

การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืน (Nighttime Light Satellite Image)
วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมือง ในประเทศไทย

นางสาวเยาวรัตน์ เกกนิชะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการวางแผนภาคและเมือง ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AN APPLICATION OF NIGHTTIME LIGHT SATELLITE IMAGES FOR THE ANALYSIS OF
URBAN GROWTH IN THAILAND.

Miss Yaowarat Kekina



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Urban and Regional Planning Program in Urban and

Regional Planning

Department of Urban and Regional Planning

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืน
(Nighttime Light Satellite Image) วิเคราะห์ความ
เจริญเติบโตของเมือง ในประเทศไทย

โดย

นางสาวเยาวรัตน์ เกกนิชะ

สาขาวิชา

การวางแผนภาคและเมือง

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ดร.สุธี อนันต์สุขสมศรี

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นรัชฎ์ กาญจนนัชชิตติ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชศรี ภัคดีสุขเจริญ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ดร.สุธี อนันต์สุขสมศรี)

..... กรรมการ

(ดร.พรสวรรค์ วิเชียรประดิษฐ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ พัฒนพงษ์)

5873324525 : MAJOR URBAN AND REGIONAL PLANNING

KEYWORDS: NIGHTTIME LIGHT / ECONOMIC BASE ANALYSIS / URBAN GROWTH

YAOWARAT KEKINA: AN APPLICATION OF NIGHTTIME LIGHT SATELLITE IMAGES FOR THE ANALYSIS OF URBAN GROWTH IN THAILAND.. ADVISOR: SUTEE ANANTSUKSOMSRI, Ph.D., 180 pp.

The nighttime light satellite data has been proven effective for examining global urbanization. The data have informative value for areas with low-quality statistical systems or no recent socioeconomic data. However, most of the studies examine urban growth at national or regional levels in a macroscopic scale. In Thailand, most of socioeconomic data are not often updated and rarely available at the sub-provincial level. The implication of nighttime light satellite images, which are publicly available and frequently updated, is assumed to be useful for analyzing urbanization or related issues. This study will be among the first studies to examine the changes of urban areas at the provincial level in Thailand using nighttime light satellite images.

The objective of this study is to investigate if the nighttime light satellite data can serve as a proxy for socioeconomic data in the framework of an economic base analysis at the provincial level in Thailand by examining the time series data of relationship of 1995-2010 urban growth with nighttime light data and socioeconomic data.

The study finds that both dark and bright nighttime light and the intensity of the light can be used as a proxy for gross provincial products (GPP) and population data. However, the intensity of the light is a better dataset than the dark and bright nighttime light data. In the national level, the intensity of light data can be used as a proxy of GPP data to analyze urban growth at 61% and as a proxy for population data at 98 %.

The results also show that the use of the nighttime light data as a proxy of GPP is suitable for analyzing the provinces that are national trade and service center, small and medium business centers, and agricultural based. As a proxy of population data, the use of the nighttime light data is more appropriate for the provinces with medium scale with high density. On the other hand, the nighttime light data is not suitable to analyze the provinces that are regional center because the different of urban growth between districts in the provinces are very high.

Department: Urban and Regional Planning Student's Signature

Field of Study: Urban and Regional Planning Advisor's Signature

Academic Year: 2016

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืน (Nighttime Light Satellite Image) วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมือง ในประเทศไทย ประสบความสำเร็จ ลุล่วงได้จากความกรุณาและความช่วยเหลือจากผู้มีพระคุณหลายท่าน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สุธี อนันต์สุขสมศรี และอาจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ พัฒนพงษ์ ที่คอยชี้แนะ ให้คำปรึกษาในการดำเนินการวิจัยมาโดยตลอด ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชศรี ภัคดีสุขเจริญ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.พรสรร วิเชียนประดิษฐ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ช่วยให้คำแนะนำจนสามารถปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนอาจารย์ท่านอื่น ๆ ในภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ถ่ายทอดความรู้อันมีค่าอย่างยิ่งต่อการทำงานและดำเนินชีวิตในอนาคต

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา น้องสาว และเพื่อน ๆ ที่คอยสนับสนุน เป็นกำลังใจสำคัญ พร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือทุก ๆ ด้าน จนทำให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จในการศึกษาและจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ	ฏ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 คำถามการวิจัย.....	3
1.4 สมมติฐานการวิจัย	3
1.5 ขอบเขตงานวิจัย	3
1.5.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา	3
1.5.2 ขอบเขตด้านพื้นที่ศึกษา.....	4
1.6 วิธีดำเนินการศึกษา.....	4
1.7 นิยามศัพท์	6
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
บทที่ 2 แนวความคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 แนวความคิดแสงสว่างเวลากลางคืน (Nighttime Light: NTL).....	7
2.1.1 นิยามและความหมายของแสงสว่างเวลากลางคืน	7
2.1.2 การจัดเก็บข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนด้วยดาวเทียม DMSP	7
2.1.3 ลักษณะและข้อจำกัดของข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืน.....	9

2.1.4 การประยุกต์ใช้แสงสว่างเวลากลางคืนและข้อจำกัดที่เกิดขึ้น	10
2.2 แนวความคิดเกี่ยวกับเมือง	14
2.2.1 นิยามและความหมายของเมือง	14
2.2.2 ทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจ (Economic Base Theory)	25
2.2.3 ทฤษฎีลำดับคํักยของเมือง (Urban Hierarchy)	30
2.2.4 การพัฒนาภูมิภาคของประเทศไทยตามแนวทางแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม แห่งชาติ	33
บทที่ 3 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	37
3.1 แสงสว่างเวลากลางคืน	37
3.1.1 ขอบเขตการปกครองในประเทศไทย	37
3.1.2 Dark & Bright Nighttime Light และ Intensity of Light	39
3.2 ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (Gross Provincial Product: GPP)	43
3.2.1 นิยามและความหมายของผลิตภัณฑ์มวลรวม	44
3.2.2 การจัดทำผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด	44
3.2.3 ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด	46
3.3 ประชากร	50
3.3.1 การจัดเก็บข้อมูลประชากร	50
3.3.2 จำนวนประชากรและความหนาแน่น	50
3.3.3 การตั้งถิ่นฐานและการกระจายตัวของประชากร	52
บทที่ 4 ระเบียบวิธีวิจัย	54
4.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	54
4.2 เครื่องมือและวิธีการในการวิจัย	55
4.2.1 การออกแบบคำสั่งเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ของแสงสว่างเวลากลางคืนด้วย Model Builder	55

4.2.2 การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson’s Correlation)	64
4.2.3 การใช้ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนคำนวณอัตราส่วนที่ตั้ง (LQ)	67
4.2.4 การใช้ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนคำนวณลำดับศักยภาพของเมือง	67
4.2.5 การวิเคราะห์ Local Indicator of Spatial Association (LISA).....	68
4.3 การวิเคราะห์เพื่อสรุปผล	70
บทที่ 5 ผลการศึกษา.....	71
5.1 ความเปลี่ยนแปลงแสงสว่างเวลากลางคืนตั้งแต่ปี 2538 – 2553	71
5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนกับ GPP non-agriculture และประชากร	73
5.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแสงสว่างเวลากลางคืนและ GPP non-agriculture	73
5.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแสงสว่างเวลากลางคืนและประชากร	74
5.3 ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจจากความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมือง	75
5.3.1 ความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจาก GPP non-agriculture และแสงสว่างเวลากลางคืน.....	75
5.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจากข้อมูล GPP non-agriculture และแสงสว่างเวลากลางคืน.....	86
5.3.3 ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ Local Indicator of Spatial Association (LISA) ระหว่างความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจาก GPP non-agriculture และแสงสว่างเวลากลางคืน.....	90
5.4 ความเจริญเติบโตตามลำดับศักยภาพของเมือง.....	93
5.4.1 ลำดับศักยภาพของเมืองจากประชากรและแสงสว่างเวลากลางคืน.....	93
5.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างลำดับศักยภาพของเมืองจากประชากรและแสงสว่างเวลากลางคืน	98

5.4.3 ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ Local Indicator of Spatial Association (LISA) ระหว่าง ลำดับศักร์ของเมืองจากประชากร และแสงสว่างเวลากลางคืน	101
5.5 การนำแสงสว่างเวลากลางคืนประยุกต์ใช้ในระดับเมือง	103
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา	107
6.1 การใช้ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนและข้อจำกัดของข้อมูลที่พบในงานวิจัย	107
6.2 การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนวิเคราะห์ความ เจริญเติบโตของเมือง ในประเทศไทย	108
6.2.1 การใช้แสงสว่างเวลากลางคืนศึกษาความเจริญเติบโตตามความชำนาญ กิจกรรมการผลิตภายในเมือง	108
6.2.2 การใช้แสงสว่างเวลากลางคืนศึกษาความเจริญเติบโตตามลำดับศักร์ของ เมือง	109
6.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืน วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมือง	111
รายการอ้างอิง	112
ภาคผนวก.....	115
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	180

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ดาวเทียม DMSP ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนตั้งแต่ปี 2535 - 2556.....	8
ตารางที่ 2.2 ระยะเวลาที่ดาวเทียม DMSP แต่ละดวงสำรวจและจัดเก็บข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืน	9
ตารางที่ 2.3 ประเภทของเทศบาลตามพระราชบัญญัติเทศบาล 2596 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2542.....	17
ตารางที่ 2.4 ขนาดของเมืองตามเกณฑ์มาตรฐานผังเมืองรวม 2549.....	18
ตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบลำดับชั้นการเจริญเติบโตของเมืองตามแนวคิดของ Thompson และ Jacobe	19
ตารางที่ 2.6 อันดับเมืองโตเดี่ยวสูงและต่ำ 10 อันดับแรก ปี 2552.....	32
ตารางที่ 3.1 การจัดระเบียบการบริหารราชการแผ่นดินระดับภูมิภาคและส่วนท้องถิ่นของประเทศไทยในปัจจุบัน (ปี 2559).....	38
ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบการเลือกใช้ชุดข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนระหว่าง Dark & Bright Nighttime Light และ Intensity of Light.....	40
ตารางที่ 3.3 ข้อมูลพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน ค่าเฉลี่ยแสงสว่างเวลากลางคืน Smoothed Nighttime Lightปี 2538-2553.....	43
ตารางที่ 3.4 การแบ่ง GPP ตามสาขาการผลิตภาคในจังหวัด.....	45
ตารางที่ 3.5 GPP non-agriculture ใน 10 จังหวัดแรกที่มีมูลค่าการผลิตมากที่สุด ปี 2538-2545	46
ตารางที่ 3.6 GPP non-agriculture ใน 10 จังหวัดแรกที่มีมูลค่าการผลิตมากที่สุด ปี 2546-2553	47
ตารางที่ 3.7 จำนวนประชากรและความหนาแน่นใน 10 จังหวัดแรกที่มีความหนาแน่นประชากรมากที่สุด ปี 2553.....	52

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างการยุบรวมพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน ในจังหวัดปทุมธานีปี 2553.....	60
ตารางที่ 4.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาระดับความสัมพันธ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน.....	66
ตารางที่ 4.3 ลักษณะความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ในการวิจัยตามรูปแบบความสัมพันธ์ LISA.....	70
ตารางที่ 5.1 ความสัมพันธ์ Pearson’s Correlation ระหว่างข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืน ทั้งสองประเภทและ GPP non-agriculture แบบอนุกรมเชิงเวลา ตั้งแต่ปี 2538-2553.....	73
ตารางที่ 5.2 ความสัมพันธ์ Pearson’s Correlation ระหว่างข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืน ทั้งสองประเภทและ ประชากร แบบอนุกรมเชิงเวลา ตั้งแต่ปี 2538-2553.....	74
ตารางที่ 5.3 $LQ_{GPP \text{ non-agriculture}}$ ใน 10 อันดับจังหวัดแรก ปี 2538-2545.....	76
ตารางที่ 5.4 $LQ_{GPP \text{ non-agriculture}}$ ใน 10 อันดับจังหวัดแรก ปี 2546-2553.....	77
ตารางที่ 5.5 $LQ_{NTL \text{ Area}}$ ใน 10 อันดับจังหวัดแรก ปี 2538 - 2545.....	79
ตารางที่ 5.6 $LQ_{NTL \text{ Area}}$ ใน 10 อันดับจังหวัดแรก ปี 2546 - 2553.....	80
ตารางที่ 5.7 $LQ_{\ln GPP \text{ non-agriculture}}$ ใน 10 อันดับจังหวัดแรกปี 2538 - 2545.....	82
ตารางที่ 5.8 $LQ_{\ln GPP \text{ non-agriculture}}$ ใน 10 อันดับจังหวัดแรกปี 2546 - 2553.....	83
ตารางที่ 5.9 $LQ_{\text{Smoothed NTL}}$ ใน 10 อันดับจังหวัดแรก ปี 2538 – 2545.....	84
ตารางที่ 5.10 $LQ_{\text{Smoothed NTL}}$ ใน 10 อันดับจังหวัดแรก ปี 2546 – 2553.....	85
ตารางที่ 5.11 ความสัมพันธ์ Pearson’s Correlation ระหว่างความชำนาญกิจการการผลิต ภายในเมืองจากข้อมูล GPP non-agriculture และ แสงสว่างเวลากลางคืน ทั้งสองประเภท ปี 2538-2553.....	86
ตารางที่ 5.12 ลักษณะความสัมพันธ์ Pearson’s Correlation รายจังหวัดระหว่างความชำนาญ กิจการการผลิตภายในเมืองจาก GPP non-agriculture และ แสงสว่าง เวลากลางคืนทั้งสองประเภท	89
ตารางที่ 5.13 ประเภทของเมืองตามลักษณะความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ LISA ระหว่างความชำนาญ กิจการการผลิตภายในเมืองจาก GPP และแสงสว่างเวลากลางคืน	90
ตารางที่ 5.14 การเปรียบเทียบจำนวนประชากรจากข้อมูลจริงและภูมิลำดับขนาด ในจังหวัด 10 อันดับแรก ปี 2553.....	95

ตารางที่ 5.15 การเปรียบเทียบสัดส่วนพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนจากข้อมูลจริงและ กฎลำดับขนาด ในจังหวัด 10 อันดับแรก ปี 2553	96
ตารางที่ 5.16 การเปรียบเทียบ ln Population จากข้อมูลจริงและกฎลำดับขนาด ในจังหวัด 10 อันดับแรก ปี 2553.....	97
ตารางที่ 5.17 การเปรียบเทียบ Smoothed NTL จากข้อมูลจริงและกฎลำดับขนาด ในจังหวัด 10 อันดับแรก ปี 2553.....	98
ตารางที่ 5.18 ลักษณะความสัมพันธ์ Pearson’s Correlation ระหว่างประชากรและแสงสว่าง เวลากลางคืนทั้งสองประเภทตามกฎลำดับขนาด รายจังหวัด	100
ตารางที่ 5. 19 ประเภทของเมืองตามลักษณะความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ LISA ระหว่างลำดับศักร์ ของเมืองจากประชากร และแสงสว่างเวลากลางคืน	101
ตารางที่ 6.1 ความเหมาะสมในการใช้แสงสว่างเวลากลางคืนศึกษาความเจริญเติบโตตามความ ชำนาญกิจกรรมการผลิตในจังหวัด.....	109
ตารางที่ 6.2 ความเหมาะสมในการนำแสงสว่างเวลากลางคืนศึกษาความเจริญเติบโตตามลำดับ ศักร์ของเมือง	110

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 วิธีดำเนินการศึกษา	5
ภาพที่ 2.1 ดาวเทียม DMSP.....	7
ภาพที่ 2.2 ระดับของความเป็นเมือง	17
ภาพที่ 2.3 ความเชื่อมโยงระหว่างเศรษฐกิจและการพัฒนาเมืองตามแนวความคิด พื้นฐานเศรษฐกิจ	27
ภาพที่ 2.4 กิจกรรมทางเศรษฐกิจภายในเมือง	28
ภาพที่ 2.5 Rank-size Distribution of Populations	31
ภาพที่ 3.1 การเปลี่ยนแปลงขอบเขตการปกครองตั้งแต่ปี 2536.....	39
ภาพที่ 3.2 พื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนในประเทศไทย ตั้งแต่ปี 2538-2553.....	41
ภาพที่ 3.3 กราฟข้อมูลพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน ค่าเฉลี่ยแสงสว่างเวลากลางคืน Smoothed Nighttime Light ปี 2538-2553	42
ภาพที่ 3.4 ความชำนาญในสาขาการผลิตภาคเกษตรกรรม การค้าและบริการ และ ภาคอุตสาหกรรม รายจังหวัด ปี 2553	49
ภาพที่ 3.5 จำนวนประชากรและความหนาแน่นปี 2553.....	51
ภาพที่ 4. 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	54
ภาพที่ 4.2 การคำนวณพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนอย่างง่าย จาก Model Builder	56
ภาพที่ 4.3 ระบบพิกัด UTM zone 47 และ 48 ในประเทศไทย.....	57
ภาพที่ 4.4 เปรียบเทียบลักษณะข้อมูล Raster และ Vector.....	59
ภาพที่ 4.5 เปรียบเทียบลักษณะข้อมูลแสงสว่างที่ได้จากขั้นตอน Intersection และ Dissolve	59
ภาพที่ 4.6 การคำนวณ NTL Mean จาก ArcGIS โดยใช้ Model Builder	61
ภาพที่ 4.7 ลักษณะสัมพันธ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน.....	66
ภาพที่ 4.8 การแจกแจงปกติมาตรฐาน Z-test.....	69
ภาพที่ 4.9 Quadrants of Moran Scatterplot.....	69

ภาพที่ 5.1 ความเปลี่ยนแปลงพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนในประเทศไทยจากการสังเกตการณ์.	72
ภาพที่ 5.2 อัตราการเปลี่ยนแปลง $LQ_{GPP \text{ non-agriculture}}$ ตั้งแต่ปี 2538 - 2553.....	77
ภาพที่ 5.3 $LQ_{GPP \text{ non-agriculture}}$ ปี 2538 - 2553.....	78
ภาพที่ 5.4 อัตราการเปลี่ยนแปลงความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจากพื้นที่ แสงสว่างเวลากลางคืน ตั้งแต่ปี 2538 - 2553	80
ภาพที่ 5.5 $LQ_{NTL \text{ Area}}$ ปี 2538 - 2553	81
ภาพที่ 5.6 $LQ_{\ln GPP \text{ non-agriculture}}$ ปี 2538 - 2553	83
ภาพที่ 5.7 $LQ_{\text{Smoothed NTL}}$ ปี 2538 - 2553	85
ภาพที่ 5.8 แผนภูมิเปรียบเทียบความสัมพันธ์ Pearson's Correlation ระหว่างความชำนาญ กิจกรรมการผลิตภายในเมืองจากข้อมูล GPP non-agriculture และ แสงสว่างเวลากลางคืนทั้งสองประเภท ตั้งแต่ปี 2538-2553.....	87
ภาพที่ 5.9 ความสัมพันธ์ Pearson's Correlation ระหว่างความชำนาญกิจกรรมการผลิต ภายในเมืองจากข้อมูล GPP non-agriculture และ แสงสว่างเวลากลางคืน ทั้งสองประเภท รายจังหวัดแบบอนุกรมเชิงเวลา.....	88
ภาพที่ 5.10 ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ LISA ระหว่างความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมือง จาก GPP และแสงสว่างเวลากลางคืนจาก Dark & Bright NTL	91
ภาพที่ 5.11 ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ LISA ระหว่างความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมือง จาก GPP และแสงสว่างเวลากลางคืนจาก INTENSITY OF LIGH.....	92
ภาพที่ 5.12 ลำดับค้ำยกของเมืองจากจำนวนประชากร 10 อันดับแรก ปี 2538-2553.....	94
ภาพที่ 5.13 จำนวนประชากรตามลำดับค้ำยกของเมืองเทียบกับจำนวนประชากรจริง ปี 2553..	94
ภาพที่ 5.14 ลำดับค้ำยกของเมืองจากพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน 10 อันดับแรก ปี 2538-2553.....	95
ภาพที่ 5.15 Smoothed NTL จากข้อมูลจริงและกฎลำดับขนาด ปี 2553.....	96
ภาพที่ 5.16 Smoothed NTL ตามลำดับค้ำยกของเมืองเทียบกับจำนวนประชากรจริงปี 2553.	98

ภาพที่ 5.17 ความสัมพันธ์ Pearson's Correlation ระหว่างประชากรและแสงสว่างเวลา กลางคืนทั้งสองประเภทตามภูมิลำดับขนาด รายจังหวัดแบบอนุกรมเชิงเวลา	99
ภาพที่ 5.18 ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ LISA ระหว่างลำดับคีย์ของเมืองจากประชากรและ แสงสว่างเวลากลางคืนจาก Dark & Bright NTL	102
ภาพที่ 5.19 ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ LISA ระหว่างลำดับคีย์ของเมืองจากประชากรและ แสงสว่างเวลา กลางคืนจาก Intensity of Light.....	103
ภาพที่ 5.20 ความสัมพันธ์ระหว่างแสงสว่างเวลากลางคืนอำเภอเมืองกับอำเภออื่น ๆ ภายในจังหวัด	106



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

สิ่งหนึ่งที่สำคัญในการวางแผนพัฒนาเมืองหรือประเทศ คือ ฐานข้อมูลทั้งด้านสังคม เศรษฐกิจ และประชากร เมื่อข้อมูลดังกล่าวมีคุณภาพ ถูกต้อง สมบูรณ์ และทันสมัยจะทำให้ภาครัฐสามารถกำหนดทิศทางการพัฒนาเมืองและวางแผนโครงสร้างพื้นฐานเพียงพอต่อความต้องการของประชาชนได้อย่างมีประสิทธิภาพสร้างความเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ พร้อมทั้งสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีให้แก่ประชาชนได้ นอกจากนี้ภาคเอกชนยังสามารถใช้ข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจลงทุนในโครงการต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้การจัดเก็บข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจและประชากรดังกล่าวต้องใช้ทรัพยากร ในการจัดเก็บค่อนข้างมาก โดยเฉพาะในด้านงบประมาณในการจัดเก็บ จึงไม่สามารถจัดเก็บและปรับปรุงข้อมูลได้ทุกปีทำให้ข้อมูลที่ได้ขาดความทันสมัย เช่น ข้อมูลสำมะโนประชากรของประเทศไทยที่มีการเก็บและเผยแพร่ทุก 10 ปี เป็นต้น แต่การพัฒนาเมืองนั้นอาจจะต้องใช้ข้อมูลเศรษฐกิจและประชากรที่มีความทันสมัย เพื่อจัดสรรงบประมาณให้แก่ภาคส่วนต่าง ๆ นำไปปรับปรุงพัฒนาแผนและปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ให้ทันต่อสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภายในเมืองที่เกิดขึ้นตลอดเวลา หน่วยงานราชการของไทยส่วนใหญ่จึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลประชากรตามทะเบียนราษฎร์เป็นฐานข้อมูลหลัก ซึ่งข้อมูลก็มีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงอยู่พอสมควร โดยเฉพาะในจังหวัดที่มีประชากรแฝงจากการเข้ามาอยู่อาศัยเพื่อศึกษาหรือทำงานโดยไม่ได้ย้ายทะเบียนบ้านให้ตรงกับพื้นที่ที่อยู่อาศัยจริง เช่น กรุงเทพมหานคร ภูเก็ต ชลบุรี ขอนแก่น เชียงใหม่ เป็นต้น จากข้อจำกัดทางการจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวที่ทำให้หลาย ๆ พื้นที่มีข้อมูลไม่ตรงกับความเป็นจริงหรือมีข้อมูลที่ไม่ทันสมัย ในกรณีนี้หลาย ๆ ประเทศได้นำภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืน (Nighttime Light Satellite Image) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมือง ดังนั้นภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนอาจเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สามารถช่วยเติมเต็มข้อมูลเศรษฐกิจและประชากรสำหรับการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของเมืองเพื่อวางแผนพัฒนาเมืองให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งจะประโยชน์ต่อการวางแผนพัฒนาเมืองต่อไป

ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืน เป็นภาพถ่ายดาวเทียมที่สะท้อนแสงที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวโลก เพื่อติดตามสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งระดับมหภาคและระดับภูมิภาค ด้วยดาวเทียม Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) มีการสำรวจและจัดเก็บข้อมูลอย่างสม่ำเสมอทำให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เมือง ทั้งลักษณะการกระจายตัวของเมือง ความหนาแน่นของสิ่งปลูกสร้าง ฯลฯ จึงสามารถอธิบายลักษณะการเจริญเติบโตและขอบเขตของ

เมืองได้อย่างชัดเจนด้วยการสังเกตพื้นที่แสงสว่างที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนยังเป็นข้อมูลสาธารณะสามารถเข้าถึงได้อย่างสะดวก รวดเร็ว

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่า ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนสามารถนำมาศึกษาปรากฏการณ์การกลายเป็นเมือง (Urbanization) ในหลายประเทศ โดยการประมาณการพื้นที่เมือง การศึกษาความเปลี่ยนแปลงของเมืองตามช่วงเวลาต่าง ๆ และพบว่าข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนมีความสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศอย่างน่าเชื่อถืออีกด้วย (Wu et al., 2013 และ Zhou et al., 2015) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhang & Karen (2013) ที่สามารถใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืน ระบุการกลายเป็นเมืองได้อย่างแม่นยำ โดยเฉพาะในประเทศที่พัฒนาแล้ว นอกจากนี้ Mellander et al. (2013) ได้ทำการศึกษาการใช้ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนตรวจสอบกิจกรรมทางเศรษฐกิจในประเทศสวีเดน พบว่า ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนสามารถเป็นตัวบ่งชี้จำนวนประชากรและสามารถวัดการขยายตัวของเมือง ความหนาแน่นและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจภายในเมืองได้ ดังนั้นภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืน จึงเป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่มีศักยภาพในการศึกษาความเจริญเติบโตของเมือง

จากงานวิจัยข้างต้นสามารถยืนยันได้ว่าภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของเมือง แต่ยังไม่มียานวิจัยที่นำข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนมาใช้ในการวางแผนเมืองตามทฤษฎีความเจริญเติบโตของเมืองจริง และหนึ่งในทฤษฎีที่สำคัญในการวางแผนเมือง คือ ทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจ (Economic Base Theory) เป็นทฤษฎีที่มีการนำมาใช้ในการวางแผนพัฒนาเมือง ทั้งนี้ทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจได้อธิบายระบบเศรษฐกิจภายในเมือง ประกอบไปด้วยสาขาการผลิตพื้นฐาน (Basic sector) เป็นพื้นฐานเศรษฐกิจของเมืองทำให้เมืองเกิดความเจริญเติบโตด้วยการส่งออกสินค้าและบริการไปยังเมืองอื่น ๆ และสาขาการผลิตที่ไม่ใช่พื้นฐาน (Non-Basic sector) เป็นสาขาการผลิตที่รองรับความต้องการสินค้าและบริการภายในเมือง ระบบเศรษฐกิจดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ทางเศรษฐกิจระหว่างเมืองที่ส่งผลให้เมืองแต่ละเมืองมีความเจริญเติบโตแตกต่างกัน (ประพันธ์ เศวตนันท์, 2520) ลำดับสำคัญของเมืองก็แตกต่างกันด้วย โดยเมืองขนาดใหญ่จะมีจำนวนประชากรและบทบาทหน้าที่มากกว่าเมืองขนาดเล็กเป็นความสัมพันธ์ระหว่างอันดับของเมืองและจำนวนประชากรภายในเมือง ทฤษฎีทั้งสองจึงเป็นทฤษฎีที่สำคัญในการอธิบายความเจริญเติบโตของเมืองและใช้ในการวางแผนพัฒนาภาคและเมือง

ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จะเป็นการทดลองนำภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนมาเป็นตัวแทนข้อมูลด้านเศรษฐกิจและประชากรเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองระดับจังหวัดในประเทศไทยตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจ เพื่อทดสอบความสามารถในการใช้ข้อมูลแสงสว่างในตอนกลางคืน ผลการศึกษาคงจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการวิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโตของเมืองและสามารถนำไปเป็นเครื่องมือประยุกต์ใช้ในการวางแผนภาคและเมืองได้อีก

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนกับข้อมูลเศรษฐกิจและประชากรรายจังหวัด ในประเทศไทย
- 1.2.2 เพื่อศึกษาการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนเป็นตัวแทนข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจและประชากร ในวิเคราะห์การเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจ (Economic Base Theory)
- 1.2.3 เพื่ออธิบายความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้แสงสว่างเวลากลางคืนในการวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองกับเมืองประเภทต่าง ๆ

1.3 คำถามการวิจัย

ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนสามารถชี้วัดการเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจได้หรือไม่

1.4 สมมติฐานการวิจัย

ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนมีความสัมพันธ์กับข้อมูลเศรษฐกิจและประชากร จึงสามารถชี้วัดเจริญเติบโตของเมืองได้ตามพื้นฐานเศรษฐกิจ แต่การนำข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนมาใช้แทนข้อมูลเศรษฐกิจและประชากรอาจจะมีข้อจำกัดบางประการตามประเภทของเมือง

1.5 ขอบเขตงานวิจัย

1.5.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนในการวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองในประเทศไทย ในครั้งนี้เป็นการศึกษาความเจริญเติบโตของเมืองรายจังหวัด ด้วยภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนตามแนวคิดพื้นฐานเศรษฐกิจ ตั้งแต่ปี 2538-2553 เนื่องจากเป็นช่วงเวลามีฐานข้อมูลเศรษฐกิจ และประชากร ใช้ฐานข้อมูลขอบเขตการปกครอง 75 จังหวัดและกรุงเทพมหานคร ทำให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างปี พิจารณาความสัมพันธ์ด้านเศรษฐกิจด้วยทฤษฎีอัตราส่วนที่ตั้ง และความสัมพันธ์ด้านประชากรด้วยทฤษฎีลำดับศัภย์ของเมือง โดยใช้พื้นฐานข้อมูลที่ภาครัฐกำหนดเป็นตัวชี้วัดความเจริญเติบโตของเมือง ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (Gross Provincial Product : GPP) และ ประชากรตามทะเบียนราษฎร เป็นสำคัญ

1.5.2 ขอบเขตด้านพื้นที่ศึกษา

การวิจัยนี้จะทำการศึกษาศึกษาการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนในการวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองรายจังหวัดในประเทศไทย มีพื้นที่รวม 513,115 ตร.กม. โดยการใช้การแบ่งขอบเขตจังหวัดปี 2536 เป็นสำคัญ ซึ่ง ณ.ขณะนั้นมีการแบ่งจังหวัดออกเป็น 75 จังหวัดและกรุงเทพมหานคร (ปัจจุบัน (ปี 2559) ประเทศไทยมี 76 จังหวัดและกรุงเทพมหานคร)

1.6 วิธีดำเนินการศึกษา

1.6.1 ทบทวน แนวความคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แสงสว่างเวลากลางคืน พื้นฐานเศรษฐกิจของเมือง ลำดับศัภคย์ของเมือง (Urban Hierarchy) อัตราส่วนที่ตั้ง (Location Quotient) และความสัมพันธ์ระหว่างเมือง รวมถึงวรรณกรรมที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืน เป็นต้น

1.6.2 รวบรวมและศึกษาข้อมูลต่าง ๆ จากหน่วยงานราชการและเอกชน โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเด็น ดังนี้

(1) ข้อมูลทางด้านกายภาพ ได้แก่ ขอบเขตการปกครองแต่ละจังหวัดและภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้รับมาจากกรมโยธาธิการและการผังเมือง และ National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) ตามลำดับ

(2) ข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ สถิติผลิตภัณฑ์มวลรวมระดับจังหวัด (GPP) จากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและประชากรแห่งชาติ

(3) ข้อมูลทางด้านสังคม ได้แก่ สถิติจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร จากกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย

1.6.3 ทดสอบการใช้ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนมาเป็นตัวแทนข้อมูลเศรษฐกิจและประชากรกับทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจ โดยพิจารณาความสามารถในการแทนข้อมูลประชากรด้วยทฤษฎีลำดับศัภคย์ของเมือง และพิจารณาความสามารถในการแทนข้อมูลด้านเศรษฐกิจด้วยทฤษฎีอัตราส่วนที่ตั้ง

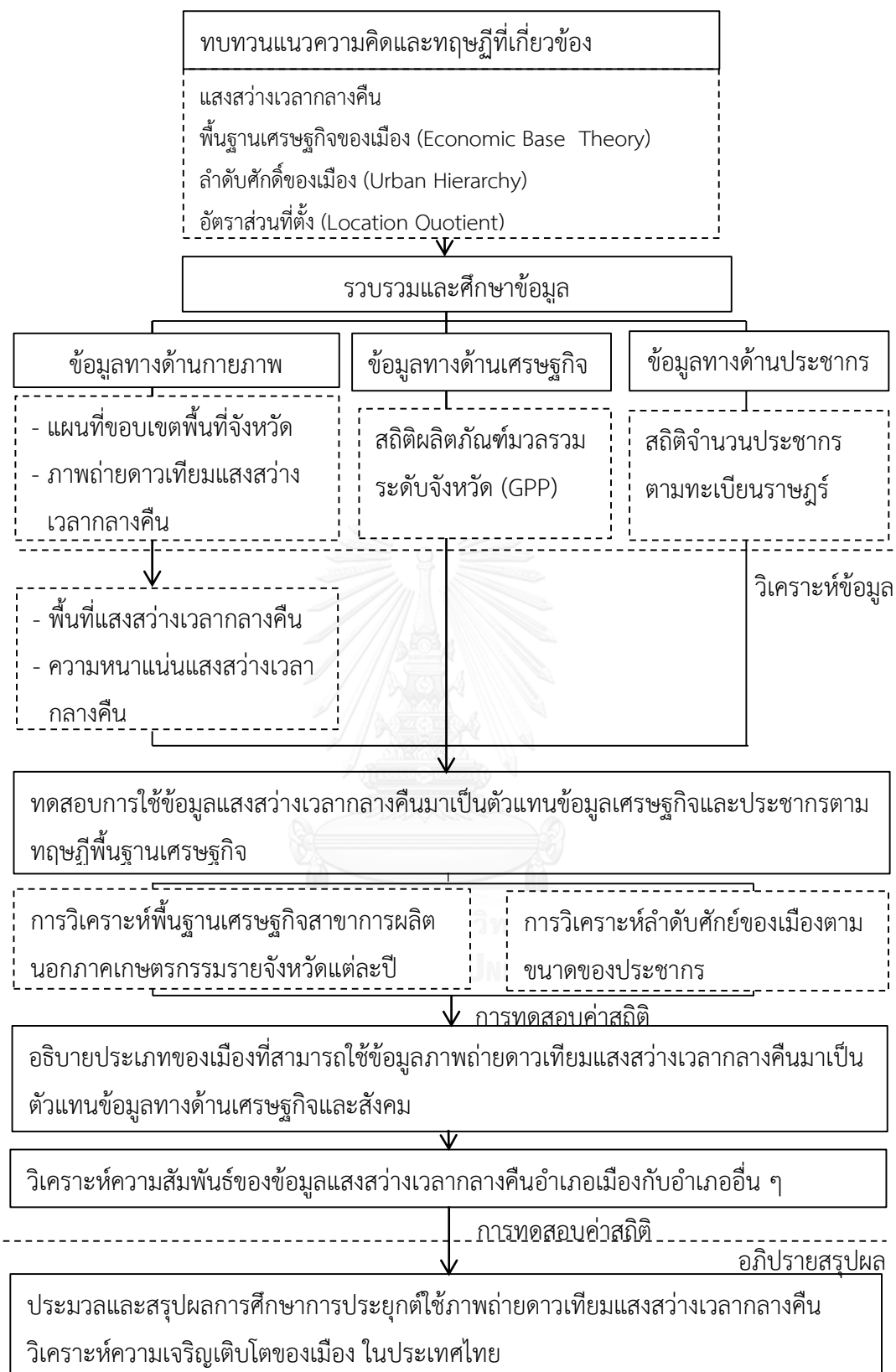
1.6.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนที่ตั้งจากแสงสว่างเวลากลางคืนและผลิตภัณฑ์มวลรวมและลำดับศัภคย์ของเมืองจากแสงสว่างเวลากลางคืนและจำนวนประชากร

1.6.5 อธิบายประเภทของเมืองที่สามารถใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนมาเป็นตัวแทนข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจและประชากร

1.6.6 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนอำเภอเมืองกับอำเภออื่น ๆ

1.6.7 ประมวลและสรุปผลการศึกษาศึกษาการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างในตอนกลางคืนในการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของเมือง ในประเทศไทย

จากวิธีการดำเนินการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 วิธีดำเนินการศึกษา

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

1.7 นิยามศัพท์

(1) แสงสว่างเวลากลางคืน (Nighttime Light: NTL) หมายถึง แสงสว่างบนพื้นผิวโลกที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์ สามารถตรวจจับได้ด้วยดาวเทียม DMSP

(2) พื้นฐานเศรษฐกิจของเมือง (Economic Base Theory) หมายถึง กิจกรรมในสาขาการผลิตที่สามารถส่งออกสินค้าและบริการไปยังเมืองอื่น ๆ ซึ่งกิจกรรมเหล่านั้นจะเป็นตัวขับเคลื่อนเศรษฐกิจภายในเมืองและทำให้เมืองมีความเจริญเติบโตหรือความสำคัญในระดับประเทศ

(3) อัตราส่วนที่ตั้ง (Location Quotient) หมายถึง การเปรียบเทียบความชำนาญในการผลิตของเมืองกับความชำนาญในการผลิตในสาขาเดียวกันระดับประเทศ

(4) ลำดับคักยของเมือง (Urban Hierarchy) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างอันดับของเมืองกับจำนวนประชากรที่อยู่ภายในเมืองนั้น ๆ

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

(1) ทราบถึงระดับความสัมพันธ์ของการประยุกต์ใช้แสงสว่างเวลากลางคืนวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองแทนข้อมูลเศรษฐกิจ และประชากร ในจังหวัดต่าง ๆ

(2) ทราบถึงความเหมาะสมและข้อจำกัดในการนำข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนไปใช้วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมือง

(3) สามารถใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองแทนข้อมูลเศรษฐกิจและประชากรในการวางแผนพัฒนาเมือง โดยเฉพาะในกรณีที่มีข้อจำกัดทางด้านข้อมูลเศรษฐกิจและประชากร

บทที่ 2

แนวความคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนในการวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมือง ในประเทศไทย ได้ศึกษา แนวความคิด ทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐานในการกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยและการอ้างอิง รวมไปถึงการวิเคราะห์อันนำไปสู่การสรุปผลการวิจัย โดยมีรายละเอียดแนวความคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 แนวความคิดแสงสว่างเวลากลางคืน (Nighttime Light: NTL)

2.1.1 นิยามและความหมายของแสงสว่างเวลากลางคืน

แสงสว่างเวลากลางคืน หมายถึง แสงสว่างบนพื้นผิวโลกที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์ สามารถตรวจจับได้ด้วยดาวเทียม Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) ดังนั้นแสงสว่างที่นำมาใช้สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้จะไม่นำแสงสว่างที่เกิดจากธรรมชาติ เช่น ไฟป่า แสงเหนือ-แสงใต้ ฯลฯ มาพิจารณาด้วย

2.1.2 การจัดเก็บข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนด้วยดาวเทียม DMSP

ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืน ดำเนินการสำรวจและจัดเก็บข้อมูลโดย National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) ประเทศสหรัฐอเมริกา ด้วยดาวเทียม DMSP (ภาพที่ 2.1) ตั้งแต่ปี 2509 และเผยแพร่ข้อมูลแสงสว่างแก่สาธารณะเมื่อปี 2515



ภาพที่ 2.1 ดาวเทียม DMSP

ที่มา: <http://sattelite7.50webs.com/military.html>, 2559

วัตถุประสงค์แรกเริ่มของการส่งดาวเทียม DMSP ไปสำรวจเพื่อตรวจสอบกลุ่มเมฆไปใช้ประโยชน์ทางอุตุนิยมวิทยาและประโยชน์ทหารของกองทัพสหรัฐอเมริกา สำหรับพื้นที่ที่ไม่มีเมฆระบบเซนเซอร์ในดาวเทียม DMSP ยังสามารถตรวจจับคลื่นแสงสว่างเวลากลางคืนจากแต่ละเมืองได้อีกด้วย ดังนั้นเมื่อนำภาพถ่ายที่ได้จากการสำรวจหลาย ๆ ครั้งมารวมกันทำให้ได้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนจากเมืองต่าง ๆ ทั่วโลก ต่อมาจึงมีการนำมาประยุกต์ใช้กับการศึกษาที่เกี่ยวกับเมืองมากขึ้น ทั้งนี้ดาวเทียม DMSP มีการบันทึกภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนจากการตรวจจับความเข้มของแสงสว่างด้วยระบบ Operational Linescan System (OLS) ที่ออกแบบมาเพื่อตรวจจับกลุ่มเมฆในขณะที่มีแสงจันทร์ จะถ่ายภาพอัตโนมัติเพื่อให้ได้กลุ่มเมฆที่มีความคมชัดในเวลาใกล้เคียงจริงมากที่สุด จึงสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ในพื้นที่ที่มีแสงสว่างน้อย ภาพถ่ายที่ได้จะสามารถบันทึกแสงสว่างที่เกิดจากการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ การเผาไหม้ของชีวมวล ไฟป่า แหล่งน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ หรือแม้กระทั่งแสงสว่างจากเรือประมง เป็นต้น เมื่อได้ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนมาแล้ว National Geophysical Data Center (NGDC) จะนำไปประมวลผล แยกความเข้มของแสงที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติออกจากแสงที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์ เช่น แสงจันทร์ แสงเหนือ ไฟป่า เป็นต้น ยกเว้นกลุ่มเมฆที่บดบังพื้นผิวโลก และนำข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนที่ได้เผยแพร่แก่สาธารณะต่อไปในรูปของภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืน และตั้งแต่ปี 2535 – 2556 มีดาวเทียม DMSP จำนวน 6 ดวง ที่ถูกส่งไปจัดเก็บข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืน ได้แก่ F-10 F-12 F-14 F-15 F-16 และ F-18 เนื่องจากดาวเทียมแต่ละดวงเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งานจึงต้องส่งดวงใหม่ขึ้นไปสำรวจอยู่เสมอ ๆ ทำให้มีข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนจากดาวเทียมทั้ง 6 ดวง และในบางปีมีการใช้ดาวเทียมสำรวจซ้ำกันถึง 2 ดวง ทั้งนี้ดาวเทียมแต่ละดวงยังมีการตั้งค่าระบบเซนเซอร์ที่แตกต่างกันออกไป โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับการจัดเก็บข้อมูล ดังตารางที่ 2.1-2 National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2016)

ตารางที่ 2.1 ดาวเทียม DMSP ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนตั้งแต่ปี 2535 - 2556

ชนิดวงโคจร	ดาวเทียม	ปีที่ส่ง	ทิศ	ความสูง
Sun-synchronous "ช่วงเช้า" (06:00 - 12:00) (18:00 - 0:00)	DMSP F-10	2535	มาจากทางทิศเหนือ	830 กม.
	DMSP F-12	2537	มาจากทางทิศเหนือ	830 กม.
	DMSP F-14	04,2540	มาจากทางทิศเหนือ	833 กม.
	DMSP F-15	12,2542	มาจากทางทิศเหนือ	833 กม.
	DMSP F-16	10,2546	มาจากทางทิศเหนือ	833 กม.
	DMSP F-18	10,2550	มาจากทางทิศเหนือ	850 กม.

