ วัชรกิตติ. (2525). *การสำรวจทรัพยากรป่าไม้*. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ฯ.
- _____. (2526). *การศึกษาการใช้ที่ดินและผลิตผลป่าไม้ของป่าภูหลวง*. วารสารวนศาสตร์.
- สำนักงานจังหวัดชลบุรี (2555). *ทฤษฎีการวางผังเมือง และผังภาค*. วันที่ค้นข้อมูล 16 ธันวาคม 2555, เข้าถึงได้จาก http://coursewares.mju.ac.th:81/e-learning50/la471/course_chapt_04-3.html.

สำนักส่งเสริมและพัฒนาสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2557). วันที่ค้นข้อมูล 16 ธันวาคม 2555, เข้าถึงได้จาก http://www.gi.mict.go.th/art_advantage.htm.

อิสรภุญช์ รินไชสง และ จิตภา สุวรรณฤกษ์. (2552). เรื่องรูปแบบการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ชุมชนเมืองเก่า อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา. สงขลา: หน่วยงานวิจัยเพื่อพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยทักษิณ.

อิสรภุญช์ รินไชสง. (2557). ปัจจัยที่สัมพันธ์กับความร่วมมือในการจัดการน้ำท่วมระหว่างองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและชุมชน กรณีศึกษาพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก ในลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช. คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Congalton, G Russell and Green Kass. (1999). Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Promciples and Practices. Lewis publishers. Washington. D.C.