ที่มา: NOAA, 2559

ตารางที่ 2.2 ระยะเวลาที่ดาวเทียม DMSP แต่ละดวงสำรวจและจัดเก็บข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืน

ดาวเทียม/ ปีที่สำรวจ	2535	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
DMSP F-10	■	■	■																			
DMSP F-12			■	■	■	■	■	■														
DMSP F-14						■	■	■	■	■	■	■										
DMSP F-15									■	■	■	■	■	■	■	■						
DMSP F-16													■	■	■	■	■	■				
DMSP F-18																			■	■	■	■

ดัดแปลงจาก: NOAA, 2559

2.1.3 ลักษณะและข้อจำกัดของข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืน

ลักษณะข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืน

จากการศึกษาลักษณะของภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนของ NOAA สามารถแบ่งรายละเอียดออกเป็น 3 ประเภท คือ ความละเอียดเชิงเวลา ความละเอียดเชิงรังสี และความละเอียดเชิงพื้นที่ ดังต่อไปนี้ (Henderson, Storeygard, Weil, & National Bureau of Economic Research., 2009)

(1) ความละเอียดเชิงเวลา (Temporal Resolution)

ดาวเทียม DMSP มีวงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (Sun Synchronous Orbit) ช่วงเช้าที่ระดับความสูงประมาณ 830 กม. เหนือพื้นโลก ใช้เวลาในการโคจร 101 นาที/รอบ จึงสามารถโคจรรอบโลกได้ 14 รอบ/วัน โดยดาวเทียมแต่ละดวงจะเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หนึ่ง ๆ ของโลก 2 ครั้งต่อวัน ในเวลา 20.30 และ 22.00 ตามเวลาท้องถิ่น

(2) ความละเอียดเชิงรังสี (Radiometric Resolution)

แสงสว่างเวลากลางคืนใช้อุปกรณ์ถ่ายภาพช่วงคลื่นที่ตามองเห็น 2 ช่วงคลื่น คือ ช่วงคลื่น 0.4-4.0 μm เป็นช่วงพลังงานจากดวงอาทิตย์ และช่วงคลื่น 8.0-12.0 μm เป็นช่วงพลังงานจากโลก ภาพถ่ายที่ได้ในแต่ละดวงจะให้ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นจุดภาพ (Pixel) ความเข้มของแสงในรูปของเลขฐาน 2 (Digital Number : DN_2) จำนวน 6 bit ซึ่งจะทำให้มีระดับความเข้มที่แตกต่างกัน 64 ระดับ ตั้งแต่ 0-63 โดยค่าที่มีความสว่างต่ำที่สุด คือ สีดำ $DN_2 = 0$ ส่วนค่าที่สว่างมากที่สุด คือ สีขาว $DN_2 = 63$ ส่วนค่าที่อยู่ระหว่างกลางเป็นระดับสีเทา (Grey Level)

(3) ความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution)

ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนแต่ละจุดภาพจะห่างจากกัน 30 Second หรือประมาณ 0.86 ตร.กม. (900 x 900 ตร.ม. ในบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร) ระหว่างละติจูด 75°เหนือ และ 65°ใต้

ข้อจำกัดของข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืน

ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนที่ได้จากการสำรวจยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ ดังนี้ (Henderson et al., 2009)

(1) จุดภาพบริเวณขั้วโลกเหนือตอนบนของเส้น Arctic Cycle ละติจูด 66.5°เหนือ เป็นบริเวณที่จุดภาพไม่ได้สัดส่วนเกิดจากการสำรวจและแสงออโรรา (Aurora) ทำให้ข้อมูลบางพื้นที่ขาดหายไป ทั้งนี้บริเวณดังกล่าวมีประชากรอาศัยอยู่จำนวนน้อย เพียงร้อยละ 0.036 ของประชากรทั่วโลก ซึ่งเป็นจำนวนน้อยมากจึงไม่ควรนำพื้นที่ดังกล่าวมาพิจารณา

(2) การตั้งค่าระบบเซ็นเซอร์ในดาวเทียม (Satellite Sensor) ในดาวเทียมแต่ละดวงแตกต่างกัน และดาวเทียมแต่ละดวงจะต้องเปลี่ยนดาวเทียมดวงใหม่ตามอายุการใช้งาน ดังนั้นข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนที่ได้จากดาวเทียมต่างดวงจึงแตกต่างกัน ในทางสถิติจะแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยการกำหนดปีฐานหรือปีคงที่ (Year Fixed)

(3) ระดับความเข้มของแสงในภาพถ่ายดาวเทียมอาจจะไม่ตรงกับแสงที่เกิดขึ้นในพื้นที่จริง เนื่องจากความอิมพัลส์ของระบบเซ็นเซอร์ทำให้รัศมีความสว่างส่องไปในพื้นที่ใกล้เคียง และตัวแปรที่มีผลต่อขนาดภาพ (Scaling Factor) ได้แก่ อัตราขยายในการรับสัญญาณ (Gain) ที่นำไปแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (Analog to Digital) ในดาวเทียมแต่ละชุดแตกต่างกันด้วยเหตุผลที่ไม่สามารถอธิบายได้ Henderson et al. (2009) มีสมมติฐานว่านักวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนอาจจะต้องทำให้ข้อมูลปริมาณเมฆปกคลุมชัดเจนขึ้นจึงปรับอัตราขยายในการรับสัญญาณ

จากข้อจำกัดข้างต้นการนำข้อมูลแสงสว่างมาใช้งาน ผู้ใช้จำเป็นต้องปรับเทียบ (Calibration) ค่าแสงสว่างเวลากลางคืนในดาวเทียมแต่ละดวงให้อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด

2.1.4 การประยุกต์ใช้แสงสว่างเวลากลางคืนและข้อจำกัดที่เกิดขึ้น

ที่ผ่านมามีการนำภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยหลายด้าน เช่น การศึกษาทางด้านเศรษฐกิจและสังคม การปล่อยก๊าซเรือนกระจก มลภาวะทางแสง การจัดการภัยพิบัติ เป็นต้น สำหรับการศึกษาที่แสงสว่างเวลากลางคืนสามารถอธิบายและนำไปใช้งานได้ดีที่สุด คือ การทำแผนที่ขอบเขตเมือง โดยสามารถระบุพื้นที่เมืองและการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำสูง (Christopher, 2008) โดยงานวิจัยที่นำแสงสว่างเวลากลางคืนมาศึกษา

เกี่ยวกับเมืองส่วนใหญ่จะใช้ศึกษาในระดับมหภาคทั้งระดับประเทศและระดับภาค โดยสามารถแบ่งกลุ่มงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเรื่องประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมือง ได้ดังนี้

กระบวนการเป็นเมือง

Zhang and Seto (2013) ศึกษาเรื่อง Can Night-Time Light Data Identify Typologies of Urbanization? A Global Assessment of Successes and Failures เพื่อตรวจสอบความสามารถในการใช้แสงสว่างเวลากลางคืนแบบอนุกรมเชิงเวลามาช่วยในการอธิบายลักษณะกระบวนการกลายเป็นเมือง ด้วยการทดสอบทางสถิติเพื่อประเมินความสามารถในการระบุประเภทของการกลายเป็นเมืองจากภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนเปรียบเทียบกับภาพถ่ายทางอากาศ จำนวน 240 พื้นที่ในภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก ผลการศึกษาพบว่าสามารถใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนอธิบายลักษณะการเปลี่ยนแปลงของเมืองได้ถึงร้อยละ 93 และสามารถแบ่งประเภทของเมืองเป็น 8 ประเภท คือ (1) เมืองที่มีการเติบโตของกิจกรรมทางเศรษฐกิจสูงอย่างต่อเนื่อง (2) เมืองที่มีการเติบโตของกิจกรรมทางเศรษฐกิจคงที่ (3) เมืองที่มีการเติบโตของกิจกรรมทางเศรษฐกิจต่ำ (4) เมืองที่เกิดการกลายเป็นเมืองสูง (5) เมืองที่เกิดการกลายเป็นเมืองอย่างรวดเร็ว (6) เมืองที่เกิดการกลายเป็นเมืองในระดับปานกลาง (7) เมืองที่เกิดการกลายเป็นเมืองในระดับต่ำ และ (8) เมืองที่กำลังเกิดการกลายเป็นเมือง การแบ่งประเภทของเมืองดังกล่าวทำให้เห็นความแตกต่างของเมืองแต่ละประเภทอย่างชัดเจน ทั้งนี้การใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนยังมีความผิดพลาดในการระบุความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เมืองเกิดขึ้นร้อยละ 42 ซึ่งเป็นข้อจำกัดการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนที่เกิดจากการประมาณค่าความเป็นเมืองมากเกินไปจนทำให้พื้นที่ใกล้เคียงสว่างไปด้วย ข้อมูลจากแสงสว่างจึงบ่งชี้ว่าพื้นที่เมืองขยายตัวเพิ่มขึ้นแต่ในความเป็นจริงพื้นที่เมืองไม่ได้ขยายตัวออกไป

Zhou et al. (2015) ทำการศึกษาเรื่อง A global map of urban extent from nightlights โดยการสร้างแผนที่ขอบเขตเมืองด้วยภาพถ่ายดาวเทียม DMSP-OLS นำข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนมาวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) และเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ผลการศึกษาพบว่า โลกมีพื้นที่เมืองร้อยละ 0.5 จากพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งในระดับทวีป พื้นที่เมืองที่น้อยที่สุดจำนวนร้อยละ 0.1 อยู่ในทวีปโอเชียเนีย พื้นที่เมืองมากที่สุดจำนวนร้อยละ 2.3 อยู่ในทวีปยุโรป เมื่อวิเคราะห์ในระดับประเทศมีพื้นที่เมืองแตกต่างกันตั้งแต่ร้อยละ 0.01-10 โดยประเทศที่มีพื้นที่เมืองน้อยที่สุดต่ำกว่าร้อยละ 1 และมากที่สุดถึงร้อยละ 70 สำหรับพื้นที่ที่มีลักษณะของกระบวนการกลายเป็นเมืองกลุ่มเมืองดังกล่าวกระจายตัวอยู่มากบริเวณเส้นละติจูดที่

30 – 45 องศาเหนือ ได้แก่ ประเทศจีน สหรัฐอเมริกา และบริเวณที่เกิดพื้นที่เมืองสูงสุด คือ ลอนดอน 80 องศาตะวันตก บริเวณเมืองบอสตัน เมืองนิวยอร์ก และวอชิงตัน ดีซี ประเทศสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ยังพบว่า การประมาณการพื้นที่เมืองจากข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนมีความสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศอย่างน่าเชื่อถือ สามารถนำมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเมืองตามช่วงเวลาซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Zhang & Seto)

จะเห็นได้ว่าทั้งสองงานวิจัยมีความสอดคล้องและสนับสนุนซึ่งกันและกัน โดยเฉพาะประเด็นในเรื่องการนำแสงสว่างเวลากลางคืนมาศึกษากระบวนการเป็นเมืองซึ่งแสงสว่างเวลากลางคืนสามารถระบุพื้นที่เมืองได้อย่างแม่นยำสูง ถึงแม้การศึกษาในระดับประเทศจะทำให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนกับพื้นที่เมืองแต่ยังไม่ได้นำข้อมูลแสงสว่างมาใช้ประโยชน์สำหรับเมืองอย่างเต็มประสิทธิภาพ เช่น การใช้ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนศึกษาเศรษฐกิจและสังคมภายในเมือง ดังตัวอย่างงานวิจัยดังต่อไปนี้

การศึกษาเศรษฐกิจและสังคมภายในเมือง

Mellander (2013) ศึกษาเรื่องการใช้ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนเป็นตัวชี้วัดกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ในประเทศสวีเดน โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างแสงในเวลากลางคืนและกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ด้วยการทดสอบสหสัมพันธ์ทางสถิติ (Correlation Analysis) และหาความสัมพันธ์ด้วยวิธี OLS regressions รวมทั้งถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์ (Geographically Weighted Regressions : GWR) เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยทั้ง 2 ผลการวิจัยพบว่า แสงในเวลากลางคืน ประชากรและความหนาแน่นของสถานประกอบการมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง รวมถึงรัศมีของแสงและกิจกรรมทางเศรษฐกิจด้วยเช่นกัน แต่ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะแปรผกผันกับค่าแรงของประชากรในเมือง โดยในพื้นที่เมืองจะมีค่าแรงสูงกว่าในพื้นที่ชนบท นอกจากนี้ผลที่ได้จากการถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์สามารถแสดงให้เห็นถึงพื้นที่ที่มีความเกี่ยวเนื่องกันทางเศรษฐกิจ ซึ่งในแต่ละภูมิภาคจะมีความแตกต่างกันตามขนาดของเมืองและลักษณะของพื้นที่ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนสามารถเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเปรียบเทียบกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมได้

สำหรับใช้แสงสว่างเวลากลางคืนศึกษากิจกรรมทางเศรษฐกิจนั้นงานวิจัยของ Tanaka and Keola (2016) ทำการศึกษาเรื่อง Shedding Light on the Shadow Economy: A Nighttime Light Approach ได้แสดงให้เห็นว่าแสงสว่างเวลากลางคืนสามารถใช้วัดกิจกรรมทางเศรษฐกิจทั้งในระบบ (formal Sector) และนอกระบบ (Informal Sector) จึงแก้ไขปัญหาการขาดแคลนข้อมูลเศรษฐกิจกิจกรรมทางเศรษฐกิจนอกระบบได้ทำให้เกิดความเข้าใจระบบเศรษฐกิจภายในเมืองมากขึ้น เครื่องมือที่ในงานวิจัยชิ้นนี้ คือ หาความสัมพันธ์ระหว่างแสงสว่างเวลากลางคืนและยอดขาย

จากเศรษฐกิจในระบบและนอกระบบในแต่ละภูมิภาคของประเทศกัมพูชาปี 2011 และ นำความสัมพันธ์ที่ได้มาประมาณการยอดขายจากแสงสว่างเวลากลางคืนตั้งแต่ปี 1993-2010 พบว่า ยอดขายที่ได้จากการประมาณการทั้งในระบบและนอกระบบเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และข้อมูลแสง สว่างเวลากลางคืนมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมทางเศรษฐกิจรวมถึงการพัฒนาทางเศรษฐกิจของ ประเทศกัมพูชา

ถึงแม้งานวิจัยทั้งสองสามารถใช้แสงสว่างเวลากลางคืนศึกษากิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคม ได้แต่การนำแสงสว่างไปใช้งานอาจจะมีข้อจำกัดบางประการซึ่งยังไม่ได้ระบุไว้ด้วย เช่น รัศมีของแสง สว่างที่กระจายออกไปนอกเขตพื้นที่เมืองจริง รวมถึงการปรับปรุงข้อมูลแสงสว่างเพื่อใช้ในการ ประมาณการเศรษฐกิจและประชากรในพื้นที่ที่มีแสงสว่างน้อย เป็นต้น

งานวิจัยที่ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนศึกษาในกรณีของประเทศไทย ปัจจุบัน พบเพียงหนึ่งชิ้น คือ งานวิจัยของ ธาณี ชัยวัฒน์ (2559) ที่ศึกษาเรื่อง แสงไฟยามค่ำคืบ การเติบโตทาง เศรษฐกิจและความเหลื่อมล้ำเชิงพื้นที่ของไทย งานวิจัยชิ้นนี้ได้ใช้วิธีทดสอบความสัมพันธ์แบบอนุกรม เชิงเวลา โดยการควบคุมปัจจัยที่อาจจะมีผลต่อความสัมพันธ์ เช่น จำนวนประชากร เวลา สัดส่วน GPP ภาคเกษตรและอุตสาหกรรมต่อ GPP ทุกสาขาการผลิต และนำความสัมพันธ์ที่ได้มาประมาณค่า อัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจระดับจังหวัดจากแสงสว่างเวลากลางคืน ผลการศึกษาพบว่า แสงสว่าง เวลากลางคืนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอัตราการเติบโตของเศรษฐกิจอย่างมีนัยสำคัญ จึงสามารถ ยืนยันความสัมพันธ์ของแสงสว่างเวลากลางคืนและอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจระดับจังหวัดได้ นอกจากนี้รูปแบบการพัฒนาเศรษฐกิจของไทยพบว่าการพัฒนาเศรษฐกิจช่วงแรกมีการกระจุกตัวใน เมืองและเกิดการละทิ้งชนบท และเมื่อมีการพัฒนาเศรษฐกิจมากขึ้นจะมีมูลค่าทางเศรษฐกิจประมาณ 100 ล้านบาทต่อตร.กม. การพัฒนาจะเริ่มกระจายในแนวราบ ชนบทจะได้รับผลประโยชน์จากการ พัฒนาดังกล่าว สำหรับข้อจำกัดในการใช้ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืน พบว่า จังหวัดที่มีสัดส่วน กิจกรรมทางเศรษฐกิจในเวลากลางวันและเวลากลางคืนแตกต่างกันอาจส่งผลกระทบต่อความถูกต้องต่อการ ประมาณค่าความสัมพันธ์ งานวิจัยดังกล่าวได้พิสูจน์ให้เห็นแล้วว่าแสงสว่างเวลากลางคืนมี ความสัมพันธ์กับ GPP ของประเทศไทยเช่นเดียวกับประเทศอื่น ๆ แต่ยังไม่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ เชิงลึกในระดับจังหวัดที่จะช่วยอธิบายข้อจำกัดการใช้แสงสว่างเวลากลางคืนกับเมืองประเภทต่าง ๆ ชัดเจนขึ้น และยังไม่ได้นำค่าแสงสว่างเวลากลางคืนที่แตกต่างกันในดาวเทียมแต่ละดวงซึ่งอาจ เกิดความคลาดเคลื่อนได้เมื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบอนุกรมเชิงเวลา

ดังนั้นในงานวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนวิเคราะห์ ความเจริญเติบโตของเมืองในประเทศไทยจะนำช่องว่างของงานวิจัยจากการทบทวนวรรณกรรม มาแล้วข้างต้นมาแก้ไขและต่อยอดงานวิจัย โดยการเปรียบเทียบแสงสว่างเวลากลางคืนในแต่ละปี

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแสงสว่างเวลากลางคืน GPP และ ประชากร ในระดับประเทศรวมทั้งลงลึกไปในรายจังหวัด และนำแสงสว่างเวลากลางคืนมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมือง ตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจต่อไป

2.2 แนวความคิดเกี่ยวกับเมือง

2.2.1 นิยามและความหมายของเมือง

เมือง หมายถึง บริเวณที่มีการตั้งถิ่นฐานของประชากรรวมกันอย่างหลากหลายและหนาแน่น มีการประกอบกิจกรรมทางเศรษฐกิจภาคนอกเกษตรกรรม (Non-agriculture) เป็นหลัก ได้แก่ อุตสาหกรรม การค้าและบริการ เป็นต้น สำหรับเกษตรกรรมภายในเมืองมีอยู่เพียงส่วนน้อย โดยเมืองจะมีโครงสร้างและองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (Physical Environment) ที่สำคัญ ได้แก่ สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น มีรายละเอียดดังนี้ (นพนนท์ ตาปนานนท์, 2559)

สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ (Natural Environment) ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ สภาพอุทกวิทยา รวมถึงพืชและสัตว์พื้นถิ่น (Flora and Fauna) ที่อยู่ในพื้นที่เมืองนั้น ๆ ด้วย

สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น (Built Environment) ได้แก่ อาคาร สิ่งก่อสร้างต่าง ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในการอยู่อาศัย ประกอบกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมของประชากรที่อาศัยในเมืองนั้น ๆ (Nighttime Population) และประชากรแฝงจากนอกพื้นที่ที่เข้ามาเพื่อประกอบกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมเพียงชั่วคราว (Daytime Population) เป็นต้น รวมถึงโครงสร้างพื้นฐานทั้งสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ โดยสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้นสามารถแบ่งประเภทตามการใช้ประโยชน์ที่ดินภายในเมือง ได้ดังนี้

(1) ที่อยู่อาศัย (Residential Area)

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยเพื่อรองรับความต้องการขั้นพื้นฐานในการอยู่อาศัยของประชากรภายในเมือง ได้แก่ ที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก ที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง และที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย นอกจากนี้ได้ทบทวนข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าซึ่งมีผลโดยตรงต่อการเกิดแสงสว่างเวลากลางคืน จากข้อมูลสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (2554) พบว่าที่อยู่อาศัยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าร้อยละ 15 จากการใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศ รองจากภาคอุตสาหกรรมและพาณิชย์กรรม ช่วงเวลาที่ใช้ไฟฟ้ามากที่สุดโดยเฉลี่ยเกิดขึ้นช่วงเวลา 19.00-20.00 น. เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวประชากรที่อยู่อาศัยในเมืองกลับมาจากที่ทำงานต้องเปิดไฟตามที่อยู่อาศัยของตัวเองเพื่อให้แสงสว่างและมีการใช้ไฟฟ้าเกิดขึ้นพร้อม ๆ กันเป็นจำนวนมาก

(2) พาณิชยกรรม (Commercial Area)

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพาณิชยกรรมเพื่อรองรับการประกอบกิจกรรมทางเศรษฐกิจด้านการค้าและบริการของเมือง ซึ่งมีประชากรแฝงเข้ามาประกอบอาชีพหรือจับจ่ายใช้สอยจำนวนมาก การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทนี้โดยทั่วไปจะกระจุกตัวมากบริเวณย่านพาณิชยกรรมศูนย์กลางเมือง (Central Business District : CBD) และกระจายตัวบริเวณศูนย์กลางการค้าและบริการขนาดเล็กตามชุมชนต่าง ๆ ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าในภาคพาณิชยกรรมปี 2554 คิดเป็นร้อยละ 26 จากการใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศ รองจากภาคอุตสาหกรรม ช่วงเวลาที่ใช้ไฟฟ้ามากที่สุดโดยเฉลี่ยเกิดขึ้น 2 ช่วงเวลา คือ 13.00-14.00 น. หลังจากนั้นค่อย ๆ ลดลง และมีปริมาณสูงอีกครั้งจนใกล้เคียงกับเวลากลางวัน คือเวลา 20.00-21.00 น. ช่วงนี้จะเป็นการใช้ไฟฟ้าของภาคธุรกิจสถานบันเทิง รวมถึงห้างสรรพสินค้า

(3) อุตสาหกรรม (Industrial Area)

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมเพื่อรองรับการประกอบกิจกรรมในสาขาการผลิตภาคอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องมือและแรงงานจำนวนมาก จึงมีประชากรแฝงเข้ามาทำงานจำนวนมากด้วยเช่นกัน การใช้ประโยชน์ประเภทนี้โดยทั่วไปจะตั้งอยู่บริเวณชานเมืองเนื่องจากต้องใช้พื้นที่ในการประกอบกิจการค่อนข้างมากและมีความสะดวกในการขนส่งวัตถุดิบหรือผลผลิต ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรมปี 2554 คิดเป็นร้อยละ 46 จากการใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศ ช่วงเวลาที่ใช้ไฟฟ้ามากที่สุดโดยเฉลี่ยเกิดขึ้น 2 ช่วงเวลา คือ 13.00-14.00 น. และ 20.00 น.

(4) เกษตรกรรม (Agricultural Area)

การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเกษตรกรรมบริเวณภายในเมืองหรือโดยรอบเมืองเป็นเกษตรกรรมเพื่อความมั่นคงทางอาหารของเมืองหรือเกษตรกรรมที่มีมูลค่าสูงเพียงพอที่จะสร้างความคุ้มค่าแก่การใช้ประโยชน์ที่ดิน นอกจากนี้ยังมีพื้นที่ที่มีความจำเป็นต่อการสงวนรักษาสภาพความอุดมสมบูรณ์ทางธรรมชาติ พื้นที่ที่ใช้เพื่อการกำกับควบคุมการขยายตัวของเมือง (Green Belt) และพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อการป้องกันและบรรเทาพิบัติภัยทางธรรมชาติ เช่น ช่องทางผันน้ำท่วมหลาก (Flood Way) เป็นต้น พื้นที่เกษตรกรรมนี้มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพียงร้อยละ 0.2 จากการใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศ การทำเกษตรกรรมจะเกิดขึ้นเฉพาะช่วงเวลากลางวันและไม่จำเป็นต้องใช้ไฟฟ้ามากในช่วงเวลากลางคืนจึงไม่เกิดแสงสว่างบริเวณพื้นที่เหล่านี้

(5) สาธารณูปโภค

สาธารณูปโภคที่มีความสำคัญของเมืองได้แก่ ถนน ไฟฟ้า ประปา การจัดการของเสียทั้งการจัดเก็บและกำจัดขยะ การบำบัดน้ำเสีย และการระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม ฯลฯ รูปแบบการให้บริการสาธารณูปโภคเป็นโครงข่าย (Network) ตามโครงข่ายถนน ส่วนขนาดการให้บริการจะพิจารณาจากปริมาณความต้องการของประชากรที่มีชื่ออยู่ในทะเบียนของเมืองนั้น ๆ

(6) สาธารณูปการ

สาธารณูปการที่มีความสำคัญของเมืองได้แก่ สถานศึกษา สวนสาธารณะ โรงพยาบาล ศาสนสถาน และศูนย์ราชการ ฯลฯ โดยมีรูปแบบของการให้บริการเป็นรัศมีบริการ (Service Radius) มีระยะทางที่แตกต่างกันตามระดับของสาธารณูปการซึ่งแบ่งเป็นระดับชุมชน (Community Level) ระดับย่าน (District Level) ระดับเมือง (City Level) และระดับภาค (Regional Level)

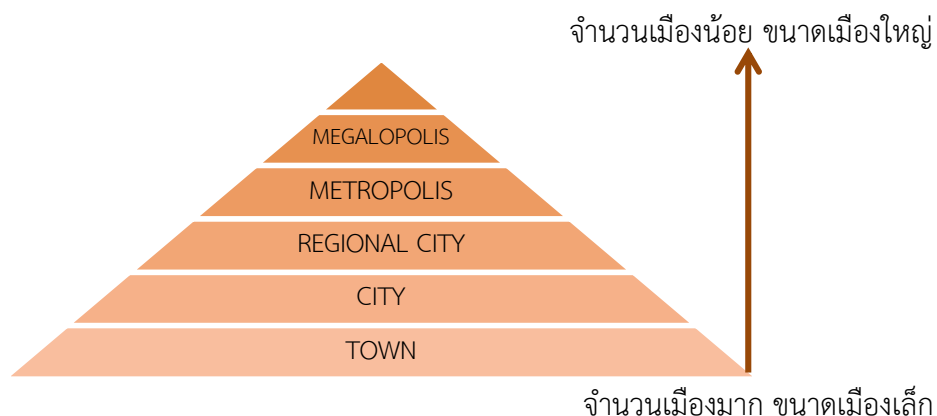
จากนิยามและความหมายของเมืองข้างต้นในงานวิจัยชิ้นนี้จึงได้พิจารณาพื้นที่เมือง เป็นพื้นที่ที่เกิดแสงสว่างเวลากลางคืน ได้แก่ พื้นที่ที่อยู่อาศัย พาณิชยกรรม และอุตสาหกรรม ทั้งนี้แต่ละเมืองยังมีลักษณะและระดับความเป็นเมืองที่แตกต่างกันออกไปตามจำนวนประชากร ระบบเศรษฐกิจ บทบาทหน้าที่ของเมือง รวมไปถึงกฎหมายและเขตการปกครองที่เป็นข้อกำหนดในแต่ละประเทศ จึงจำเป็นต้องพิจารณาการแบ่งประเภทของเมืองที่จะกล่าวต่อไป เนื่องประเภทของเมืองอาจส่งผลหรือข้อจำกัดบางประการต่อการนำข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนไปใช้เป็นตัวแทนข้อมูลเศรษฐกิจและประชากร

1. ขนาดของเมือง

ดัชนีชี้วัดความเป็นเมืองที่ง่ายที่สุด คือ ขนาดของประชากรภายในเมืองซึ่ง Gruen อ้างใน (วรรณรินทร์ พัฒนอะเนก, 2543) ได้แบ่งประเภทของเมืองออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่

- (1) หมู่บ้าน (Village) มีจำนวนประชากรประมาณ 1,000 คน
- (2) ชุมชน (Community) ประกอบด้วย 4-5 หมู่บ้าน เริ่มมีศูนย์กลางการค้าเพื่อให้บริการแก่คนในชุมชน ภายในชุมชนจะมีประชากรประมาณ 1,000-5,000 คน
- (3) เมืองเล็ก (Town) ประกอบด้วยชุมชนต่าง ๆ และศูนย์กลางการค้าระดับเมือง ภายในเมืองมีประชากรประมาณ 5,000-25,000 คน
- (4) เมือง (City) ประกอบด้วยเมืองต่าง ๆ และศูนย์กลางการค้า มีประชากรไม่เกิน 280,000 คน
- (5) มหานคร (Metropolis) เป็นเมืองที่มีประชากรจำนวนมากประมาณ 1 ล้านคนขึ้นไป มีการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจและการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว

นอกจากนี้ในปัจจุบันยังมีเมืองที่ขนาดใหญ่กว่ามหานคร เมืองเหล่านั้นได้เชื่อมต่อกันหลายมหานครเข้าด้วยกัน เรียกว่า อภิมหานคร (Megalopolis) มีจำนวนประชากร 10 ล้านคนขึ้นไป (Doxiad, 1968) การนำประเภทของเมืองดังกล่าวมาใช้ในประเทศไทย มานพ พงศทัต (2555) แบ่งประเภทของเมืองเพิ่มเติมดังนี้ กลุ่มอาคาร หมู่บ้าน เขต/อำเภอ เมืองเล็ก เมืองใหญ่ เมืองระดับภาคมหานคร อภิมหานคร สามารถสรุปขนาดความเป็นเมืองที่เกิดขึ้นได้ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ระดับของความเป็นเมือง

ดัดแปลงจาก: มานพ พงศทัต, 2555

สำหรับประเทศไทยใช้เกณฑ์การพิจารณา 2 แนวทาง ได้แก่ พระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2596 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2542 และเกณฑ์มาตรฐานผังเมืองรวม พ.ศ. 2549 มีรายละเอียด ดังนี้

พระราชบัญญัติเทศบาล 2596 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2542

เป็นการกำหนดเขตเทศบาลเพื่อจัดการปกครองโดยคำนึงถึงลักษณะการพัฒนาพื้นที่ ความหนาแน่นของประชากร การบริหารจัดการ การปกครองและการเมือง โดยแบ่งเทศบาลออกเป็น 3 ระดับ คือ เทศบาลตำบล เทศบาลเมืองและเทศบาลนคร ดังตารางที่ 2.3 (พระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2542, 2542)

ตารางที่ 2.3 ประเภทของเทศบาลตามพระราชบัญญัติเทศบาล 2596 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2542

ขนาดเทศบาล	ศูนย์ราชการ	จำนวนประชากร (คน)	ความหนาแน่น ประชากร (คน/ตร.กม.)	รายได้ ไม่รวมเงินอุดหนุน (บาท)
เทศบาลนคร	ศาลากลางจังหวัด	50,000 คนขึ้นไป	3,000	120 - 500 ล้านบาท
เทศบาลเมือง	ศาลากลางจังหวัด	10,000 คนขึ้นไป	3,000	8 - 50 ล้านบาท
เทศบาลตำบล	ที่ว่าการอำเภอ	7,000 คนขึ้นไป	ไม่กำหนด	12 ล้านบาท

ดัดแปลงจาก: กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2549

เกณฑ์มาตรฐานผังเมืองรวม 2549

เป็นการกำหนดขนาดเมืองเพื่อสร้างมาตรฐานในการวางแผนพัฒนาเมือง โดยแบ่งขนาดชุมชนเมืองเป็น 5 ขนาด คือ เมืองขนาดเล็กมาก เมืองขนาดเล็ก เมืองขนาดกลาง เมืองขนาดใหญ่ เมืองขนาดใหญ่มาก ดังตารางที่ 2.4 (กรมโยธาธิการและการผังเมือง, 2549)

ตารางที่ 2.4 ขนาดของเมืองตามเกณฑ์มาตรฐานผังเมืองรวม 2549

กลุ่มเมือง	จำนวนประชากร (คน)
เมืองขนาดใหญ่มาก	65,000 คนขึ้นไป
เมืองขนาดใหญ่	40,001 – 65,000
เมืองขนาดกลาง	20,001 – 40,000
เมืองขนาดเล็ก	8,000 – 20,000
เมืองขนาดเล็กมาก	ไม่เกิน 8,000

ดัดแปลงจาก: กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2549

ทั้งนี้เกณฑ์การแบ่งขนาดของเมืองดังกล่าวไม่ได้รวมกรุงเทพมหานครเข้าไปพิจารณาร่วมด้วย เนื่องจากกรุงเทพมหานครมีจำนวนประชากรภายในเมืองมากกว่าเมืองอื่น ๆ แบบก้าวกระโดด เป็นลักษณะของเมืองเอกนคร (Primate City)

จะเห็นได้ว่าการแบ่งเมืองตามพระราชบัญญัติเทศบาล 2596 และเกณฑ์มาตรฐานผังเมืองรวม 2549 ใช้พิจารณาเมืองระดับท้องถิ่น แต่การพิจารณาเมืองในระดับจังหวัดโดยใช้จำนวนประชากรเป็นเกณฑ์ในการแบ่งนั้นองค์การสหประชาชาติ (United Nation) ที่ได้แบ่งขนาดของเมืองในหลาย ๆ ประเทศทั่วโลก โดยมีเกณฑ์ในการแบ่งขนาดของเมืองตามจำนวนประชากร เป็น 4 ขนาด ดังนี้

- (1) มหานคร จำนวนประชากรมากกว่า 5,000,000 คน
- (2) นคร จำนวนประชากร 1,000,001-5,000,000 คน
- (3) เมืองขนาดใหญ่ จำนวนประชากร 500,001-1,000,000 คน
- (4) เมืองขนาดกลาง จำนวนประชากร 100,000-500,000 คน

ดังนั้นในการพิจารณาขนาดของเมืองในงานวิจัยครั้งนี้จึงใช้เกณฑ์การแบ่งตามองค์การสหประชาชาติ และใช้ทฤษฎีลำดับค้ำยกของเมือง (Urban Hierarchy) มาจัดอันดับของเมืองตามจำนวนประชากรโดยมีพื้นฐานแนวคิด คือ เมืองที่มีการพัฒนามากกว่าย่อมมีประชากรกระจุกตัวภายในเมืองสูงกว่าเมืองอื่น ๆ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างเศรษฐกิจและสังคมระหว่างเมือง ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดต่อไปในหัวข้อ ทฤษฎีลำดับค้ำยกของเมือง

2. ความเจริญเติบโตของเมืองในระดับภูมิภาค

Thompson (1965) และ Jacobs (1970) ได้อธิบายความเจริญเติบโตของเมืองส่วนใหญ่จะมีลักษณะความเจริญเติบโตที่คล้ายกัน โดยให้ความสำคัญกับการส่งออกสินค้าและบริการเป็นตัวขับเคลื่อนเศรษฐกิจให้เกิดความเจริญเติบโต สามารถอธิบายแนวความคิดลำดับขั้นความเจริญเติบโตของทั้งสองคนได้ดังนี้ (ตารางที่ 2.5)

ตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบลำดับขั้นการเจริญเติบโตของเมืองตามแนวคิดของ Thompson และ Jacobe

ลำดับการเจริญเติบโต	ลำดับขั้นการเจริญเติบโตของเมือง	
	แนวคิดของ Thompson (1965)	แนวคิดของ Jacobe (1970)
1	เมืองมีความชำนาญในการผลิตเฉพาะสินค้าและบริการบางชนิด ระบบเศรษฐกิจขึ้นอยู่กับอุตสาหกรรมใดอุตสาหกรรมหนึ่ง	เมืองสามารถส่งออกสินค้าและบริการได้เพียงแค่ 2- 3 ชนิด
2	การส่งออกสินค้าและบริการเพิ่มมากขึ้น เริ่มขยายกำลังในการผลิต	ผู้ผลิตสินค้าเป็นผู้ส่งออกสินค้าโดยตรง
3	เมืองสามารถผลิตสินค้าที่ใช้ทดแทนสินค้านำเข้าได้	เมืองสามารถผลิตสินค้าที่ใช้ทดแทนสินค้านำเข้าได้
4	ระบบกลายเป็นศูนย์กลางทางด้านการค้าและบริการ มีอิทธิพลต่อเมืองโดยรอบ	ระบบเศรษฐกิจเติบโตขึ้น สามารถประกอบกิจกรรมได้อย่างหลากหลาย เมืองกลายเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการส่งออกสินค้าและบริการ ทั้งยังเพิ่มปริมาณการนำเข้าวัตถุดิบบางอย่างเพื่อผลิตต่อไป
5	เมืองมีความชำนาญในการผลิตบางประเภทจนมีบทบาททางเศรษฐกิจในระดับประเทศ	สาขาการผลิตพื้นฐานของเมืองมีการพัฒนาตลอดเวลา และส่งผลต่อการพัฒนาระบบเศรษฐกิจอื่น ๆ ในเมือง ทำให้มีความชำนาญในสาขาการผลิตใหม่ ๆ มากขึ้น

ดัดแปลงจาก: บุญกิจ ว่องไวกิจไพศาล, 2551

จากตารางที่ 2.5 ในขั้นแรกของการเจริญเติบโตเริ่มจากการส่งออกสินค้าและบริการเพียงไม่กี่ประเภท สินค้าที่ส่งออกนี้ได้กลายเป็นพื้นฐานของเมืองสามารถทำรายได้เข้ามาในเมืองมากขึ้นและช่วยหล่อเลี้ยงกิจกรรมอื่น ๆ ภายในเมือง ส่วนสินค้าที่เมืองไม่สามารถผลิตได้เนื่องจากไม่มีวัตถุดิบก็จำเป็นต้องพึ่งพาการนำเข้า ต่อมาในขั้นตอนที่สองและสามของการพัฒนาระบบเศรษฐกิจภายในเมืองมีความเจริญเติบโตมากขึ้นจนเป็นระบบที่มีความซับซ้อน มีสินค้าส่งออกเพิ่มขึ้นหลายประเภท ในขณะที่เดียวกันก็จำเป็นต้องพึ่งพาการนำเข้าวัตถุดิบเพื่อการผลิตมากขึ้นด้วย รวมทั้งการพัฒนากิจกรรมทางเศรษฐกิจหรือสินค้าประเภทใหม่เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคทำให้เกิดความเจริญเติบโตของเมืองอย่างต่อเนื่อง ในขั้นตอนที่สี่ บริเวณพื้นที่ที่มีการค้าขายระหว่างเมืองกลายเป็นศูนย์กลางของภูมิภาค โดยเมืองที่มีอิทธิพลทางด้านการค้ามากกว่าจะมีขนาดของเมืองใหญ่กว่าเมืองอื่น ๆ เนื่องจากเมืองอื่น ๆ จะต้องพึ่งพาสินค้าและบริการจากเมืองใหญ่ ในขั้นตอนที่ห้า เมืองเจริญเติบโตขึ้นก็สามารถนำผลกำไรที่ได้จากการส่งออกสินค้าและบริการมาพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบเศรษฐกิจภายในเมืองต่อไป สามารถดึงดูดการลงทุนในกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งภาคอุตสาหกรรม การค้าและบริการ ได้มากขึ้น

ถึงแม้ทั้งสองแนวคิดจะมีลำดับขั้นการเจริญเติบโตของเมืองคล้าย ๆ กันแต่ทัศนะของ Thompson เชื่อว่าเมืองมีความเจริญเติบโตจากความชำนาญในสาขาการผลิตเฉพาะอย่าง และเมื่อมีทรัพยากรและแรงกระตุ้นการพัฒนาเศรษฐกิจจากภาครัฐและเอกชนเพียงพอที่จะพัฒนาในภาคการผลิตใหม่ ๆ เมืองมีขนาดใหญ่และซับซ้อนมากขึ้นก็จะกระจายกิจกรรมการผลิตเหล่านี้ไปสู่บริเวณเขตอิทธิพลอื่น ๆ ของเมือง ได้แก่ บริเวณชานเมือง หรือเมืองเล็ก ๆ โดยรอบแนวคิดดังกล่าวเป็นข้อสนับสนุนแก่ทฤษฎีลำดับศัภย์ของเมืองอีกประการหนึ่ง ทั้งนี้ในช่วงแรกของการพัฒนาระบบเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมภายในเมืองต้องใช้ความชำนาญในการผลิต การสนับสนุนจากรัฐกิจอื่น และความคล่องตัวในการผลิต ต่อมาเมื่อมีความชำนาญในการผลิตมากขึ้นความต้องการพึ่งพาธุรกิจอื่นจะลดน้อยลง ภาคการผลิตจะให้ความสำคัญกับการเลือกที่ตั้ง การรวมกลุ่มของธุรกิจที่เอื้อต่อกันในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งเพื่อช่วยให้เกิดการประหยัดจากขนาดในการลดต้นทุนการผลิต ธุรกิจบางอย่างจะย้ายฐานการผลิตไปสู่พื้นที่ที่มีต้นทุนต่ำกว่า แต่เมืองใหญ่ยังคงเป็นพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อความต้องการสินค้าที่ภาคธุรกิจต่าง ๆ ผลิตออกมา ดังนั้นถ้าภายในเมืองใหญ่มีการลงทุนขนาดใหญ่ที่คงที่ มีความเป็นผู้นำทางด้านตลาดอยู่เสมอจะทำให้เมืองมีความเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องและไม่สามารถตกต่ำได้

ข้อสรุปดังกล่าวยังมีข้อโต้แย้งเกิดขึ้น เช่น ที่ผ่านมามหานครจำนวนมากที่ประสบความสำเร็จด้านการพัฒนาเศรษฐกิจแต่ระบบเศรษฐกิจก็สามารถตกต่ำลงได้ เป็นต้น อย่างไรก็ตามลำดับขั้นการเจริญเติบโตของเมือง ของ Thompson ก็ช่วยให้เข้าใจพัฒนาการของเมืองมากขึ้น ส่วนทัศนะของ Jacobs ได้ให้ความสำคัญกับกิจกรรมการผลิตใหม่ ๆ ดังคำที่กล่าวไว้ว่า “Adding New Work to

Old” โดยเชื่อว่าเมืองไม่ได้เจริญเติบโตมาจากสิ่งที่เคยทำอยู่มาก่อนและทำมากขึ้น แต่ระบบเศรษฐกิจภายในเมืองเจริญเติบโตจากการพัฒนากิจกรรมการผลิตประเภทใหม่ ๆ ที่เพิ่มความหลากหลายแก่สินค้าและบริการเพื่อส่งออกให้มากขึ้นและทดแทนสินค้านำเข้า โดยกิจกรรมการผลิตใหม่ ๆ นี้มักจะขยายพื้นที่การผลิตหรือปรับเปลี่ยนที่ตั้งของกิจการเดิมจนทำให้หลายคนมองข้ามการเพิ่มงานใหม่ให้กับงานเก่า โดยการรวมตัวของกิจกรรมดังกล่าวทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ ด้วย แต่แนวคิดของ Jacobe ยังไม่สามารถตอบคำถามเรื่องพัฒนาการของเมืองจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอน เช่น มีบางเมืองเท่านั้นที่สามารถพัฒนาจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนแต่บางเมืองก็ไม่เกิดการพัฒนา (บุญกิจ ว่องไวกิจไพศาล, 2551)

นอกจากนี้ทั้ง Thompson และ Jacobe ไม่ได้กล่าวถึงพัฒนาการทางเศรษฐกิจในแต่ละช่วงเวลาซึ่งมีส่วนสำคัญต่อพัฒนาการความเจริญเติบโตของเมืองด้วยเช่นกัน Watkins (1980) ได้อธิบายว่า การพัฒนาของเมืองขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมทางประวัติศาสตร์ วัฒนธรรมและเศรษฐกิจ จึงต้องศึกษาประวัติศาสตร์ของเมืองร่วมกับลำดับขั้นของการพัฒนาเพื่ออธิบายการเจริญเติบโตที่เกิดขึ้น โดยมีช่วงเวลาสำคัญที่ทำให้เมืองเกิดการเปลี่ยนแปลงไปสู่ความเจริญเติบโต ดังนี้

(1) ศูนย์กลางการค้า (Trade Centers)

ในยุคกลาง (Middle Ages) เมืองสำคัญ ๆ เกิดขึ้นในฐานะศูนย์กลางการค้าและศูนย์กลางการเมือง สังคม และศาสนา โดยมีการขนส่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เมืองมีความเจริญเติบโตสามารถขยายบริเวณอิทธิพลไปยังพื้นที่อื่น ๆ นโยบายทางเศรษฐกิจที่สำคัญของเมืองในยุคนี้ คือ การขยายอิทธิพลทางการค้าและควบคุมการค้าขายบริเวณพื้นที่ได้อิทธิพล นอกจากนี้ภายในเมืองยังมีการกระจุกตัวของกิจกรรมทางการเมืองการปกครอง ศาสนา และวัฒนธรรม

(2) ยุคอุตสาหกรรม (Industrial Era)

ประมาณปี 1840-1860 มีการพัฒนาอุตสาหกรรมภายในเมือง แต่ละเมืองสามารถพัฒนาตลาดภายในประเทศหรือระหว่างประเทศเพื่อรองรับสินค้าจากอุตสาหกรรมหนึ่ง ๆ พื้นที่ที่มีอิทธิพลของเมืองเป็นเมืองที่มีการติดต่อทางการค้าขายสินค้าบางอย่างและทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต ในยุคนี้เมืองที่สามารถครอบครองทรัพยากรได้มากก็จะมีอิทธิพลเหนือเมืองอื่น ๆ มากด้วยเช่นกัน ดังนั้นที่ตั้งที่สามารถเข้าถึงทรัพยากรในการผลิตได้อย่างสะดวก เกิดการประหยัดจากขนาดและการพัฒนาทางเทคโนโลยี เป็นสิ่งสำคัญอย่างมากต่อความเจริญเติบโตของเมือง นอกจากนี้การพัฒนาทางเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นยังทำให้ภาคเกษตรกรรมใช้แรงงานในการผลิตน้อยลงแต่สามารถผลิตได้มากขึ้น ในขณะเดียวกันภาคอุตสาหกรรมมีความต้องการแรงงานเพิ่มมากขึ้นประชาชนที่อยู่อาศัยในชนบทจึงอพยพเข้าสู่เมือง เมืองจึงมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว

(3) หลังปฏิวัติอุตสาหกรรม

เมืองต่าง ๆ ประสบปัญหาความเสื่อมโทรมจากการพัฒนาอุตสาหกรรมภายในเมือง อุตสาหกรรมจำนวนมากจึงย้ายไปสู่พื้นที่ชานเมือง ในช่วงนี้การจ้างงานในภาคการค้าและบริการ ขยายการเติบโตมากขึ้น ความเจริญเติบโตของเมืองเกิดขึ้นจาก ความรู้ การพึ่งพากันระหว่างเมืองในระดับโลก การวางแผนพัฒนาเมือง รวมถึงคุณภาพชีวิตที่ดีของประชากรภายในเมือง โดยความรู้ ข้อมูลข่าวสารเป็นทรัพยากรที่สำคัญทำให้สามารถสร้างผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตใหม่ ๆ เมืองจึงสามารถส่งออกสินค้าและบริการไปยังเมืองอื่นได้เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดความเจริญเติบโต ส่วนการพึ่งพากันระหว่างเมืองในระดับโลกเป็นการพัฒนาความชำนาญในสาขาการผลิตภายในเมืองและสร้างระบบการค้าให้ครอบคลุมทั่วโลก จนมีการกระจุกตัวของหน่วยงานหลักทางเศรษฐกิจ การเมือง ศิลปวัฒนธรรม ที่มีบทบาทสำคัญหรือมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงในระดับโลก สำหรับการวางแผนพัฒนาเมืองและการสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีของประชากรภายในเมือง จะทำให้เมืองมีทิศทางการพัฒนาไปสู่เป้าหมายของความเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วและยั่งยืนโดยสามารถรักษาสิ่งแวดล้อม พัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชน และยังสามารถดึงดูดการลงทุนเข้ามาภายในเมืองได้อีกด้วย

การพัฒนาเศรษฐกิจและการลงทุนพัฒนาสิ่งแวดล้อมภายในเมืองเป็นเรื่องที่มีความเชื่อมโยงต่อกันมีผลทำให้เมืองเกิดความเจริญเติบโต โดยเมื่อเมืองมีรายได้จากการประกอบกิจการต่าง ๆ ก็จะนำมาลงทุนพัฒนาสิ่งแวดล้อมภายในเมืองเพื่อรองรับการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์เพิ่มขึ้นทำให้เมืองเกิดความเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและระบบเศรษฐกิจอันนำมาสู่ความเจริญเติบโตของเมือง แต่แนวคิดความเจริญเติบโตของเมืองข้างต้นสามารถอธิบายความเจริญเติบโตของเมืองในบางเมืองได้เป็นอย่างดีแต่สำหรับบางเมืองถึงแม้ว่าจะมีกิจกรรมภายในเมืองเกิดขึ้นคล้าย ๆ กันแต่ก็ไม่ได้เจริญเติบโตเหมือนกัน ในกรณีนี้จะนำแนวความคิดชั่วคราวความเจริญเติบโตมาเป็นแนวทางในการอธิบายได้

3. *ชั่วคราวความเจริญเติบโต (Growth Poles Theory)*

Perroux ปี 1955 อ้างใน (Mønsted, 1974) ได้เสนอทฤษฎีชั่วคราวความเจริญเติบโต เพื่ออธิบายกระบวนการที่ทำให้เกิดความเจริญเติบโตในระบบเศรษฐกิจ โดยการพิจารณาสภาพเศรษฐกิจตามความเป็นจริงและตั้งสมมติฐานว่าความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจไม่ได้จำกัดอยู่ภายในขอบเขตพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งเท่านั้นแต่สามารถกระจายออกไปภายนอกได้ ทฤษฎีชั่วคราวความเจริญเติบโตมีองค์ประกอบสามประการ ดังนี้ หน่วยเศรษฐกิจที่มีศักยภาพ (Propulsive unit) พื้นที่ทางเศรษฐกิจ (Economic space) และการประหยัดทางเศรษฐกิจ (External economies of Scale) มีรายละเอียดดังนี้

(1) หน่วยเศรษฐกิจที่มีศักยภาพ (Propulsive Unit)

ระบบเศรษฐกิจภายในเมืองที่กำลังเติบโตประกอบด้วยหลายสาขาการผลิตที่เป็นสาขาการผลิตพื้นฐานและสาขาการผลิตที่ไม่ใช่พื้นฐาน เมื่อหน่วยเศรษฐกิจที่มีศักยภาพหนึ่ง ๆ เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือเติบโตขึ้นก็จะก่อให้เกิดความเจริญเติบโตในหน่วยเศรษฐกิจอื่น ๆ ตามมา หน่วยที่มีศักยภาพนี้อาจจะเป็นสาขาการผลิตที่เมื่อนั้น ๆ มีความชำนาญในการผลิตมากกว่าเมืองอื่น ๆ เมื่อเวลาผ่านไปหน่วยที่มีศักยภาพนี้มีขยายตัวมากขึ้น จนมีลักษณะสำคัญ 3 ประการ คือ มีความสัมพันธ์กับหน่วยเศรษฐกิจอื่น ๆ หลายหน่วย และมีอิทธิพลเหนือหน่วยธุรกิจอื่นสูงและต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะทำให้ระบบเศรษฐกิจเกิดความเปลี่ยนแปลงได้ จึงเกิดความเจริญเติบโตของระบบเศรษฐกิจใน ซึ่งสอดคล้องกับ Hirschman (1958) ได้อธิบายความเจริญเติบโตสามารถถ่ายทอดจากสาขาการผลิตพื้นฐานไปยังสาขาการผลิตอื่น ๆ หรือจากอุตสาหกรรมหนึ่งไปยังอุตสาหกรรมหนึ่ง ก่อให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างอุตสาหกรรมหนึ่งกับผู้ที่ขายวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตให้กับอุตสาหกรรมนั้น และการเปลี่ยนแปลงจำนวนผลผลิตของอุตสาหกรรมจะส่งผลกระทบต่อผู้ขายปัจจัยการผลิตเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงในระดับอุปสงค์ของผู้ขายปัจจัยการผลิต ส่วนความเชื่อมโยงไปข้างหน้าเป็นความสัมพันธ์ระหว่างอุตสาหกรรมหนึ่งกับอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่ใช้ผลผลิตของอุตสาหกรรมนั้นเป็นปัจจัยการผลิต

(2) พื้นที่ทางเศรษฐกิจ (Economic Space)

ความเจริญเติบโตของเมืองไม่ได้เกิดขึ้นทุกที่และไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด แต่จะเกิดขึ้นในพื้นที่ที่มีการพัฒนาสูง หรือ ในช่วงการพัฒนาและมีอัตราความเจริญเติบโตแตกต่างกันไปตามความเจริญเติบโตที่เกิดขึ้น โดยมีการกระจายความเจริญเติบโตออกไปยังพื้นที่ต่าง ๆ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจภายในเมืองแตกต่างกันไปด้วย หน่วยเศรษฐกิจที่มีศักยภาพที่อยู่ในบริเวณนี้ก็คือ ขั้วความเจริญเติบโต บริเวณขั้วความเจริญเติบโตนี้จะพื้นที่ที่มีอิทธิพลสูงหรือเป็นบริเวณพื้นที่ที่สามารถดึงดูดการลงทุนทางเศรษฐกิจพร้อมทั้งกระจายความเจริญเติบโตไปยังพื้นที่ต่าง ๆ ดังนั้นผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาขั้วความเจริญเติบโต คือ ผลกระทบเชิงการกระจาย (Spread effects) และเกิดผลกระทบการดึงดูด (Backwash effects) สำหรับผลกระทบเชิงการกระจาย เช่น การเปลี่ยนแปลงของรายได้ของประชากร การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจอันจะนำไปสู่ความเจริญเติบโตของพื้นที่บริเวณรอบ ๆ เป็นต้น ส่วนการเกิดผลกระทบการดึงดูดเป็นผลที่ทำให้ประชาชนย้ายถิ่นฐานจากชนบทเข้าสู่เมือง กลุ่มธุรกิจต่าง ๆ รวมถึงอุตสาหกรรมและฐานการผลิต เป็นต้น เช่น การย้ายฐานการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมไปยังพื้นที่มีขั้วความเจริญเติบโตสูงกว่า สามารถเข้าถึงทรัพยากรหรือวัตถุดิบในการผลิตได้ง่ายกว่า ทำให้พื้นที่ฐานที่ตั้งเดิมเศรษฐกิจซบเซาลงไป (Richardson, 1978)

(3) การประหยัดทางเศรษฐกิจ (External Economies of Scale)

การประหยัดทางเศรษฐกิจ ได้แก่ การประหยัดจากแรงงาน การลงทุน การขนส่งสินค้า เป็นต้น เพื่อช่วยลดต้นทุนในการผลิต กล่าวคือ ยิ่งผลิตมากยิ่งทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสินค้าต่ำลง ดังนั้น การขยายตัวของหน่วยเศรษฐกิจที่มีศักยภาพที่จากอุตสาหกรรมหรือวิสาหกิจขนาดใหญ่จะส่งผลกระทบต่อหน่วยเศรษฐกิจอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น อุตสาหกรรมที่ผลิตวัตถุดิบให้อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ขยายตัวตามไปด้วยเนื่องจากมีกำไรเพิ่มขึ้น หรือ อุตสาหกรรมที่ตั้งขึ้นใหม่จะกระตุ้นหรือชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและเลียนแบบขึ้นในระบบเศรษฐกิจ เป็นต้น การประหยัดทางเศรษฐกิจทำให้ระบบเศรษฐกิจยิ่งขยายตัวมากขึ้น

ข้อความเจริญเติบโตของ Perroux ได้ระบุหน่วยเศรษฐกิจที่มีศักยภาพอย่างกว้าง ๆ บริเวณที่เกิดข้อความเจริญเติบโตอาจจะเป็นอุตสาหกรรม บริษัท วิสาหกิจ ขนาดใหญ่ ซึ่งนักวิชาการส่วนมากให้คำจำกัดความในบริบทอุตสาหกรรม เช่น Richardson กล่าวว่า ข้อความเจริญเติบโต หมายถึง กลุ่มอุตสาหกรรมที่มีความสามารถทำให้ระบบเศรษฐกิจเติบโตอย่างต่อเนื่อง (A set of industries capable of generating dynamic growth in the economy) และมีความสัมพันธ์กับปัจจัยการผลิต-ผลผลิตกับอุตสาหกรรมชั้นนำ หรืออุตสาหกรรมที่มีศักยภาพ Nichols (1969) เรียกอุตสาหกรรมดังกล่าวว่า การรวมกลุ่มของอุตสาหกรรมประเภทที่มีศักยภาพและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง แต่ต่อมาได้ใช้ทฤษฎีข้อความเจริญเติบโตมาพิจารณาพื้นที่เมือง โดยกำหนดพื้นที่ที่เป็นข้อความเจริญเติบโต หมายถึง เขตเมือง ศูนย์กลางของกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่สามารถเจริญเติบโตขึ้นได้ด้วยตนเองจนถึงระดับที่ความเจริญเติบโตนี้ได้กระจายออกไปยังพื้นที่อื่น ๆ และในที่สุดจะกระจายไปยังภูมิภาคอื่น ๆ ของประเทศจากการพัฒนาเศรษฐกิจและการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานเพื่อให้เกิดความสมดุลทางการตั้งถิ่นฐาน การกระจายตัวของประชากร เศรษฐกิจ เป็นต้น ข้อความเจริญเติบโตจะเน้นการพัฒนาไปที่เมืองหลักในระดับภูมิภาคให้เป็นตัวกลางเชื่อมโยงระบบเศรษฐกิจระหว่างภูมิภาคทำให้เกิดความเจริญเติบโตในระดับประเทศถึงแต่ละเมืองจะมีความเจริญเติบโตไม่เท่ากัน

4. บทบาทของเมืองในมิติทางเศรษฐศาสตร์

หากมองย้อนกลับไปในสังคมเกษตรกรรม เมืองทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางแลกเปลี่ยนสินค้าที่เป็นส่วนเกินจากการบริโภคภาคในครัวเรือนหรือชุมชนเท่านั้น ต่อมาเมื่อสังคมมีการผลิตที่ซับซ้อนขึ้นส่วนเกินการบริโภคในครัวเรือนได้กลายเป็นสินค้าโดยใช้เงินเป็นตัวกลางกำหนดมูลค่าทำให้เมืองมีบทบาททางการค้าชัดเจนยิ่งขึ้น การซื้อขายสินค้าและบริการในเมืองกระตุ้นให้เกิดความสัมพันธ์เชิงสังคมจากการติดต่อค้าขาย เกิดการไหลเวียนวัตถุดิบ ผลผลิต รวมทั้งข้อมูล รวมทั้งการเปลี่ยนแปลง

ทางกายภาพจนเมืองได้กลายเป็นพื้นที่ที่มีหน้าบทบาหน้าที่ซ้อนทับกัน เช่น กรุงเทพมหานคร เป็นเมืองที่รวบรวมหลายบทบาทหน้าที่ไว้ในเมืองแห่งเดียวจนกลายเป็นพื้นที่ที่มีความเป็นเมืองสูงมาก เป็นต้น เมื่อเมืองเป็นหน่วยทางพื้นที่ที่มีความสำคัญและมีบทบาทในเชิงเศรษฐศาสตร์ ประเด็นที่ต้องพิจารณาต่อมา คือ ความชำนาญที่เกิดขึ้นในรูปของการผลิตหรือการค้า มีรายละเอียดดังนี้ (สุวดี ทองสุกปลั่ง ทรราชสุขสิน, 2559)

เมืองการผลิต (Factor Cities) เกิดขึ้นจากปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ ความชำนาญในการผลิต (Specialization of Labor) และการประหยัดทางเศรษฐกิจ (External Economies of Scale) โดยมีรายละเอียดดังนี้ ความชำนาญในการผลิต โดยทั่วไปจำนวนแรงงานและปริมาณการผลิต มักจะมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ เมื่อแรงงานมีจำนวนมากโอกาสที่จะเพิ่มจำนวนการผลิตก็จะมีมากขึ้น แต่ในความเป็นจริงแล้วพบว่าเมื่อถึงจุด ๆ หนึ่ง จำนวนการผลิตโดยเฉลี่ยต่อแรงงานหนึ่งคนจะค่อย ๆ ลดจำนวนลงแม้ว่าจะมีจำนวนแรงงานเพิ่มขึ้นก็ตาม เนื่องจากภาคแรงงานยังมีแรงงานด้อยฝีมือรวมอยู่ด้วยจึงทำให้ผลผลิตโดยเฉลี่ยไม่เท่าที่ควร อย่างไรก็ตาม หากภาคการผลิตมีการจ้างงานแรงงานที่มีความชำนาญในการผลิต จำนวนการผลิตโดยเฉลี่ยต่อแรงงานหนึ่งคนก็จะมีโอกาสเพิ่มสูงขึ้นไปด้วย ส่วนการประหยัดทางเศรษฐกิจได้กล่าวไว้แล้วในทฤษฎี ขั้วความเจริญเติบโต

เมืองการค้า (Trading Cities) เกิดจากปัจจัย 2 ประการ คือ การมีพ่อค้าคนกลาง และการเกิดตลาด ทั้งนี้อาจจะต้องเปรียบเทียบเรื่องค่าเสียโอกาสร่วมด้วยเพื่อพิจารณาสินค้าที่จะค้าขาย ระหว่างเมือง

2.2.2 ทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจ (Economic Base Theory)

เมืองมีรายได้จากการประกอบกิจกรรมทางเศรษฐกิจทั้งจากสาขาการผลิตพื้นฐานและสาขาการผลิตที่ไม่ใช่พื้นฐานของเมือง สำหรับสาขาการผลิตพื้นฐานของเมืองนี้เป็นสาขาการผลิตที่ทำให้แต่ละเมืองมีขนาดความเจริญเติบโตแตกต่างกันไป โดยภาครัฐจะจัดเก็บรายได้ส่วนหนึ่งจากการประกอบกิจการต่าง ๆ ภายในเมืองในรูปของภาษีเพื่อนำไปพัฒนาเมืองให้มีความมั่นคง สร้างความเจริญเติบโตต่อไป ดังนั้นความเจริญเติบโตของเมืองในแต่ละเมืองจึงไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับฐานเศรษฐกิจ จำนวนประชากรและแรงงาน ความสามารถในการบริหารจัดการรายได้จากการประกอบกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ทรัพยากรภายในเมืองของภาครัฐ เป็นต้น แต่ละเมืองจึงจำเป็นต้องพึ่งพาอาศัยกันด้วยการแลกเปลี่ยนสินค้าและบริการระหว่างเมืองทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์เชิงพื้นที่

ตามทัศนะคติของ North (1955) ผู้พัฒนาทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจ ได้ให้ความสำคัญกับการส่งออกสินค้าและบริการ ถือว่าเป็นกระบวนการสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของเมือง จะทำ

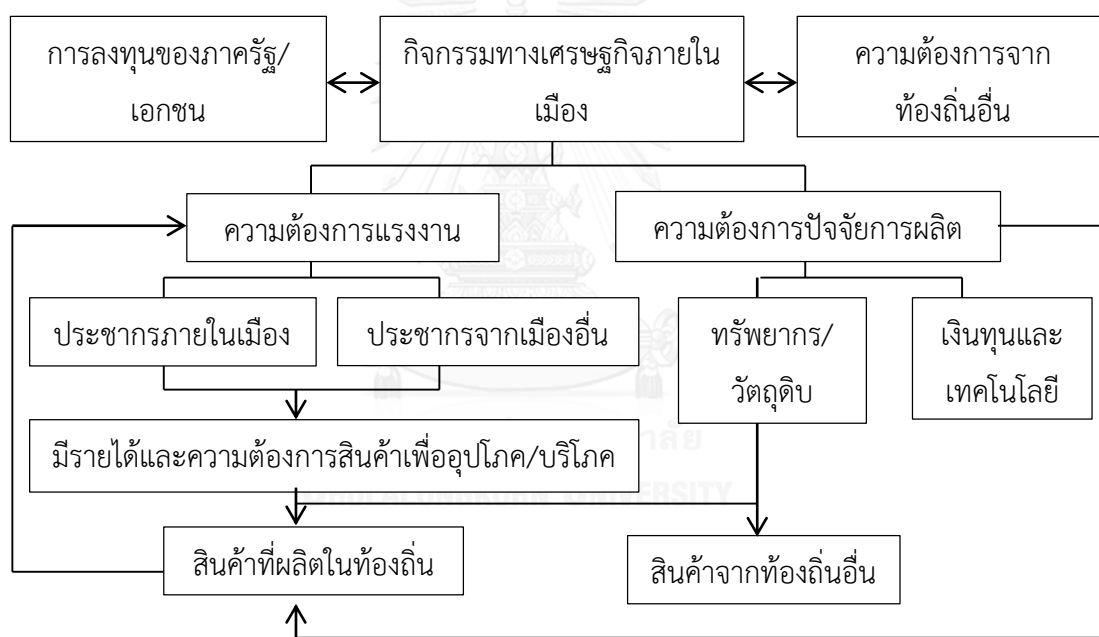
ให้เกิดความเจริญเติบโตในระดับภาค เช่น เมื่อส่งออกสินค้าส่วนหนึ่งไปยังเมืองอื่นแล้วก็จะนำเงินที่ได้มาหมุนเวียนภายในเมืองเป็นทุนในการพัฒนา สำหรับสินค้าบางประเภทที่ภายในเมืองไม่สามารถผลิตได้หรือผลิตได้น้อยก็ต้องนำเข้าวัตถุดิบนั้นจากเมืองอื่น และสินค้าอีกส่วนหนึ่งก็ใช้บริโภคภายในเมือง การเลือกแหล่งที่ตั้งในการผลิตสินค้าเพื่อส่งออกจึงมีส่วนสำคัญอยู่มาก เนื่องจากความต้องการสินค้าเกิดขึ้นได้โดยอิสระ แต่ต้นทุนในการผลิตและต้นทุนในการขนส่งเป็นปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ เมื่อนั้น ๆ จะมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการส่งออก เมื่อเมืองมีรายได้เพิ่มขึ้นก็สามารถนำเงินมาพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ สวัสดิการของประชาชนภายในเมืองก็จะดีขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้ความเจริญที่เกิดขึ้นจากฐานการส่งออกเมื่อระยะเวลาผ่านไปก็จะทำให้เกิดการประหยัดจากภายนอก (External economies) มีตลาด แหล่งการค้า เพื่อระบายสินค้า และในที่สุดจะเกิดอุตสาหกรรมที่เป็นส่วนประกอบของฐานการส่งออก (Complementary industries) ศูนย์วิจัยทางการเกษตรเพื่อปรับปรุงวิธีการผลิตให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (Agricultural experiment stations) ศูนย์วิจัยอื่น ๆ รวมถึงมหาวิทยาลัยของรัฐ เพื่อพัฒนาภาคการผลิตในสาขาการผลิตที่ส่งออก บทบาทของการส่งสินค้าและบริการออกนอกพื้นที่ดังกล่าวทำให้เกิดเมืองซึ่งมีความสอดคล้องกับทฤษฎีแหล่งกลางและลำดับค้ำยกของเมืองด้วย เมื่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจทำให้เกิดเมืองแล้วกิจกรรมต่าง ๆ ที่รองรับความเป็นเมืองก็เกิดขึ้นตามมาด้วย เช่น การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน การธนาคาร ระบบโลจิสติกส์เพื่อให้การผลิตและจัดจำหน่ายมีประสิทธิภาพมากขึ้น ต้นทุนด้านการผลิตลดลง (Yeates & Garner, 1971)

เมื่อการพัฒนาเมืองโดยใช้การส่งออกสินค้าและบริการเป็นหลักมาถึงจุดหนึ่งการทำอุตสาหกรรมหนักก็จะเกิดขึ้น เช่น อุตสาหกรรมเหล็กกล้า อุตสาหกรรมผลิตเครื่องจักร เครื่องมือ เป็นต้น เนื่องจากความเจริญเติบโตของเมืองขึ้นอยู่กับฐานการส่งออก ดังนั้นความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของเมืองอาจจะลดลงได้เมื่อความต้องการสินค้าส่งออกของภาคลดลง ทรัพยากร วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไม่เพียงพอต่อกำลังในการผลิตอีกต่อไป หรือต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ทั้งราคาที่ดินและแรงงานในเมืองสูงกว่าเมืองอื่น ๆ เป็นต้น เมื่อเกิดลักษณะเช่นนี้อาจจะทำให้ภาคการผลิตสินค้าและบริการบางชนิดไม่คุ้มทุนต่อการผลิตจำเป็นต้องย้ายฐานการผลิตไปเมืองอื่น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อแรงงานภายในเมืองต่อไป แต่ในขณะเดียวกันหากเมืองมีการเจริญเติบโตต่อไปเรื่อย ๆ จะสามารถดึงดูดการลงทุนจากสาขาการผลิตอื่น ๆ ให้เพิ่มตามไปด้วยเพราะผู้ประกอบการต่างต้องการผลกำไร แหล่งเงินทุนภายในเมืองสามารถเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาโดยไม่จำเป็นต้องลงทุนเฉพาะสาขาการผลิตที่ส่งออกเพียงอย่างเดียว

Tiebout (1956) กล่าวว่าระบบเศรษฐกิจภายในเมืองไม่ได้เกิดจากการส่งออกเพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการลงทุนทางธุรกิจ การลงทุนของภาครัฐในโครงการพัฒนาต่าง ๆ หรือแม้แต่การก่อสร้างที่อยู่อาศัย ปัจจัยเหล่านี้ถูกกำหนดจากปัจจัยภายนอกเช่นเดียวกับการส่งออก

ในระบบเศรษฐกิจขนาดใหญ่รายได้จากการส่งออกเป็นเพียงแหล่งที่มาของรายได้อย่างหนึ่งจากกิจกรรมทางเศรษฐกิจทั้งระบบ เช่น ในระบบโลกรายได้จากการส่งออกไม่เกิดขึ้นแต่ทุกคนยังมีรายได้ ดังนั้นหากภาคมีขนาดใหญ่มากขึ้นบทบาทของการส่งออกก็จะน้อยลง ทั้งนี้ระดับความชำนาญในการผลิตและปริมาณการส่งออกสินค้ายังขึ้นอยู่กับตลาดภายนอกด้วย ยิ่งภาคอื่น ๆ มีรายได้มากก็จะนำเข้าสินค้ามากขึ้นด้วย ทรัพยากรและระดับรายได้ของภาคที่เป็นศูนย์กลางจึงเป็นตัวกำหนดความเจริญเติบโต ดังนั้นฐานของเมือง คือ เศรษฐกิจและประชากรรวมถึงแรงงานผู้ประกอบการกิจกรรมต่าง ๆ ภายในเมือง โดยมีสินค้าที่ส่งออกและสินค้าที่ใช้บริโภคภายในเมืองเป็นตัวขับเคลื่อนเศรษฐกิจของเมือง ซึ่งจะกล่าวต่อไปในแนวความคิดกิจกรรมฐาน-บริการ

จากแนวคิดข้างต้นสามารถสรุปความเชื่อมโยงระหว่างเศรษฐกิจและการพัฒนาพื้นที่ตามแนวความคิดพื้นฐานเศรษฐกิจได้ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ความเชื่อมโยงระหว่างเศรษฐกิจและการพัฒนาเมืองตามแนวความคิดพื้นฐานเศรษฐกิจ
ดัดแปลงจาก: นิธินันท์ วิศเวศวร, 2552

เมื่อเกิดกิจกรรมทางเศรษฐกิจขึ้นก็จะเกิดการจ้างงานและความต้องการปัจจัยที่ใช้ในการผลิต ได้แก่ วัตถุดิบ แรงงาน สินค้าจากท้องถิ่นอื่น เป็นต้น ประชากรภายในเมืองก็จะมีรายได้เพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันประชากรเหล่านั้นยังมีความต้องการสินค้าเพื่ออุปโภค บริโภค จึงมีการใช้จ่ายในการซื้อสินค้าและบริการ เป็นการสร้างรายได้หมุนเวียนภายในระบบ และสินค้าบางประเภทที่เมืองมีความชำนาญในการผลิตสามารถผลิตส่งออกไปยังท้องถิ่นอื่น ๆ ได้มากจำเป็นต้องใช้ปัจจัย

ในการผลิตเพิ่มขึ้นและสามารถสร้างรายได้มากขึ้นด้วย ภาครัฐก็จะนำรายได้ส่วนนี้มาลงทุนพัฒนาเมืองเพื่อดึงดูดการลงทุนในระบบเศรษฐกิจต่อไปทำให้เศรษฐกิจของเมืองเติบโตยิ่งขึ้น (นิรินันท์ วิศเวศวร, 2552)

1. กิจกรรมทางเศรษฐกิจภายในเมือง (Economic Activities)

พื้นฐานเศรษฐกิจในแต่ละเมืองประกอบด้วยสาขาการผลิตที่สามารถจำแนกเป็น 2 กลุ่ม คือ สาขาการผลิตพื้นฐานและสาขาการผลิตที่ไม่ใช่พื้นฐานซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สาขาการผลิตพื้นฐาน (Basic Sector) เป็นสาขาการผลิตที่ท้องถิ่นนั้นมีความชำนาญในการผลิตสูง สามารถผลิตสินค้าและบริการเพื่อส่งออกไปยังเมืองอื่น ๆ สร้างรายได้ให้กับท้องถิ่นโดยอาศัยการพึ่งพาความต้องการสินค้าและบริการจากตลาดภายนอก สินค้าส่งออกจึงเป็นตัวขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจภายในท้องถิ่นในเจริญเติบโต

สาขาการผลิตที่ไม่ใช่พื้นฐาน (Non-Basic Sector) เป็นสาขาการผลิตเพื่อบริโภคภายในพื้นที่หรือ สาขาการผลิตที่เน้นตอบสนองความต้องการสินค้าและบริการแก่คนในพื้นที่เป็นหลัก จากแนวความคิดนี้แสดงให้เห็นกิจกรรมทางเศรษฐกิจของเมือง ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 กิจกรรมทางเศรษฐกิจภายในเมือง

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

รายได้ของเมืองจึงเกิดจากรายได้ในสาขาการผลิตพื้นฐานและรายได้จากสาขาการผลิตที่ไม่ใช่พื้นฐาน รายได้จากสาขาการผลิตพื้นฐานนี้ถูกนำไปใช้ในการนำเข้าสินค้าต่าง ๆ และเพิ่มความเจริญเติบโตในสาขาการผลิตที่ไม่ใช่พื้นฐาน สินค้าและบริการจากสาขาการผลิตพื้นฐานจะถูกส่งไปยังจังหวัดอื่น ๆ ทำให้ภายในจังหวัดเกิดรายได้และการจ้างงานมากขึ้น (วรรณศิลป์ พิรพันธุ์, 2556)

2. อัตราส่วนที่ตั้ง (Location Quotient: LQ)

การวิเคราะห์อัตราส่วนที่ตั้งพัฒนาขึ้นโดย Hilderbrand & Arthur ปี 1940 เพื่อเปรียบเทียบความชำนาญในสาขาการผลิตของแต่ละเมือง โดยมีสมมติฐานของทฤษฎีที่ว่า ประชาชนภายในเมืองมีความต้องการใช้ทรัพยากรในเมืองก่อนที่จะใช้ทรัพยากรจากเมืองอื่น ๆ และสาขาการผลิตที่มีความสำคัญต่อชุมชนอาจจะเกิดขึ้นจากสาขาการผลิตที่มีความสำคัญกับประเทศก็ได้ ดังนั้นจึง

เปรียบเทียบสาขาการผลิตแต่ละประเภทภายในเมืองกับสาขาการผลิตอย่างเดียวกันภายในภูมิภาคหรือประเทศ ทำให้เห็นถึงความชำนาญในการผลิตในสาขาการผลิตนั้น ๆ ของเมือง (Relative Specialization) และสามารถแบ่งประเภทของกิจกรรมทางเศรษฐกิจทั้งหมดภายในเมืองได้เป็นสาขาการผลิตพื้นฐาน และสาขาการผลิตที่ไม่ใช่พื้นฐาน ทั้งนี้สามารถคำนวณอัตราส่วนที่ตั้งในรูปของสมการได้ดังนี้ (Hildebrand & Mace, 1950)

$$LQ = \frac{X_i/X_T}{Y_i/Y_T}$$

โดยที่ LQ = ระดับความชำนาญของกิจกรรมหรือสาขาการผลิต i ของท้องถิ่น

X_i = รายได้หรือแรงงานในกิจกรรมหรือสาขาการผลิต i ของท้องถิ่น

X_T = รายได้หรือแรงงานในทุกกิจกรรมหรือสาขาการผลิตของท้องถิ่น

Y_i = รายได้หรือแรงงานในกิจกรรมหรือสาขาการผลิต i ของภูมิภาคหรือประเทศที่ท้องถิ่นนั้นตั้งอยู่

Y_T = รายได้หรือแรงงานในทุกสาขาการผลิตของภูมิภาคหรือประเทศที่ท้องถิ่นนั้นตั้งอยู่

ถ้าค่า LQ มากกว่า 1.0 แสดงว่าเมืองนั้นมีความชำนาญในการผลิตสาขา i มากกว่าภูมิภาคหรือประเทศ มีการผลิตเพื่อส่งออกไปยังเมืองอื่น ๆ สาขาการผลิต i จึงเป็นพื้นฐานหรือสาขาการผลิตพื้นฐานของเมือง

ถ้าค่า LQ เท่ากับ 1.0 แสดงให้เห็นว่าสัดส่วนของกิจกรรมหรือการผลิตในสาขาการผลิต i ของเมืองอยู่ในระดับเดียวกับภูมิภาคหรือประเทศหรือเมืองนั้นมีความชำนาญในการผลิตสาขา i เท่ากับภูมิภาคหรือประเทศ ถือเป็นสาขาการผลิตที่ไม่ใช่พื้นฐาน

ถ้าค่า LQ น้อยกว่า 1.0 แสดงว่าท้องถิ่นมีความชำนาญในกิจกรรมหรือการผลิตในสาขา i ต่ำกว่าภูมิภาคหรือประเทศ จึงมีฐานะเป็นสาขาการผลิตที่ให้บริการกับประชาชนภายในเมืองมากกว่าหรือเป็นสาขาการผลิตที่ต้องพึ่งพาการนำเข้าจากเมืองอื่น

ด้วยวิธีการนี้จึงสามารถหาระดับความชำนาญของกิจกรรมสาขาการผลิตแต่ละประเภทภายในเมืองทุกประเภทและแบ่งสาขาการผลิตที่เป็นพื้นฐานของเมือง และนอกเหนือจากการวิเคราะห์อัตราส่วนที่ตั้งแล้วยังมีการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงส่วนแบ่ง (Shift-Share Analysis) ที่สามารถศึกษาความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของเมืองได้เช่นเดียวกัน สำหรับการเปลี่ยนแปลงส่วนแบ่งเป็นการเปรียบเทียบโอกาสของการเจริญเติบโตหรือความสามารถในการแข่งขันในแต่ละสาขาการผลิตของเมืองกับภาคหรือประเทศ แต่งานวิจัยชิ้นนี้มุ่งเน้นศึกษาความชำนาญในสาขาการผลิตแต่ละท้องถิ่นเพื่ออธิบายความเจริญเติบโตของเมืองเป็นสำคัญ และจากแนวคิดเรื่องอัตราส่วนที่ตั้งข้างต้น

เห็นได้ว่าความชำนาญในการผลิตของแต่ละเมืองไม่เท่ากัน ทำให้แต่ละเมืองต่างมีบทบาททางเศรษฐกิจในระดับประเทศ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้แต่ละเมืองมีลำดับศักระหว่างกันด้วย

2.2.3 ทฤษฎีลำดับศักระหว่างเมือง (Urban Hierarchy)

จากการทบทวนแนวคิดและทฤษฎีที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าเมืองที่มีขนาดเล็กจะมีบทบาทหน้าที่ไม่ซับซ้อน อาจจะมีอิทธิพลเฉพาะในระดับท้องถิ่น และหากเมืองมีขนาดใหญ่ขึ้นเขตอิทธิพลของเมืองก็จะกว้างขึ้นในระดับภาคหรือประเทศ บทบาทหน้าที่ที่ซับซ้อนมากขึ้นด้วย เมื่อเมืองมีความเชื่อมโยงกันเป็นระบบทั้งกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมต่างก็ต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันระหว่างเมือง จึงทำให้มีลำดับศักระหว่างเมืองที่แตกต่างกัน ลำดับศักระหว่างเมืองสามารถวิเคราะห์ได้อย่างง่ายโดยใช้จำนวนประชากรที่อยู่อาศัยภายในเมืองมาช่วยในการอธิบายขนาดตามกฎอันดับขนาด

กฎอันดับ ขนาด ของเมือง (The Rank Size Rule or Zipf's law)

ลำดับศักระหว่างเมืองเป็นความสัมพันธ์ระหว่างอันดับของเมืองกับจำนวนประชากรที่อยู่ภายในเมืองนั้น ๆ ตามกฎอันดับ ขนาด Zipf (1941) ได้อธิบายไว้ว่า เมื่อนำเมืองทั้งหมดประเทศมาจัดอันดับตามขนาดของประชากร โดยเมืองที่ใหญ่ที่สุดเป็นเมืองที่มีประชากรมากที่สุดอยู่อันดับหนึ่ง เมืองที่มีประชากรรองลงมาเป็นเมืองอันดับสองและเรื่อยไปจนถึงเมืองสุดท้ายเป็นเมืองที่มีจำนวนประชากรน้อยที่สุด จะได้ความสัมพันธ์อันดับของเมืองกับจำนวนประชากรในลักษณะ เมืองอันดับหนึ่งมีจำนวนประชากรเป็น 2 เท่าของเมืองอันดับ 2 และ 3 เท่า ของเมืองอันดับ 3 เป็นรูปแบบความสัมพันธ์เช่นนี้เรื่อยไปจนถึงเมืองอันดับสุดท้าย สามารถแสดงในรูปสมการได้ดังนี้

$$P_r = \frac{P_1}{r^k}$$

โดยที่ P_i คือ จำนวนประชากรอันดับที่ i

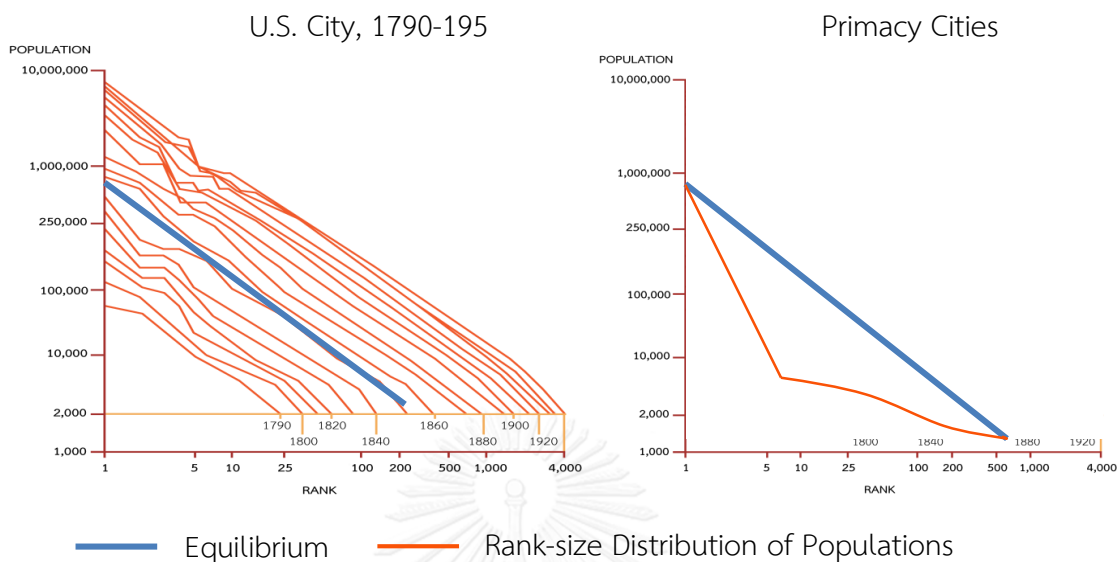
P_1 คือ จำนวนประชากรอันดับที่ 1

r คือ อันดับของเมืองเรียงตามขนาดประชากร

k คือ ค่าคงที่ที่กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1

จากการศึกษาของ Berry & Garrison ปี 1959 อ้างใน (Wyly, 2012) ได้ทดสอบอันดับของเมืองและจำนวนประชากรตามกฎอันดับขนาดใน 38 ประเทศตั้งแต่ปี 1790 ถึง 1950 พบว่ามีเพียง 13 ประเทศที่เป็นไปตามกฎ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น ประเทศแคนาดาปี 1871 เมือง Montreal เป็นเมืองที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีจำนวนประชากรประมาณ 115,000 คน ส่วนเมืองอันดับ 2 คือเมือง Quebec มีจำนวนประชากรประมาณ 60,000 คน เมื่อคิดจำนวนประชากรตามกฎอันดับขนาดได้ 57,000 คน ซึ่งใกล้เคียงกับจำนวนประชากรภายในเมืองจริง กรณีของประเทศสหรัฐอเมริกา ก็เช่นเดียวกัน ส่วนประเทศที่ไม่เป็นไปตามกฎเป็นประเทศที่มีจำนวนประชากรในเมืองอันดับที่ 1

แตกต่างจากเมืองอันดับที่ 2 มาก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นประเทศที่กำลังพัฒนาหรือด้อยพัฒนา ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 Rank-size Distribution of Populations

ดัดแปลงจาก: Wyly , 2012

สามารถอธิบายลักษณะของระบบเมืองจากลำดับศักระยะที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

(1) ประเทศที่มีคุณภาพของความเจริญเติบโต

ประเทศที่มีคุณภาพของความเจริญเติบโต ได้แก่ ประเทศที่การพัฒนาแล้ว มีการกระจายความเจริญเติบโตและรายได้ออกไปสู่พื้นที่ต่าง ๆ ประชากรจึง ไม่กระจุกตัวอยู่อย่างหนาแน่นเฉพาะเมืองใดเมืองหนึ่ง ประเทศเหล่านี้ลำดับศักระยะของเมืองจะเป็นไปตามกฎอันดับขนาด ดังกราฟลักษณะความสัมพันธ์อันดับของเมืองและจำนวนประชากรของประเทศสหรัฐอเมริกา (ภาพที่ 2.5) จะเห็นว่ากราฟมีลักษณะใกล้เคียงกับเส้นดุลยภาพ (Equilibrium) แสดงให้เห็นถึงภาวะสมดุลของระบบเมือง

(2) ประเทศที่มีลักษณะเมืองโตเดี่ยว (Primacy City)

ได้แก่ ประเทศที่กำลังพัฒนา หรือ ประเทศด้อยพัฒนา มีการกระจุกตัวของความเจริญเติบโต การพัฒนาต่าง ๆ อยู่เพียงเมืองใดเมืองหนึ่ง ทำให้ในระบบเมืองมีขนาดเศรษฐกิจและจำนวนประชากรไม่ได้สัดส่วนกัน เป็นลักษณะของเมืองโตเดี่ยว โดยจะมีจำนวนประชากรมากกว่าเมืองอันดับรองหลายเท่า เช่น กรุงเทพมหานคร ดังกราฟลักษณะความสัมพันธ์อันดับของเมืองและจำนวนประชากรของเมืองโตเดี่ยว (ภาพที่ 2.5) จะเห็นว่ากราฟมีลักษณะเป็นเส้นตรงที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งเกิดจากความแตกต่างระหว่างเมืองโตเดี่ยวกับเมืองอื่น ๆ และความแตกต่างระหว่างจำนวนประชากรจริงภายในเมืองกับจำนวนประชากรที่คำนวณตามกฎอันดับ ขนาด เมืองดังกล่าวจึงไม่เป็นไปตามกฎ

Short & Peralta (2009) อ้างใน (Wyly, 2012) ได้จัดอันดับเมืองโตเดี่ยวในหลายประเทศทั่วโลก สามารถแสดงค่าความเป็นเมืองโตเดี่ยวสูงสุดและต่ำสุด 10 อันดับแรก ในปี 2552 ได้ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 อันดับเมืองโตเดี่ยวสูงและต่ำ 10 อันดับแรก ปี 2552

ประเทศ	ค่าความโตเดี่ยวสูง	ประเทศ	ค่าความโตเดี่ยวต่ำ
Thailand	9.48	Benin	0.58
Suriname	8.24	South Africa	0.59
Togo	7.92	Venezuela	0.65
Uruguay	7.37	Netherlands	0.70
Chile	5.98	Egypt	0.72
Uganda	5.94	Australia	0.76
Ethiopia	5.82	China	0.78
Mongolia	5.67	United States	0.84
Peru	5.43	Bolivia	0.84
Guinea	5.27	India	0.86

ดัดแปลงจาก: Wyly , 2012

จากการทบทวนทฤษฎีลำดับค้ำยของเมืองข้างต้นจะเห็นได้ว่าทฤษฎีนี้มีประโยชน์มากสำหรับการทำความเข้าใจระบบเมืองทั้ง ลำดับค้ำยของเมืองในลักษณะที่เป็นไปตามกฎอันดับ ขนาด หรือเมืองโตเดี่ยว ซึ่งทั้งสองลักษณะต่างแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของอันดับของเมืองและจำนวนประชากร ที่มีความเจริญเติบโตแตกต่างกัน ระบบเมืองที่อยู่ในลักษณะของเมืองโตเดี่ยวยังคงมีการพัฒนาและปรับปรุงภายในประเทศ ที่สุดจะเข้าสู่เมืองเหล่านี้ก็จะก้าวเข้าสู่สภาวะสมดุลของการพัฒนาอันเป็นไปตามกฎอันดับขนาด ดังนั้นในกรณีของประเทศไทยถึงแม้ภาครัฐจะพยายามผลักดันการพัฒนาไปสู่ภูมิภาคต่าง ๆ ตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 3 (ปี 2515-2519) เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบันเป็นเวลาหลายทศวรรษ แต่จากสถิติการวิเคราะห์อันดับเมืองโตเดี่ยวจากจำนวนประชากรดังตารางที่ 2.6 ปี 2552 ประเทศไทยยังคงเป็นเมืองโตเดี่ยวอันดับหนึ่งของสามารถอธิบายระบบเมืองและลำดับค้ำยการเจริญเติบโตได้เช่นเดียวกับข้อมูลประชากรหรือไม่

2.2.4 การพัฒนาภูมิภาคของประเทศไทยตามแนวทางแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ในอดีตการพัฒนาประเทศไทยให้ก้าวสู่ความเจริญเติบโต ภาครัฐมีแนวทางการพัฒนาด้านต่าง ๆ ทั้งด้านเศรษฐกิจ การลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน และการปกครอง แบบรวมอำนาจและความเจริญเติบโตไว้ที่กรุงเทพมหานครซึ่งเป็นเมืองหลักที่สำคัญในระดับประเทศ รวมถึงเป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ การค้าและบริการ ที่มีสถาบันการเงิน ธุรกิจใหญ่ ๆ สถาบันศึกษา การแพทย์ ตลอดจนเป็นศูนย์กลางคมนาคมของประเทศที่สามารถเดินทางไปยังภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศได้อย่างสะดวก การพัฒนาดังกล่าวทำให้เกิดการกระจุกตัวของความเจริญเติบโตเฉพาะกรุงเทพมหานครเพียงเท่านั้น และยังส่งผลให้เกิดความแตกต่างระหว่างพื้นที่เมืองและชนบทมากขึ้นไปอันนำมาซึ่งปัญหาความเหลื่อมล้ำและความไม่เป็นธรรมทางสังคมระหว่างภูมิภาคต่าง ๆ ต่อมาภาครัฐจึงได้กระจายการพัฒนาไปสู่ภูมิภาคต่าง ๆ มากขึ้น โดยการระบุพื้นที่พัฒนาเมืองหลักเมืองรองไว้ในเนื้อหาของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับต่าง ๆ และการวางผังภาคปี 2600 เป็นต้น มีรายละเอียดการพัฒนาดังนี้

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2504-2509) และ ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2510-2514) ต่างมุ่งเน้นพัฒนาความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศเป็นหลัก เพื่อจัดเตรียมสาธารณูปโภคให้มีความพร้อมสำหรับการพัฒนาทางด้านเกษตรและอุตสาหกรรมของประเทศ ส่วนใหญ่จะเป็นการลงทุนในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ในช่วงนี้วัตถุประสงค์ของการพัฒนาภูมิภาคอื่น ๆ ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร จนนำมาซึ่งปัญหาความเหลื่อมล้ำและความไม่เป็นธรรมทางสังคมระหว่างภูมิภาคต่าง ๆ ซึ่งรัฐบาลในยุคนั้นได้แก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นโดยกระจายการพัฒนาไปสู่ภูมิภาคต่าง ๆ ดังปรากฏใน *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2515-2519)* ได้มุ่งเน้นการกระจายตัวทางเศรษฐกิจ ยกกระตือรือร้นการผลิตในชนบท ส่วนอุตสาหกรรมยังคงให้ความสำคัญกับอุตสาหกรรมที่ใช้ผลิตผลทางการเกษตร นโยบายที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การจัดทำแผนพัฒนาภาค ได้แก่ แผนพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แผนพัฒนาภาคเหนือ และแผนพัฒนาภาคใต้ นอกจากนี้ยังมีนโยบายกระจายแหล่งที่ตั้งของอุตสาหกรรมไปยังภูมิภาคต่าง ๆ อีกด้วย (สำนักงานเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2559) อย่างไรก็ตามการพัฒนาภูมิภาคในช่วงนี้ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากประเทศไทยได้เผชิญกับปัญหาความผันผวนทางเศรษฐกิจอย่างรุนแรงและเกิดปัญหาความไม่สงบทางการเมือง กิจกรรมการผลิตส่วนใหญ่กระจุกตัวอยู่ในภาคการโดยเฉพาะกรุงเทพมหานคร ในขณะที่ภาคอื่น ๆ เช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือมีมูลค่าการผลิตลดลง การเจริญเติบโตของชุมชนระดับเมืองขาดความสมดุลโดยการขยายตัวของประชากรในกรุงเทพมหานครเติบโตรวดเร็วกว่าเมืองอันดับสองซึ่งขณะนั้น คือ จังหวัด เชียงใหม่ ถึง 50 เท่า (บุษกร ถาวรประสิทธิ์, 2544) ต่อมาใน*แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 4*

(พ.ศ.2520-2524) เริ่มมีแนวทางการพัฒนาเมืองหลักในภูมิภาคที่ชัดเจนขึ้น ภาครัฐได้กำหนดนโยบายเพื่อมุ่งให้เกิดการกระจายความเจริญจากกรุงเทพมหานครสู่ภูมิภาคต่าง ๆ โดยการพัฒนาเมืองหลักด้วยการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานเพื่อเตรียมความพร้อมให้เป็นฐานในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของแต่ละภูมิภาค ช่วยลดการอพยพย้ายถิ่นของประชากรเข้ามาสู่กรุงเทพมหานครและการขยายตัวของกรุงเทพมหานครที่เกิดขึ้น ซึ่งมีการกำหนดเมืองหลักระดับภูมิภาค ดังนี้

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กำหนดให้ชลบุรีเป็นเมืองหลักเพื่อประโยชน์ในการกระจายการบริการขั้นพื้นฐานทางเศรษฐกิจ การเร่งรัดการขยายตัวทางเศรษฐกิจนอกเหนือจากกรุงเทพมหานคร

ภาคเหนือตอนบน ได้กำหนดให้จังหวัดเชียงใหม่เป็นฐานเศรษฐกิจ การบริการและศูนย์กลางการบริการสังคม ภาคเหนือตอนล่างกำหนดให้จังหวัดพิษณุโลกเป็นเมืองหลัก

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กำหนดให้จังหวัดนครราชสีมาและขอนแก่นเป็นฐานเศรษฐกิจ การผลิตทางด้านอุตสาหกรรมแปรรูป ฯลฯ จังหวัดอุดรธานีและอุบลราชธานี เป็นเมืองหลักที่จะต้องดำเนินการเพื่อการพัฒนาให้เป็นฐานของการพัฒนาเกษตรและชนบทต่อไป

ภาคใต้ ทางฝั่งตะวันออกกำหนดให้ สงขลา (หาดใหญ่) และทางฝั่งตะวันตก จังหวัดภูเก็ตเป็นเมืองหลัก

และในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 (พ.ศ.2525-2529) ภาครัฐมีเป้าหมายปรับโครงสร้างด้านอุตสาหกรรมและการกระจายความเจริญไปสู่ภูมิภาคเพิ่มขึ้น โดยเลือกพัฒนาพื้นที่เฉพาะ 5 แห่ง และพัฒนาระบบเมืองโดยกำหนดเขตอิทธิพลของเมืองเมืองหลักและเมืองรองเพิ่มเติมจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 4 มีรายละเอียด ดังนี้

การพัฒนาพื้นที่เฉพาะ 5 แห่ง มีรายละเอียด ดังนี้

- (1) แหล่งอุตสาหกรรมหลักของประเทศ ได้แก่ พื้นที่ 3 จังหวัดชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ ชลบุรี ระยอง และฉะเชิงเทรา เนื่องจากมีข้อได้เปรียบในด้านทำเลที่ตั้งที่อยู่ไม่ไกลจากกรุงเทพมหานครและเชื่อมโยงกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีแรงงานและวัตถุดิบที่เอื้อต่อการผลิต ทั้งยังอยู่ริมทะเลอ่าวไทยที่เป็นช่องทางการขนส่งสินค้าทางทะเลของไทย

- (2) พื้นที่สำหรับการส่งเสริมด้านเกษตรกรรมในภาคตะวันตก ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม ราชบุรี เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์

- (3) พื้นที่สำหรับการส่งเสริมด้านเกษตรกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและการรักษาความมั่นคงของชาติ คือ พื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ ได้แก่ พื้นที่คาบเกี่ยวในจังหวัดร้อยเอ็ด โยธธร ศรีสะเกษ สุรินทร์ มหาสารคาม และอิสานตอนล่าง 19 อำเภอเขตชายแดน ได้แก่ พื้นที่คาบเกี่ยวในจังหวัด บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี

- (4) พื้นที่ที่กำหนดให้เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ที่ดินและบูรณะแหล่งน้ำ ป่าไม้ ในภาคเหนือตอนบน ได้แก่ แม่ฮ่องสอน พะเยา และน่าน

(5) พื้นที่รักษาความสงบและความมั่นคงของชาติ ได้แก่ ปัตตานี ยะลา นราธิวาสและสตูล

สำหรับการพัฒนาระบบเมือง เพื่อส่งเสริมให้เกิดความเจริญเติบโตในภูมิภาคต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้
ภาคตะวันออก มีจังหวัดชลบุรีเป็นเมืองหลัก กำหนดให้พัฒนาเป็นศูนย์กลางการขนส่ง การค้า และบริการของภาคตะวันออก ส่งเสริมอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว อุตสาหกรรมเพื่อการส่งออก อุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบท้องถิ่นและอุตสาหกรรมบริการต่าง ๆ มีเมืองรองประกอบด้วย จังหวัดระยอง จันทบุรี ตราด ฉะเชิงเทรา และปราจีนบุรี

ภาคเหนือ มีจังหวัดเชียงใหม่เป็นเมืองหลัก กำหนดให้พัฒนาเป็นศูนย์กลางการค้าและบริการของภาคเหนือตอนบน ส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมหัตถกรรมและอุตสาหกรรมเกษตรที่ใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น ส่วนอุตสาหกรรมส่งออกหรือนิคมอุตสาหกรรมพัฒนาบริเวณเมืองเชียงใหม่-ลำพูน มีเมืองรอง ประกอบด้วย จังหวัดลำพูน ลำปาง เชียงราย แม่ฮ่องสอน และพะเยา

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง มีจังหวัดนครราชสีมาเป็นเมืองหลัก กำหนดให้พัฒนาเป็นศูนย์กลางการขนส่งสินค้าของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และส่งเสริมอุตสาหกรรมเกษตรที่ใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นและอุตสาหกรรมบริการต่าง ๆ มีเมืองรองประกอบด้วย จังหวัดบุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ และชัยภูมิ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน มีจังหวัดขอนแก่นเป็นเมืองหลัก กำหนดให้พัฒนาเป็นศูนย์กลางการบริหารราชการและการศึกษาของภาค ส่งเสริมอุตสาหกรรมเกษตรที่ใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น อุตสาหกรรมทดแทนการนำเข้าจากกรุงเทพมหานครและอุตสาหกรรมบริการต่าง ๆ มีเมืองรอง ประกอบด้วย จังหวัดร้อยเอ็ด มหาสารคาม กาฬสินธุ์ และยโสธร

ภาคใต้ มีจังหวัดสงขลา (บริเวณอำเภอหาดใหญ่) เป็นเมืองหลัก กำหนดให้พัฒนาเป็นศูนย์กลางความเจริญทางเศรษฐกิจของภาคใต้ และพัฒนาอุตสาหกรรมส่งออก อุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบจากท้องถิ่นโดยเฉพาะ ยางพารา ประมง เป็นต้น มีเมืองรองประกอบด้วย จังหวัดพัทลุง นครศรีธรรมราช ตรัง ปัตตานี ยะลา นราธิวาส และสตูล ต่อมา*แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530-2534)* ได้ดำเนินการพัฒนาเมืองหลักและเมืองรอง ในระยะที่ 2 เมืองหลักในระยะนี้ ได้แก่ จังหวัดพิษณุโลก นครสวรรค์ อุตรธานี ราชบุรี สุราษฎร์ธานี และภูเก็ต และใน*แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-3539)* มีนโยบายการกระจายความเจริญออกสู่ภูมิภาคปรากฏในแผนงานย่อย ๆ ในโครงการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาด้านโครงสร้างพื้นฐานเพื่อให้บริการสาธารณะในระดับเมือง *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544)* มีการพัฒนาโดยเน้นการลงทุนทางการค้ากับต่างประเทศมาส่งเสริมการพัฒนาเมือง เช่น ความร่วมมือเขตเศรษฐกิจอินโด-มาเลเซีย-ไทย และความร่วมมือทางเศรษฐกิจในอนุทวีป (ไทย อินเดีย ศรีลังกา บังคลาเทศ และเมียนมาร์) เพื่อสนับสนุนความเจริญเติบโตของภาคใต้ ความร่วมมือ

ทางเศรษฐกิจกลุ่มอนุภูมิภาคุ่มแม่โขง 6 ประเทศ (กัมพูชา ลาว เมียนมาร์ ไทย เวียดนาม และจีน) เพื่อสนับสนุนความเจริญเติบโตของภาคเหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ ตะวันออกและตะวันตก ให้มีการกระจายตัวไปในเมืองหลักและเมืองชายแดน นอกจากนี้ยังได้กำหนดแนวทางการขยายตัวของภาคมหานคร สำหรับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 9 และ 10 (ตั้งแต่พ.ศ.2545 – 2554) ไม่มีการระบุนโยบายการพัฒนาภาคที่ชัดเจน จนแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11 (พ.ศ.2555-2559) ได้ส่งเสริมการพัฒนาภูมิภาคต่าง ๆ ผ่านนโยบายความร่วมมือทางเศรษฐกิจกับประเทศเพื่อนบ้าน คล้ายกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 และส่งเสริมการพัฒนาพื้นที่เศรษฐกิจชายแดนให้มีความก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น เช่น การจัดตั้งเขตเศรษฐกิจพิเศษ ได้แก่ จังหวัดเชียงราย ตาก หนองคาย มุกดาหาร สระแก้ว และสงขลา เป็นต้น

นอกเหนือจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติแล้ว ประเทศไทยได้มีการกำหนดนโยบายและผังพัฒนาพื้นที่เพื่อเป็นกรอบในการพัฒนาภูมิภาคต่าง ๆ อีกด้วย เช่น ผังภาค 2600 เป็นต้น



บทที่ 3

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ตามสมมติฐานและวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยการทดสอบด้วยวิธีการทางสถิติ ใช้ตัวแปรในการศึกษา 3 ตัวแปร แบ่งเป็นตัวแปรต้น คือ ผลสัมฤทธิ์มวลรวมรายจังหวัด และประชากร ส่วนตัวแปรตาม คือ แสงสว่างเวลากลางคืน ดังนั้นข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้จึงใช้ข้อมูลทั้ง 3 ตัวแปรเป็นหลัก นอกเหนือจากนี้ยังมีข้อมูล ผลสัมฤทธิ์มวลรวมระดับประเทศ และขอบเขตการปกครองระดับจังหวัดรวมถึงระดับอำเภอ ที่ได้นำมาใช้ประกอบการดำเนินการศึกษา ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลทุติยภูมิทั้งหมดแต่บางอย่างจะต้องนำมาวิเคราะห์อีกครั้งเพื่อให้สามารถใช้กับงานวิจัยครั้งนี้ได้ เช่น แสงสว่างเวลากลางคืน เป็นต้น นอกจากนี้ในการศึกษาคั้งนี้ได้ศึกษาข้อมูลตั้งแต่ปี 2538-2553 เป็นระยะเวลา 15 ปี มีรายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

3.1 แสงสว่างเวลากลางคืน

3.1.1 ขอบเขตการปกครองในประเทศไทย

เนื่องจากการศึกษาคั้งได้ศึกษาในระดับจังหวัดและอำเภอการนำข้อมูลแสงสว่างมาใช้ได้แบ่งแสงสว่างตามขอบเขตการปกครอง จึงจำเป็นต้องอธิบายข้อมูลขอบเขตการปกครองประกอบด้วยสำหรับข้อมูลขอบเขตการปกครองรายจังหวัดและอำเภอที่นำมาใช้เป็นข้อมูลที่ได้มาจากกรมโยธาธิการและการผังเมือง

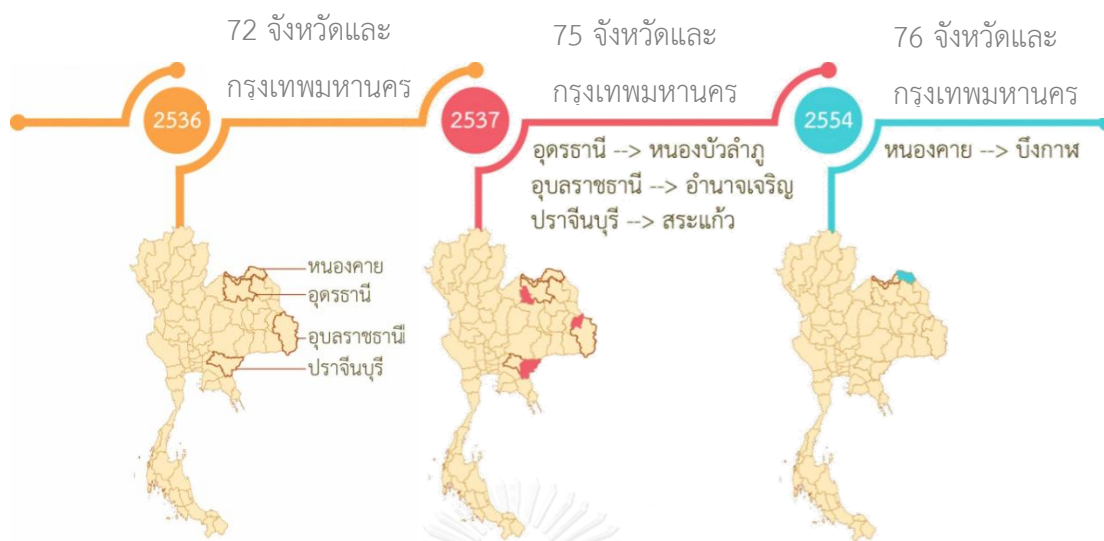
เมื่อกล่าวถึงขอบเขตการปกครองในประเทศไทยจะต้องเข้าใจก่อนว่า ประเทศไทยแบ่งขอบเขตการปกครองตามการบริหารราชการส่วนภูมิภาคออกเป็น 4 ระดับ ตามกฎหมายสองฉบับ ได้แก่ พระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. 2534 ซึ่งกำหนดการบริหารราชการออกเป็นจังหวัดและอำเภอ และพระราชบัญญัติลักษณะปกครองท้องที่ พ.ศ. 2457 กำหนดโครงสร้างการบริหารย่อยจากจังหวัดและอำเภอ เป็นตำบล และหมู่บ้าน ตามลำดับ และยังมีการแบ่งขอบเขตการปกครองตามการบริหารราชการส่วนท้องถิ่น สามารถสรุปการแบ่งขอบเขตการปกครองในปัจจุบันได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การจัดระเบียบการบริหารราชการแผ่นดินระดับภูมิภาคและส่วนท้องถิ่นของประเทศไทยในปัจจุบัน (ปี 2559)

การจัดระเบียบการบริหารราชการแผ่นดิน	ขอบเขตการปกครองตามการบริหารราชการ	จำนวนขอบเขตการปกครองในปัจจุบัน
ราชการส่วนภูมิภาค	จังหวัด	76 จังหวัด
	อำเภอ	878 อำเภอ
	ตำบล	7,255 ตำบล
	หมู่บ้าน	74,965 หมู่บ้าน
ราชการส่วนท้องถิ่น	องค์กรปกครองท้องถิ่นรูปแบบพิเศษ	2 แห่ง ได้แก่ กรุงเทพมหานคร และเมืองพัทยา
	องค์การบริหารส่วนจังหวัด (อบจ.)	76 แห่ง
ราชการส่วนท้องถิ่น	เทศบาล แบ่งเป็น	2,440 แห่ง
	- เทศบาลนคร	30 แห่ง
	- เทศบาลเมือง 176 แห่ง	176 แห่ง
	- เทศบาลตำบล	2,234 แห่ง
	องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.)	5,335 แห่ง

ดัดแปลงจาก: กรมการปกครอง, 2557

ตั้งแต่ปี 2554 ประเทศไทยได้แบ่งขอบเขตการปกครองส่วนภูมิภาคเพิ่มเติมเป็น 76 จังหวัด และกรุงเทพมหานคร โดยแยกจังหวัดบึงกาฬออกจากจังหวัดหนองคาย เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงขอบเขตการปกครองตั้งแต่ปี 2536 เป็นต้นมา (ภาพที่ 3.1) เห็นได้ว่าช่วงปี 2537-2553 เป็นช่วงเวลาที่นานที่สุดในการใช้ขอบเขตของจังหวัดจำนวน 75 จังหวัด และกรุงเทพมหานคร เพื่อบริหารจัดการภายในประเทศ ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงใช้ขอบเขตการปกครองช่วงนี้เป็นฐานในการพิจารณาข้อมูลรายจังหวัด และได้พิจารณาให้กรุงเทพมหานครเป็นจังหวัดหนึ่งเช่นเดียวกับจังหวัดอื่น ๆ เพื่อความสะดวกต่อการอธิบายและทำความเข้าใจเนื้อหาในงานวิจัย



ภาพที่ 3.1 การเปลี่ยนแปลงขอบเขตการปกครองตั้งแต่ปี 2536

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

3.1.2 Dark & Bright Nighttime Light และ Intensity of Light

จากการทบทวนรายละเอียดแสงสว่างเวลากลางคืนในบทที่ 2 ทำให้ทราบว่าแสงสว่างเวลากลางคืนยังมีข้อจำกัดในการนำข้อมูลมาใช้งาน โดยเฉพาะความแตกต่างของข้อมูลแสงสว่างในดาวเทียมแต่ละดวง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาวิธีการที่ดีที่สุดในการนำข้อมูลแสงสว่างมาใช้งาน จึงได้แบ่งข้อมูลแสงสว่างออกเป็น 2 วิธีซึ่งมีวิธีการแปลงภาพถ่ายดาวเทียมที่แตกต่างกัน คือ

1. การแบ่งพื้นที่แสงสว่างอย่างง่าย (Dark & Bright Nighttime Light)

เป็นการแบ่งพื้นที่แสงสว่างโดยแยกระหว่างพื้นที่สีขาวและพื้นที่สีดำ โดยใช้ระดับความเข้มของแสงบริเวณขอบเขตของเมืองโดยเฉลี่ย แบ่งพื้นที่สีขาวที่ระดับ 21-63 และสีดำที่ระดับ 0-20 พิจารณาสีขาว หมายถึง พื้นที่เมือง และสีดำเป็นพื้นที่อื่น ๆ ที่ไม่ใช่พื้นที่เมือง การแบ่งแสงสว่างดังกล่าวทำให้เห็นความแตกต่างระหว่างพื้นที่เมืองและพื้นที่อื่น ๆ อย่างชัดเจน

2. การแบ่งพื้นที่แสงสว่างโดยพิจารณาระดับความเข้มของแสงทุกระดับ (Intensity of Light)

เป็นการแบ่งค่าเฉลี่ยของแสงสว่าง โดยคำนึงถึงความเข้มของแสงทุกระดับตั้งแต่ 0-63 และจำนวน Pixel รวมในแต่ละจังหวัด การแบ่งแสงสว่างด้วยวิธีนี้จะต้องนำค่าเฉลี่ยของแสงสว่างที่ได้มาปรับค่าเพื่อลดความแตกต่างของข้อมูลซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดต่อไป และในงานวิจัยชิ้นนี้จะเรียกค่าเฉลี่ยของแสงสว่างที่มีการปรับข้อมูลแล้วว่า Smoothed Nighttime Light

สำหรับการเลือกใช้ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนเมื่อต้องเปลี่ยนดาวเทียมทั้ง Dark & Bright Nighttime Light และ Intensity of Light ได้พิจารณาให้เกิดความเหมาะสมมากที่สุดดังนี้ ตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบการเลือกใช้ชุดข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนระหว่าง Dark & Bright Nighttime Light และ Intensity of Light

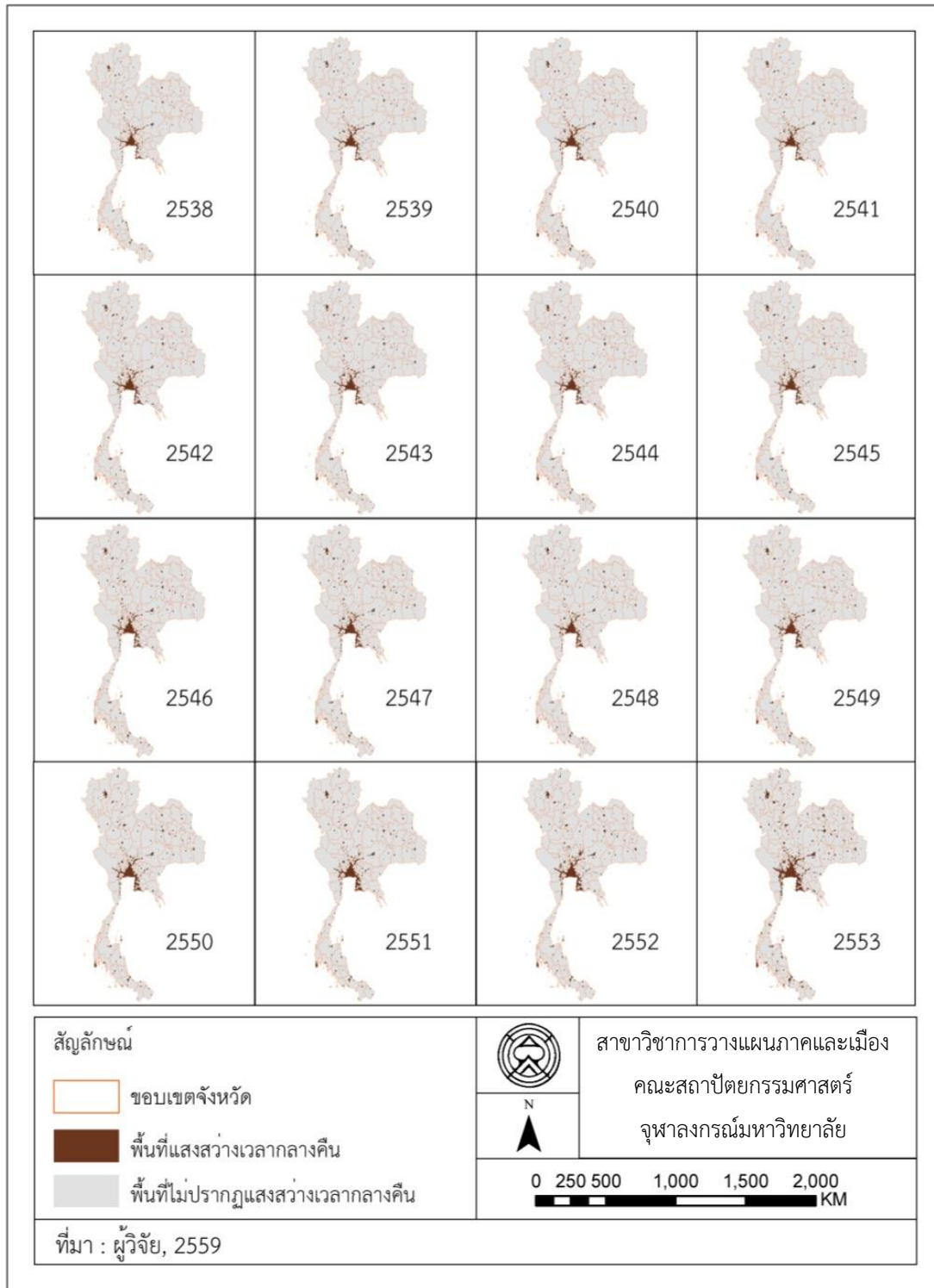
F10	F12	F14	F15	F16	F18	Year\Sat.	F10	F12	F14	F15	F16	F18
	Used					2538		Used				
	Used					2539		Used				
	Used					2540		Used				
	Used					2541		Used				
	Used					2542			Used			
			Used			2543			Used			
			Used			2544			Used			
			Used			2545				Used		
		Used				2546				Used		
				Used		2547				Used		
				Used		2548				Used		
			Used			2549					Used	
				Used		2550					Used	
				Used		2551					Used	
				Used		2552					Used	
					Used	2553						Used

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

การเลือกใช้ชุดข้อมูลแสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light เลือกจากจำนวนพื้นที่ที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด สำหรับ Intensity of Light เลือกใช้ข้อมูลแสงสว่างตามลำดับดาวเทียมที่ NOAA ส่งไปสำรวจข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมต่างดวงจะแตกต่างกันมากจึงต้องนำมาปรับค่าเฉลี่ยแสงสว่างต่อพื้นที่ระหว่างปีด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยแสงสว่างในแต่ละปีที่ไม่แตกต่างกันมากจนผิดปกติ หรือเรียกว่า Smoothed Nighttime Light ซึ่งวิธีการปรับค่าเฉลี่ยแสงสว่างเวลากลางคืนจะกล่าวในรายละเอียดต่อไปในบทที่ 4 ในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลเพื่อให้เห็นภาพรวมของข้อมูลก่อน

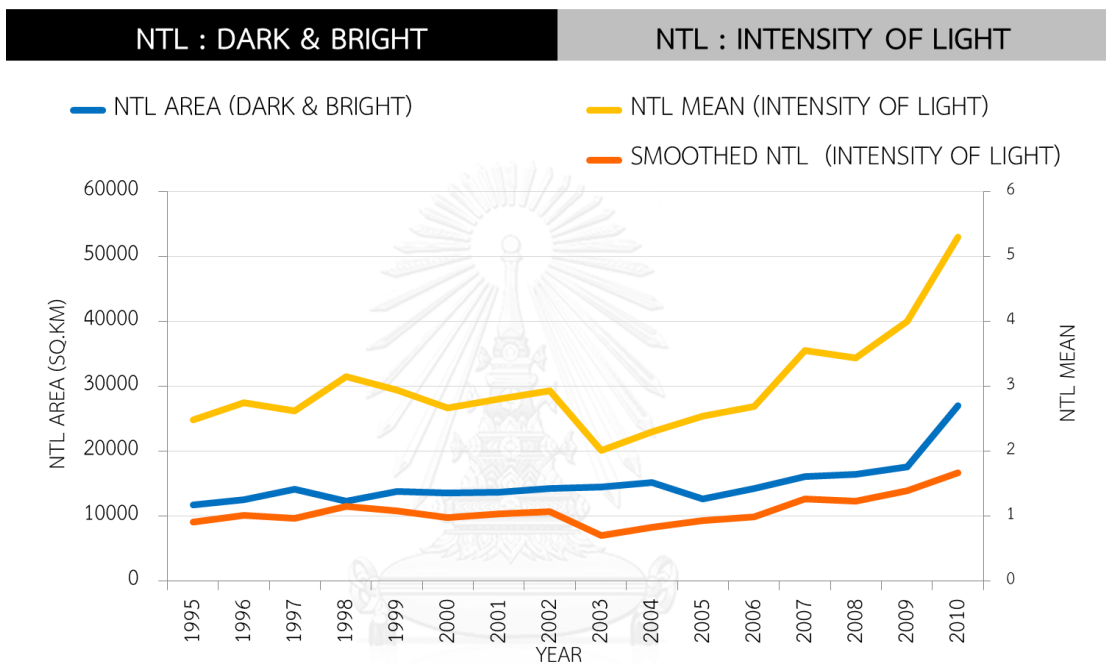
สำหรับข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืน พบว่าปี 2553 ประเทศไทยมีพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน 26,990.68 ตร.กม. ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปีอื่น ๆ จำนวนมาก ทั้งนี้จะเห็นว่าข้อมูลพื้นที่แสงสว่างบางปีอาจจะลดลง เช่น 2541 ลดลงจากปี 2540 จาก 14,103.12

ตร.กม เป็น 12,341.17 ตร.กม และปี 2548 ลดลงจากปี 2547 15,161.65 ตร.กม. เป็น 12,644.20 ตร.กม. เนื่องจากการเปลี่ยนข้อมูลแสงสว่างจากชุดดาวเทียมชุดอื่น (ภาพที่ 3.2-3)



ภาพที่ 3.2 พื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนในประเทศไทย ตั้งแต่ปี 2538-2553

เมื่อพิจารณาข้อมูลแสงสว่างแบบ Intensity of Light ปี 2553 ประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยแสงสว่างเวลากลางคืนเท่ากับ 5.30 ส่วนปีอื่น ๆ พบว่าข้อมูลค่อนข้างเปลี่ยนแปลงขึ้นและลงเมื่อเปลี่ยนชุดข้อมูลในการวิเคราะห์ และเมื่อนำค่าเฉลี่ยแสงสว่างเวลากลางคืนมาปรับลดความแตกต่างโดยการประมาณค่าเฉลี่ยแสงสว่างเวลากลางคืน ในแต่ละปีใหม่ด้วย GPP นอกเขตกรรม พบว่า Smoothed Nighttime Light สามารถลดความแตกต่างค่าเฉลี่ยแสงสว่างเวลากลางคืน ในแต่ละปีได้มากขึ้นดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 กราฟข้อมูลพื้นที่ที่แสงสว่างเวลากลางคืน ค่าเฉลี่ยแสงสว่างเวลากลางคืน Smoothed Nighttime Light ปี 2538-2553

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

สำหรับรายละเอียดข้อมูลพื้นที่ที่แสงสว่างเวลากลางคืน ค่าเฉลี่ยแสงสว่างเวลากลางคืน Smoothed Nighttime Light ในแต่ละปีมีรายละเอียดดัง ตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน ค่าเฉลี่ยแสงสว่างเวลากลางคืน Smoothed Nighttime Lightปี 2538-2553

ปี	DARK & BRIGHT	Intensity of Light	
	NTL AREA (ตร.กม)	NTL MEAN	SMOOTHED NTL
2538	11,756.26	2.48	0.91
2539	12,571.13	2.74	1.01
2540	14,103.12	2.62	0.96
2541	12,341.17	3.15	1.15
2542	13,770.92	2.94	1.08
2543	13,600.10	2.66	0.98
2544	13,709.92	2.81	1.03
2545	14,268.18	2.93	1.07
2546	14,438.01	2.01	0.70
2547	15,161.65	2.30	0.83
2548	12,644.20	2.54	0.93
2549	14,277.02	2.69	0.99
2550	16,145.52	3.55	1.27
2551	16,426.11	3.43	1.23
2552	17,587.33	4.00	1.39
2553	26,990.68	5.30	1.67

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

3.2 ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (Gross Provincial Product: GPP)

ในการวิเคราะห์ขนาดและอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจของ ภาค เมือง และชุมชนนิยมใช้ข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวม ซึ่งมี 3 ระดับ คือ ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด ผลิตภัณฑ์มวลรวมภาค และผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ สำหรับในงานวิจัยชิ้นนี้ใช้ข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด และผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ เป็นหลัก ข้อมูลดังกล่าวจัดทำโดยกองบัญชีประชาชาติ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์มวลรวมไว้ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2552)

3.2.1 นิยามและความหมายของผลิตภัณฑ์มวลรวม

ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Gross Domestic Product : GPP) หมายถึง มูลค่าการผลิตสินค้าและบริการขั้นสุดท้ายในประเทศ หรือมูลค่าเพิ่มจากกิจกรรมการผลิตสินค้าและบริการทุกประเภท

ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (Gross Provincial Product : GPP) คือ มูลค่าสินค้าและบริการขั้นสุดท้ายที่ผลิตในแต่ละจังหวัด หรือ มูลค่าเพิ่มจากกิจกรรมการผลิตสินค้าและบริการทุกประเภทในจังหวัด ณ ช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งส่วนมากจะเป็น 1 ปี และคำว่า “ขั้นสุดท้าย” ในที่นี้ หมายความว่าไม่รวมมูลค่าของวัตถุดิบและปัจจัยอื่น ๆ ที่ใช้ในการผลิตสินค้านั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดการนับซ้ำ เช่น การผลิตขนมปัง จะนับมูลค่าของขนมปังที่ทำเสร็จแล้วเท่านั้น ไม่นับรวมแป้งและเครื่องมือที่ใช้ในการทำ เป็นต้น

3.2.2 การจัดทำผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด

การจัดทำ GPP ในประเทศไทยเริ่มจัดทำเมื่อปี 2523 โดยข้อมูล GPP ที่เผยแพร่ในประเทศไทยได้แบ่งออกเป็นสองชุดข้อมูล ได้แก่ ข้อมูล GPP พ.ศ.2524-2552 และ พ.ศ.2538-2557 ทั้งสองชุดของข้อมูลใช้พื้นฐานในการคำนวณค่า GPP แตกต่างกันได้แก่ ปี 2531 และ ปี 2545 ตามลำดับ และยังแบ่งย่อยออกเป็น GPP ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ GPP ณ ราคาประจำปี (Nominal GPP) และ GPP ปริมาณลูกโซ่ (Real GPP) โดย Nominal GPP คือมูลค่าของสินค้าและบริการภายในจังหวัดที่ระดับราคาปัจจุบัน ส่วน Real GPP เป็นมูลค่าของสินค้าและบริการภายในจังหวัดที่แสดงระดับราคาโดยอ้างอิงปีฐาน เช่น หากกำหนดให้ปี 2545 เป็นปีฐานแล้ว Real GPP ของปี 2553 ก็จะแสดงถึงระดับการเปลี่ยนของ GPP ในปี 2553 ที่แตกต่างจากปี 2545 เป็นต้น

นอกจากนี้ในการจัดเก็บข้อมูล GPP ยังได้แบ่งมูลค่าสินค้าและบริการออกเป็น 2 สาขาการผลิตหลักเป็น สาขาการผลิตเกษตรกรรม (Agriculture) และสาขาการผลิตนอกเกษตรกรรม (Non-Agriculture) ซึ่งมี 16 สาขาการผลิตย่อย ตามการจัดประเภทมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศไทย (TSIC) ปี 2544 ของกระทรวงแรงงาน และเมื่อนำมาใช้กับการวิเคราะห์เมืองแล้วตามมาตรฐานผังเมืองของประเทศไทย พ.ศ. 2549 ได้แบ่งสาขาการผลิตย่อยออกเป็น เกษตรกรรม การค้าและบริการ อุตสาหกรรม โดยสามารถสรุปรายละเอียดกลุ่มสาขาการผลิตได้ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การแบ่ง GPP ตามสาขาการผลิตภาคในจังหวัด

สาขาการผลิตหลัก	กลุ่มการผลิตตามมาตรฐานผังเมือง พ.ศ. 2549	สาขาการผลิตย่อย
เกษตรกรรม	เกษตรกรรม	เกษตรกรรม การล่าสัตว์และการป่าไม้
		การประมง
นอกเกษตรกรรม	อุตสาหกรรม	การทำเหมืองแร่และเหมืองหิน
		อุตสาหกรรม
		การไฟฟ้า แก๊ส และการประปา
		การก่อสร้าง
	การค้าและบริการ	การขนส่ง การขายปลีก การซ่อมแซมยานยนต์
		จักรยานยนต์ ของใช้ส่วนบุคคลและของใช้ในครัวเรือน
		โรงแรมและภัตตาคาร
		การขนส่ง สถานที่เก็บสินค้าและการคมนาคม
		ตัวกลางทางการเงิน
		บริการด้านอสังหาริมทรัพย์ การให้เช่าและบริการทางธุรกิจ
นอกเกษตรกรรม	การค้าและบริการ	การบริหารราชการและการป้องกันประเทศ รวมทั้งการประกัน สังคมภาคบังคับ
		การศึกษา
		การบริการด้านสุขภาพและสังคม
		การให้บริการด้านชุมชน สังคมและบริการส่วนบุคคลอื่นๆ
		ลูกจ้างในครัวเรือนส่วนบุคคล

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ใช้ข้อมูล Real GPP ปีฐาน พ.ศ. 2545 เป็นหลัก เนื่องจากเป็นการเปรียบเทียบความเจริญเติบโตของเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่แตกต่างกันจึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูล GPP ที่มีฐานเดียวกัน ค่าเงินแต่ละปีจะได้อยู่ในระดับเดียวกันสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ และการนำข้อมูล GPP มาใช้ได้แบ่งข้อมูล GPP ออกเป็นสาขาการผลิตภาคเกษตรกรรม (Agriculture) และสาขาการผลิตภาคนอกเกษตรกรรม (Non-Agriculture) โดยมีสมมติฐานการประยุกต์ใช้แสง

สว่างเวลากลางคืนและกิจกรรมภายในเมือง คือ สาขาการผลิตเกษตรกรรมเป็นสาขาการผลิตที่ไม่เกิดแสงสว่างเวลากลางคืนจึงไม่นำมาพิจารณา ส่วนสาขาการผลิตนอกเกษตรกรรมเป็นสาขาการผลิตที่เกิดแสงสว่างเวลากลางคืนซึ่งเป็นพื้นที่เมืองที่เป็นที่ตั้งของกิจกรรมภาคบริการ และพื้นที่อุตสาหกรรมที่เป็นที่ตั้งของสาขาการผลิตภาคอุตสาหกรรม

3.2.3 ผลผลิตภัณฑัวมลรวมจังหวัด

ผลิตภัณฑัวมลรวมจังหวัดที่นำมาใช้เป็นผลิตภัณฑัวมลรวมภาคนอกเกษตรกรรม โดยในช่วงระยะเวลา 16 ปี ตั้งแต่ ปี 2538-2553 GPP non-agriculture มีอัตราการเติบโตเฉลี่ยร้อยละ 3.13 ต่อปี จังหวัดที่มีมูลค่าการผลิตภาคนอกเกษตรกรรมเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงที่สุด คือ จังหวัดปราจีนบุรี มีอัตราการเติบโตร้อยละ 11.7 ต่อปี โดยมีการเปลี่ยนแปลงจากปี 2538 มีมูลค่า 30,421 ล้านบาท เป็น 180,418 ล้านบาทในปี 2553 มูลค่าการผลิตส่วนใหญ่มาจากภาคอุตสาหกรรม สำหรับจังหวัดอื่น ๆ มีอัตราการเติบโตเฉลี่ยร้อยละ 7-0.1 จังหวัดที่มีอัตราการเติบโตรองลงมา คือ ภูเก็ต พระนครศรีอยุธยา ระยอง ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ ตามลำดับ สำหรับจังหวัดที่มีอัตราการเจริญเติบโต GPP non-agriculture น้อยที่สุด คือ จังหวัดสตูล ส่วนจังหวัดที่มี GPP non-agriculture มากที่สุดในประเทศ 10 จังหวัดแรกในปี 2553 มีรายละเอียดดังตารางที่ 3.5-6

ตารางที่ 3.5 GPP non-agriculture ใน 10 จังหวัดแรกที่มีมูลค่าการผลิตมากที่สุด ปี 2538-2545

(หน่วย : ล้านบาท)

จังหวัด	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545
กรุงเทพมหานคร	1.9 ล้าน	2 ล้าน	1.8 ล้าน	1.6 ล้าน	1.7 ล้าน	1.8 ล้าน	1.9 ล้าน	2 ล้าน
สมุทรปราการ	232,869	241,449	235,903	257,312	281,134	296,046	316,136	342,458
ชลบุรี	231,433	256,450	255,423	223,723	233,252	245,613	249,419	270,745
ระยอง	171,036	194,167	222,410	211,174	205,614	236,013	238,017	277,158
พระนครศรีอยุธยา	119,274	140,438	144,155	132,776	143,930	163,578	167,122	173,230
ปทุมธานี	203,618	210,587	208,218	148,035	174,936	169,870	174,924	157,455
สมุทรสาคร	139,340	143,083	145,783	119,868	122,436	134,953	144,881	157,322
ฉะเชิงเทรา	79,349	85,594	90,339	77,540	77,792	78,272	77,784	90,266
ปราจีนบุรี	30,421	32,182	44,839	40,989	38,630	41,631	39,733	63,468
นนทบุรี	72,206	72,678	71,020	73,852	71,236	73,640	77,446	82,769

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2559

ตารางที่ 3.6 GPP non-agriculture ใน 10 จังหวัดแรกที่มีมูลค่าการผลิตมากที่สุด ปี 2546-2553

(หน่วย : ล้านบาท)

จังหวัด	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553
กรุงเทพมหานคร	2.1 ล้าน	2.2 ล้าน	2.4 ล้าน	2.4 ล้าน	2.5 ล้าน	2.5 ล้าน	2.5 ล้าน	2.6 ล้าน
สมุทรปราการ	346,550	364,894	375,001	401,894	506,024	497,556	449,042	555,410
ชลบุรี	293,524	331,670	374,626	419,620	461,293	479,029	446,183	468,865
ระยอง	290,928	315,229	340,447	358,730	380,132	373,959	387,097	434,854
พระนครศรีอยุธยา	193,838	207,551	201,536	218,411	249,665	315,896	272,091	310,665
ปทุมธานี	170,461	190,662	193,409	209,681	211,965	234,578	253,863	286,503
สมุทรสาคร	175,294	189,190	191,912	200,148	209,915	215,225	218,212	242,506
ฉะเชิงเทรา	117,208	135,718	135,053	150,218	170,222	179,587	156,797	191,306
ปราจีนบุรี	81,174	92,262	104,043	116,130	145,671	162,748	163,152	180,418
นนทบุรี	88,004	95,741	107,927	117,647	124,539	128,270	127,865	137,280

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2559

ผลการพัฒนาเศรษฐกิจในประเทศไทยตั้งแต่ปี 2538-2553 ภูมิภาคที่มีมูลค่าการผลิตสูงที่สุดในปี 2553 ได้แก่ กรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีมูลค่าการผลิตเท่ากับ 3,983,542 ล้านบาท ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 48 ของมูลค่าการผลิตทั้งหมดภายในประเทศ รองลงมาเป็น ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันตก ตามลำดับ สามารถอธิบายในภาพรวมของแต่ละภูมิภาคได้ดังนี้ (ภาพที่ 3.4)

(1) กรุงเทพมหานครและปริมณฑล เป็นศูนย์กลางเศรษฐกิจของประเทศ GRP ในภาคนี้จึงสูงที่สุดในประเทศ เมื่อพิจารณาทั้งภาคมหานครพบว่าสาขาการผลิตที่สามารถทำรายได้ให้แก่ภาคมหานครมากที่สุด คือ อุตสาหกรรม รองลงมาเป็นการค้า และการขนส่ง ตามลำดับ โดยกรุงเทพมหานครมีความชำนาญในการผลิตภาคการค้าและบริการ ส่วนจังหวัดอื่น ๆ จะมีความชำนาญในการผลิตด้านอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่

(2) ภาคกลาง โครงสร้างทางเศรษฐกิจของภาคนี้จะพึ่งพาภาคอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ จึงมีมูลค่าการผลิตในภาคอุตสาหกรรมมากกว่าสาขาอื่น ๆ ซึ่งการพัฒนาอุตสาหกรรมในภูมิภาคเป็นผลมาจากการขยายฐานการผลิตจากกรุงเทพและปริมณฑลมาตั้งฐานการผลิตในพื้นที่ โดยเฉพาะบริเวณตอนบนของภาคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา และสระบุรี ที่มีทั้งอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้าง ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ซึ่งทั้งสองจังหวัดมี GPP สูงสุดของภาค ส่วนบริเวณตะวันตกของภาค มีการขยายตัวด้านอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร นอกจากนี้บางจังหวัดยังสามารถทำ

รายได้ในภาคการค้าและบริการ การท่องเที่ยว เกษตรกรรมอยู่ในระดับสูงอีกด้วย สำหรับจังหวัดที่มี GPP สูงที่สุดในภูมิภาค คือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

(3) ภาคเหนือ มี GRP การค้าและบริการสูงกว่า GRP ในสาขาอื่น ๆ โดยจังหวัดที่มี GPP การค้าและบริการสูง และรายได้ส่วนใหญ่มาจากการท่องเที่ยว ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย สำหรับสาขาการผลิตที่มีมูลค่าการผลิตรองลงมาจากการค้าและบริการ คือ อุตสาหกรรม มีอุตสาหกรรมหลักที่สำคัญ ได้แก่ อุตสาหกรรมเกษตร การแปรรูปอาหาร อุตสาหกรรมไม้ เคมีและผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากโลหะประดิษฐ์ ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ซึ่งจังหวัดที่มี GPP ในภาคอุตสาหกรรมสูงได้แก่ ลำพูน กำแพงเพชร เชียงใหม่ ลำปาง ส่วนจังหวัดอื่น ๆ ส่วนใหญ่มีรายได้จากกิจกรรมลูกจ้างในครัวเรือนส่วนบุคคลและเกษตรกรรม เป็นต้น

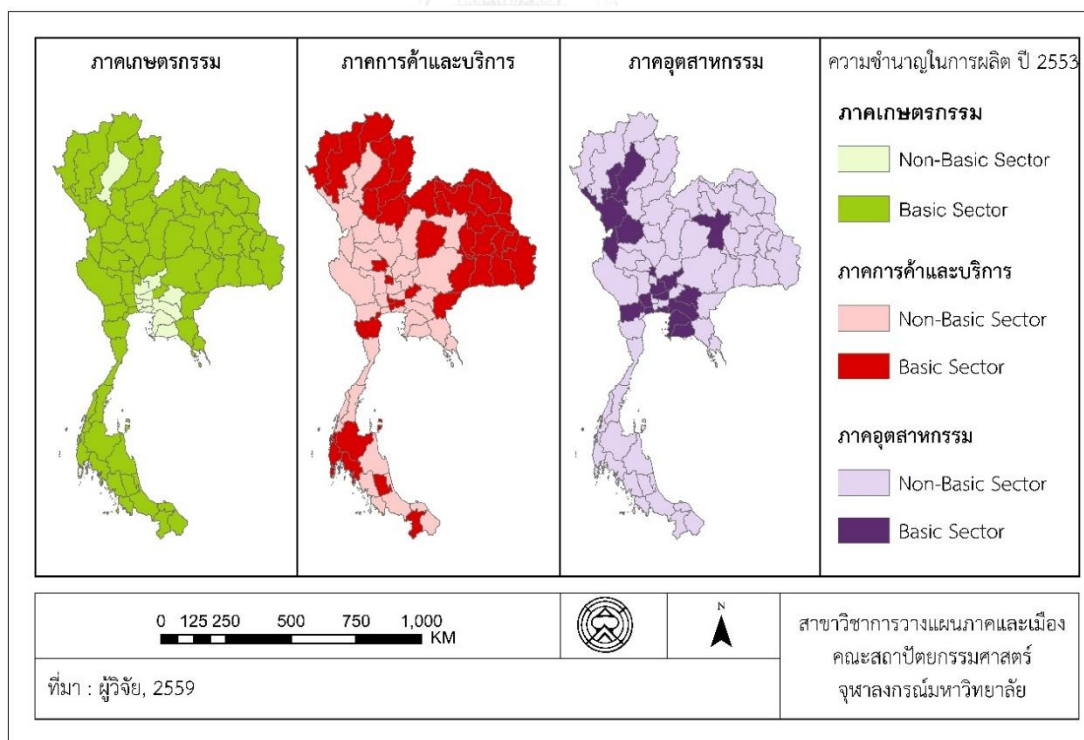
(4) ภาคใต้ โครงสร้างทางเศรษฐกิจขึ้นอยู่กับภาคการค้าบริการและภาคการเกษตร โดยเฉพาะด้านการท่องเที่ยว เช่น โรงแรมและภัตตาคารสามารถสร้างรายได้ให้แก่ภูมิภาคสูงมาก สำหรับภาคอุตสาหกรรมมีสัดส่วน GRP เพียงร้อยละ 23 ซึ่งส่วนมากเป็นอุตสาหกรรมอาหาร และแปรรูปการเกษตร ที่มีการกระจุกตัวในจังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ภูเก็ตและสงขลา และเมื่อพิจารณา GPP รายจังหวัดแล้ว พบว่าจังหวัดภาคใต้ฝั่งตะวันออก (อ่าวไทย) มี GPP สูงกว่าจังหวัดภาคใต้ฝั่งตะวันตก (ทะเลอันดามัน) ทั้งนี้เนื่องจากจังหวัดที่เป็นเมืองหลักหรือศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ ส่วนใหญ่อยู่บริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออก เช่น สงขลา สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช เป็นต้น

(5) ภาคตะวันออก มี GRP สูงเป็นอันดับสองของประเทศรองจากกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โครงสร้างทางเศรษฐกิจของภาคตะวันออกขึ้นอยู่กับภาคอุตสาหกรรม โดยในปี 2553 มี GRP ภาคอุตสาหกรรมสูงถึง 994,034 ล้านบาท คิดเป็นสัดส่วนรายได้ร้อยละ 70 ส่วนภาคการค้าและบริการ มีสัดส่วนรายได้ร้อยละ 24 ภาคเกษตรมีสัดส่วนรายได้น้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 6 ดังนั้นเมื่อวิเคราะห์ความชำนาญในการผลิตเทียบกับระดับประเทศแล้ว จึงพบว่าหลายจังหวัดในภูมิภาคนี้มีความชำนาญในการผลิตภาคอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมเพื่อการส่งออก ได้แก่ เครื่องจักรและชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งมีฐานการผลิตเป็นเขตอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีทั้งนิคมอุตสาหกรรม เขตประกอบการอุตสาหกรรม ชุมชนอุตสาหกรรม และสวนอุตสาหกรรม กระจายตัวอยู่ในจังหวัดชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี ส่วนจังหวัดอื่น ๆ ที่เหลือจะมีความชำนาญการผลิตในภาคการค้าและบริการ รวมถึงเกษตรกรรม

(6) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โครงสร้างเศรษฐกิจของภาคได้ปรับเปลี่ยนการผลิตในสาขาหลักจากภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมมาสู่ภาคการค้าและบริการ ในปี 2553 ภาคการค้าและบริการมีสัดส่วนรายได้สูงถึงร้อยละ 56 ส่วนอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมมีสัดส่วนรายได้ร้อยละ 27 และ

17 ตามลำดับ โดยจังหวัดที่มี GPP สูงในภูมิภาคนี้ คือ นครราชสีมา ขอนแก่น อุบลราชธานี อุตรธานี ตามลำดับ ซึ่งจังหวัดเหล่านี้เป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจและแหล่งการจ้างงานในสาขาการผลิตการค้าและบริการ และอุตสาหกรรมที่สำคัญของภาค อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาด้านแรงงานร่วมด้วยแล้วจะพบว่าแรงงานส่วนใหญ่จะอยู่ในสาขาการผลิตภาคเกษตรกรรมแต่มูลค่าการผลิตที่ได้ค่อนข้างต่ำกว่าภาคการค้าและบริการมาก หลายจังหวัดจึงมีความชำนาญในการผลิตภาคการค้าและบริการ และเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ สำหรับความชำนาญในการผลิตภาคอุตสาหกรรมของภูมิภาคนี้ ในปี 2553 มีเพียงจังหวัดขอนแก่นเท่านั้นที่มีความชำนาญในการผลิตมากกว่าระดับประเทศ โดยอุตสาหกรรมที่สำคัญ ได้แก่ สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม อุตสาหกรรมไม้และเครื่องเรือน อุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น ส่วนใหญ่กระจายตัวอยู่ในจังหวัด ขอนแก่น อุตรธานีและนครราชสีมา

(7) ภาคตะวันตก รายได้ของภูมิภาคนี้ส่วนใหญ่มาจากภาคอุตสาหกรรม โดยมีสัดส่วนรายได้ร้อยละ 43 รองลงมาเป็นการค้าและบริการ และเกษตรกรรม มีสัดส่วนรายได้ร้อยละ 41 และ 16 ตามลำดับ สำหรับจังหวัดที่มี GPP สูงที่สุดในภูมิภาคนี้ คือ จังหวัดราชบุรี เมื่อพิจารณาควบคู่กับความชำนาญการผลิตก็พบว่า จังหวัดราชบุรีมีความชำนาญในการผลิตด้านอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม ส่วนจังหวัดเพชรบุรีมีความชำนาญในการผลิตด้านการค้าและบริการ และเกษตรกรรม ส่วนจังหวัดอื่น ๆ มีความชำนาญในการผลิตด้านเกษตรกรรม



ภาพที่ 3.4 ความชำนาญในสาขาการผลิตภาคเกษตรกรรม การค้าและบริการ และภาคอุตสาหกรรม รายจังหวัด ปี 2553

3.3 ประชากร

ประชากรข้อมูลที่สำคัญในการศึกษาความเจริญเติบโตของเมือง เนื่องจากประชากรเป็นผู้กำหนดกิจกรรมต่าง ๆ ภายในเมือง และสร้างความเจริญเติบโตให้แก่เมืองนั้น ๆ ดังนั้นการศึกษาความเจริญเติบโตของเมืองจึงต้องพิจารณาถึงข้อมูลประชากรด้วย

(กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย, 2556)

3.3.1 การจัดเก็บข้อมูลประชากร

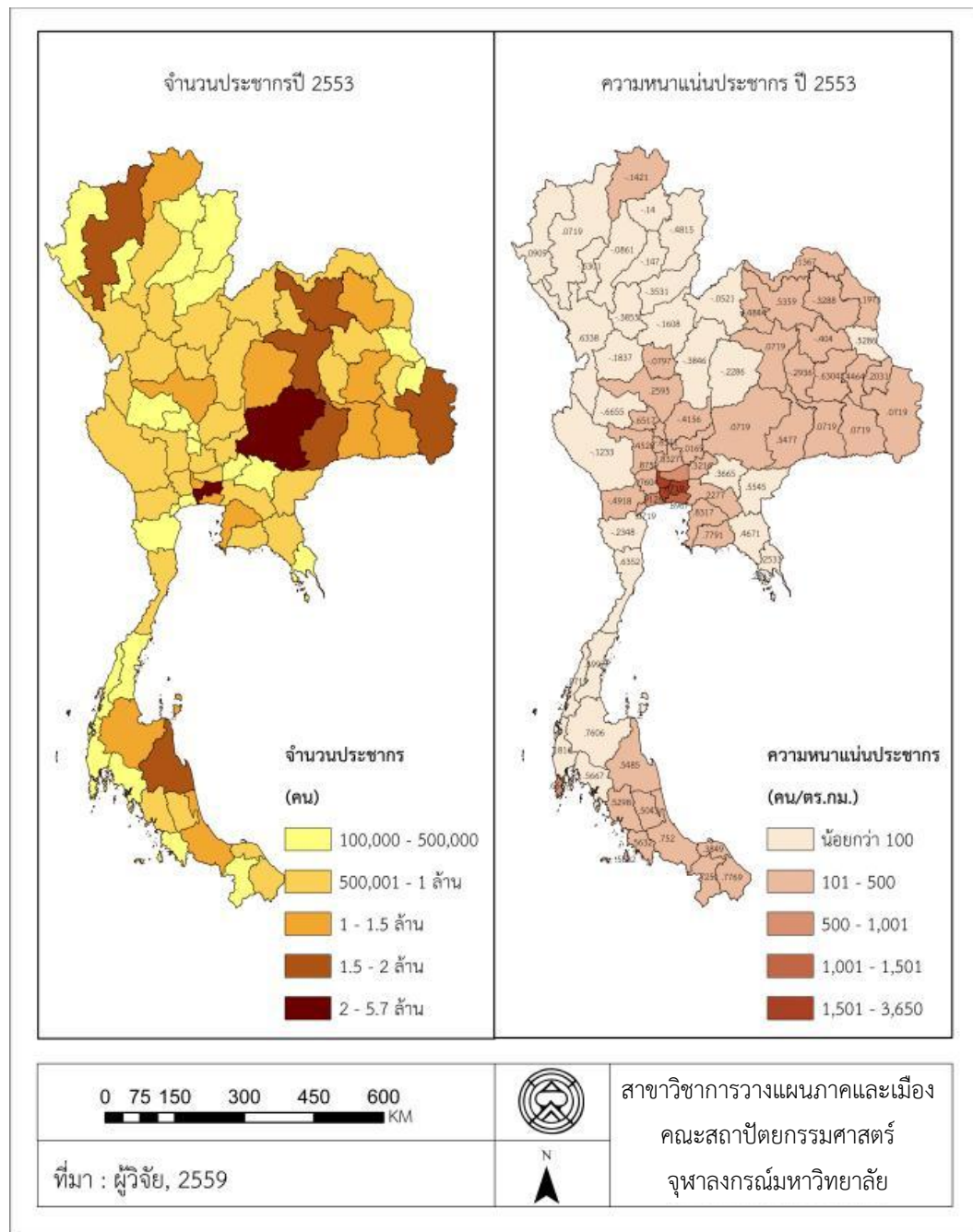
การจัดเก็บข้อมูลประชากรในประเทศไทย ในปัจจุบันสามารถแบ่งข้อมูลประชากรเป็น 2 ประเภทตามการจัดเก็บ ได้แก่ ประชากรตามทะเบียนราษฎร และประชากรที่ได้จากการสำมะโน ในงานวิจัยชิ้นนี้ข้อมูลประชากรจากทะเบียนราษฎรระดับจังหวัด เป็นสำคัญ เนื่องจากเป็นข้อมูลที่มีการปรับปรุงบ่อยกว่าข้อมูลประชากรจากสำมะโนที่เผยแพร่ทุก ๆ 10 ปี และส่วนใหญ่ภาครัฐใช้ข้อมูลประชากรตามทะเบียนราษฎรเป็นฐานข้อมูลในการบริหารและจัดการเมือง

สำหรับการจัดเก็บจำนวนประชากรที่ตามทะเบียนราษฎร ดำเนินการจัดเก็บโดย สำนักบริหารทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย ซึ่งจะรวบรวมจำนวนประชากรทั่วประเทศตามจำนวนรายชื่อที่อยู่ในทะเบียนของท้องถิ่นนั้น ๆ ณ วันที่ 31 ธันวาคม ของทุกปี แบ่งการจัดเก็บข้อมูลออกเป็นระดับต่าง ๆ ดังนี้ รายจังหวัด อำเภอ ตำบล กิ่งอำเภอ เทศบาลนคร เทศบาลเมือง และเทศบาลตำบล

3.3.2 จำนวนประชากรและความหนาแน่น

ปี 2553 ประเทศไทยมีจำนวนประชากรทั้งหมด 63,878,267 คน เมื่อพิจารณาการกระจายตัวของประชากรในระดับภูมิภาค พบว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีประชากรอาศัยอยู่มากที่สุดจำนวน 21.5 ล้านคน หรือร้อยละ 34 ของประชากรทั้งหมดภายในประเทศ รองลงมา คือ ภาคเหนือ 11.7 ล้านคน ร้อยละ 18 กรุงเทพมหานครและปริมณฑล 10.3 ล้านคน ร้อยละ 16 และ ภาคใต้ ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก และภาคกลาง ตามลำดับ เมื่อพิจารณา 10 จังหวัดที่มีประชากรมากที่สุด คือ กรุงเทพมหานคร มีจำนวนประชากร 5.7 ล้านคน รองลงมาเป็นจังหวัดนครราชสีมา จำนวนประชากร 2.6 ล้านคน และอุบลราชธานี จำนวน 1.8 ล้านคน สำหรับจังหวัดอื่น ๆ มีรายละเอียดดังตารางที่ 3.7 ในปี 2553 ประเทศไทยมีจังหวัดที่ประชากรเกิน 1 ล้านคน 20 จังหวัด อย่างไรก็ตามการกระจายตัวของประชากรในประเทศไทยยังคงกระจุกตัวอยู่ในกรุงเทพมหานครมากกว่าจังหวัดสูงมาก โดยมีจำนวนประชากรมากกว่าจังหวัดนครราชสีมาซึ่งเป็นจังหวัดที่มีประชากรอันดับที่ 2 ของประเทศ ถึง 2 เท่า และเมื่อพิจารณาความหนาแน่นของประชากรแล้ว พบว่า

จังหวัดที่มีความหนาแน่นของประชากรมากที่สุดยังคงเป็นกรุงเทพมหานคร จำนวน 3,633 คนต่อตร.กม รองลงมาเป็นจังหวัด นนทบุรี สมุทรปราการ เป็นต้น โดยทั้ง 3 จังหวัดนี้มีความหนาแน่นของประชากรมากกว่า 1 พันคนต่อตร.กม ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงลักษณะการกระจายตัวของประชากรในประเทศไทยส่วนใหญ่ที่ส่วนใหญ่กระจุกตัวในพื้นที่ภาคมหานคร ดังภาพที่ 3.5 และตารางที่ 3.7



ภาพที่ 3.5 จำนวนประชากรและความหนาแน่นปี 2553

ตารางที่ 3.7 จำนวนประชากรและความหนาแน่นใน 10 จังหวัดแรกที่มีความหนาแน่นประชากรมากที่สุด ปี 2553

จังหวัด	พื้นที่ (ตร.กม)	จำนวนประชากร (คน)		ความหนาแน่น (คน/ตร.กม)	
		2538	2553	2538	2553
กรุงเทพมหานคร	1,569.41	5,570,743	5,701,394	3,550	3,633
นนทบุรี	633.30	754,627	1,101,743	1,192	1,740
สมุทรปราการ	959.76	926,110	1,185,180	965	1,235
ปทุมธานี	1,519.88	524,251	985,643	345	648
ภูเก็ต	553.58	207,777	345,067	375	623
สมุทรสาคร	864.11	390,699	491,887	452	569
สมุทรสงคราม	408.81	206,979	194,057	506	475
นครปฐม	2,140.84	730,076	860,246	341	402
ปัตตานี	1,953.11	572,191	655,259	293	335
พระนครศรีอยุธยา	2,533.83	706,502	782,096	279	309

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

นอกจากนี้เมื่อคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงประชากรในช่วงเวลา 16 ปีที่ผ่านมา พบว่าประเทศไทยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรร้อยละ 7 โดยจังหวัดที่มีการเปลี่ยนแปลงประชากรมากกว่าร้อยละ 10 เป็นต้นไป คือ ปทุมธานี ภูเก็ต นนทบุรี ชลบุรี กระบี่ ระยอง ระนอง สมุทรปราการ เป็นต้น จังหวัดเหล่านี้จะมีอัตราการเพิ่มประชากรร้อยละ 4-2 ต่อปี ซึ่งมากกว่าจังหวัดอื่น ๆ จากข้อมูลข้างต้นทำให้เห็นว่าจังหวัดที่ประชากรมีอัตราการเพิ่มขึ้นมากส่วนใหญ่จะเป็นจังหวัดที่มีความชำนาญในการผลิตภาคอุตสาหกรรม หรือการค้าและบริการ

3.3.3 การตั้งถิ่นฐานและการกระจายตัวของประชากร

ภาพรวมการตั้งถิ่นฐานและการกระจายตัวของประชากรของประเทศไทยสามารถอธิบายในรายละเอียดโดยแบ่งออกเป็นภูมิภาคต่าง ๆ มีรายละเอียด ดังนี้

(1) กรุงเทพมหานครและปริมณฑล เป็นภูมิภาคที่มีระดับความเป็นเมืองสูงสุดของประเทศ ในปัจจุบันการกระจายตัวของพื้นที่เมืองในภาคมหานครได้ขยายตัวจนเชื่อมต่อเป็นเนื้อเมืองเดียวกัน โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานครกับจังหวัดนนทบุรี สมุทรปราการ และปทุมธานี

(2) ภาคกลางและภาคตะวันตก การตั้งถิ่นฐานในพื้นที่ภาคกลางกระจุกตัวในบริเวณพื้นที่อุตสาหกรรม และพื้นที่ท่องเที่ยว ซึ่งเริ่มมีความหนาแน่นของการตั้งถิ่นฐานเพิ่มขึ้นเมื่อมีการขยายตัว

ของภาคอุตสาหกรรมจากกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมาสู่พื้นที่ภาคกลาง ทั้งยังมีการขยายตัวของพื้นที่เมืองไปสู่พื้นที่ชนบทมากขึ้นโดยเฉพาะบริเวณพื้นที่พัฒนาต่อเนื่องระหว่างชุมชนตามแนวเส้นทางเชื่อมโยงหลักระหว่างภาคกลางตอนบน ภาคมหานคร และภาคตะวันตก เช่น กลุ่มเมืองพระนครศรีอยุธยา-สิงห์บุรี กลุ่มเมืองในจังหวัดราชบุรี-กาญจนบุรี และกลุ่มเมืองเพชรบุรี-ชะอำ-หัวหิน-ปราณบุรี เป็นต้น

(3) ภาคเหนือ รูปแบบการตั้งถิ่นฐานได้รับอิทธิพลจากลักษณะภูมิประเทศและเส้นทางคมนาคม จึงพบการตั้งถิ่นฐานของประชากรส่วนใหญ่ในบริเวณที่ราบระหว่างหุบเขา ภูมิภาคนี้มีชุมชนขนาดเล็กถึงร้อยละ 80 (กรมโยธาธิการและการผังเมือง, 2554) จังหวัดที่เป็นศูนย์กลางของภูมิภาค และมีประชากรอาศัยอยู่มากในภูมิภาคนี้ คือ เชียงใหม่ เชียงราย นครสวรรค์ และเพชรบูรณ์

(4) ภาคตะวันออก การกระจายตัวของประชากรในภูมิภาคส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัด ชลบุรี ฉะเชิงเทรา และระยอง เป็นต้น โดยการตั้งถิ่นฐานจะกระจายตัวตามแนวริมฝั่งอ่าวไทย และกระจุกตัวอยู่บริเวณใกล้พื้นที่อุตสาหกรรม

(5) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การกระจายตัวของประชากรส่วนใหญ่จะอยู่ในจังหวัด นครราชสีมา และขอนแก่น อุบลราชธานี และอุดรธานี การตั้งถิ่นฐานของประชากรจะกระจายตัวตามเส้นทางคมนาคมที่เชื่อมต่อระหว่างเมืองซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ชนบทที่มีทรัพยากรธรรมชาติอุดมสมบูรณ์

(6) ภาคใต้ การกระจายตัวของประชากรในภูมิภาคนี้ส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัด นครศรีธรรมราช สงขลา ภูเก็ต และสุราษฎร์ธานี การตั้งถิ่นฐานของประชากรจะอยู่ตามแนวเส้นทางคมนาคมที่เชื่อมโยงระหว่างกลุ่มเมืองและกิจกรรมทางเศรษฐกิจของภาค

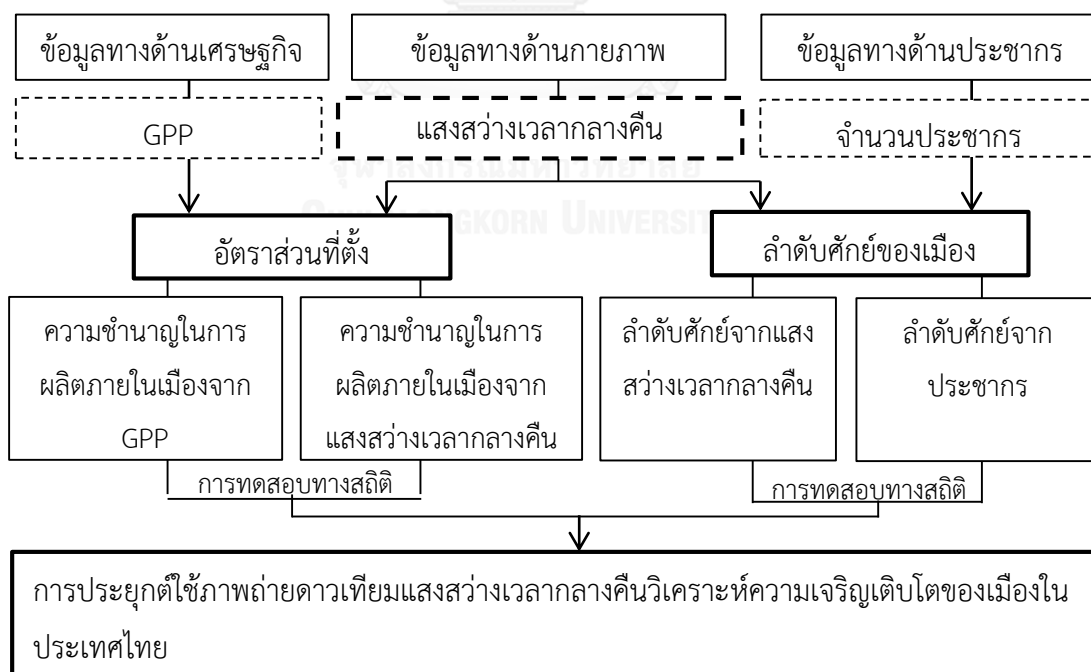
บทที่ 4

ระเบียบวิธีวิจัย

ในบทนี้กล่าวถึงกรอบแนวคิดในการวิจัย เพื่อกำหนดตัวแปร เครื่องมือที่ใช้และวิธีการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนต่าง ๆ ตั้งแต่การเตรียมข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืน การทดสอบทางสถิติ Pearson's Correlation เพื่อทดสอบความสามารถในการแทนข้อมูลแสงสว่างกับ GPP และประชากร ตลอดจนถึงการนำข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนมาประยุกต์ใช้วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมือง และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ในการจัดกลุ่มเมืองตามลักษณะข้อมูลความเจริญเติบโตที่เกิดขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาซึ่งคำถามในการวิจัยถึงความสามารถในการใช้ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนแทนข้อมูล GPP และ จำนวนประชากรเพื่อใช้วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมือง และการตั้งข้อสมมติฐานรวมถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อตอบคำถามดังกล่าว สามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองในประเทศไทย ตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจ ได้วิเคราะห์อัตราส่วนที่ตั้งเพื่อศึกษาความชำนาญในสาขาการผลิตสินค้าและบริการภายในเมืองและวิเคราะห์ลำดับค้ำคัญของเมืองเพื่อช่วยในการอธิบายความเจริญเติบโตตามอันดับขนาด โดยคำนวณอัตราส่วนที่ตั้งและลำดับค้ำคัญของเมืองตามทฤษฎีที่ใช้ GPP และจำนวนประชากรมาทดสอบทางสถิติกับอัตราส่วนที่ตั้งและลำดับค้ำคัญของเมืองที่คำนวณจากแสงสว่างเวลากลางคืน ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความสามารถในการใช้ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองแทนข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจและประชากรภายใต้ข้อจำกัดของเมืองประเภทต่าง ๆ ในประเทศไทย

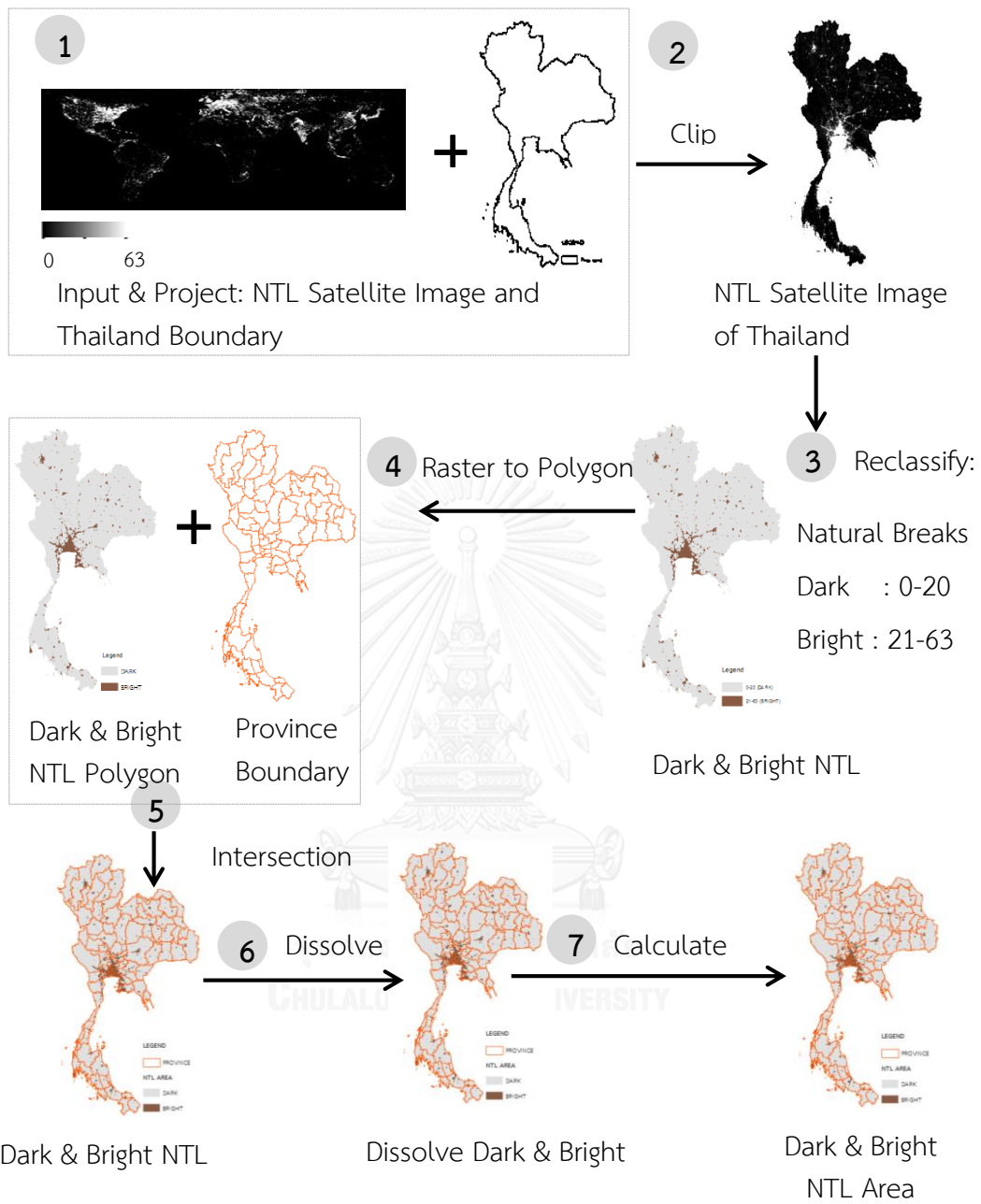
4.2 เครื่องมือและวิธีการในการวิจัย

4.2.1 การออกแบบคำสั่งเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ของแสงสว่างเวลากลางคืนด้วย Model Builder

Model Builder เป็นเครื่องมือหนึ่งในโปรแกรม ArcGIS สำหรับการประมวลผลอัตโนมัติ โดยการสร้างชุดคำสั่งหรือกระบวนการที่ใช้ในการวิเคราะห์ตั้งแต่ต้นจนจบ Model นี้ก็จะวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นที่วางไว้ และใช้วิเคราะห์กับชุดข้อมูลอื่นได้อีกด้วย ขั้นตอนการทำงาน เช่น เมื่อใส่ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนเข้าไปก็จะประมวลผลทำให้ได้ผลระหว่างกระบวนการที่สามารถนำไปประมวลต่อจนได้จำนวนพื้นที่แสงสว่างที่ต้องการออกมาในที่สุด จึงช่วยลดขั้นตอนและระยะเวลาในการวิเคราะห์ข้อมูลได้เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเตรียมข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนเพื่อนำไปประยุกต์ใช้วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองต่อไป ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบชุดคำสั่งต่าง ๆ และใช้ Model Builder มาช่วยในการประมวลผล เพื่อคำนวณพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน (Dark & Bright NTL) และคำนวณความเข้มของแสงในแต่ละ pixel รายปี (Intensity of Light) ทั้ง 15 ปี มีรายละเอียดชุดคำสั่งและวิธีดำเนินการโดยแบ่งเป็น 2 Model คือ Dark & Bright NTL Model และ Intensity of Light Model ดังนี้

Dark & Bright NTL Model

การวิเคราะห์ Dark & Bright NTL เพื่อหาพื้นที่แสงสว่างประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การระบุตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์บนแผนที่ (2) การตัดข้อมูลด้วยคำสั่ง Clip (3) การแบ่งประเภทข้อมูล (4) การแปลงภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนเป็นข้อมูลเวกเตอร์ (5) การแบ่งพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนเป็นรายจังหวัด (Intersection) (6) การยุบรวมพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนในแต่ละจังหวัด (Dissolve) และ (7) การคำนวณพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.2

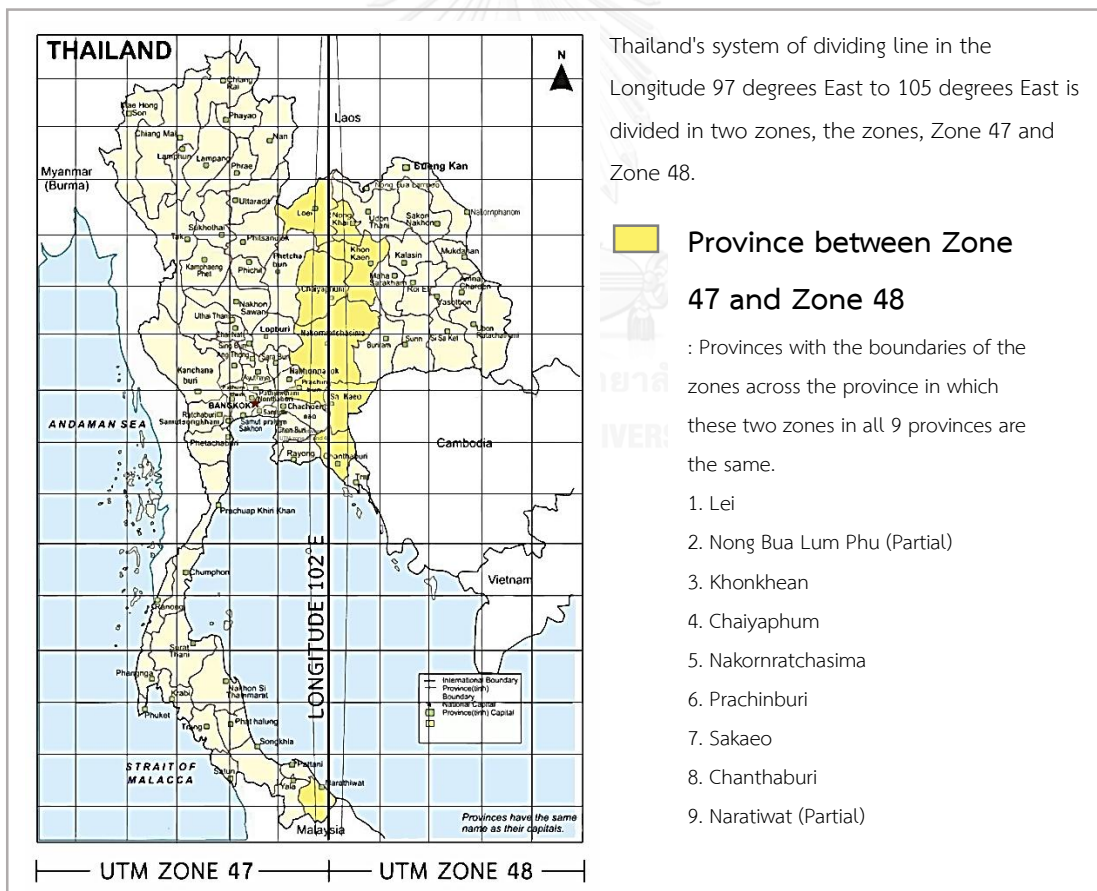


ภาพที่ 4.2 การคำนวณพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนอย่างง่าย จาก Model Builder

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

(1) การระบุตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์บนแผนที่ (Define Projection)

ระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งกับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ของระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์แตกต่างกันจะมีผลกระทบกับข้อมูลทำให้เกิดการบิดเบี้ยวของรูปร่าง พื้นที่ ระยะทาง และทิศทาง ดังนั้นจึงต้องเลือกระบบพิกัดภูมิศาสตร์ให้เหมาะสมกับข้อมูลในแต่ละพื้นที่ นอกจากนี้ ข้อมูลต่างๆที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกันควรมีระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์แบบเดียวกัน สำหรับข้อมูลแผนที่ประเทศไทย ใช้ระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์แบบ Grid Coordinate System อ่านค่าพื้นที่ในหน่วย เมตร พื้นหลักฐาน (Datum) ที่ใช้อ้างอิงตำแหน่งบนพื้นผิวโลก คือ WGS 1984 ระบบเส้นโครงแผนที่ UTM โซน 47 (ภาพที่ 4.3) ส่วนภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืน ที่ได้มานั้นมีระบบภูมิศาสตร์แบบ Geographic Coordinate System อ่านค่า Latitude/Longitude ซึ่งเหมาะสำหรับการเก็บตำแหน่งข้อมูลเชิงพื้นที่แต่ไม่เหมาะสำหรับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ จึงต้องแปลงเป็นระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์และตำแหน่งให้ตรงกับแผนที่ประเทศไทยโดยใช้เครื่องมือ Project Raster (Data Management)



ภาพที่ 4.3 ระบบพิกัด UTM zone 47 และ 48 ในประเทศไทย

ดัดแปลงจาก: http://www.cgistln.nu.ac.th/gistweb_2013/images/document/1.Map.pdf

(2) การตัดข้อมูลด้วยคำสั่ง (Clip)

ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนที่ได้เป็นภาพทั้งโลก เมื่อแปลงพิกัดทางภูมิศาสตร์ ตรงกันกับขอบเขตประเทศไทยแล้ว ก็สามารถตัดภาพถ่ายดาวเทียมให้เหลือเฉพาะพื้นที่ประเทศไทย ซึ่งเป็นหน่วยการวิจัยในการศึกษาครั้งนี้ โดยใช้คำสั่ง Clip (Data Management) ใส่ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนและขอบเขตประเทศไทยไป ก็จะได้ภาพดังขั้นตอนที่ 2 ของภาพที่ 4.2

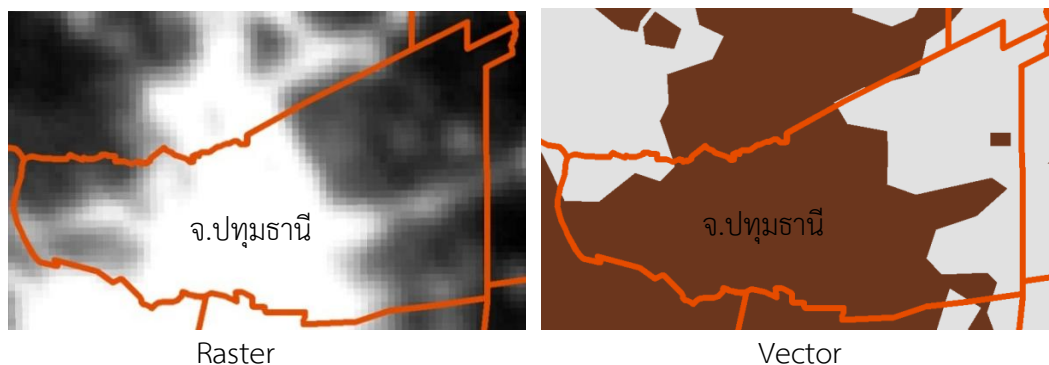
(3) การแบ่งประเภทข้อมูล (Reclassify)

การแบ่งประเภทข้อมูลเป็นกระบวนการจัดเรียงหรือจัดแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มโดยข้อมูลที่มีค่าใกล้เคียงกันจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน เทคนิคที่ใช้ในการแบ่งประเภทข้อมูลมีอยู่มากมาย สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ได้ใช้การแบ่งประเภทข้อมูลโดยวิธีตามธรรมชาติ (Natural Breaks) เหมาะสมสำหรับใช้แบ่งประเภทข้อมูลที่มีการกระจายตัวอย่างไม่สม่ำเสมอ เช่น แสงสว่างเวลากลางคืน โดยการพิจารณาการกระจายตัวตามธรรมชาติหรือการเกาะกลุ่มของข้อมูล แล้วแบ่งกลุ่มในช่วงที่มีการแบ่งแยกข้อมูลอย่างชัดเจน ซึ่งใน ArcGIS ได้คำนวณทางสถิติตามขั้นตอนของเจ็งค์ส (Jenks Natural Breaks Algorithm) เป็นการคำนวณข้อมูลซ้ำ ๆ หลายรอบ เพื่อให้ได้ชุดกลุ่มข้อมูลที่มีความแปรปรวนภายในกลุ่มน้อยที่สุด ทำให้การแบ่งกลุ่มมีความถูกต้องแม่นยำสูง พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงของขอบเขตเมืองจริงในหลาย ๆ เมือง

ในการวิจัยนี้ได้แบ่งกลุ่มข้อมูลความเข้มของแสงสว่างเวลากลางคืนออกเป็น 2 กลุ่ม อย่างง่ายคือ สีขาว และสีดำ กลุ่มสีขาว หมายถึง พื้นที่เมือง พื้นที่อุตสาหกรรม รวมไปถึงที่อยู่อาศัยของมนุษย์ เป็นต้น มีระดับความเข้มของแสง 21-63 DN_s ส่วนกลุ่มสีดำ หมายถึง พื้นที่เกษตรกรรม ป่าไม้ แม่น้ำ เป็นต้น มีระดับความเข้มของแสง 0-20 DN_s (ขั้นตอนที่ 3 ของภาพที่ 4.2) และเลือกพิจารณาเฉพาะกลุ่มสีขาวเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่เกิดแสงสว่างเวลากลางคืน

(4) การแปลงภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนเป็นข้อมูลเวกเตอร์ (Raster to Polygon)

ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนเป็นข้อมูล Raster เมื่อนำมาคำนวณพื้นที่จึงต้องแปลงข้อมูล Raster ให้อยู่ในรูปของข้อมูล Vector โดยใช้คำสั่ง Raster to Polygon ได้พื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนตรงกับภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนดังขั้นตอนที่ 4 ของภาพที่ 4.2 และภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 เปรียบเทียบลักษณะข้อมูล Raster และ Vector

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

(5) การแบ่งพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนเป็นรายจังหวัด (Intersection)

ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาความเจริญเติบโตของเมืองเป็นรายจังหวัดจึงต้องแบ่งข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนเป็นรายจังหวัดด้วย โดยการนำขอบเขตรายจังหวัดมาซ้อนทับกับข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนที่ทำเป็น Polygon แล้ว ใช้คำสั่ง Intersection แบ่งข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนออกเป็นรายจังหวัด ดังขั้นตอนที่ 5 ของภาพที่ 4.2

(6) การยุบรวมพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนในแต่ละจังหวัด (Dissolve)

ข้อมูลแสงสว่างในแต่ละจังหวัดจากขั้นตอนที่ 5 มีหลายพื้นที่ ในขั้นตอนนี้จึงรวมพื้นที่ที่มีลักษณะเหมือนกันไว้ด้วยกันโดยไม่ทำให้ขนาดพื้นที่ในแต่ละแห่งเปลี่ยนแปลง ช่วยลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลและสามารถคำนวณพื้นที่แสงสว่างรวมแต่ละจังหวัดดังขั้นตอนที่ 6 ของภาพที่ 4.2 และภาพที่ 4.5 และตารางที่ 4.1



ภาพที่ 4.5 เปรียบเทียบลักษณะข้อมูลแสงสว่างที่ได้จากขั้นตอน Intersection และ Dissolve

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างการยุบรวมพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน ในจังหวัดปทุมธานีปี 2553

Intersection		Dissolve	
ประเภทพื้นที่	จำนวนพื้นที่ (ตร.กม)	ประเภทพื้นที่	จำนวนพื้นที่ (ตร.กม)
Dark	3.59	Dark	550.25
Dark	546.65		
Dark	0.0041		
Dark	0.0035		
Dark	0.0044		
Dark	0.0002		
Bright	4.98	Bright	969.63
Bright	964.51		
Bright	0.03		
Bright	0.038		
Bright	0.066		
Bright			

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

(7) การคำนวณพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน (Calculate)

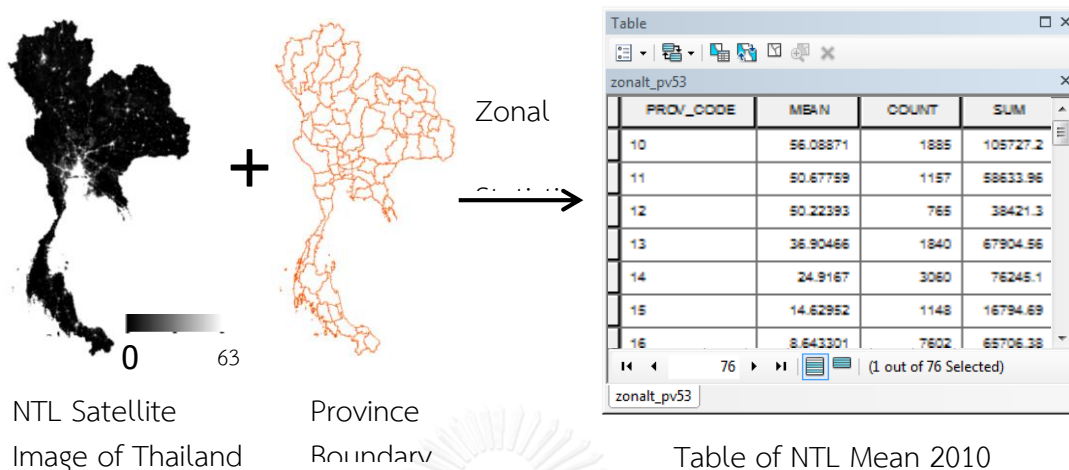
นอกเหนือจากการคำนวณพื้นที่แสงสว่างรวมภายในแต่ละจังหวัดด้วยวิธีกำหนดฟิลด์ (Field) สำหรับคำนวณค่าสถิติในคำสั่ง Dissolve แล้ว ยังสามารถคำนวณพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนด้วยการเพิ่มฟิลด์พื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน และคำสั่ง Calculate Geometry เพื่อคำนวณพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนในแต่ละจังหวัดได้อีกด้วย

Intensity of Light Model

การวิเคราะห์ Intensity of Light เพื่อหาพื้นที่แสงสว่างได้คำนึงถึงระดับความเข้มของแสงที่เกิดขึ้นทุกระดับ จึงต้องคำนวณพื้นที่จากภาพถ่ายดาวเทียมและแบ่งข้อมูลตามขอบเขตระดับจังหวัดได้โดยตรง จากจำนวน Pixel ทั้งหมดภายในจังหวัดและผลรวมของแสงสว่างที่เกิดขึ้นทำให้ได้ค่าเฉลี่ยแสงสว่างเวลากลางคืนต่อพื้นที่ (จำนวน Pixel) หรือ NTL Mean ในแต่ละจังหวัด ดังสมการ 4-1

$$\text{NTL Mean} = \frac{\text{Summation Intensity of Light}}{\text{Summation Pixel}} \quad (4-1)$$

ในการจัดเตรียมข้อมูล NTL Mean นี้สามารถใช้ ArcGIS เข้ามาช่วยเพื่อคำนวณด้วยคำสั่ง Zonal Statistics ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 การคำนวณ NTL Mean จาก ArcGIS โดยใช้ Model Builder

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

การปรับเทียบแสงสว่างเวลากลางคืน (Calibration)

จากข้อจำกัดข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนทั้ง Satellite Sensor และ Scaling Factor ในดาวเทียมแต่ละชุดที่แตกต่างกัน ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 เมื่อนำข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนมาศึกษาพร้อมกันหลาย ๆ ปี จึงต้องปรับข้อมูลในดาวเทียมแต่ละชุดให้อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด ในการวิจัยครั้งนี้ได้ปรับข้อมูลแสงสว่างที่ใช้ในการวัดโดยอ้างอิงวิธีการของ Henderson et al. (2009) และ Tanaka and Keola (2016) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การปรับข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืน การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนกับ GPP หรือ จำนวนประชากร และการคำนวณ Smoothed NTL โดยวิธีการปรับเทียบข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนกับ GPP หรือ จำนวนประชากรในแต่ละขั้นตอนใช้วิธีการเดียวกัน มีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

(1) การปรับข้อมูลค่าเฉลี่ยแสงสว่างเวลากลางคืนต่อพื้นที่ระหว่างปี

มีสมมติฐานเพื่อประมาณการค่าความเข้มของแสง ดังนี้ “ความเข้มของแสงที่ได้จากการวัดประกอบไปด้วยแสงจริงและอัตรากำลังการขยายแสงรวมถึงความคลาดเคลื่อนของการวัดข้อมูลในแต่ละจังหวัดและแต่ละปี” เขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ 4-2

$$Light_{it}^{data} = Light_{it}^{True} \exp(\lambda_t + \varepsilon_{it}) \quad (4-2)$$

โดยที่	λ	คือ	อัตราค่าการขยายแสง หรือ Scaling Factor
	ε	คือ	ความคลาดเคลื่อนในการวัดข้อมูล
	i	คือ	จังหวัดหนึ่ง ๆ
	t	คือ	ปีที่จัดเก็บข้อมูล

ทั้งนี้ แสงที่เกิดขึ้นจริง และ Scaling Factor เป็นค่าที่ไม่ทราบ จึงต้องประมาณค่า โดยตั้งสมมติฐาน มีรายละเอียดการประมาณค่าปัจจัยทั้ง 2 ดังนี้

(1.1) การประมาณค่าแสงที่เกิดขึ้นจริง

สมมติฐานในการประมาณค่าแสงที่เกิดขึ้นจริง คือ

“แสงที่เกิดขึ้นจริงมีความสัมพันธ์กับ GPP หรือ จำนวนประชากร”

และนำปัจจัยที่ใช้ในการคำนวณหน่วยที่แตกต่างกัน (Conversion Factor : μ) มาคำนวณร่วม ด้วยเพื่อแก้ไขความบิดเบือนของข้อมูล ดังสมการที่ 4-3

$$Light_{it}^{True} = (GPP_{it}^{True})^{\mu} \quad (4-3)$$

ส่วนข้อมูล GPP และ จำนวนประชากร ที่นำมาใช้ต่างมีความคลาดเคลื่อนในการเก็บข้อมูลด้วย เช่นกันจึงต้องกำจัดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ดังสมการที่ 4-4

$$GPP_{it}^{True} = (GPP_{it}^{Data} \exp(\varepsilon_{it}))^{\mu} \quad (4-4)$$

จากสมการที่ 4-3 และ 4-4 ทำให้หาแสงที่เกิดขึ้นจริงได้ ดังสมการที่ 4-5

$$Light_{it}^{True} = (GPP_{it}^{Data} \exp(\varepsilon_{it}))^{\mu} \quad (4-5)$$

นำการประมาณค่าแสงที่เกิดขึ้นจริงในสมการ 4-5 ไปแทนค่าในสมการ 4-2 ได้ดังสมการที่ 4-6

$$Light_{it}^{data} = (GPP_{it}^{Data} \exp(\varepsilon_{it}))^{\mu} \exp(\lambda_t + \varepsilon_{it}) \quad (4-6)$$

(1.2) การประมาณค่า Scaling Factor

โดยตั้งสมมติฐาน “Scaling Factor ในแต่ละปีมีความสัมพันธ์และแปรผันไปในทิศทางเดียวกัน เช่นเดียวกับความแตกต่างของข้อมูลแต่ละปี (Year dummy) ดังนั้นหากกำหนดปีฐาน (Year fixed) ปัจจัย Scaling Factor และ Year dummy ในแต่ละปีจึงเท่ากัน”

สามารถประมาณค่า Scaling Factor ได้จากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ของ Year dummy ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares : OLS)

และการกำหนด Year fixed เพื่อให้ข้อมูลอยู่ในฐานเดียวกัน ด้วยวิธีนี้ทำให้ได้ค่าคงที่ของความสัมพันธ์ (Constant)

$$\lambda_t = \hat{\pi}_t^{OLS} \quad (4-7)$$

โดยที่ λ คือ อัตราการขยายแสง หรือ Scaling Factor
 $\hat{\pi}$ คือ Constant
 t คือ ปีฐาน

จากการประมาณค่า Scaling Factor สมการ 4-7 นำไปแทนค่าในสมการ 4-6 ได้ตั้งสมการที่ 4-8

$$Light_{it}^{data} = (GPP_{it}^{Data} \exp(\varepsilon_{it}))^\mu \exp(\hat{\pi}_t^{OLS} + \varepsilon_{it}) \quad (4-8)$$

แปลงสมการ Exponential ในสมการ 4-8 ให้อยู่ในรูปสมการเส้นตรงโดยการ take logarithms จะได้ตั้งสมการที่ 4-9 เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในเงื่อนไขทางสถิติ ตัวแปรตาม = ตัวแปรต้น

$$\ln Light_{it}^{data} = \mu (\ln GPP_{it}^{Data}) + \hat{\pi}_t^{OLS} + \omega_{it} \quad (4-9)$$

โดยที่ $\omega_{it} = \mu \varepsilon_{it} + \varepsilon_{it}$

\ln คือ ลอการิทึมธรรมชาติ (natural logarithms)

จากสมการ 4-9 สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลแสงสว่างที่ได้จากการคำนวณจะแปรผันตาม GPP หรือ จำนวนประชากร ค่าคงที่ของความสัมพันธ์และความคลาดเคลื่อนในการวัดข้อมูล จึงนำไปสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนกับ GPP หรือ จำนวนประชากรต่อไป

(2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนกับ GPP หรือ จำนวนประชากร

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนกับ GPP หรือ จำนวนประชากร ใช้วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ภายใต้สมมติฐาน

H_0 : $\ln NTL$ Mean ไม่มีความสัมพันธ์กับ $\ln GPP$ หรือ $\ln Population$ และ Year dummy

H_1 : $\ln NTL$ Mean มีความสัมพันธ์กับ $\ln GPP$ หรือ $\ln Population$ และ Year dummy

โดยใช้ค่าสถิติ t-test ตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละกลุ่ม สำหรับสมการที่ใช้ในการทดสอบความสัมพันธ์ได้ใช้สมการในการคำนวณความสัมพันธ์เชิงเส้น $Y_t = \alpha + \beta_1 X_t + \varepsilon$ (Agresti & Finlay, 1997) และสมการ 4-9 การปรับข้อมูลความเข้มของแสงสว่างเวลากลางคืน

ระหว่างปีเพื่อลดความคลาดเคลื่อน จึงสามารถแปลงเป็นสมการสำหรับการทดสอบความสัมพันธ์ ได้ดังสมการที่ 4-10

$$\ln \text{Light}_t^{\text{data}} = \alpha + \beta_t \ln \text{GPP}_t^{\text{Data}} + \beta_t \text{Year}_t + \varepsilon \quad (4-10)$$

โดยที่ $\ln \text{Light}_t^{\text{data}}$ คือ ตัวแปรตาม

$\ln \text{GPP}_t^{\text{Data}}$ คือ ตัวแปรต้น

α คือ ค่าคงที่ของความสัมพันธ์ หรือ β_0

β_t คือ สัมประสิทธิ์ของ $\ln \text{GPP}$ ที่มีผลทำให้ $\ln \text{NTL Mean}$ เกิดความเปลี่ยนแปลง

ε คือ ความคลาดเคลื่อน

t คือ ปีที่ศึกษา

(3) การคำนวณ Smoothed NTL

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้น เนื่องจากค่าคงที่ของความสัมพันธ์และสัมประสิทธิ์ $\ln \text{GPP}$ หรือ $\ln \text{Population}$ เป็นตัวแปรที่ไม่ทราบค่า จึงต้องใช้ข้อมูล $\ln \text{GPP}$ หรือ $\ln \text{Population}$ มาประมาณค่าดังกล่าวเพื่อใช้ในการคำนวณ Smoothed NTL สำหรับวิธีที่ใช้ในการประมาณค่า ค่าคงที่และสัมประสิทธิ์ $\ln \text{GPP}$ หรือ $\ln \text{Population}$ นั้นได้ใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary least squares : OLS) โดยมีแนวคิดในการคำนวณคือ ใช้ค่าที่มีความแตกต่างระหว่างค่า $\ln \text{NTL Mean}$ กับ Smoothed NTL ที่ระดับความแตกต่างเดียวกันกับ $\ln \text{GPP}$ หรือ $\ln \text{Population}$ ซึ่งเป็นระดับความแตกต่างน้อยที่สุด มีสมการสำหรับการคำนวณด้วยวิธี OLS ดังนี้ (Agresti & Finlay, 2009)

$$\hat{Y}_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1 X_t$$

สามารถแปลงเป็นสมการเพื่อใช้ในการคำนวณ ได้ดังนี้

$$\text{Smoothed NTL}_t = a + b_1 \ln \text{GPP} + b \text{Year}_t \quad (4-11)$$

โดยที่ a คือ ส่วนกลับของค่าคงที่ของความสัมพันธ์ $\left(\frac{1}{\alpha} \right)$

b คือ ส่วนกลับของสัมประสิทธิ์ของ $\ln \text{GPP}$ หรือ $\ln \text{Population}$ $\left(\frac{1}{\beta_t} \right)$

4.2.2 การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation)

ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาความสามารถในการใช้ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนทั้งสองวิธีทั้ง Dark & Bright NTL และ Intensity of Light แทนข้อมูล GPP และประชากร และตรวจสอบความสัมพันธ์ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนระหว่างเมือง เป็นเวลา 15 ปี

จึงใช้การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันมาศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Times Series เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยใช้โปรแกรม Stata เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล

ทั้งนี้ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนแบบ Dark & Bright NTL สามารถใช้ข้อมูลแสงสว่าง GPP และประชากร ทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน Pearson's Correlation ได้โดยปกติ แต่การใช้ข้อมูลแสงสว่างแบบ Intensity of Light จะต้องใช้ GPP และประชากร ที่อยู่ในรูปของ logarithm function เพื่อให้สัมพันธ์กับ Smoothed NTL ที่อยู่ในรูป logarithm function เช่นเดียวกัน จึงสามารถทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่าง ln GPP หรือ ln Population กับ Smoothed NTL ได้ อย่างไรก็ตามการทดสอบการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Pearson มีข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้

ข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Pearson

- (1) ข้อมูลที่ต้องการทดสอบเป็นข้อมูลประเภทอันตรภาค หรือ อัตราส่วน
- (2) ข้อมูลทั้งสองมีการแจกแจงแบบปกติ และมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง
- (3) ข้อมูลทั้งสองเป็นอิสระต่อกัน

สมมติฐานของการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Pearson คือ

H_0 : NTL ไม่มีความสัมพันธ์กับ GPP หรือ จำนวนประชากร จึงไม่สามารถใช้ข้อมูลแทนกันได้

H_1 : NTL มีความสัมพันธ์กับ GPP หรือ จำนวนประชากร จึงสามารถใช้ข้อมูลแทนกันได้

ใช้สมการทดสอบความสัมพันธ์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้น และสถิติ t-test สรุปผลจะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่า t มากกว่าหรือเท่ากับ $t_{\alpha, n-2}$ จากตาราง t ดังสมการ 4-12

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (4-12)$$

โดยที่ t คือ ค่าสถิติ t-test

n คือ จำนวนข้อมูล โดย n-2 เป็น Degree of Freedom : df

r คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ สามารถคำนวณได้ดังสมการ 4-13

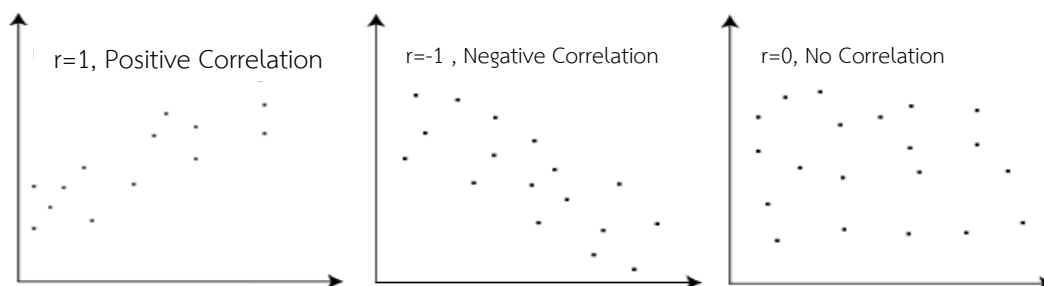
$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}} \quad (4-13)$$

โดยที่ x คือ GPP หรือ จำนวนประชากร

y คือ แสงสว่างเวลากลางคืน

n คือ จำนวนข้อมูล

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สามารถบ่งบอกได้ถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ 3 ลักษณะ ได้แก่ การกระจายตัวของข้อมูลคล้ายกัน $-1 \leq r \leq 0$ การกระจายตัวของข้อมูลแตกต่างกัน $0 \leq r \leq 1$ และไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น ดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 ลักษณะสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน

ดัดแปลงจาก: <https://statistics.laerd.com/statistical-guides/img/pearson-1-small.png>, 2559

จากลักษณะดังกล่าวแสดงว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อาจเป็นค่าบวกหรือลบก็ได้และมีค่าระหว่าง -1 ถึง 1 ยิ่งระดับความสัมพันธ์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ในระดับสูงมาก กล่าวคือ สามารถในการใช้ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนแทนข้อมูล GPP และประชากรได้ถึงร้อยละ 100 แต่หาค่าสัมประสิทธิ์เข้าใกล้ 0 แสดงว่าตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงแต่อาจจะมีสัมพันธ์ในรูปแบบอื่น สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา ระดับความสัมพันธ์มีรายละเอียดดังนี้ (Agresti & Finlay, 2009)

ตารางที่ 4.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา ระดับความสัมพันธ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน

Pearson's Correlation coefficient	ระดับของความสัมพันธ์ หรือ ความสามารถในการใช้ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนแทน GPP และ จำนวนประชากร
0.90 - 1.00	สูงมาก
0.70 - 0.90	สูง
0.50 - 0.70	ปานกลาง
0.30 - 0.50	ต่ำ
0.00 - 0.30	ต่ำมาก

ดัดแปลงจาก: Agresti & Finlay, 2009

4.2.3 การใช้ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนคำนวณอัตราส่วนที่ตั้ง (LQ)

ตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจ แบ่งกิจกรรมทางเศรษฐกิจภายในเมืองออกเป็น Basic sector และ Non-basic sector ใช้ LQ เปรียบเทียบความชำนาญทางเศรษฐกิจของกิจกรรมการผลิตภายในเมืองทั้งการค้า บริการ และภาคอุตสาหกรรมในแต่ละจังหวัดกับระดับประเทศ จาก GPP สามารถคำนวณได้ ดังสมการที่ 4-1

$$LQ_{GPP} = \frac{GPP_{non - agriculture\ it} / GPP_{it}}{GDP_{non - agriculture\ t} / GDP_t} \quad (4-14)$$

และนำ LQ จาก GPP มาเปรียบเทียบความสามารถในการแทนค่าทางสถิติซึ่งกันและกันกับ LQ จากแสงสว่างเวลากลางคืนทั้งสองประเภท สามารถคำนวณ LQ จากแสงสว่างได้ดังสมการที่ 4-15 และ 4-16

$$LQ_{Dark \& Bright\ NTL} = \frac{\text{พื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน}_{it} / \text{พื้นที่ทั้งหมดภายในจังหวัด}_{it}}{\text{พื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนทั่วประเทศ}_t / \text{พื้นที่ทั้งหมดภายในประเทศ}_t} \quad (4-15)$$

$$LQ_{Intensity\ of\ Light} = \frac{\ln NTL\ Mean\ it}{\ln NTL\ Mean\ \text{ทั่วประเทศ}_t} \quad (4-16)$$

โดยที่ i คือ จังหวัด
t คือ ปีที่ศึกษา

4.2.4 การใช้ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนคำนวณลำดับศัภย์ของเมือง

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างประชากรภายในเมืองกับขนาดของเมืองใช้ Zipf's law คำนวณลำดับศัภย์ของเมืองจากจำนวนประชากร โดยเรียงลำดับจากจำนวนประชากรมากที่สุดไปจนถึงน้อยที่สุด และคำนวณประชากรตามลำดับศัภย์ ดังสมการที่ 4-17

$$\text{ประชากรตามลำดับศัภย์}_{it} = \frac{\text{จำนวนประชากรของเมืองที่มีประชากรมากที่สุด}}{\text{ลำดับของเมือง}_t} \quad (4-17)$$

และนำประชากรตามลำดับศัภย์ในแต่ละจังหวัดที่ได้มาเปรียบเทียบความสามารถในการแทนค่าทางสถิติซึ่งกันและกันกับแสงสว่างตามลำดับศัภย์ของเมือง สามารถคำนวณแสงสว่างตามลำดับศัภย์ของเมืองทั้งสองประเภท โดยเรียงลำดับของเมืองจากแสงสว่างที่มากที่สุดไปจนถึงน้อยที่สุด และคำนวณแสงสว่างตามลำดับศัภย์ ดังสมการที่ 4-18 และ 4-19

$$\text{พื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนตามลำดับศัภย์}_{it} = \frac{\text{พื้นที่แสงสว่างของเมืองที่มีพื้นที่แสงสว่างมากที่สุด}}{\text{ลำดับของเมือง}_t} \quad (4-18)$$

$$\ln NTL \text{ Mean ตามลำดับคํ้า } it = \frac{\ln NTL \text{ Mean ของเมืองที่มี } \ln NTL \text{ Mean มากสุด}}{\text{ลำดับของเมือง } t} \quad (4-19)$$

4.2.5 การวิเคราะห์ Local Indicator of Spatial Association (LISA)

LISA เป็นสถิติที่ใช้วัดความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ในระดับเฉพาะที่ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรม GeoDa มาช่วยในการคำนวณสถิติเชิงพื้นที่ LISA หรือ Local Moran's I ซึ่งสามารถแสดงการกระจายตัวของข้อมูล GPP หรือจำนวนประชากร กับแสงสว่างเวลากลางคืน ในรูปแบบเฉพาะของจังหวัดนั้น ๆ ทำให้สามารถจัดกลุ่มจังหวัดที่มีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเหมือนกัน คล้ายกัน อยู่ในกลุ่มเดียวกันได้ นอกจากนี้ตามแนวคิดการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ LISA ของ Anselin ปี 1995 ยังคำนึงถึงพื้นที่ที่ศึกษากับพื้นที่โดยรอบ (neighboring) จึงได้นำค่าสถิติของพื้นที่โดยรอบมาคำนวณร่วมด้วย มีสมการในการคำนวณ ดังสมการ 4-20 (Anselin, 1995)

$$I_i = \frac{x_i - \bar{X}}{S_i^2} \sum_{j=1, j \neq i}^n \omega_{i,j} (x_j - \bar{X}) \quad (4-20)$$

$$\text{เมื่อ } S_i^2 = \left(\frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n \omega_{i,j} x_j}{n-1} \right) - \bar{X}^2$$

โดยที่	I	คือ	ค่าความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ Local Moran
	x_i	คือ	ตัวแปรต้น คือ GPP หรือ ประชากร
	\bar{X}	คือ	ค่าเฉลี่ยของตัวแปรต้น
	$\omega_{i,j}$	คือ	ค่าถ่วงน้ำหนักของตำแหน่ง i และ j
	n	คือ	จำนวนข้อมูล

สมมติฐานของการทดสอบความสัมพันธ์ในการศึกษา คือ

H_0 : ข้อมูล NTL และ GPP หรือ จำนวนประชากร กระจายตัวภายในจังหวัดนั้น ๆ ไม่เหมือนกัน มีรูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลไม่ชัดเจน

H_1 : ข้อมูล NTL และ GPP หรือ จำนวนประชากร เกาะกลุ่มกันในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งของจังหวัดเหมือนกัน

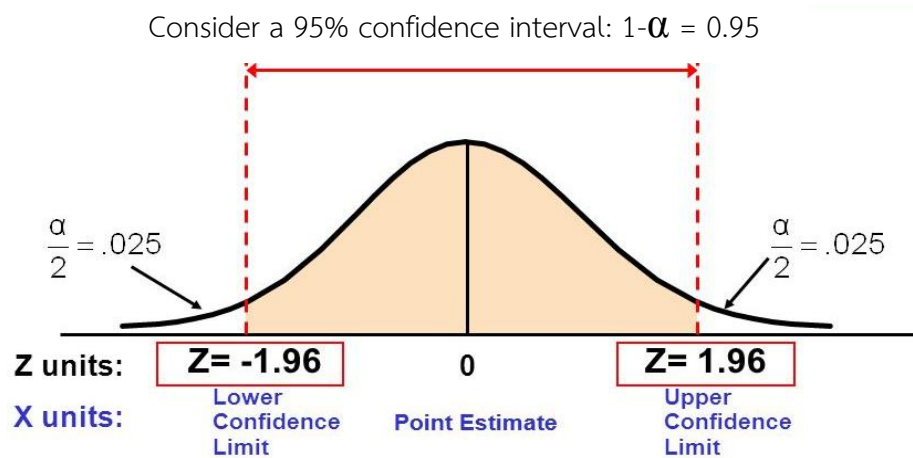
สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานครั้งนี้ คือ Z-test สามารถคำนวณค่า Z score ของ LISA (Z_{li}) จากสมการ

4-21

$$Z_{li} = \frac{I_i - E(I_i)}{\sqrt{V(I_i)}} \tag{4-21}$$

เมื่อ $E(I_i) = -\frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n}{n-1}$
 และ $V(I_i) = E(I_i^2) - E(I_i)^2$

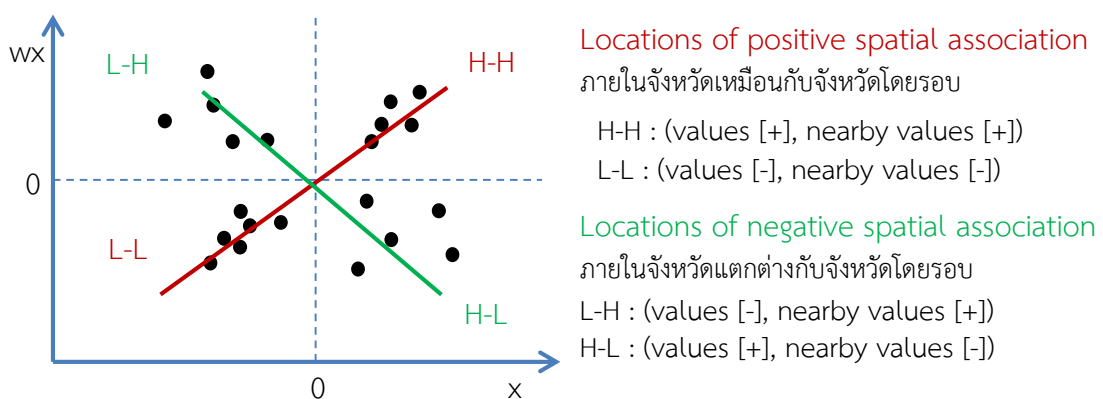
ทั้งนี้การแจกแจงปกติมาตรฐานแบบสองทางที่ $Z = \pm 1.96$ จะมีระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 (ภาพที่ 4.6) จึงสามารถแบ่งรูปแบบความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นได้



ภาพที่ 4.8 การแจกแจงปกติมาตรฐาน Z-test

ที่มา: http://images.slideplayer.com/22/6415019/slides/slide_14.jpg, 2559

จึงได้แบ่งรูปแบบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ ได้ดังนี้ (ภาพที่ 4.6 และตารางที่ 4.3)



ภาพที่ 4.9 Quadrants of Moran Scatterplot

ที่มา: สุธี อนันต์สุขสมศรี, 2559

ตารางที่ 4.3 ลักษณะความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ในการวิจัยตามรูปแบบความสัมพันธ์ LISA

รูปแบบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่	Z_{li}	ลักษณะความสัมพันธ์เชิงพื้นที่
High-High	> 1.96	ภายในจังหวัดสามารถใช้แสงสว่างเวลากลางคืนแทน GPP หรือ ประชากรได้ใน “ระดับสูง” อยู่ในกลุ่มจังหวัดข้างเคียงโดยรอบก็มีความสัมพันธ์ระดับสูงด้วย
Low-Low	> 1.96	ภายในจังหวัดสามารถใช้แสงสว่างเวลากลางคืนแทน GPP หรือ ประชากรได้ใน “ระดับต่ำ” อยู่ในกลุ่มจังหวัดข้างเคียงโดยรอบก็มีความสัมพันธ์ระดับต่ำด้วย
High-Low	< 1.96	ภายในจังหวัดสามารถใช้แสงสว่างเวลากลางคืนแทน GPP หรือ ประชากรได้ใน “ระดับสูง” แต่อยู่ในกลุ่มจังหวัดข้างเคียงโดยรอบที่มีความสัมพันธ์ระดับต่ำ
Low-High	< 1.96	ภายในจังหวัดสามารถใช้แสงสว่างเวลากลางคืนแทน GPP หรือ ประชากรได้ใน “ระดับต่ำ” แต่อยู่ในกลุ่มจังหวัดข้างเคียงโดยรอบที่มีความสัมพันธ์ระดับสูง

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

4.3 การวิเคราะห์เพื่อสรุปผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยเครื่องมือต่าง ๆ ข้างต้น นำมาสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อสรุปผลการวิจัยที่สอดคล้องกับสมมติฐานและวัตถุประสงค์ของการวิจัยตามหลักการแนวคิดทฤษฎี ที่ได้ทบทวนไว้แล้ว ดังนี้

ข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ ใช้เทคนิคการบรรยายประกอบกับ แผนที่ กราฟ รวมถึงตาราง เพื่ออธิบายความเจริญเติบโตของเมืองจากการใช้ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืน GPP และข้อมูลประชากร หลังจากนั้นจะอธิบายสรุปความสามารถในการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมือง ภายใต้ข้อจำกัดของเมืองประเภทต่าง ๆ

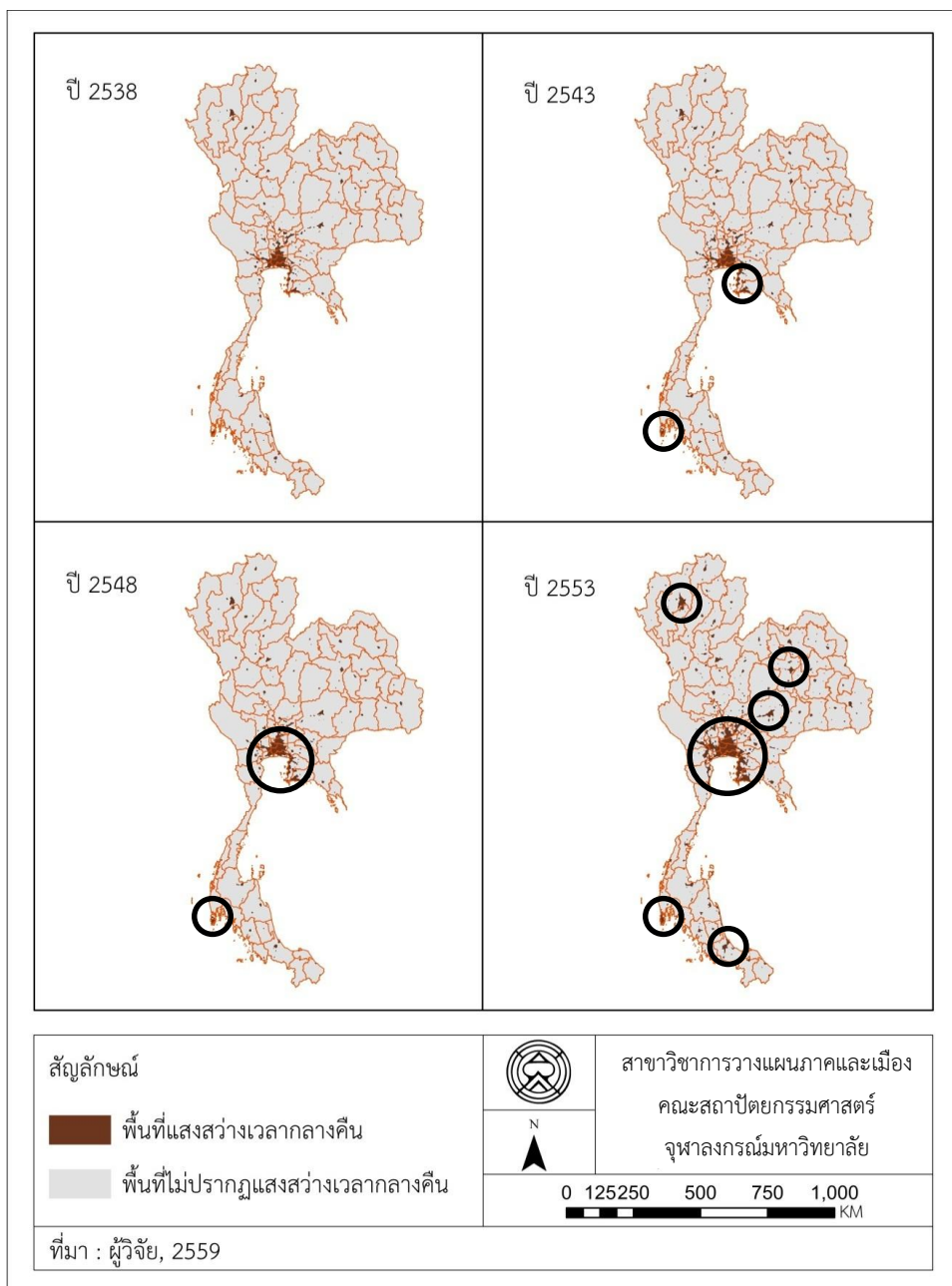
บทที่ 5 ผลการศึกษา

การนำเสนอผลการศึกษา การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืน ในการวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมือง ในประเทศไทย เริ่มจากการศึกษาความเปลี่ยนแปลงพื้นที่ แสงสว่างเวลากลางคืน เพื่อให้เห็นถึงภาพรวมของความเปลี่ยนแปลงบริเวณที่เกิดพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนในแต่ละจังหวัดที่เกิดขึ้น ต่อมาจะเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืน GPP non-agriculture และประชากร เพื่อยืนยันความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลดังกล่าว หลังจากนั้นจะเป็นการนำพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนมาประยุกต์ใช้วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจ โดยการเปรียบเทียบความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองและลำดับศัภย์ของเมือง พร้อมทั้งวิเคราะห์ความสามารถในการแทนค่าข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนกับ GPP และประชากรด้วยวิธีการทางสถิติและความสัมพันธ์เชิงพื้นที่เพื่อระบุความสามารถในการใช้แสงสว่างเวลากลางคืนแทน GPP non-agriculture และประชากรกับเมืองประเภทต่าง ๆ สุดท้ายเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแสงสว่างเวลากลางคืนระหว่างเมือง โดยมีรายละเอียดผลการศึกษา ดังนี้

5.1 ความเปลี่ยนแปลงแสงสว่างเวลากลางคืนตั้งแต่ปี 2538 – 2553

ในช่วงเวลา 15 ปีที่ผ่านมา ประเทศไทยปรากฏพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องดังภาพที่ 5.1 โดยในปี 2538 มีพื้นที่ 11,756 ตร.กม ปี 2543 มีพื้นที่ 13,600 ตร.กม ปี 2548 มีพื้นที่ 12,644 ตร.กม และในปี 2553 มีพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน 26,991 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 5 ของพื้นที่ทั้งหมด (ประเทศไทยมีพื้นที่ 515,815 ตร.กม) เมื่อพิจารณาการเพิ่มขึ้นของพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนรายจังหวัด พบว่า ในอดีต จังหวัดที่มีพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนมากที่สุด คือ กรุงเทพมหานคร ปี 2549 มีพื้นที่ 1,397.03 ตร.กม และตั้งแต่ปี 2551 เป็นต้นมา จังหวัดชลบุรี มีพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนเพิ่มมากขึ้นจนกลายเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่แสงสว่างมากที่สุด จนปี 2553 มีพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน 1,858.94 ตร.กม ซึ่งมากกว่าพื้นที่ทั้งจังหวัดของกรุงเทพมหานคร เนื่องจากจังหวัดชลบุรีประกอบกิจกรรมทางด้านอุตสาหกรรมซึ่งต้องใช้พื้นที่เป็นจำนวนมาก และจังหวัดชลบุรีก็มีพื้นที่มากกว่ากรุงเทพมหานคร (จังหวัดชลบุรีมีพื้นที่ 4469.21 ตร.กม. กรุงเทพมหานครมีพื้นที่ 1569.41 ตร.กม.) ดังนั้นหากนำแสงสว่างเวลากลางคืนมาศึกษาความเจริญเติบโตของเมืองจึงต้องพิจารณาแสงสว่างเวลากลางคืนควบคู่กับพื้นที่ทั้งหมดจังหวัดด้วยเพื่อดูสัดส่วนของแสงสว่างภายในจังหวัดแต่ละปี ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดในหัวข้อที่ 2 ของ 5.4.1 การศึกษา

ลำดับศัkyของเมืองจากสัดส่วนพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนภายในจังหวัด สำหรับผลการศึกษาความเปลี่ยนแปลงพื้นที่แสงสว่างเวลาช่วงเวลา 15 ปีที่ผ่านมาจากการสังเกตการณ์ภาพถ่ายดาวเทียมพบว่า จังหวัดที่มีจังหวัดที่มีแสงสว่างเวลากลางคืนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ได้แก่ กรุงเทพมหานครและปริมณฑล (นนทบุรี ปทุมธานี นครปฐม สมุทรปราการ สมุทรสาคร) ชลบุรี ระยอง ส่วนในภูมิภาคอื่น ๆ แสงสว่างที่เพิ่มขึ้นเริ่มเห็นชัด ปี 2553 ในจังหวัดหลัก ๆ ของภูมิภาค ได้แก่ เชียงใหม่ ภูเก็ต สงขลา นครราชสีมา และขอนแก่น ดังภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 ความเปลี่ยนแปลงพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนในประเทศไทยจากการสังเกตการณ์

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนกับ GPP non-agriculture และประชากร

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ Pearson's Correlation ระหว่างข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนทั้งสองประเภทกับ GPP non-agriculture และจำนวนประชากร ของทุกปี ภายใต้สมมติฐาน H_0 : แสงสว่างเวลากลางคืนไม่มีความสัมพันธ์กับ GPP non-agriculture จึงไม่สามารถใช้ข้อมูลแทนกันได้

H_1 : แสงสว่างเวลากลางคืนมีความสัมพันธ์กับ GPP non-agriculture จึงใช้ข้อมูลแทนกันได้

พร้อมทั้งทดสอบสมมติฐานเช่นเดียวกันนี้กับจำนวนประชากรโดยเปลี่ยนสมมติฐานการทดสอบเป็นแสงสว่างเวลากลางคืนและจำนวนประชากร ทั้งนี้ค่า p-value จากการทดสอบสมมติฐานจะต้องน้อยกว่า 0.05 ถึงจะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) สำหรับค่า Pearson's Correlation เป็นค่าที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ใช้ทดสอบเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือตรงกันข้าม ยิ่งเข้าใกล้ 1 แสดงว่าข้อมูลคล้ายคลึงกันมาก

5.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแสงสว่างเวลากลางคืนและ GPP non-agriculture

ผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่า p-value ของการทดสอบสมมติฐานระหว่างข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนทั้งสองประเภทกับ GPP non-agriculture เท่ากับ 0.00 จึงยอมรับสมมติฐานรอง แสดงว่าแสงสว่างเวลากลางคืนมีความสัมพันธ์กับ GPP non-agriculture จึงสามารถใช้ข้อมูลแทนกันได้ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 โดยมีรายละเอียดความสัมพันธ์ ดังนี้ (ตารางที่ 5.1)

ตารางที่ 5.1 ความสัมพันธ์ Pearson's Correlation ระหว่างข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนทั้งสองประเภทและ GPP non-agriculture แบบอนุกรมเชิงเวลา ตั้งแต่ปี 2538-2553

วิธีการประยุกต์ใช้แสงสว่างเวลากลางคืน	ตัวแปรที่ใช้ทดสอบความสัมพันธ์	p-value	Pearson's Correlation
Dark & Bright NTL	NTL area & GPP non-agriculture	0.00	0.7032
Intensity of Light	Smoothed NTL & ln GPP non-agriculture	0.00	0.9631

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

พื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนและ GPP non-agriculture

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนกับ GPP non-agriculture ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน พบว่า ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 มีค่า p-value เท่ากับ 0.00 และ Pearson's Correlation เท่ากับ 0.70 หมายความว่า พื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนมีความสัมพันธ์กับข้อมูล GPP non-agriculture โดยข้อมูลทั้งสองคล้ายคลึงกันร้อยละ 70 จึงสามารถใช้แทนกันได้ในระดับสูง

Smoothed NTL และ ln GPP non-agriculture

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง Smoothed NTL และ ln GPP non-agriculture ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน พบว่า Smoothed NTL มีความสัมพันธ์กับข้อมูล ln GPP non-agriculture โดยข้อมูลทั้งสองคล้ายคลึงกันถึงร้อยละ 96 จึงสามารถใช้แทนกันได้ในระดับสูงมาก

5.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแสงสว่างเวลากลางคืนและประชากร

การทดสอบสมมติฐานระหว่างข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนทั้งสองประเภทกับ ประชากร พบว่ามีค่า p-value เท่ากับ 0.00 ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 แสดงว่า แสงสว่างเวลากลางคืนมีความสัมพันธ์กับข้อมูลประชากร จึงสามารถใช้ข้อมูลแทนกันได้ โดยมีรายละเอียดความสัมพันธ์ ดังนี้ (ตารางที่ 5.2)

ตารางที่ 5.2 ความสัมพันธ์ Pearson's Correlation ระหว่างข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนทั้งสองประเภทและ ประชากร แบบอนุกรมเชิงเวลา ตั้งแต่ปี 2538-2553

วิธีการประยุกต์ใช้แสงสว่างเวลากลางคืน	ตัวแปรที่ใช้ทดสอบความสัมพันธ์	p-value	Pearson's Correlation
Dark & Bright NTL	NTL Percent & Population	0.00	0.388
Intensity of Light	Smoothed NTL & ln Population	0.00	0.464

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

ร้อยละพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนภายในจังหวัดและ จำนวนประชากร

ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน พบว่าร้อยละพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนภายในจังหวัดมีความสัมพันธ์กับข้อมูลประชากร โดยข้อมูลคล้ายคลึงกันร้อยละ 38 สามารถใช้แทนกันได้ในระดับต่ำ

Smoothed NTL และ ln Population

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง Smoothed NTL และ ln Population ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน พบว่า Smoothed NTL มีความสัมพันธ์กับข้อมูล ln Population โดยข้อมูลทั้งสองคล้ายคลึงกันร้อยละ 46 สามารถใช้แทนกันได้ในระดับต่ำ

จากผลจากวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนทั้งสองประเภทกับ GPP non-agriculture และจำนวนประชากร จะเห็นได้ว่าวิธีการประยุกต์ใช้แสงสว่างเวลากลางคืนแบบ Dark & Bright NTL และ Intensity of Light แทนข้อมูล GPP หรือประชากร มีระดับความสัมพันธ์ค่อนข้างแตกต่างกัน โดย Intensity of Light สามารถใช้แทนข้อมูล GPP หรือประชากรได้ดีกว่าวิธีการใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright NTL ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงได้นำข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนทั้งสองประเภทมาวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองต่อไปเพื่อยืนยันข้อสรุปวิธีการที่ดีที่สุดในการนำข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนมาประยุกต์ใช้ศึกษาความเจริญเติบโตของเมือง

5.3 ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจจากความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมือง

การประยุกต์ใช้แสงสว่างเวลากลางคืนวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจ จะวิเคราะห์ความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองโดยแบ่งการวิเคราะห์เป็นการประยุกต์ใช้แสงสว่างเวลากลางคืนแบบ Dark & Bright NTL และแบบ Intensity of Light โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ศึกษาความชำนาญการผลิตภายในเมือง วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ Pearson's Correlation และ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติเชิงพื้นที่ Local Indicator of Spatial Association (LISA)

5.3.1 ความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจาก GPP non-agriculture และแสงสว่างเวลากลางคืน

การประยุกต์ใช้แสงสว่างเวลากลางคืนแบบ Dark & Bright NTL ใช้ LQ จาก GPP non-agriculture และพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน ส่วนแบบ Intensity of Light ใช้ LQ จาก ln GPP non-agriculture และ Smoothed NTL จะเห็นว่า Intensity of Light นี้จะต้องเปลี่ยน GPP ให้อยู่ในรูป logarithm function ก่อนเพื่อให้สัมพันธ์กับ Smoothed NTL ดังที่กล่าวไว้แล้วในบทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจากข้อมูลทั้ง 4 มีรายละเอียดดังนี้

1. ความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองคำนวณจาก GPP non-agriculture

($LQ_{GPP \text{ non-agriculture}}$)

ผลการศึกษาการใช้ GPP non-agriculture วิเคราะห์ความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมือง โดยให้ความสนใจกับจังหวัดที่อยู่ในกลุ่ม Basic sector คือ จังหวัดที่มีกิจกรรมการผลิตภายในเมืองเป็นพื้นฐานเศรษฐกิจของจังหวัด กิจกรรมภายในเมืองสามารถนำรายได้เข้าสู่จังหวัดได้มากเมื่อเทียบกับทุกจังหวัดภายในประเทศตามแนวคิดพื้นฐานเศรษฐกิจของเมือง พบว่า ตั้งแต่ปี 2538-2553 มีจังหวัดที่อยู่ในกลุ่ม Basic sector ค่า LQ มากกว่า 1 มี 19 จังหวัด เรียงลำดับตามความชำนาญในการผลิต ได้ดังนี้ กรุงเทพมหานคร มีมูลค่าการผลิตสูงที่สุดในประเทศ รองลงมา เป็นจังหวัดปทุมธานี สมุทรปราการ พระนครศรีอยุธยา นนทบุรี ปราจีนบุรี ชลบุรี ระยอง สระบุรี ฉะเชิงเทรา ภูเก็ต ลำปาง สมุทรสาคร นครปฐม ขอนแก่น สมุทรสงคราม ลำพูน เพชรบุรี และเชียงใหม่ ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองโดยเฉลี่ยทุกปี พบว่ามีบางจังหวัดไม่อยู่ในกลุ่ม Basic sector เช่นเดิมแต่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองเพิ่มขึ้น เช่น จังหวัดเชียงใหม่ เพชรบุรี และขอนแก่น เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.34 0.18 0.08 ต่อปี ตามลำดับ และมีอัตราการเปลี่ยนแปลงความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองลดลง ได้แก่ จังหวัดนครปฐม ลำพูน เป็นต้น (ตารางที่ 5.3-4 และภาพที่ 5.2-3)

ตารางที่ 5.3 $LQ_{GPP \text{ non-agriculture}}$ ใน 10 อันดับจังหวัดแรก ปี 2538-2545

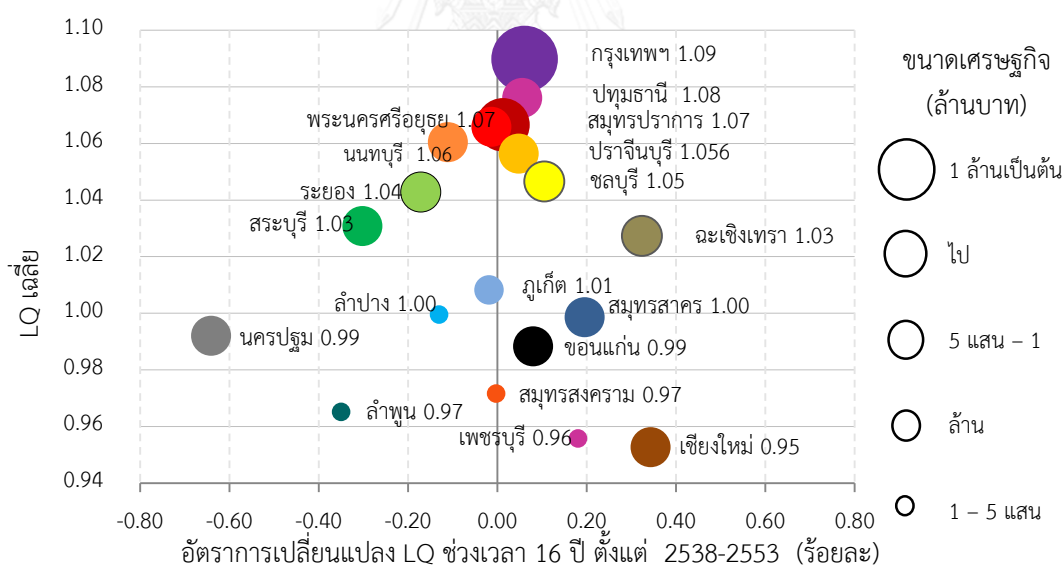
จังหวัด	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545
กรุงเทพมหานคร	1.09	1.09	1.09	1.10	1.10	1.10	1.10	1.09
ปทุมธานี	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
สมุทรปราการ	1.05	1.05	1.04	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
พระนครศรีอยุธยา	1.06	1.06	1.06	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
นนทบุรี	1.06	1.06	1.06	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
ปราจีนบุรี	1.00	1.00	1.03	1.02	1.01	1.01	1.00	1.03
ชลบุรี	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.05
ระยอง	1.01	1.02	1.04	1.05	1.04	1.05	1.05	1.05
สระบุรี	1.05	1.05	1.05	1.06	1.06	1.05	1.05	1.05
ฉะเชิงเทรา	1.00	1.00	0.99	0.98	0.98	0.98	0.97	0.99

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

ตารางที่ 5.4 $LQ_{GPP \text{ non-agriculture}}$ ใน 10 อันดับจังหวัดแรก ปี 2546-2553

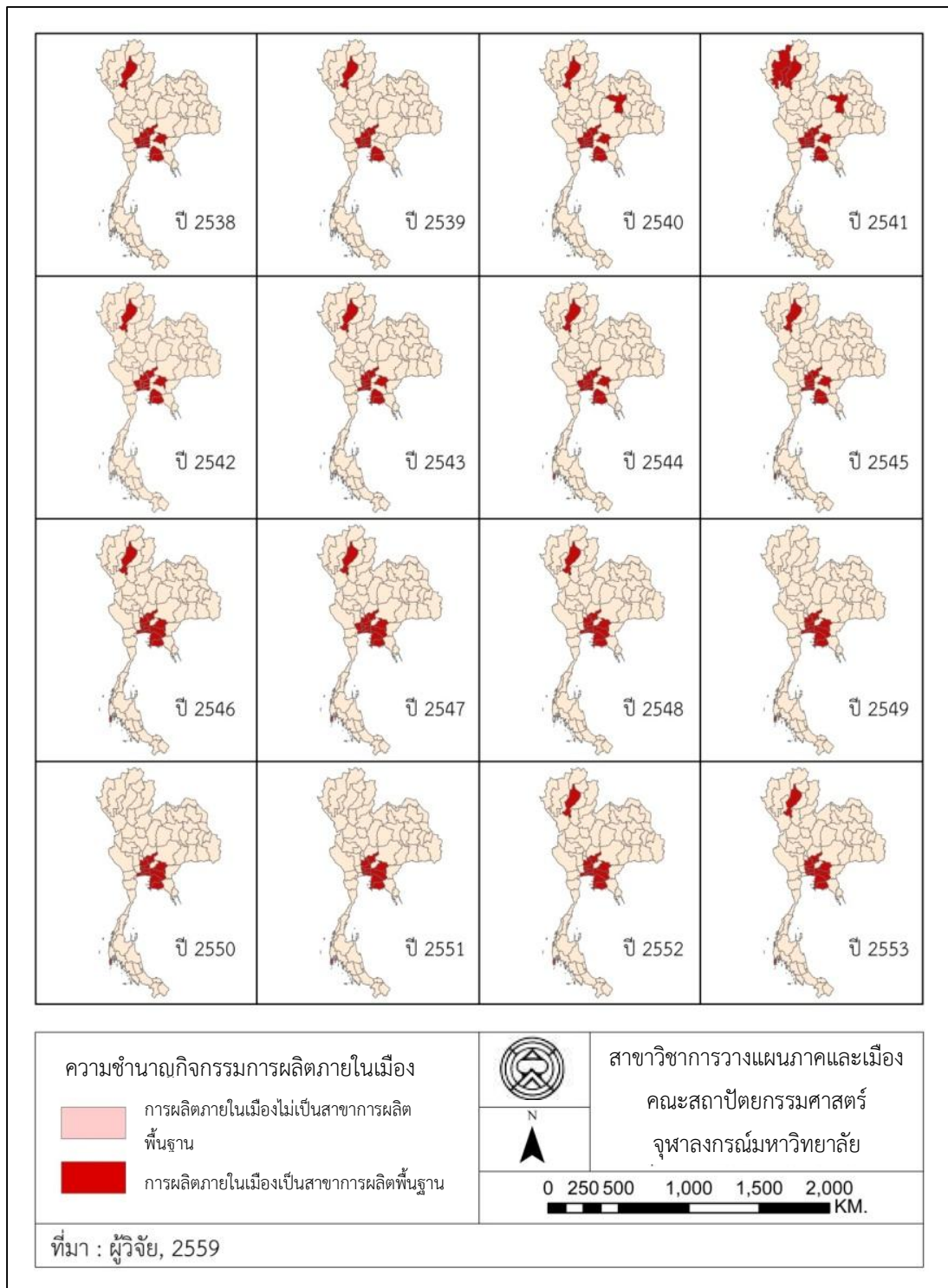
จังหวัด	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553
กรุงเทพมหานคร	1.10	1.09	1.09	1.09	1.08	1.08	1.08	1.08
ปทุมธานี	1.08	1.08	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
สมุทรปราการ	1.06	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.06
พระนครศรีอยุธยา	1.07	1.07	1.06	1.06	1.06	1.07	1.06	1.06
นนทบุรี	1.07	1.07	1.07	1.06	1.06	1.06	1.07	1.06
ปราจีนบุรี	1.04	1.05	1.04	1.05	1.05	1.06	1.06	1.05
ชลบุรี	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.05
ระยอง	1.05	1.05	1.05	1.05	1.04	1.04	1.05	1.04
สระบุรี	1.05	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.03
ฉะเชิงเทรา	1.00	1.02	1.01	1.01	1.01	1.02	1.01	1.02

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559



ภาพที่ 5.2 อัตราการเปลี่ยนแปลง $LQ_{GPP \text{ non-agriculture}}$ ตั้งแต่ปี 2538 - 2553

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559



ภาพที่ 5.3 LQ_{GPP} non-agriculture ปี 2538 – 2553

2. ความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองคำนวณจากพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน (LQ_{NLT} Area)

ผลการศึกษาการใช้พื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนวิเคราะห์ความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองพบว่า ปี 2538-2553 จังหวัดที่มีความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองมากกว่าระดับประเทศมี 27 จังหวัด คิดเป็นร้อยละ 35.5 สำหรับจังหวัดที่ติด 10 อันดับแรก ได้แก่ กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ นนทบุรี ภูเก็ต ปทุมธานี สมุทรสาคร พระนครศรีอยุธยา นครปฐม ชลบุรี ระยอง ตามลำดับ (ตารางที่ 5.5-6 และภาพที่ 5.4-5) เมื่อพิจารณาความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองโดยเฉลี่ยกับอัตราการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลา 16 ปี พบว่า ส่วนใหญ่จังหวัดที่มีความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองสูงกลับมีอัตราการเปลี่ยนแปลงลดลง เช่น กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ นนทบุรี เป็นต้น เนื่องจากพื้นที่แสงสว่างภายในประเทศไทยปี 2553 เพิ่มขึ้นจากปี 2538 ถึง 2.3 เท่า (ปี 2538 ประเทศไทยมีพื้นที่แสงสว่าง 11,756 ตร.กม และปี 2553 มีพื้นที่ 26,990 ตร.กม) ส่วนจังหวัดที่อัตราการเปลี่ยนแปลงความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองเพิ่มขึ้นเนื่องจากแสงสว่างภายในจังหวัดเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก เช่น ชลบุรี ระยอง นครปฐม เป็นต้น

ตารางที่ 5.5 LQ_{NLT} Area ใน 10 อันดับจังหวัดแรก ปี 2538 - 2545

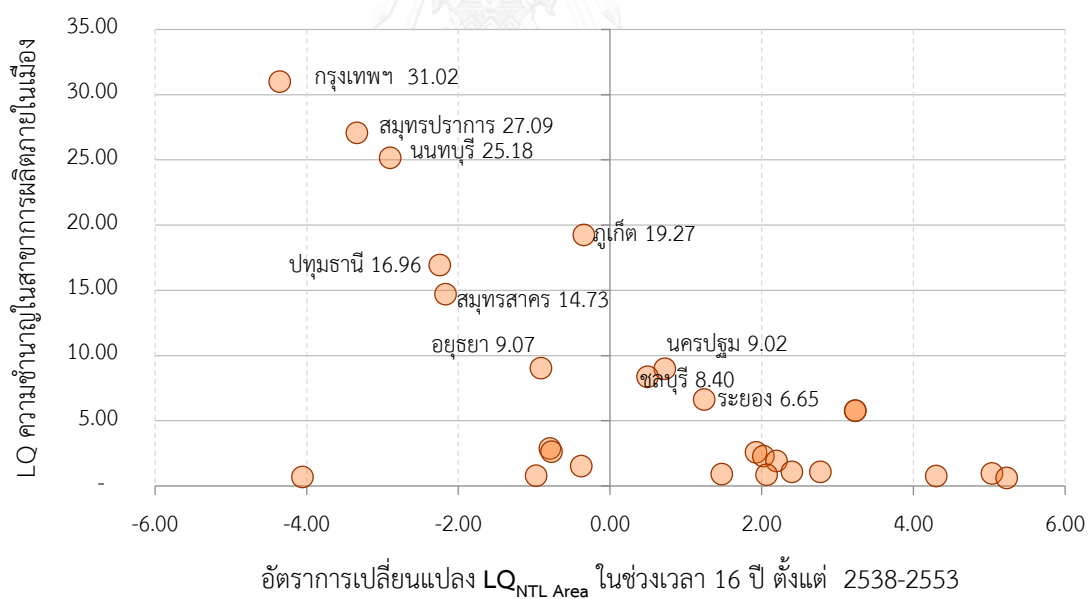
จังหวัด	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545
กรุงเทพมหานคร	36.98	34.97	32.08	35.25	32.42	33.01	32.59	31.37
สมุทรปราการ	30.03	30.74	28.31	30.87	28.42	29.01	27.83	28.23
นนทบุรี	28.34	27.99	27.40	28.29	25.46	25.99	25.89	25.21
ภูเก็ต	15.72	15.98	15.76	17.45	17.54	21.96	22.25	22.51
ปทุมธานี	17.60	17.39	17.56	18.45	18.12	17.19	17.04	17.01
สมุทรสาคร	17.15	15.69	14.43	15.08	13.59	14.96	15.84	14.93
พระนครศรีอยุธยา	9.61	10.12	10.17	9.68	9.73	8.68	8.61	8.48
นครปฐม	8.54	8.06	8.22	8.39	9.09	9.81	10.15	9.64
ชลบุรี	7.38	7.35	7.28	7.34	7.81	7.54	7.71	8.30
ระยอง	4.98	5.84	7.43	7.55	7.02	6.58	6.54	6.81

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

ตารางที่ 5.6 $LQ_{NTL Area}$ ใน 10 อันดับจังหวัดแรก ปี 2546 - 2553

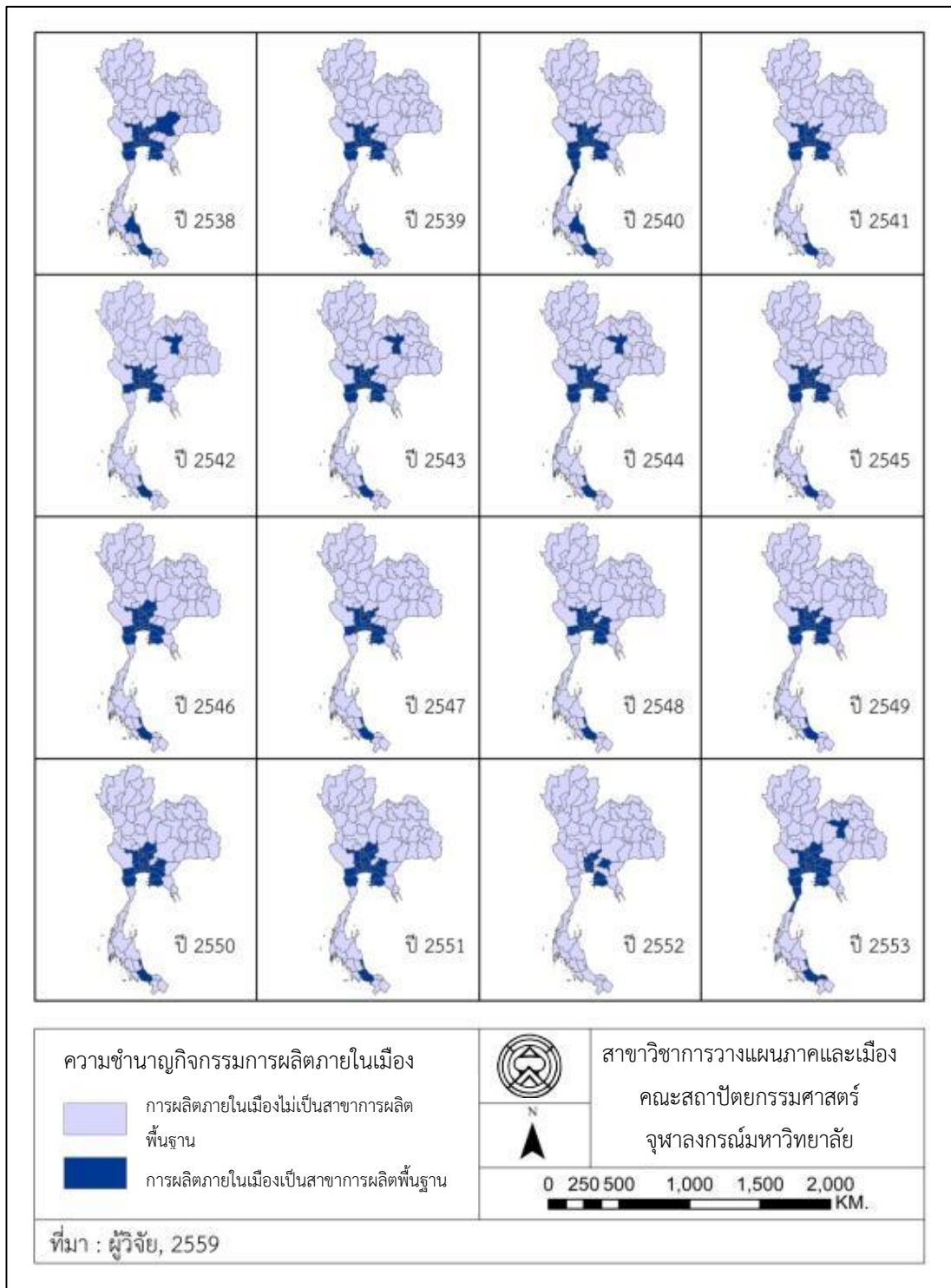
จังหวัด	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553
กรุงเทพมหานคร	30.58	29.61	34.75	31.31	28.54	28.55	26.18	18.13
สมุทรปราการ	26.34	26.82	27.47	26.85	24.97	26.00	24.18	17.43
นนทบุรี	25.54	23.72	28.06	25.74	23.44	23.11	20.99	17.69
ภูเก็ต	19.13	20.42	22.95	21.18	20.61	20.77	19.17	14.86
ปทุมธานี	16.90	16.43	19.00	17.74	16.84	16.66	15.18	12.23
สมุทรสาคร	14.27	14.59	15.95	16.18	13.95	13.87	13.16	12.07
พระนครศรีอยุธยา	8.53	8.61	9.11	9.26	8.80	9.12	8.28	8.30
นครปฐม	9.03	8.98	9.38	9.10	8.96	8.80	8.61	9.58
ชลบุรี	8.07	8.91	9.72	9.49	9.71	10.37	9.49	7.98
ระยอง	6.46	6.60	7.39	6.81	6.93	6.99	6.45	6.07

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559



ภาพที่ 5.4 อัตราการเปลี่ยนแปลงความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจากพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน ตั้งแต่ปี 2538 - 2553

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559



ภาพที่ 5.5 LQ_{NTL} Area ปี 2538 - 2553

3. ความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองคำนวณจาก $\ln GPP$ non-agriculture

($LQ_{\ln GPP \text{ non-agriculture}}$)

การประยุกต์ใช้แสงสว่างเวลากลางคืนแบบ Intensity of Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจ ต้องคำนวณ LQ จาก $\ln GPP$ non-agriculture เพื่อให้สัมพันธ์กับ LQ ที่คำนวณจาก Smoothed NTL ซึ่งข้อมูลก่อนการคำนวณ LQ ทั้งสองอยู่ในรูป logarithm function เหมือนกัน ดังวิธีทดสอบความสัมพันธ์ในบทที่ 4

สำหรับการใช้ $\ln GPP$ non-agriculture วิเคราะห์ความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองปี 2538-2553 พบว่า จังหวัดที่มีความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองมากกว่าระดับประเทศมี 20 จังหวัด คิดเป็นร้อยละ 26 โดยจังหวัดที่ติด 10 อันดับแรกเฉลี่ยทุกปี ได้แก่ กรุงเทพมหานคร ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา นนทบุรี สมุทรปราการ ชลบุรี ระยอง สระบุรี สมุทรสาคร ปราจีนบุรี ตามลำดับ (ตารางที่ 5.7-8 และภาพที่ 5.6) สำหรับความเปลี่ยนแปลงความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองที่คำนวณจาก $\ln GPP$ non-agriculture ในช่วงเวลา 16 ปีไม่มีความแตกต่างกันจึงไม่นำมาพิจารณาด้วย

ตารางที่ 5.7 $LQ_{\ln GPP \text{ non-agriculture}}$ ใน 10 อันดับจังหวัดแรกปี 2538 - 2545

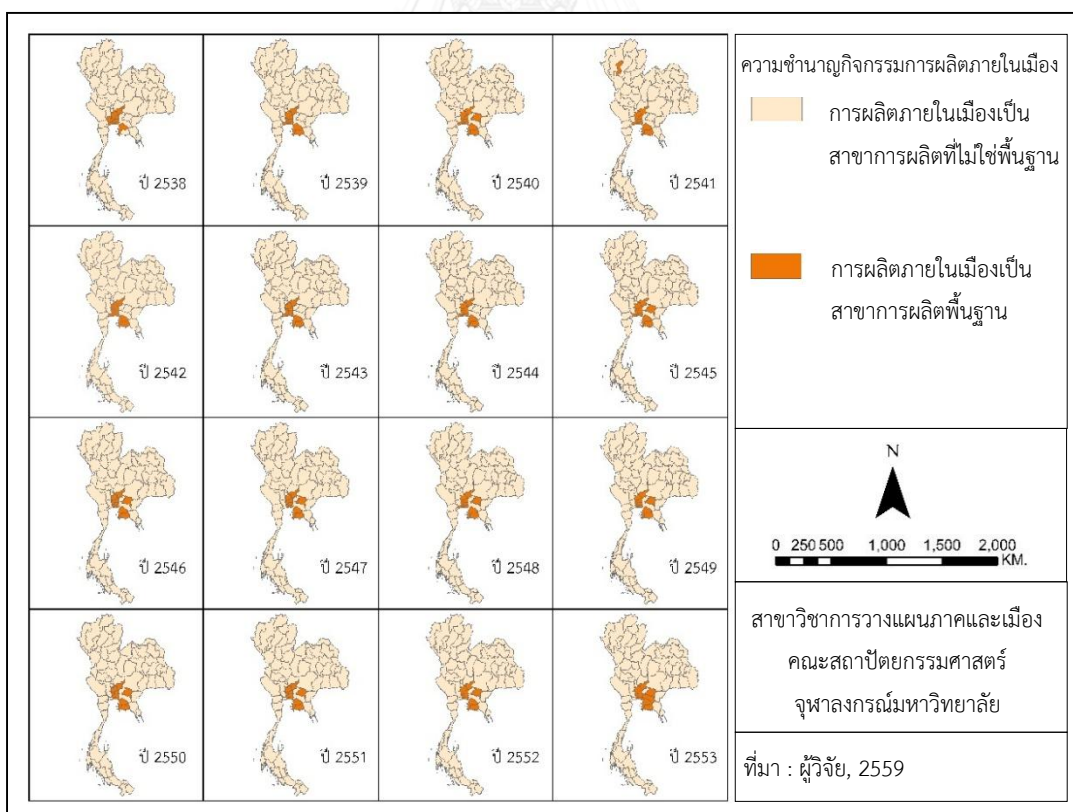
จังหวัด	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545
กรุงเทพมหานคร	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
ปทุมธานี	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00
พระนครศรีอยุธยา	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
นนทบุรี	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
สมุทรปราการ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ชลบุรี	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ระยอง	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
สระบุรี	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
สมุทรสาคร	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ปราจีนบุรี	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

ตารางที่ 5.8 $LQ_{\ln GPP \text{ non-agriculture}}$ ใน 10 อันดับจังหวัดแรกปี 2546 - 2553

จังหวัด	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553
กรุงเทพมหานคร	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00	1.01	1.01	1.00
ปทุมธานี	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
พระนครศรีอยุธยา	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
นนทบุรี	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
สมุทรปราการ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ชลบุรี	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ระยอง	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
สระบุรี	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
สมุทรสาคร	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ปราจีนบุรี	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559



ภาพที่ 5.6 $LQ_{\ln GPP \text{ non-agriculture}}$ ปี 2538 - 2553

4. ความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจาก Smoothed NTL ($LQ_{Smoothed NTL}$)

ผลการศึกษาการใช้ Smoothed NTL วิเคราะห์ความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองปี 2538-2553 พบว่า จังหวัดที่มีความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองมากกว่าระดับประเทศ มี 35 จังหวัด คิดเป็นร้อยละ 46 ของประเทศ โดย 10 อันดับจังหวัดแรก ได้แก่ กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ ชลบุรี ระยอง ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา สมุทรสาคร ฉะเชิงเทรา นครปฐม นครราชสีมา ตามลำดับ (ตารางที่ 5.9-10 และภาพที่ 5.7) สำหรับความเปลี่ยนแปลงความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองรายจังหวัดในช่วงเวลา 16 ปีที่ผ่านมาจังหวัดที่มีความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ จังหวัดปราจีนบุรี มีอัตราการเปลี่ยนแปลงร้อยละ 2 ต่อปี ส่วนจังหวัดที่มีความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองลดลง คือ กรุงเทพมหานคร มีอัตราการเปลี่ยนแปลงลดลงร้อยละ 2.64 ต่อปี

ตารางที่ 5.9 $LQ_{Smoothed NTL}$ ใน 10 อันดับจังหวัดแรก ปี 2538 – 2545

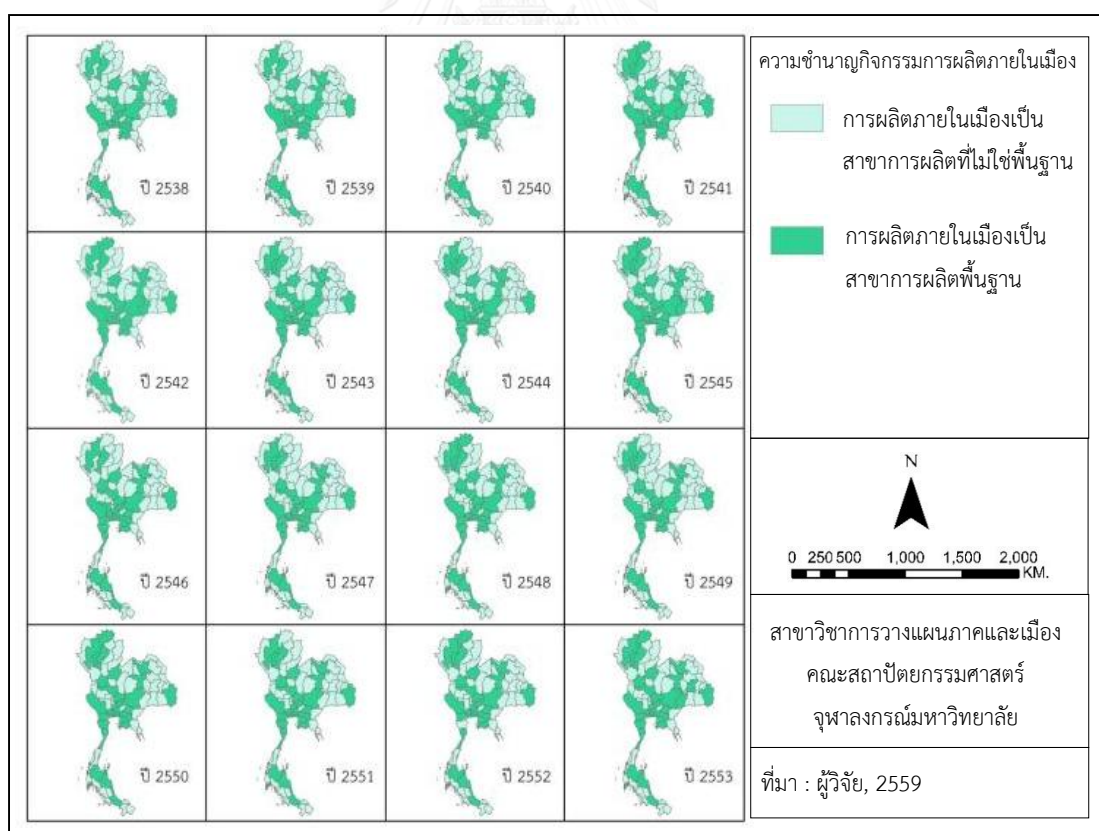
จังหวัด	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545
กรุงเทพมหานคร	4.11	3.78	3.85	3.40	3.52	3.82	3.71	3.60
สมุทรปราการ	2.63	2.45	2.50	2.37	2.46	2.64	2.61	2.56
ชลบุรี	2.63	2.49	2.55	2.30	2.35	2.52	2.46	2.42
ระยอง	2.42	2.32	2.46	2.26	2.28	2.50	2.43	2.44
ปทุมธานี	2.54	2.37	2.42	2.07	2.18	2.28	2.24	2.10
พระนครศรีอยุธยา	2.17	2.11	2.18	2.01	2.07	2.26	2.22	2.16
สมุทรสาคร	2.28	2.13	2.19	1.95	1.97	2.14	2.13	2.10
ฉะเชิงเทรา	1.89	1.80	1.87	1.71	1.71	1.79	1.75	1.78
นครปฐม	2.00	1.87	1.90	1.73	1.75	1.86	1.85	1.79
นครราชสีมา	1.87	1.81	1.85	1.69	1.71	1.80	1.78	1.77

ที่มา: ผู้วิจัย, 2556

ตารางที่ 5.10 LQ_{Smoothed NTL} ใน 10 อันดับจังหวัดแรก ปี 2546 – 2553

จังหวัด	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553
กรุงเทพมหานคร	4.92	4.32	4.02	3.81	3.20	3.25	2.98	2.68
สมุทรปราการ	3.29	2.94	2.77	2.66	2.41	2.42	2.20	2.10
ชลบุรี	3.14	2.87	2.77	2.69	2.36	2.40	2.20	2.03
ระยอง	3.14	2.83	2.70	2.59	2.27	2.27	2.14	2.01
ปทุมธานี	2.65	2.45	2.32	2.25	1.98	2.04	1.95	1.85
พระนครศรีอยุธยา	2.77	2.52	2.35	2.27	2.06	2.19	1.98	1.88
สมุทรสาคร	2.68	2.45	2.31	2.22	1.97	1.99	1.88	1.79
ฉะเชิงเทรา	2.31	2.19	2.07	2.03	1.87	1.90	1.73	1.70
นครปฐม	2.20	2.03	1.97	1.91	1.68	1.67	1.57	1.53
นครราชสีมา	2.15	1.97	1.91	1.83	1.66	1.62	1.56	1.51

ที่มา: ผู้วิจัย, 2556



ภาพที่ 5.7 LQ_{Smoothed NTL} ปี 2538 - 2553

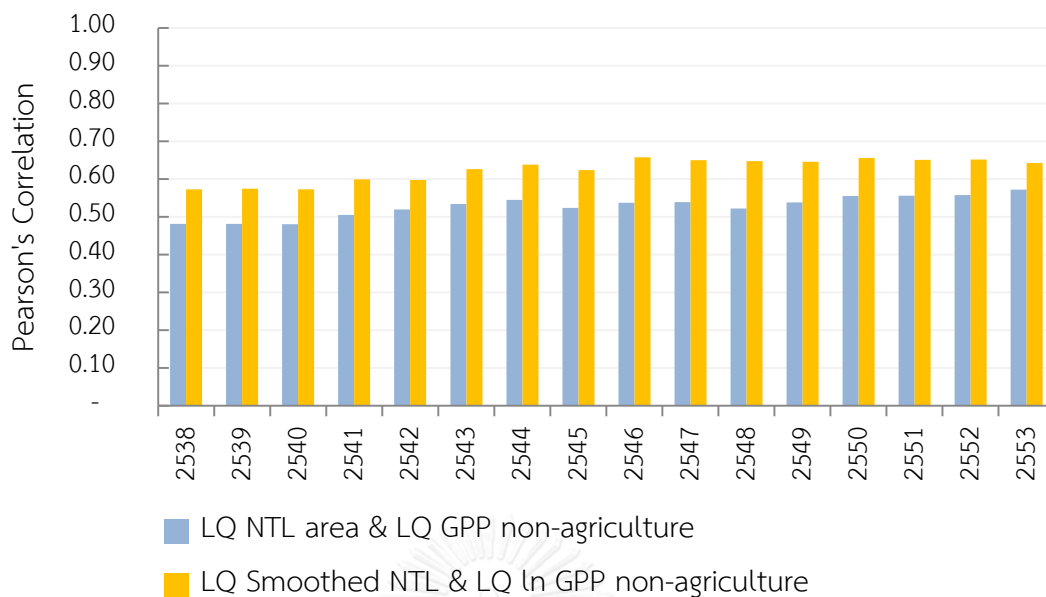
5.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความชำนานาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจากข้อมูล GPP non-agriculture และแสงสว่างเวลากลางคืน

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ Pearson's Correlation ระหว่าง LQ จากข้อมูล GPP non-agriculture และแสงสว่างเวลากลางคืนทั้งสองประเภท โดยแสงสว่างเวลากลางคืนแบบ Dark & Bright NTL ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง LQ จาก GPP non-agriculture และพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน ส่วนแสงสว่างเวลากลางคืนแบบ Intensity of Light ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง LQ จาก ln GPP non-agriculture และ Smoothed NTL ผลการวิเคราะห์ พบว่า LQ จากแสงสว่างทั้งสองประเภทมีความสัมพันธ์กับ LQ จากข้อมูล GPP non-agriculture ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 มีรายละเอียดความสัมพันธ์แต่ละปีดังตารางที่ 5.11 และภาพที่ 5.8

ตารางที่ 5.11 ความสัมพันธ์ Pearson's Correlation ระหว่างความชำนานาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจากข้อมูล GPP non-agriculture และ แสงสว่างเวลากลางคืนทั้งสองประเภท ปี 2538-2553

ปี	Dark & Bright NTL	Intensity of Light
	LQ _{NTL area} & LQ _{GPP non-agriculture}	LQ _{Smoothed NTL} & LQ _{ln GPP non-agriculture}
2538	0.48	0.57
2539	0.48	0.57
2540	0.48	0.57
2541	0.50	0.60
2542	0.52	0.60
2543	0.53	0.63
2544	0.54	0.64
2545	0.52	0.62
2546	0.54	0.66
2547	0.54	0.65
2548	0.52	0.65
2549	0.54	0.65
2550	0.55	0.66
2551	0.56	0.65
2552	0.56	0.65
2553	0.57	0.64

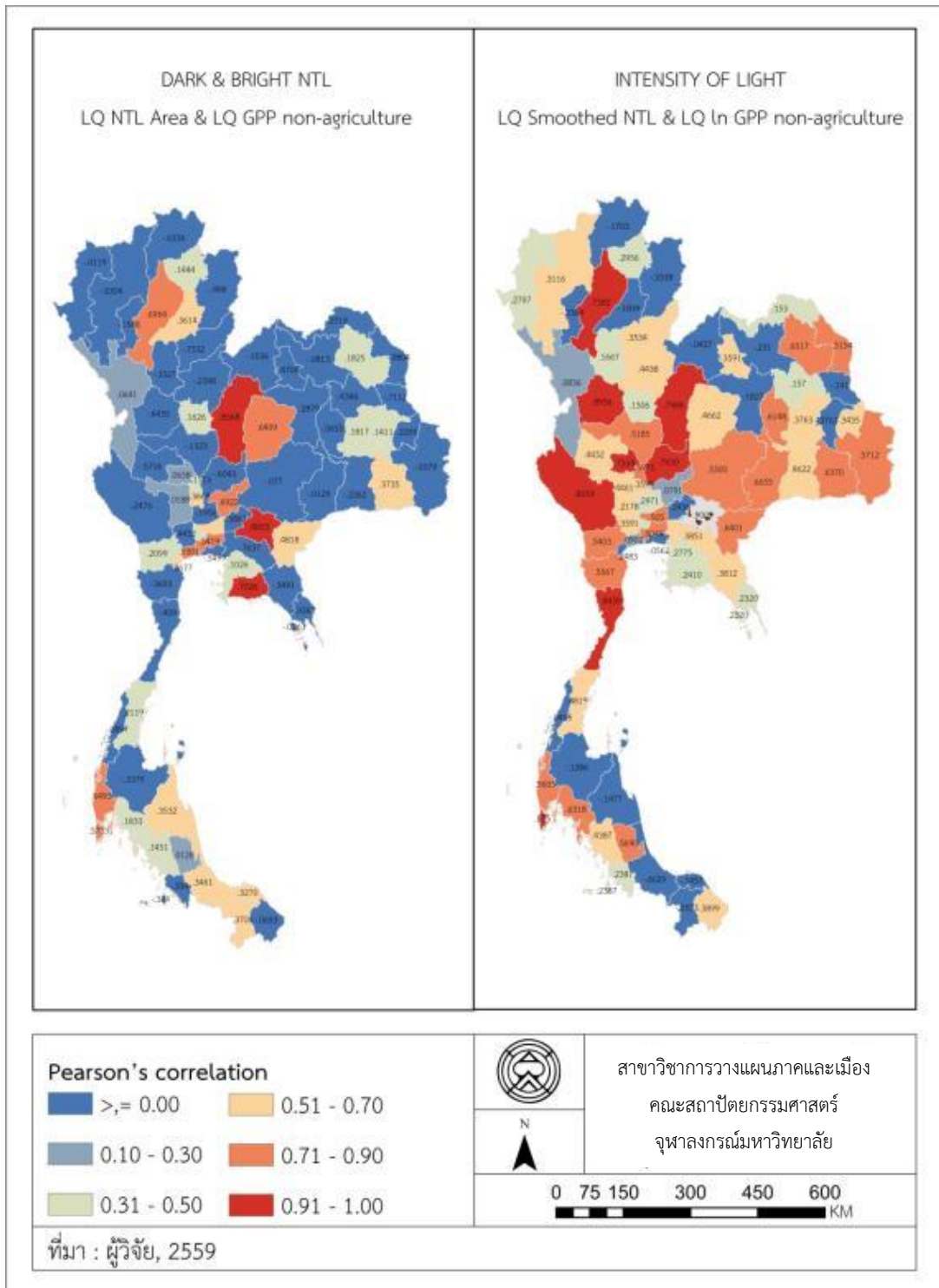
ที่มา: ผู้วิจัย, 2559



ภาพที่ 5.8 แผนภูมิเปรียบเทียบความสัมพันธ์ Pearson's Correlation ระหว่างความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจากข้อมูล GPP non-agriculture และ แสงสว่างเวลากลางคืนทั้งสองประเภท ตั้งแต่ปี 2538-2553

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

เมื่อพิจารณาระดับความสัมพันธ์ในแต่ละปีแล้วความสัมพันธ์ระหว่างคู่ทดสอบของแสงสว่างทั้งสองประเภทมีความแตกต่างกัน โดยคู่ทดสอบของ Dark & Bright NTL ในแต่ละปี พบว่า LQ จากพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนคล้ายกับ LQ จาก GPP non-agriculture ร้อยละ 48-57 ดังนั้นการใช้พื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนเป็นตัวชี้วัดความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองแทน GPP จึงสามารถใช้แทนกันได้ในระดับต่ำ –ปานกลาง ส่วนคู่ทดสอบของ Intensity of Light พบว่า LQ จาก Smoothed NTL คล้ายกับ LQ จาก ln GPP non-agriculture ร้อยละ 57-67 จึงใช้ Smoothed NTL วิเคราะห์ความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองแทน ln GPP non-agriculture ได้ในระดับปานกลาง และเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบอนุกรมเชิงเวลา (Time Series) ทั้งในระดับประเทศและรายจังหวัด พบว่า ในระดับประเทศการใช้แสงสว่างเวลากลางคืนทั้งสองประเภทวิเคราะห์ความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองแทนข้อมูล GPP non-agriculture ยังคงใช้แทนกันได้ในระดับปานกลาง โดย LQ จากแสงสว่างแบบ Dark & Bright NTL สามารถใช้แทน LQ จาก GPP non-agriculture ร้อยละ 52 และ LQ จากแสงสว่างแบบ Intensity of Light สามารถใช้แทน LQ จาก ln GPP non-agriculture ร้อยละ 61 เมื่อพิจารณารายจังหวัดมีรายละเอียดดังภาพที่ 5.9 และตารางที่ 5.12



ภาพที่ 5.9 ความสัมพันธ์ Pearson's Correlation ระหว่างความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจากข้อมูล GPP non-agriculture และ แสงสว่างเวลากลางคืนทั้งสองประเภท รายจังหวัดแบบอนุกรมเชิงเวลา

ตารางที่ 5.12 ลักษณะความสัมพันธ์ Pearson's Correlation รายจังหวัดระหว่างความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจาก GPP non-agriculture และ แสงสว่างเวลากลางคืนทั้งสองประเภท

ลักษณะความสัมพันธ์	ประเภทแสงสว่าง	จังหวัด
ความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจาก GPP และแสงสว่างเวลากลางคืนคล้ายกันสูง สามารถใช้แทนกันร้อยละ 70 ขึ้นไป	Dark & Bright NTL	ปราจีนบุรี เพชรบูรณ์ ระยอง
	Intensity of Light	ปราจีนบุรี เพชรบูรณ์ กำแพงเพชร กาญจนบุรี ลพบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชัยนาท สกลนคร บุรีรัมย์ ภูเก็ต ลำปาง
ความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจาก GPP และแสงสว่างเวลากลางคืนคล้ายกันในระดับปานกลาง สามารถใช้แทนที่ร้อยละ 60	Dark & Bright NTL	พังงา ชัยภูมิ ภูเก็ต
	Intensity of Light	เพชรบุรี พังงา พัทลุง อุบลราชธานี สิงห์บุรี มหาสารคาม กระบี่ ศรีสะเกษ สระแก้ว
ความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจาก GPP และแสงสว่างเวลากลางคืนคล้ายกันในระดับต่ำ สามารถใช้แทนกันได้ที่ร้อยละ 1-50	Dark & Bright NTL	กรุงเทพมหานคร ปทุมธานี สระแก้ว สมุทรสาคร ชลบุรี สิงห์บุรี นนทบุรี สงขลา นครศรีธรรมราช ตาก ชัยนาท ยโสธร พะเยา ตรัง พิจิตร ร้อยเอ็ด สกลนคร กระบี่ ราชบุรี ชุมพร ปัตตานี แพร่ อ่างทอง สมุทรสงคราม ยะลา ศรีสะเกษ
	Intensity of Light	กรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี สมุทรสาคร นครปฐม ระยอง ชลบุรี พระนครศรีอยุธยา สระบุรี เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ตาก พิจิตร หนองคายกาฬสินธุ์ สุโขทัย ตราด สตูล พะเยา อำนาจเจริญ อุตรดิตถ์ หนองบัวลำภู อ่างทอง ร้อยเอ็ด จันทบุรี ฉะเชิงเทรา นครราชสีมา ตรัง อุทัยธานี พิษณุโลก สุพรรณบุรี สุรินทร์ ชัยภูมิ ชุมพร นครพนม นครสวรรค์ นครราชสีมา ราชบุรี

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

จากตารางที่ 5.12 พบว่า จังหวัดที่มีลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจาก GPP และแสงสว่างเวลากลางคืนคล้ายกันสูง ส่วนใหญ่เป็นจังหวัดที่มีมูลค่าการผลิตภายในเมืองเทียบกับระดับประเทศแล้วอยู่ในระดับต่ำและไม่อยู่ในกลุ่ม Basic sector และจังหวัดที่ความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองระหว่างข้อมูลทั้งสองเหมือนกันในระดับต่ำมีทั้งจังหวัดในกลุ่ม Basic sector และ Non-Basic sector อย่างไรก็ตามจังหวัดในกลุ่ม Basic sector ส่วนใหญ่จะมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้

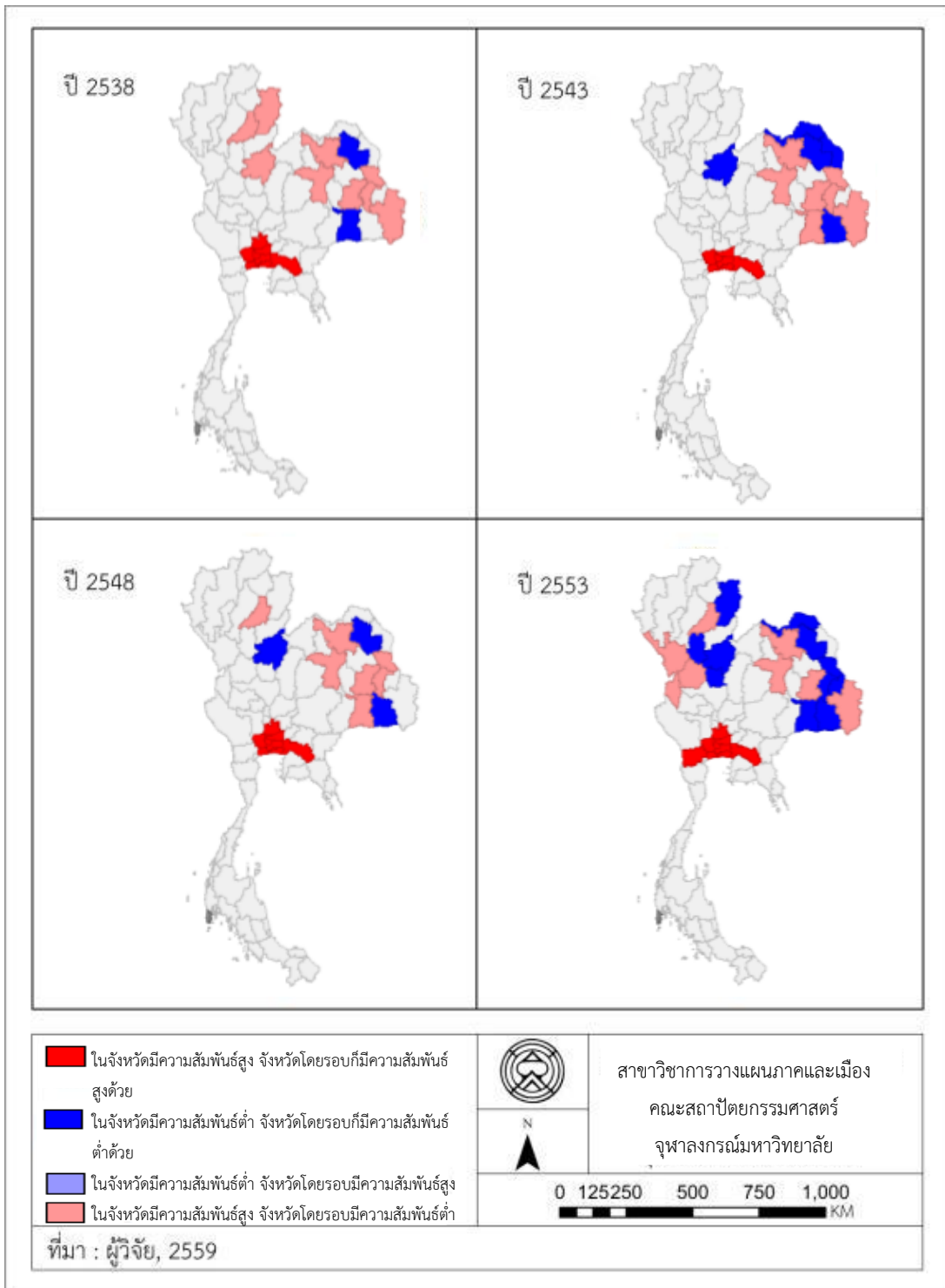
5.3.3 ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ Local Indicator of Spatial Association (LISA) ระหว่างความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจาก GPP non-agriculture และแสงสว่างเวลากลางคืน

การจัดกลุ่มประเภทของเมืองตามลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจาก GPP และแสงสว่างเวลากลางคืน เชิงพื้นที่ ตั้งแต่ปี 2538-2553 โดยพิจารณาจังหวัดที่มีค่าการแจกแจงข้อมูลแบบปกติของความสัมพันธ์ Z_i มากกว่า 1.96 ซึ่งมีระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 สามารถแบ่งประเภทของเมืองตามลักษณะความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจาก GPP และแสงสว่างเวลากลางคืน ได้ดังนี้ (ตารางที่ 5.13 และภาพที่ 5.10-11)

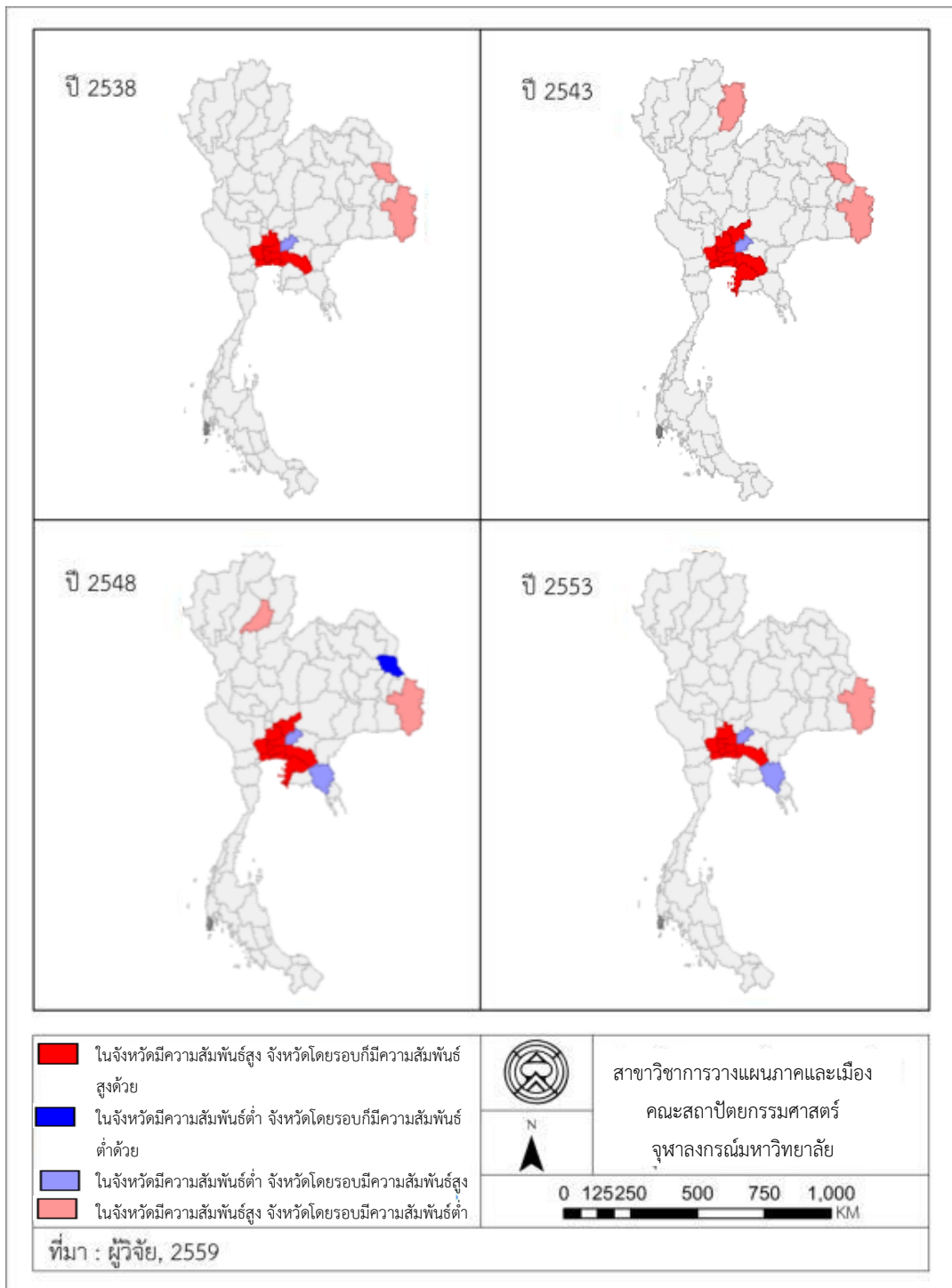
ตารางที่ 5.13 ประเภทของเมืองตามลักษณะความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ LISA ระหว่างความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจาก GPP และแสงสว่างเวลากลางคืน

ลักษณะความสัมพันธ์	ประเภทแสงสว่าง	จังหวัด
ภายในจังหวัดสามารถใช้แสงสว่างเวลากลางคืนวิเคราะห์ความชำนาญในการผลิตกิจกรรมภายในเมืองแทน GPP ได้ใน “ระดับสูง” และจังหวัดข้างเคียงโดยรอบก็มีความสัมพันธ์ “ระดับสูง” ด้วย	Dark & Bright NTL	กรุงเทพและปริมณฑล พระนครศรีอยุธยา ฉะเชิงเทรา ราชบุรี
	Intensity of Light	กรุงเทพและปริมณฑล พระนครศรีอยุธยา ฉะเชิงเทรา ชลบุรี
ภายในจังหวัดสามารถใช้แสงสว่างเวลากลางคืนวิเคราะห์ความชำนาญในการผลิตกิจกรรมภายในเมืองแทน GPP ได้ใน “ระดับต่ำ” จังหวัดข้างเคียงโดยรอบก็มีความสัมพันธ์ “ระดับต่ำ” ด้วย	Dark & Bright NTL	สุรินทร์ ศรีสะเกษ ยโสธร อำนาจเจริญ หนองคาย
	Intensity of Light	มุกดาหาร

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559



ภาพที่ 5.10 ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ LISA ระหว่างความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจาก GPP และแสงสว่างเวลากลางคืนจาก Dark & Bright NTL



ภาพที่ 5.11 ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ LISA ระหว่างความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจาก GPP และแสงสว่างเวลากลางคืนจาก INTENSITY OF LIGHT

จะเห็นได้ว่าจังหวัดที่มีลักษณะความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ภายในจังหวัดสามารถใช้แสงสว่างเวลากลางคืนวิเคราะห์ความชำนาญในการผลิตกิจกรรมภายในเมืองแทน GPP ได้ใน “ระดับสูง” และจังหวัดข้างเคียงโดยรอบก็มีความสัมพันธ์ “ระดับสูง” ด้วย เป็นกลุ่มจังหวัดในภาคมหานคร (กรุงเทพฯ และปริมณฑล) หรือกลุ่มจังหวัดที่มีกิจกรรมการผลิตภายในเมืองเป็นสาขาการผลิตพื้นฐาน ส่วนจังหวัดที่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ภายในจังหวัดสามารถใช้แสงสว่างเวลากลางคืนวิเคราะห์ความชำนาญในการผลิตกิจกรรมภายในเมืองแทน GPP ได้ในระดับต่ำ อยู่ใกล้กับจังหวัดที่มีความสัมพันธ์ต่ำด้วย เป็นกลุ่มจังหวัดที่กิจกรรมการผลิตภายในเมืองเป็นสาขาการผลิตที่ไม่ใช่พื้นฐาน

5.4 ความเจริญเติบโตตามลำดับศักระยะของเมือง

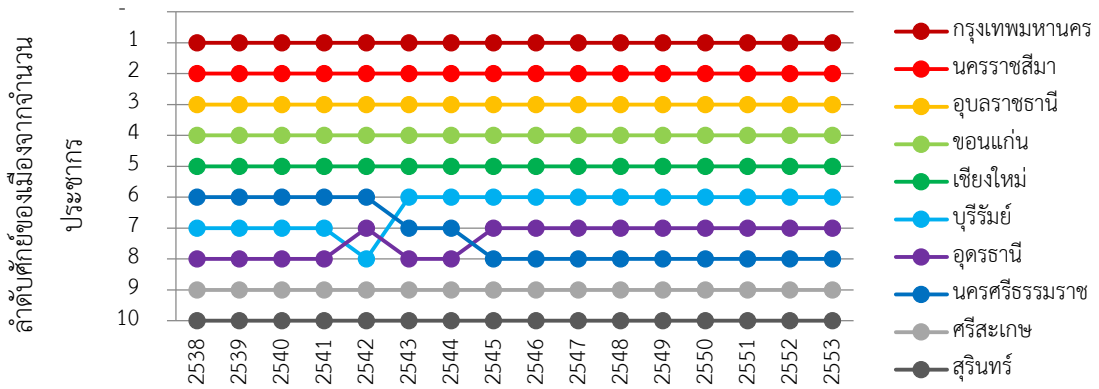
การประยุกต์ใช้แสงสว่างเวลากลางคืนวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามลำดับศักระยะของเมืองแบ่งการวิเคราะห์เป็น การประยุกต์ใช้แสงสว่างเวลากลางคืนแบบ Dark & Bright NTL และแบบ Intensity of Light โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ลำดับศักระยะของเมือง วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ Pearson's Correlation และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติเชิงพื้นที่ LISA

5.4.1 ลำดับศักระยะของเมืองจากประชากรและแสงสว่างเวลากลางคืน

การศึกษาลำดับศักระยะของเมือง โดยประยุกต์ใช้แสงสว่างเวลากลางคืนแบบ Dark & Bright NTL เป็นการวิเคราะห์ลำดับศักระยะจากจำนวนประชากรและสัดส่วนพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนภายในจังหวัด ส่วนแบบ Intensity of Light วิเคราะห์ลำดับศักระยะจาก ln Population และ Smoothed NTL เนื่องจากเป็นการนำข้อมูลที่มีวิธีการทางสถิติแบบเดียวกันมาเทียบเคียงกัน มีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ลำดับศักระยะของเมืองทั้ง 4 ดังนี้

1. ลำดับศักระยะของเมืองจากจำนวนประชากร

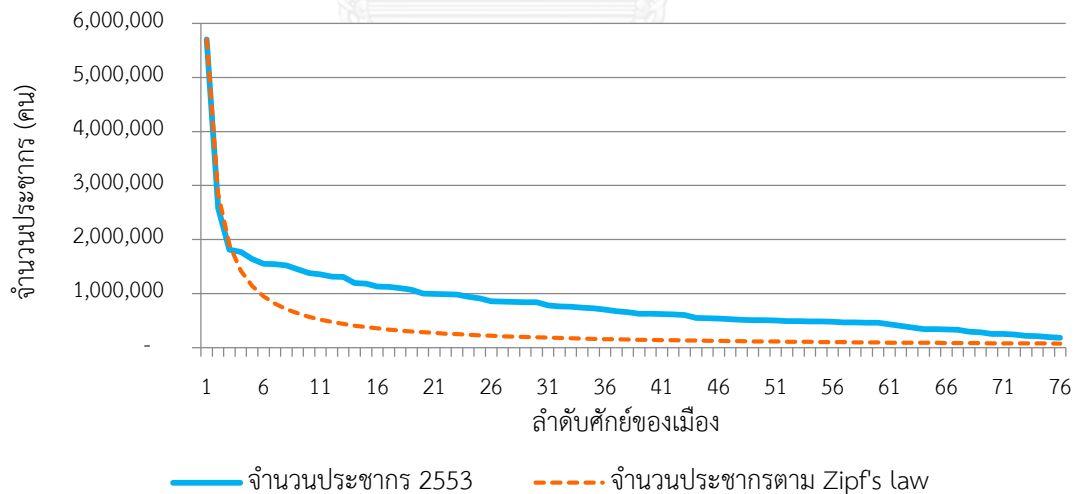
ผลการศึกษาลำดับศักระยะของเมืองจากจำนวนประชากรตั้งแต่ ปี 2538-2556 อันดับ 10 จังหวัดแรกที่มีจำนวนประชากรมากที่สุด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นครราชสีมา อุบลราชธานี ขอนแก่น เชียงใหม่ บุรีรัมย์อุดรธานี นครศรีธรรมราช ศรีสะเกษ สุรินทร์ ตามลำดับ สามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงลำดับศักระยะของจังหวัดเหล่านี้ในช่วง 15 ปีที่ผ่านมา ใน 10 ลำดับจังหวัดแรกได้ ดังภาพที่ 5.12



ภาพที่ 5.12 ลำดับศักรีของเมืองจากจำนวนประชากร 10 อันดับแรก ปี 2538-2553

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

เมื่อนำลำดับศกรีของเมืองพิจารณาควบคู่กับจำนวนประชากรในแต่ละปี พบว่า กรุงเทพมหานครจะมีจำนวนประชากรมากกว่าจังหวัดอื่น ๆ เป็นจำนวนมาก เช่นปี 2553 มีประชากรจำนวน 5,701,394 คน มากกว่าจังหวัดอันดับ 2 นครราชสีมา 2.2 เท่า (2,582,089) มากกว่าจังหวัดอันดับ 3-5 อุบลราชธานี ขอนแก่น เชียงใหม่ 3 เท่า เป็นต้น ดังนั้นเมื่อวิเคราะห์จำนวนประชากรตามกฎลำดับขนาด จึงพบว่าจำนวนประชากรภายในประเทศไทยมีลักษณะเป็นเมืองโตเดี่ยวอย่างชัดเจน ดังตัวอย่างประชากรตามลำดับศกรีของเมืองปี 2553 ภาพที่ 5.13 และตารางที่ 5.14



ภาพที่ 5.13 จำนวนประชากรตามลำดับศกรีของเมืองเทียบกับจำนวนประชากรจริง ปี 2553

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

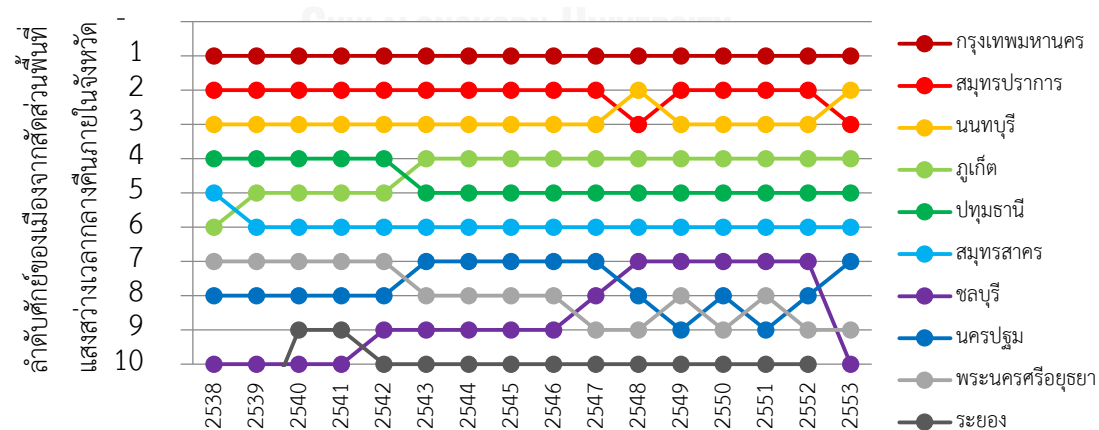
ตารางที่ 5.14 การเปรียบเทียบจำนวนประชากรจากข้อมูลจริงและกฎลำดับขนาด ในจังหวัด 10 อันดับแรก ปี 2553

ลำดับศัของเมือง	จังหวัด	จำนวนประชากร	จำนวนประชากรตาม Zipf's law
1	กรุงเทพมหานคร	5,701,394	5,701,394
2	นครราชสีมา	2,582,089	2,850,697
3	อุบลราชธานี	1,813,088	1,900,465
4	ขอนแก่น	1,767,601	1,425,349
5	เชียงใหม่	1,640,479	1,140,279
6	บุรีรัมย์	1,553,765	950,232
7	อุดรธานี	1,544,786	814,485
8	นครศรีธรรมราช	1,522,561	712,674
9	ศรีสะเกษ	1,452,471	633,488
10	สุรินทร์	1,381,761	570,139

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

2. ลำดับศัของเมืองจากสัดส่วนพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนภายในจังหวัด

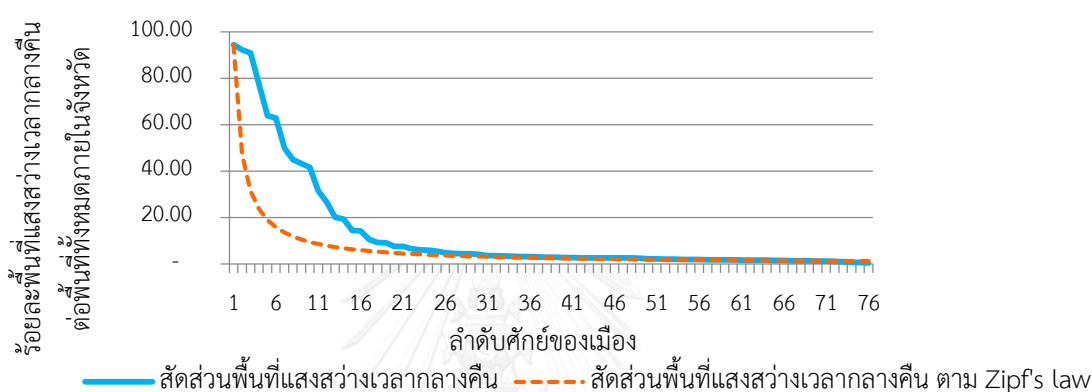
ผลการศึกษาพบว่าจังหวัดที่ติด 10 อันดับสัดส่วนพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนภายในจังหวัดมากที่สุด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ นนทบุรี ภูเก็ต ปทุมธานี สมุทรสาคร นครปฐม พระนครศรีอยุธยา ชลบุรี และระยอง เป็นต้น (ภาพที่ 5.14)



ภาพที่ 5.14 ลำดับศัของเมืองจากพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน 10 อันดับแรก ปี 2538-2553

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

สัดส่วนพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนภายในจังหวัดแต่ละปีค่อนข้างเกาะกลุ่มกันและลดหลั่นลงไปตามลำดับ เช่น ปี 2553 กรุงเทพมหานคร นนทบุรี สมุทรปราการ ภูเก็ต มีสัดส่วนร้อยละ 95 92 91 และ 77 ตามลำดับ ปทุมธานี สมุทรสาคร นครปฐม มีสัดส่วนร้อยละ 64 63 50 ตามลำดับ ส่วนจังหวัดที่มีสัดส่วนพื้นที่แสงสว่างน้อยกว่าร้อยละ 10 มีจำนวนสูงถึง 59 จังหวัด เมื่อวิเคราะห์สัดส่วนพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนตามภูมิลำดับขนาด พบว่าจังหวัดที่มีสัดส่วนพื้นที่แสงสว่างน้อยจะมีสัดส่วนใกล้เคียงกับสัดส่วนพื้นที่แสงสว่างตามภูมิลำดับขนาด แต่ในจังหวัดที่มีสัดส่วนพื้นที่แสงสว่างสัดส่วนพื้นที่แสงสว่างยังคงแตกต่างกันอยู่มาก ภาพที่ 5.15 และตารางที่ 5.15



ภาพที่ 5.15 Smoothed NTL จากข้อมูลจริงและภูมิลำดับขนาด ปี 2553

ที่มา: ผู้วิจัย, 2556

ตารางที่ 5.15 การเปรียบเทียบสัดส่วนพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืนจากข้อมูลจริงและภูมิลำดับขนาดในจังหวัด 10 อันดับแรก ปี 2553

ลำดับศักร์ ของเมือง	จังหวัด	สัดส่วนพื้นที่แสงสว่าง เวลากลางคืน	สัดส่วนพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน ตาม Zipf's law
1	กรุงเทพมหานคร	94.55	94.55
2	นนทบุรี	92.24	47.28
3	สมุทรปราการ	90.91	31.52
4	ภูเก็ต	77.50	23.64
5	ปทุมธานี	63.80	18.91
6	สมุทรสาคร	62.95	15.76
7	นครปฐม	49.95	13.51
8	สมุทรสงคราม	44.98	11.82
9	พระนครศรีอยุธยา	43.26	10.51
10	ชลบุรี	41.59	9.46

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

3. ลำดับศักร์ของเมืองจาก \ln Population

การประยุกต์ใช้แสงสว่างเวลากลางคืนแบบ Intensity of Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามลำดับศักร์ของเมือง เป็นการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความชานาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจาก Smoothed NTL และ \ln Population เพื่อให้สัมพันธ์กับ Smoothed NTL ที่ได้จาก logarithm function ดังที่อธิบายไว้แล้วในบทที่ 4

ผลการศึกษาลำดับศักร์ของเมืองจาก \ln Population พบว่าในแต่ละจังหวัดมีลำดับศักร์เหมือนกับลำดับศักร์ของจำนวนประชากร ดังเช่นตัวอย่างลำดับศักร์ของเมืองใน 10 จังหวัดแรกของประเทศไทยปี 2553 ดังตารางที่ 5.16

ตารางที่ 5.16 การเปรียบเทียบ \ln Population จากข้อมูลจริงและกฎลำดับขนาด ในจังหวัด 10 อันดับแรก ปี 2553

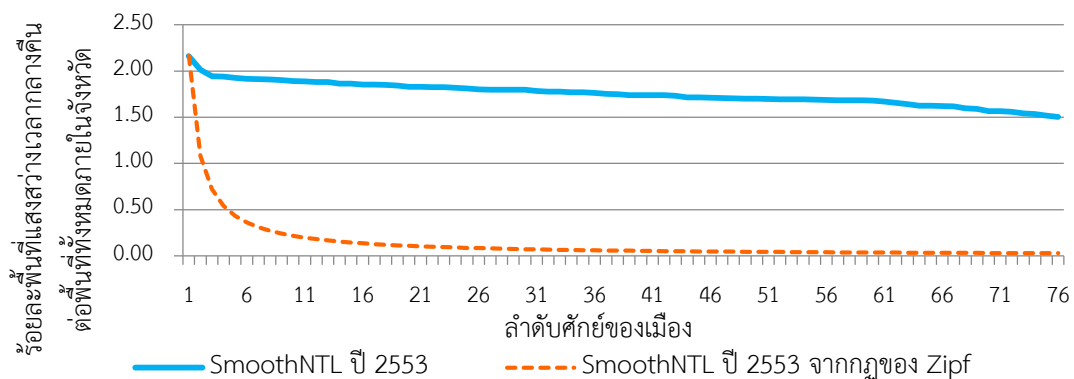
ลำดับศักร์ของเมือง	จังหวัด	\ln Population	\ln Population จากกฎของ Zipf
1	กรุงเทพมหานคร	15.56	15.56
2	นครราชสีมา	14.76	7.78
3	อุบลราชธานี	14.41	5.19
4	ขอนแก่น	14.39	3.89
5	เชียงใหม่	14.31	3.11
6	บุรีรัมย์	14.26	2.59
7	อุดรธานี	14.25	2.22
8	นครศรีธรรมราช	14.24	1.94
9	ศรีสะเกษ	14.19	1.73
10	สุรินทร์	14.14	1.56

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

4. ลำดับศักร์ของเมืองจาก Smoothed NTL

ผลการศึกษาลำดับศักร์ของเมืองจาก Smoothed NTL พบว่าในแต่ละจังหวัดมีลำดับศักร์เหมือนกับลำดับศักร์ของจำนวนประชากร และ \ln Population โดยเรียง จังหวัดแรก ดังนี้ กรุงเทพมหานคร นครราชสีมา อุบลราชธานี ขอนแก่น เชียงใหม่ เป็นต้น และเมื่อนำลำดับศักร์ของเมืองมาพิจารณาควบคู่กับ Smoothed NTL ก็พบว่ามีลักษณะของข้อมูลเป็นไปตามกฎลำดับ

ขนาดและมีลักษณะกราฟ Smoothed NTL จริงและตามกฎลำดับขนาดเหมือนกับ In Population (ภาพที่ 5.16 และตารางที่ 5.17)



ภาพที่ 5.16 Smoothed NTL ตามลำดับศักรีของเมืองเทียบกับจำนวนประชากรจริง ปี 2553

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

ตารางที่ 5.17 การเปรียบเทียบ Smoothed NTL จากข้อมูลจริงและกฎลำดับขนาด ในจังหวัด 10 อันดับแรก ปี 2553

ลำดับศักรีของเมือง	จังหวัด	สัดส่วนพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน	สัดส่วนพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน ตาม Zipf's law
1	กรุงเทพมหานคร	94.55	94.55
2	นนทบุรี	92.24	47.28
3	สมุทรปราการ	90.91	31.52
4	ภูเก็ต	77.50	23.64
5	ปทุมธานี	63.80	18.91
6	สมุทรสาคร	62.95	15.76
7	นครปฐม	49.95	13.51
8	สมุทรสงคราม	44.98	11.82
9	พระนครศรีอยุธยา	43.26	10.51
10	ชลบุรี	41.59	9.46

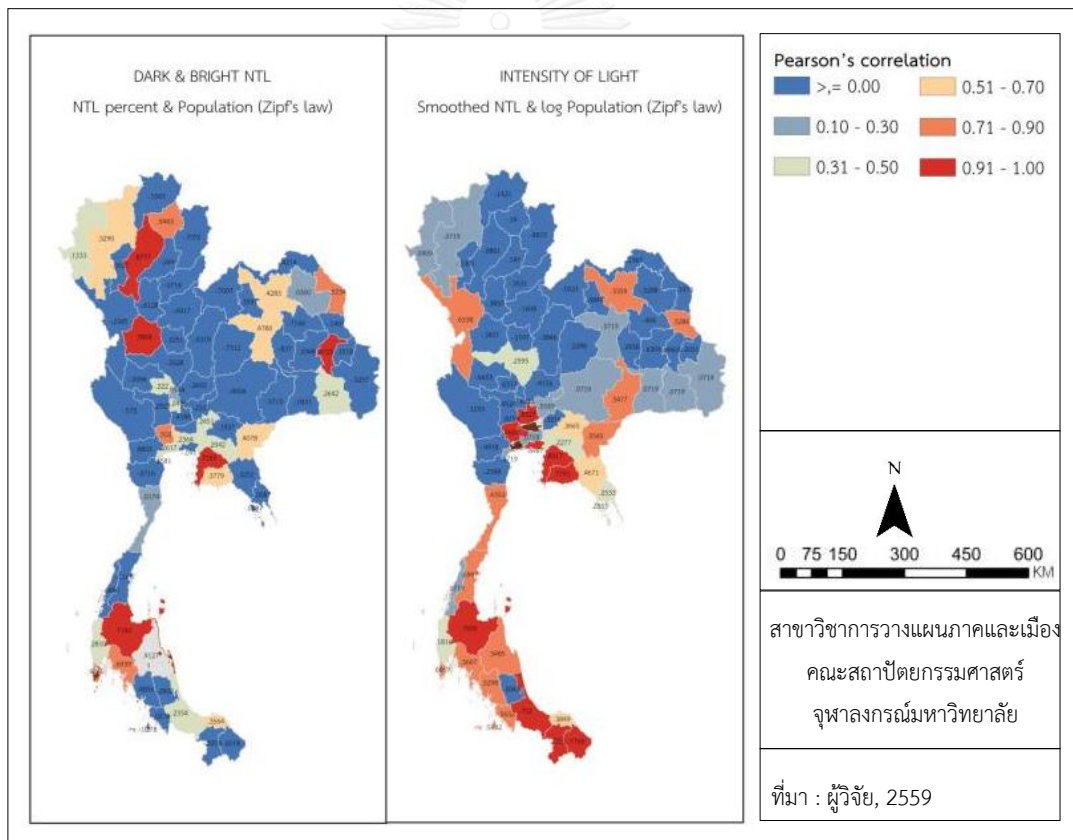
ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

5.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างลำดับศักรีของเมืองจากประชากรและแสงสว่างเวลากลางคืน

การประยุกต์ใช้แสงสว่างเวลากลางคืนวิเคราะห์ความเจริญเติบโตตามลำดับศักรีของเมือง ได้ตรวจสอบความสัมพันธ์ทางสถิติ Pearson's Correlation ระหว่างลำดับศักรีของเมืองจากประชากรและแสงสว่างเวลากลางคืนทั้งสองประเภท โดยใช้ค่าทดสอบความสัมพันธ์

การประยุกต์ใช้แสงสว่างเวลากลางคืนแบบ Dark & Bright NTL คือ ลำดับคีย์ของเมืองจากจำนวนประชากรและสัดส่วนพื้นที่แสงสว่างเวลากลางคืน ส่วน Intensity of Light ใช้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลำดับคีย์ของเมือง \ln Population และ Smoothed NTL

ผลการวิเคราะห์ พบว่า ประชากรและแสงสว่างเวลากลางคืนทั้งสองประเภท ที่ได้จากการคำนวณตามกฎลำดับขนาดของ Zipf มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยค่า p -value = 0.00 ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 ทั้งนี้การประยุกต์ใช้แสงสว่างเวลากลางคืนแบบ Dark & Bright NTL สามารถใช้แทนสัดส่วนของแสงสว่างตามกฎลำดับขนาดได้ในระดับปานกลาง ข้อมูลมีความคล้ายคลึงกันร้อยละ 65 ส่วนการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of Light แทนข้อมูลประชากรพบว่า Smoothed NTL สามารถใช้แทนข้อมูล \ln Population ตามกฎลำดับขนาดได้ ร้อยละ 98 และสามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ได้ดังภาพที่ 5.17 และตารางที่ 5.18



ภาพที่ 5.17 ความสัมพันธ์ Pearson's Correlation ระหว่างประชากรและแสงสว่างเวลากลางคืนทั้งสองประเภทตามกฎลำดับขนาด รายจังหวัดแบบอนุกรมเชิงเวลา

ตารางที่ 5.18 ลักษณะความสัมพันธ์ Pearson's Correlation ระหว่างประชากรและแสงสว่างเวลา กลางคืนทั้งสองประเภทตามกฎลำดับขนาด รายจังหวัด

ลักษณะความสัมพันธ์	ประเภทแสงสว่าง	จังหวัด
ข้อมูลประชากรและแสงสว่างเวลากลางคืนตามกฎลำดับขนาด คล้ายกันสูง สามารถใช้แทนกันได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป	Dark & Bright NTL	ชลบุรี ภูเก็ต นครศรีธรรมราช ลำปาง ยโสธร กำแพงเพชร สุราษฎร์ธานี กระบี่
	Intensity of Light	ปทุมธานี สมุทรสาคร สมุทรปราการ นนทบุรี นครปฐม พระนครศรีอยุธยา ชลบุรี ระยอง นราธิวาส สุราษฎร์ธานี สงขลา ยะลา ชุมพร ภูเก็ต
ข้อมูลประชากรและแสงสว่างเวลากลางคืนตามกฎลำดับขนาด มีความคล้ายคลึงกันในระดับปานกลาง สามารถใช้แทนกันได้ร้อยละ 60	Dark & Bright NTL	-
	Intensity of Light	ประจวบคีรีขันธ์ ตาก กระบี่ สตูล สระแก้ว
ข้อมูลประชากรและแสงสว่างเวลากลางคืนตามกฎลำดับขนาด ค่อนข้างแตกต่างกัน สามารถใช้แทนกันได้ต่ำกว่าร้อยละ 50	Dark & Bright NTL	กรุงเทพมหานคร นนทบุรี เชียงใหม่ นครปฐม ขอนแก่น อุตรธานี ระยอง สมุทรสาคร สงขลา พะเยา นครพนม สระแก้ว ปัตตานี พังงา ศรี สะเกษ อ่างทอง นครนายก ชัยนาท ฉะเชิงเทรา สมุทรสงคราม แม่ฮ่องสอน
	Intensity of Light	กรุงเทพมหานคร นครราชสีมา อุบลราชธานี บุรีรัมย์ อุตรธานี เชียงใหม่ ขอนแก่น นครสวรรค์ นครศรีธรรมราช ตรัง มุกดาหาร จันทบุรี ปัตตานี ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา พังงา แม่ฮ่องสอน ศรีสะเกษ สุรินทร์ ตรวด สมุทรสงคราม ระนอง

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

จากตารางข้างต้นเป็นที่น่าสนใจว่า จังหวัดที่ข้อมูลประชากรและแสงสว่างเวลากลางคืนตามกฎลำดับขนาดคล้ายกันสูง ส่วนใหญ่จะเป็นกลุ่มจังหวัดที่มีประชากรสูงจนถึงปานกลาง ส่วนจังหวัดที่ข้อมูลทั้งสองคล้ายคลึงกันต่ำเป็นกลุ่มจังหวัดที่มีประชากรทั้งน้อยและสูงที่สุด เช่น จังหวัดที่เป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจในระดับประเทศหรือภูมิภาค ซึ่งจังหวัดเหล่านี้ยังมีแรงงานและประชากรแฝงภายในพื้นที่จำนวนมาก เป็นสาเหตุที่ทำให้ข้อมูลจำนวนประชากรและแสงสว่างเวลากลางคืนตามกฎลำดับขนาดในกลุ่มจังหวัดเหล่านี้คล้ายคลึงกันต่ำมาก

5.4.3 ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ Local Indicator of Spatial Association (LISA) ระหว่างลำดับคักย์ของเมืองจากประชากร และแสงสว่างเวลากลางคืน

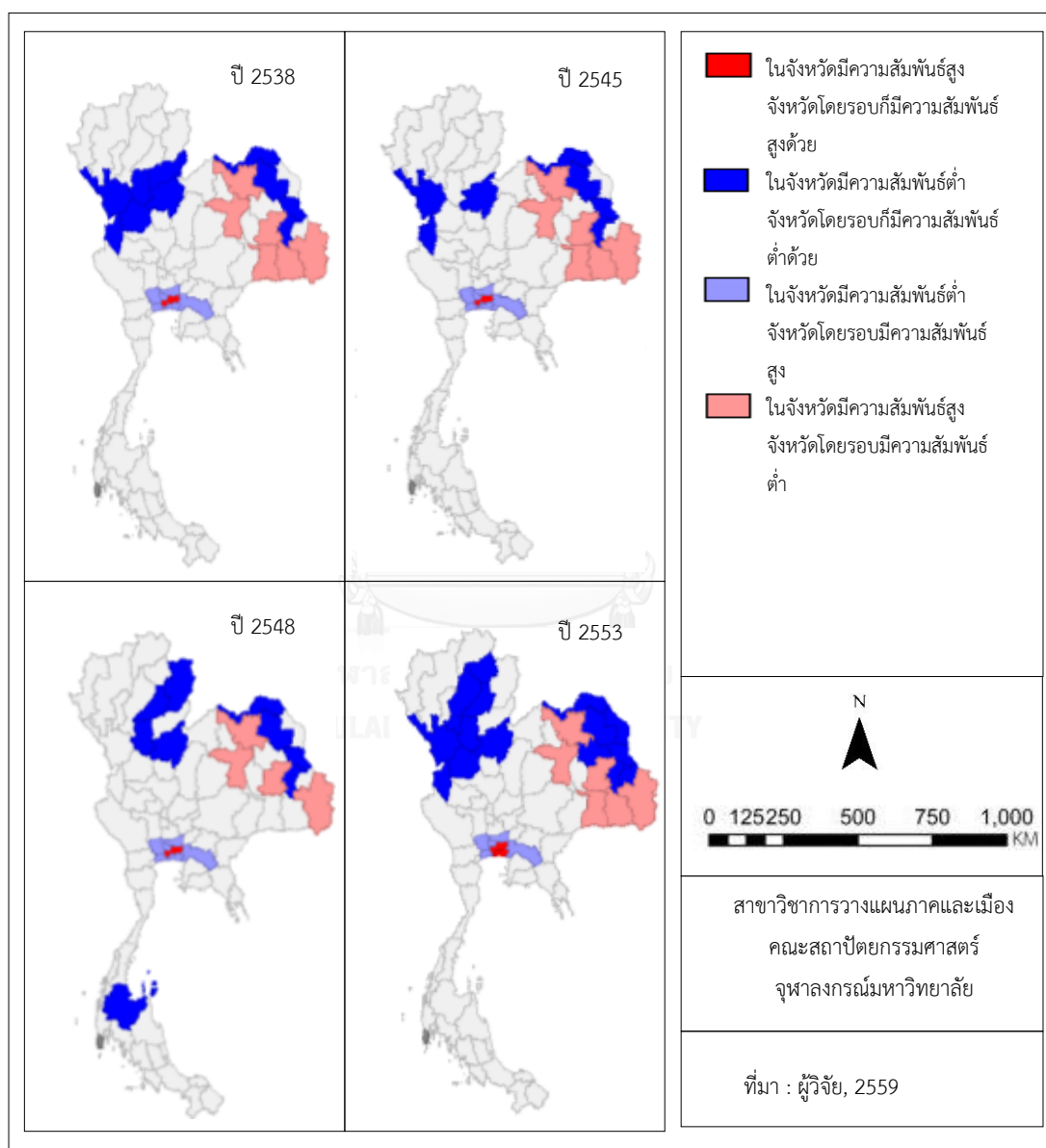
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ LISA โดยพิจารณาจังหวัดที่มีค่าการแจกแจงข้อมูลแบบปกติของความสัมพันธ์ Z_{ij} มากกว่า 1.96 ซึ่งมีระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 สามารถแบ่งประเภทของเมืองตามลักษณะความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองจาก GPP และแสงสว่างเวลากลางคืน ได้ดังนี้ (ตารางที่ 5.19 และภาพที่ 5.18-19)

ตารางที่ 5. 19 ประเภทของเมืองตามลักษณะความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ LISA ระหว่างลำดับคักย์ของเมืองจากประชากร และแสงสว่างเวลากลางคืน

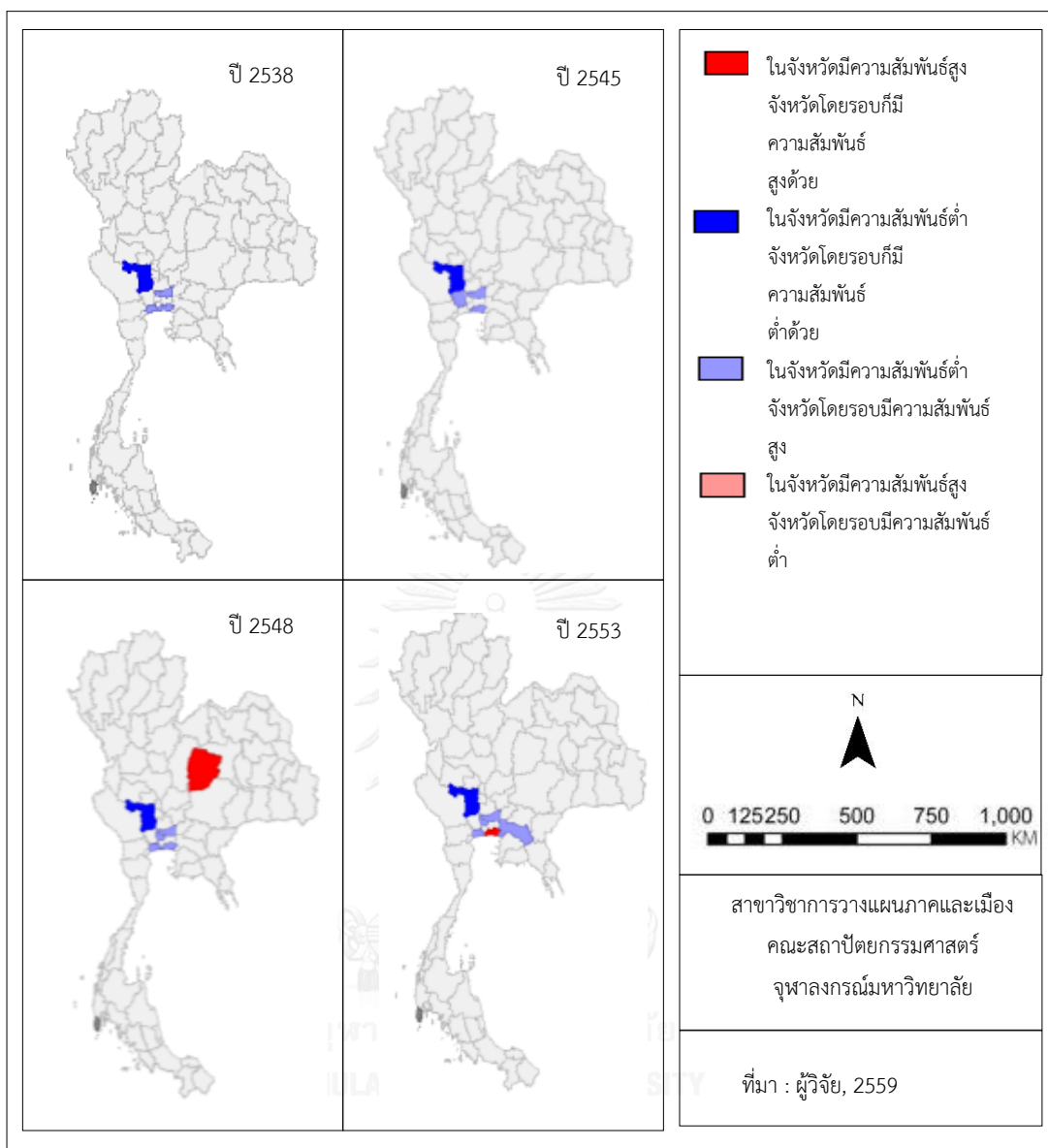
ลักษณะความสัมพันธ์	ประเภทแสงสว่าง	จังหวัด
ในจังหวัดมีสามารถใช้แสงสว่างตามกฎลำดับขนาดแทนประชากรตามกฎลำดับขนาดได้สูง จังหวัดข้างเคียงโดยรอบก็มีลักษณะเช่นนี้	Dark & Bright NTL	กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ
	Intensity of Light	สมุทรปราการ ชัยภูมิ
ในจังหวัดมีสามารถใช้แสงสว่างตามกฎลำดับขนาดแทนประชากรตามกฎลำดับขนาดได้ต่ำ จังหวัดข้างเคียงโดยรอบก็มีลักษณะเช่นนี้	Dark & Bright NTL	ยโสธร อำนาจเจริญ กาฬสินธุ์ ลำปาง สกลนคร มุกดาหาร อุตรดิตถ์ ตาก สุโขทัย พิษณุโลก กำแพงเพชร หนองคาย น่าน แพร่ พะเยา อำนาจเจริญ กาฬสินธุ์ ลำปาง
	Intensity of Light	สุพรรณบุรี

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

จะเห็นได้ว่าจังหวัดที่มีลักษณะความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ประชากรและแสงสว่างเวลากลางคืนตามภูมิลำดับขนาดสูง เป็นจังหวัดที่มีลำดับศัภย์ของเมืองและจำนวนประชากรสูง เช่น กรุงเทพมหานคร ชัยภูมิ สมุทรปราการ มีลำดับศัภย์ของเมืองที่อันดับ 1 15 16 ตามลำดับ และจังหวัดเหล่านี้มีจำนวนประชากรมากกว่าหนึ่งล้านคน ส่วนจังหวัดที่มีลักษณะความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ประชากรและแสงสว่างเวลากลางคืนตามภูมิลำดับขนาดต่ำ เป็นจังหวัดที่มีลำดับศัภย์ของเมืองน้อยกว่า 20 และจำนวนประชากรน้อยกว่า 1 ล้านคน



ภาพที่ 5.18 ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ LISA ระหว่างลำดับศัภย์ของเมืองจากประชากรและแสงสว่างเวลากลางคืนจาก Dark & Bright NTL



ภาพที่ 5.19 ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ LISA ระหว่างลำดับศัภย์ของเมืองจากประชากรและแสงสว่าง
เวลา กลางคืนจาก Intensity of Light

5.5 การนำแสงสว่างเวลากลางคืนประยุกต์ใช้ในระดับเมือง

จากการศึกษาที่ผ่านมาทำให้เห็นว่าแสงสว่างเวลากลางคืนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ศึกษา
ความเจริญเติบโตได้ดีกับจังหวัดที่มีจำนวนประชากรและเศรษฐกิจสูง อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์
ความเจริญเติบโตจากประชากรและเศรษฐกิจของจังหวัดเหล่านั้น ยังมีบางจังหวัดที่ความเจริญเติบโต

จากประชากรและเศรษฐกิจแปรผันร่วมกับความเจริญเติบโตจากแสงสว่างเวลากลางคืนในระดับต่ำ ผู้วิจัยจึงได้ตั้งสมมติฐานสำหรับกรณีนี้ไว้ 3 ประการ คือ

ความเจริญเติบโตไม่ได้เกิดขึ้นพร้อมกันทุกเมืองแต่เกิดขึ้นเฉพาะบางพื้นที่ในจังหวัดเท่านั้น ดังนั้นประชากร เศรษฐกิจ และแสงสว่างเวลากลางคืนจะกระจุกตัวในพื้นที่เมืองรวมถึงพื้นที่โดยรอบ มากกว่าพื้นที่ที่ห่างไกลออกไป เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งจังหวัดทำให้ความสัมพันธ์ในระดับต่ำ โดยสมมติฐานดังกล่าวอยู่ภายใต้แนวคิดชี้ความเจริญเติบโตของเมือง

ความเจริญเติบโตของจังหวัดเหล่านั้นยังมีเศรษฐกิจภาคเกษตรกรรมอยู่ด้วยเป็นจำนวนมาก ซึ่งภาครัฐจัดเก็บข้อมูลมาชี้วัดความเจริญเติบโตได้ยาก ทั้ง GDP และจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร ก็ไม่ได้ชี้วัดระบบเศรษฐกิจดังกล่าวไว้ด้วย แต่แสงสว่างเวลากลางคืนสามารถชี้วัดความเจริญเติบโตได้ทั้งหมดโดยไม่แบ่งแยกเศรษฐกิจในระบบหรือนอกระบบ สมมติฐานที่สองนี้มีพื้นฐานมาจากแนวคิดเศรษฐกิจนอกระบบ

ความเข้มของแสงสว่างเวลากลางคืนที่วัดได้จากดาวเทียม DMSP มีความอึมตัวของแสงเกิดขึ้น กล่าวคือ ไม่ว่าในพื้นที่หนึ่ง ๆ จะมีความเข้มของแสงมากกว่าพื้นที่อื่น ๆ เพียงเท่าใด ค่าแสงสว่างที่ดาวเทียม DMSP วัดได้ก็สูงสุดเพียงแค่ว่าระดับที่ 63 เช่น พื้นที่ที่สว่างที่สุดของกรุงเทพมหานครและพื้นที่ที่สว่างที่สุดของจังหวัดเชียงใหม่จะมีระดับความเข้มของแสงเท่ากันที่ระดับ 63 ทั้งที่ในความเป็นจริงทั้งสองพื้นที่มีระดับความเข้มของแสงแตกต่างกัน

จากสมมติฐานดังกล่าว ในงานวิจัยครั้งนี้จึงใช้สมมติฐานที่ 1 เป็นหลักในการอธิบายลักษณะความเจริญเติบโตของเมืองที่เกิดขึ้น โดยศึกษาความสัมพันธ์ของแสงสว่างเวลากลางคืนในอำเภอเมืองกับอำเภออื่น ๆ จำนวน 5 จังหวัดที่มีลักษณะความเจริญเติบโตจากประชากรและเศรษฐกิจแปรผันร่วมกับความเจริญเติบโตจากแสงสว่างเวลากลางคืนในระดับต่ำ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ อุตรดิตถ์ สงขลา ระยอง และชลบุรี

ผลการศึกษาสามารถอธิบายความสัมพันธ์ในแต่ละจังหวัดได้ดังนี้ (ภาพที่ 5.20)

จังหวัดเชียงใหม่

อำเภอที่มีการกระจายตัวของข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนคล้ายกับอำเภอเมืองมาก ถึงร้อยละ 70 เป็นต้นไป ได้แก่ อำเภอสันทราย สารภี แม่ริม หางดง ซึ่งอำเภอเหล่านี้จะอยู่รอบ ๆ อำเภอเมืองเชียงใหม่ ส่วนอำเภอที่มีการกระจายตัวของข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนแตกต่างจากอำเภอเมืองมาก ส่วนใหญ่จะเป็นอำเภอที่ห่างไกลออกไป ได้แก่ อำเภอแม่เมาะ แม่อน สะเมิง อมก๋อย เป็นต้น

จังหวัดอุดรธานี

อำเภอที่มีการกระจายตัวของข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนใกล้เคียงกับพื้นที่เมืองมากที่สุด คือ อำเภอกุมภวาปี โดยมีลักษณะของแสงสว่างที่เกิดขึ้นคล้ายกันถึงร้อยละ 78 ส่วนอำเภออื่น ๆ การกระจายตัวของข้อมูลแสงสว่างคล้ายคลึงกันในระดับปานกลางถึงน้อยมาก ลักษณะดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าความเจริญเติบโตกระจุกตัวอยู่เพียงอำเภอเมืองอุดรธานีและกุมภวาปี

จังหวัดสงขลา

สำหรับจังหวัดสงขลาอำเภอที่มีความเจริญเติบโตสูง คือ อำเภอหาดใหญ่ จึงใช้อำเภอหาดใหญ่ มาทดสอบความสัมพันธ์กับอำเภอ ๆ พบว่าจังหวัดนี้มีลักษณะการเจริญเติบโตคล้ายกับจังหวัดเชียงใหม่ คือ ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนในอำเภอโดยรอบอำเภอหาดใหญ่มีความสัมพันธ์กับอำเภอหาดใหญ่สูง และยิ่งห่างออกไปค่าความสัมพันธ์ก็น้อยลง

จังหวัดชลบุรี

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแสงสว่างเวลากลางคืนอำเภอเมืองชลบุรีกับอำเภออื่น ๆ พบว่า มีลักษณะความสัมพันธ์ 2 รูปแบบ คือ อำเภอที่มีการกระจายของข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนคล้ายกับอำเภอเมืองมากที่สุด ถึงร้อยละ 80 ขึ้นไป ได้แก่ สัตหีบ ศรีราชา เกษะสีซัง บางละมุง บ่อทอง และอีกรูปแบบคือ การกระจายตัวของแสงสว่างแตกต่างจากอำเภอเมืองชลบุรี ได้แก่ เกษะจันทร์ พานทอง บ้านบึง พนัสนิคม หนองใหญ่

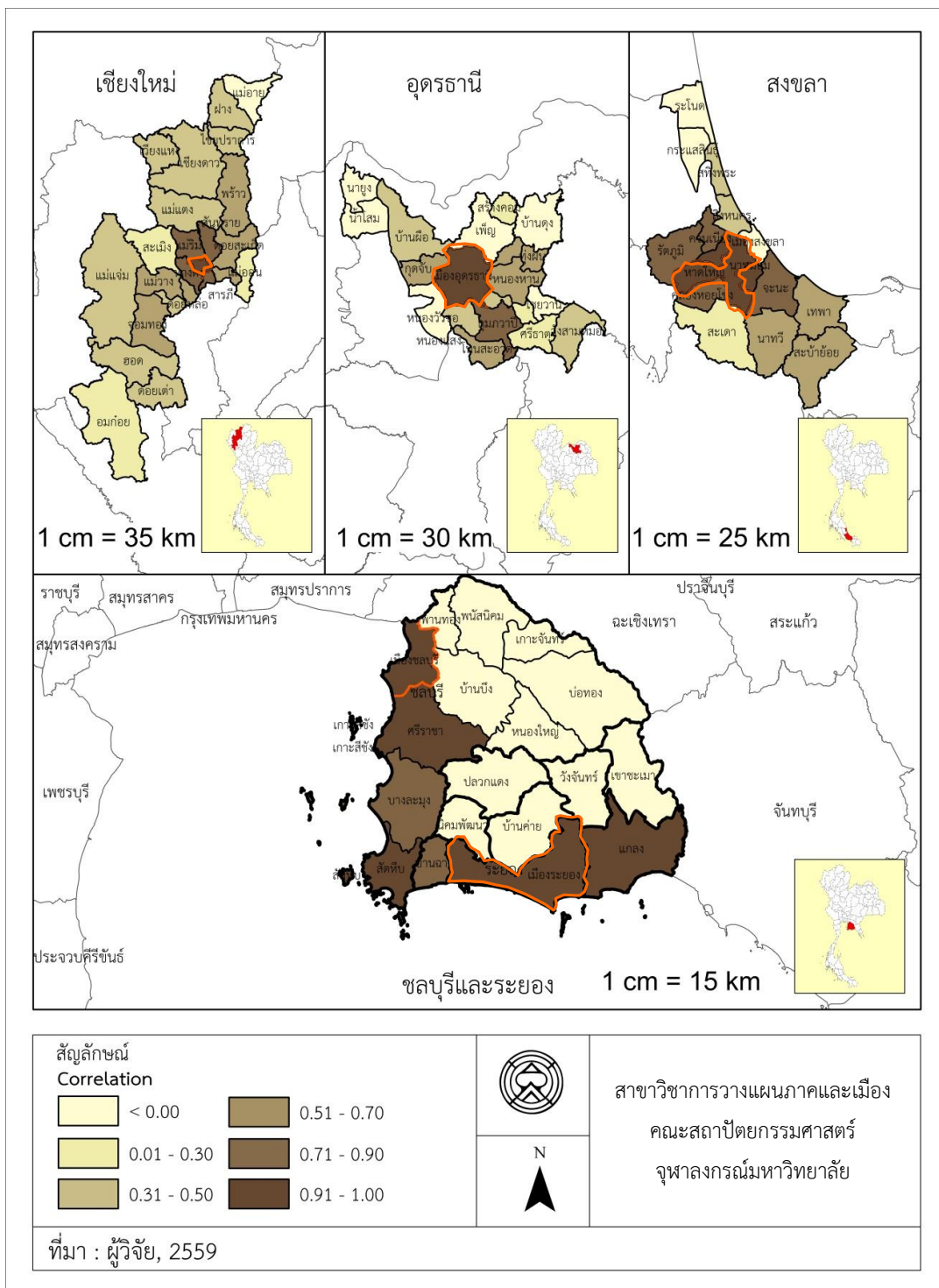
จังหวัดระยอง

อำเภอที่มีการกระจายตัวของแสงสว่างใกล้เคียงกับอำเภอเมืองสูง ได้แก่ อำเภอบ้านฉาง และอำเภอแกลง

นอกจากนี้เมื่อนำจังหวัดชลบุรีและจังหวัดระยองมาพิจารณาร่วมกัน พบว่า สองจังหวัดนี้มีลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนในลักษณะเดียวกัน คือ บริเวณอำเภอที่ติดชายฝั่งทะเล นอกจากนี้ระหว่างสองจังหวัดยังมีบางอำเภอที่มีลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างอำเภอเมืองระยองและชลบุรี คล้ายกัน คือ อำเภอบางละมุง ในจังหวัดชลบุรี และ อำเภอบ้านฉาง ในจังหวัดระยอง ทั้งสองพื้นที่อาจจะมีความสัมพันธ์บางอย่างระหว่างเมือง เช่น เป็นที่อยู่อาศัยของประชากรที่ทำงานในเขตนิคมอุตสาหกรรมซึ่งตั้งอยู่ใกล้เคียงกันระหว่างสองจังหวัดตามแนวชายฝั่งทะเล เป็นต้น

จากข้อมูลข้างต้น เห็นได้ว่า พื้นที่ที่อยู่โดยรอบอำเภอเมืองมีความสัมพันธ์กับแสงสว่างของอำเภอเมืองมากกว่าพื้นที่ที่อยู่ห่างไกล ลักษณะดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงการกระจุกตัวของ

ความเจริญเติบโตภายในจังหวัดซึ่งบางอำเภอ ไม่ได้เกิดความเจริญเติบโตในทุก ๆ อำเภอโดยอำเภอที่มีความเจริญเติบโตน้อยแสงสว่างจึงน้อยไปด้วยทำให้มีความแตกต่างของแสงสว่างกับอำเภอเมืองมาก



ภาพที่ 5.20 ความสัมพันธ์ระหว่างแสงสว่างเวลากลางคืนอำเภอเมืองกับอำเภออื่น ๆ ภายในจังหวัด

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองในประเทศไทย สามารถสรุปประเด็นต่าง ๆ โดยใช้พื้นฐานแนวคิด ทฤษฎีความเจริญเติบโตของเมืองที่ได้ทบทวนไว้แล้วในบทที่ 2 มาอภิปรายผลเป็นประเด็นต่าง ๆ ได้ดังนี้

6.1 การใช้ข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนและข้อจำกัดของข้อมูลที่พบในงานวิจัย

จากผลการวิจัยการประยุกต์ใช้แสงสว่างทั้ง Dark & Bright NTL และ Intensity of Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองในบทที่ผ่านมาได้พิสูจน์ให้เห็นแล้วว่าค่าความเข้มของแสงสว่างทุกระดับในแต่ละพื้นที่มีผลทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงระดับความสัมพันธ์กับข้อมูล GPP และประชากร การวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองแทนข้อมูลประชากรและ GPP จากแสงสว่างแบบ Intensity of Light จึงให้ผลความสัมพันธ์ที่ดีกว่าการใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright ดังนั้นการนำข้อมูลแสงสว่างมาใช้ศึกษาจะต้องคำนึงถึงระดับความเข้มของแสงทุกระดับที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ก่อนนำข้อมูลแสงสว่างแบบ Intensity of Light ยังต้องปรับข้อมูลแสงสว่างในดาวเทียมแต่ละดวงให้ใกล้เคียงกันมากที่สุด เพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น และในขั้นตอนการปรับข้อมูลแสงสว่างนี้มีความสำคัญมากเนื่องจากเป็นวิธีการคาดการณ์แสงสว่างมีความต่อเนื่องกันระหว่างปี หรือ Smoothed NTL จากการเทียบสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงของ GPP หรือ จำนวนประชากร ในแต่ละปี ซึ่งมีผลทำให้การวิเคราะห์ความเจริญเติบโตจากแสงสว่างแบบ Intensity of Light หรือ Smoothed NTL ได้ผลการวิเคราะห์ความชานาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองและลำดับศักยภาพของเมืองที่คล้ายคลึงกับผลจากวิเคราะห์จาก GPP และประชากร

สำหรับข้อจำกัดในการนำข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนมาใช้วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองถึงแม้ว่าในภาพรวมระดับประเทศจะสามารถใช้ข้อมูลแสงสว่างแทน GPP หรือประชากรได้ดี แต่ในระดับจังหวัดแล้ว บางจังหวัดยังไม่เหมาะสมที่จะใช้แสงสว่างเวลากลางคืนเป็นตัวแทนข้อมูล GPP ประชากร โดยมีสมมติฐาน 3 ประการ

(1) ความเจริญเติบโตของแต่ละจังหวัดเกิดขึ้นเฉพาะบางพื้นที่ แสงสว่างเวลากลางคืนจึงกระจุกตัวในพื้นที่เมืองรวมถึงพื้นที่โดยรอบมากกว่าพื้นที่ที่ห่างไกลออกไป ทำให้มีความแตกต่างของแสงสว่างมากจึงไม่เหมาะสมต่อการนำข้อมูลแสงสว่างมาวิเคราะห์ภาพรวมทั้งจังหวัด

(2) แสงสว่างเวลากลางคืนสามารถชี้วัดความเจริญเติบโตได้ทั้งหมดโดยไม่แบ่งแยกเศรษฐกิจในระบบหรือนอกระบบ แต่ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้เป็นเพียงข้อมูลจากทางด้านเศรษฐกิจภายในระบบรวมทั้งประชากรจากทะเบียนราษฎรด้วย

(3) ความเข้มของแสงสว่างเวลากลางคืนที่วัดได้จากดาวเทียม DMSP มีความอึมตัวของแสงเกิดขึ้น และจากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาก็ยังไม่มีการวิจัยที่กล่าวถึงปริมาณความอึมตัวของแสงสว่างที่ดาวเทียมสามารถตรวจจับได้ จึงยังไม่สามารถแยกแยะระดับปริมาณความเข้มของแสงสว่างในแต่ละเมืองได้ชัดเจน

6.2 การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืนวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมือง ในประเทศไทย

6.2.1 การใช้แสงสว่างเวลากลางคืนศึกษาความเจริญเติบโตตามความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมือง

การใช้แสงสว่างเวลากลางคืนศึกษาความเจริญเติบโตของเมืองตามความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองสามารถใช้ศึกษาแทนข้อมูล GPP ได้โดยแสงสว่างเวลากลางคืนให้ผลการศึกษารัฐในในกลุ่มที่มีกิจกรรมภายในเมืองเป็นพื้นฐานการผลิตครอบคลุมผลการศึกษาจาก GPP นอกจากนี้แสงสว่างเวลากลางคืนยังสามารถเป็นตัวแทนข้อมูล GPP ในการวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองได้โดยจะต้องพิจารณาเมืองที่สามารถใช้แสงสว่างเวลากลางคืนแทนค่าได้ดี หรือจังหวัดที่ไม่เหมาะสมแก่การใช้แสงสว่างมาวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองแทนข้อมูล GPP ได้ดังนี้

ลักษณะจังหวัดที่สามารถใช้แสงสว่างศึกษาความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจได้ดี คือ ศูนย์กลางการค้าและบริการระดับประเทศ เมืองการค้าและบริการที่มีเศรษฐกิจขนาดเล็ก เมืองเกษตรกรรม เนื่องจากเมืองเหล่านี้มีลักษณะของแสงสว่างภายในจังหวัดแต่ละอำเภอไม่แตกต่างกันมาก

สำหรับจังหวัดที่ไม่ควรใช้แสงสว่างศึกษาความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจแทนข้อมูล GPP คือ เมืองการค้าและบริการที่มีเศรษฐกิจขนาดใหญ่ และเมืองอุตสาหกรรม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นจังหวัดในกลุ่ม Basic Sector มีความชำนาญในกิจกรรมการผลิตภายในเมือง เกิดความเจริญเติบโตภายในจังหวัดสูง ทั้งนี้เนื่องจากในกรณีของประเทศไทยลักษณะความเจริญเติบโตของเมืองไม่ได้เกิดพร้อมกันในทุกพื้นที่ ในจังหวัดที่มีความแตกต่างของความเจริญเติบโตมาก ๆ จึงไม่ควรใช้แสงสว่างเวลากลางคืนแทนข้อมูล GPP

สามารถสรุปความเหมาะสมในการใช้แสงสว่างเวลากลางคืนศึกษาความเจริญเติบโตตามความชำนาญกิจกรรมการผลิตในจังหวัดได้ดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 ความเหมาะสมในการใช้แสงสว่างเวลากลางคืนศึกษาความเจริญเติบโตตามความชำนาญกิจกรรมการผลิตในจังหวัด

ความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมือง		ความเหมาะสมในการนำแสงสว่างเวลากลางคืนวิเคราะห์ความชำนาญกิจกรรมการผลิตภายในเมืองแทน GPP
Basic Sector	ศูนย์กลางการค้าและบริการ ระดับประเทศ (กรุงเทพมหานคร ปทุมธานี)	ปานกลาง
	เมืองการค้าและบริการ (เศรษฐกิจขนาดใหญ่)	ต่ำมาก
	เมืองอุตสาหกรรม	ต่ำมาก
Non-Basic Sector	เมืองการค้าและบริการ (เศรษฐกิจขนาดเล็ก)	ปานกลาง-สูง
	อื่น ๆ (เมืองเกษตรกรรม)	ปานกลาง

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

6.2.2 การใช้แสงสว่างเวลากลางคืนศึกษาความเจริญเติบโตตามลำดับศักยภาพของเมือง

การใช้แสงสว่างเวลากลางคืนศึกษาความเจริญเติบโตตามลำดับศักยภาพของเมือง ไม่ควรใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright แต่ควรใช้แสงสว่างแบบ Intensity of Light ศึกษาลำดับศักยภาพของเมืองแทนข้อมูลประชากรเนื่องจาก Dark & Bright ให้ผลการศึกษาลำดับศักยภาพค่อนข้างแตกต่างกันกับข้อมูลประชากร อย่างไรก็ตาม Dark & Bright ยังมีประโยชน์มากสำหรับการศึกษาขอบเขตหรือความเปลี่ยนแปลงของเนื้อเมือง ส่วน Intensity of Light ให้ผลการศึกษาที่เหมือนกับลำดับศักยภาพจากประชากรถึงร้อยละ 100 เมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างแสงสว่างเวลากลางคืนและประชากรตามกฎลำดับขนาดข้อมูลทั้งสองก็แปรผันร่วมกัน เมื่อประชากรเปลี่ยนแปลงมีผลทำให้แสงสว่างเปลี่ยนแปลงไปด้วย จึงจังหวัดที่ใช้ข้อมูลแสงสว่างศึกษาได้ดี หรือ จังหวัดที่ไม่ควรใช้แสงสว่างศึกษาแทนข้อมูล GPP ได้ดังนี้ (ตารางที่ 6.2)

ตารางที่ 6.2 ความเหมาะสมในการนำแสงสว่างเวลากลางคืนศึกษาความเจริญเติบโตตามลำดับศักยภาพของเมือง

ขนาดของเมือง		ความเหมาะสมในการนำแสงสว่างเวลากลางคืน วิเคราะห์ลำดับศักยภาพของเมืองแทนข้อมูลประชากร
มหานคร (Metropolis) 5 ล้านคน ขึ้นไป		ต่ำมาก
นคร (Cities of 1 million - 5 million person) 1-5 ล้านคน	ศูนย์กลางภูมิภาค	ต่ำมาก
	ปริมณฑล และ สงขลา ชลบุรี สุราษฎร์ฯ	สูงมาก
	อื่น ๆ	ปานกลาง
เมืองขนาดใหญ่ (Cities of 500,000 to 1 million person) 5 แสน-1 ล้านคน	ปริมณฑล และ อยุธยา ระยอง นราธิวาส	สูงมาก
	อื่น ๆ	ปานกลาง
เมืองขนาดกลาง (Cities of 100,000 to 500,000 person) (1 -5 แสนคน)	ปริมณฑล	สูงมาก
	ความหนาแน่นสูง	สูง
	อื่น ๆ	ต่ำ

ที่มา: ผู้วิจัย, 2559

ลักษณะจังหวัดที่สามารถใช้แสงสว่างศึกษาความเจริญเติบโตของเมืองตามลำดับศักยภาพได้ดี คือ เมืองขนาดนคร ยกเว้นจังหวัดศูนย์กลางภูมิภาค และเมืองขนาดกลางที่มีความหนาแน่นสูง

ส่วนจังหวัดที่ไม่ควรใช้แสงสว่างเวลากลางคืนวิเคราะห์ความเจริญเติบโตแทนข้อมูลประชากร คือ มหานคร และนครที่เป็นศูนย์กลางระดับภูมิภาค รวมถึงเมืองขนาดกลางยกเว้นปริมณฑลและเมืองขนาดกลางที่มีความหนาแน่นสูง ส่วนใหญ่เป็นเมืองเป็นศูนย์กลางทางการค้าและบริการ ในระดับประเทศหรือภูมิภาค เช่น กรุงเทพมหานคร เชียงใหม่ ขอนแก่น สงขลา เป็นต้น

6.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืน วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมือง

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการทดสอบความสามารถในการใช้ข้อมูลแสงสว่างแทนข้อมูลเศรษฐกิจและประชากรด้วยวิธีการสถิติขั้นพื้นฐาน แต่ยังมีเครื่องมือทางสถิติขั้นสูงที่สามารถใช้ทดสอบความสามารถในการใช้ข้อมูลแสงสว่างแทนข้อมูลเศรษฐกิจและประชากรได้อีกด้วย ในอนาคตอาจจะนำเครื่องมือทางสถิติขั้นสูงมาทดสอบเพื่อปรับปรุงผลการวิจัยที่ดียิ่งขึ้น

ในปัจจุบันข้อมูลแสงสว่างเวลากลางคืนยังมีข้อจำกัดเรื่องความอึมตัวของแสงสว่างเวลากลางคืนที่วัดได้จากดาวเทียม DMSP ที่มีค่าสูงสุดเพียงแค่ระดับที่ 63 และจากการทบทวนวรรณกรรมยังไม่พบข้อมูลที่ระบุปริมาณความเข้มของแสงได้ในแต่ละระดับของภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืน จึงไม่สามารถบอกความแตกต่างของแสงสว่างในแต่ละจังหวัดได้ชัดเจน ซึ่งอาจเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผลการใช้แสงสว่างแทนข้อมูลเศรษฐกิจและประชากรได้ไม่ดีเท่าที่ควร ในอนาคตจึงควรศึกษาการแบ่งปริมาณความเข้มของแสงได้ในแต่ละระดับของภาพถ่ายดาวเทียมแสงสว่างเวลากลางคืน จะช่วยให้การนำแสงสว่างมาใช้วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดเรื่องตัวชี้วัดความเจริญเติบโตของเมือง ทั้งข้อมูล GPP และจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร์ ไม่สามารถบ่งชี้ถึงความเจริญเติบโตของเมืองได้อย่างครบถ้วน เช่น เศรษฐกิจนอกระบบ และประชากรแฝง ไม่ได้นำมาพิจารณาร่วมในงานวิจัยชิ้นนี้ เมื่อนำแสงสว่างเวลากลางคืนที่ชี้วัดความเจริญเติบโตของเมืองได้อย่างครอบคลุม จึงมีบางจังหวัดที่เกิดความไม่เหมาะสมในการนำข้อมูลแสงสว่างมาวิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองแทนข้อมูลเศรษฐกิจและประชากร โดยเฉพาะจังหวัดที่มีความเจริญเติบโตมาก ๆ เป็นเมืองสำคัญในระดับภูมิภาคหรือประเทศ ซึ่งจังหวัดเหล่านี้มีเศรษฐกิจนอกระบบ จำนวนประชากรแฝง สูง และยังมีความแตกต่างของความเจริญเติบโตระหว่างอำเภอสูงมากดังที่ได้ศึกษาให้เห็นแล้วในการศึกษาความสัมพันธ์ของแสงสว่างระหว่างเมือง ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรจะนำประเด็นนี้มาศึกษาในรายละเอียดเชิงลึก ซึ่งจะช่วยให้อธิบายความเจริญเติบโตของเมืองได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

- Agresti, A., & Finlay, B. (2009). *Statistical methods for the social sciences* (4th ed.). Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall.
- Anselin, L. (1995). Local Indicators of Spatial Association—LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93-115. doi:10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x
- Christopher, N. H., Doll. (2008). *CIESIN Thematic Guide to Night-time Light Remote Sensing and its Applications*. Retrieved from http://sedac.ciesin.columbia.edu/thematic-guides/ciesin_nl_tg.pdf
- Doxiad, K. (1968). *Ekistics; an introduction to the science of human settlements*. New York,: Oxford University Press.
- Henderson, J. V., Storeygard, A., Weil, D. N., & National Bureau of Economic Research. (2009). *Measuring Economic Growth from Outer Space NBER working paper series no w15199* Retrieved from <http://proxy.library.cornell.edu/papers/w15199>
- Hildebrand, G. H., & Mace, A. (1950). The Employment Multiplier in an Expanding Industrial Market: Los Angeles County, 1940-47. *The Review of Economics and Statistics*, 32(3), 241-249. doi:10.2307/2937531
- Jacobs, J. (1970). *The Economic of Cities*. London: Cape.
- Mellander, C. (2013). *Night-Time Light Data A Good Proxy Measure for Economic Activity?* Retrieved from <http://myaccess.library.utoronto.ca/>
- Mønsted, M. (1974). FRANCOIS PERROUX'S THEORY OF "GROWTH POLE" AND "DEVELOPMENT" POLE: A CRITIQUE. *Antipode*, 6(2), 106-113. doi:10.1111/j.1467-8330.1974.tb00600.x
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2016). Version 4 DMSP-OLS Nighttime Lights Time Series. Retrieved from <https://ngdc.noaa.gov/eog/dmsp/downloadV4composites.html>
- Nichols, V. (1969). *Growth poles : an investigation of their potential as a tool for regional economic development*. Philadelphia: Regional Science Research Institute.

- North, D. C. (1955). Location Theory and Regional Economic Growth. *Journal of Political Economy*, 63(3), 243-258. doi:doi:10.1086/257668
- Richardson, H. W. (1978). *Regional and urban economics*. Harmondsworth ; New York: Penguin.
- Tanaka, K., & Keola, S. (2016). Shedding Light on the Shadow Economy: A Nighttime Light Approach. *The Journal of Development Studies*, 53(1), 32-48. doi:10.1080/00220388.2016.1171845
- Thompson, W. R. (1965). *A preface to urban economics*. Baltimore,: Published for Resources for the Future by Johns Hopkins Press.
- Tiebout, C. M. (1956). Exports and Regional Economic Growth. *Journal of Political Economy*, 64(2), 160-164. doi:doi:10.1086/257771
- Watkins, A. J. (1980). *The practice of urban economics*. Beverly Hills, Calif.: Sage Publications.
- Wyly, E. (2012). Theories of Urban System Development. Retrieved from <http://ibis.geog.ubc.ca/~ewyly/g350/systems.pdf>
- Yeates, M. H., & Garner, B. J. (1971). *The North American city*. New York,: Harper & Row.
- Zhang, Q., & Seto, K. (2013). Can Night-Time Light Data Identify Typologies of Urbanization? A Global Assessment of Successes and Failures. *Remote Sensing*, 5(7), 3476-3494. doi:10.3390/rs5073476
- Zhou, Y., Smith, S. J., Zhao, K., Imhoff, M., Thomson, A., Bond-Lamberty, B., . . . Elvidge, C. D. (2015). A global map of urban extent from nightlights. *Environmental Research Letters*, 10(5), 054011. doi:10.1088/1748-9326/10/5/054011
- Zipf, G. K. (1941). *National unity and disunity; the nation as a bio-social organism*. Bloomington, Ind.,: The Principia press, inc.
- กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย. (2556). จำนวนประชากรและบ้าน ปี 2536-2556. เข้าถึงข้อมูลจาก http://stat.dopa.go.th/new_stat/webPage/statByYear.php
- กรมโยธาธิการและการผังเมือง. (2549). เกณฑ์มาตรฐานผังเมืองรวม. เข้าถึงข้อมูลจาก http://eservices.dpt.go.th/eservice_5/standard.pdf

- ธานี ชัยวัฒน์. (2559). Night Lights, Economic Growth, and Spatial Inequality of Thailand. *Puey Ungphakorn Institute for Economic Research*, 26.
- นพพันธ์ ตาปานนท์. (2559). การวางแผนภาคและเมือง (*Urban and Regional Planning*). Paper presented at the เอกสารคำสอนวิชา 2503515, กรุงเทพมหานคร: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิธินันท์ วิศเวศวรร. (2552). เศรษฐศาสตร์วิเคราะห์ด้วยเมืองและภูมิภาค. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- บุญกิจ ว่องไวกิจไพศาล. (2551). เศรษฐศาสตร์ภูมิภาค (*REGIONAL ECONOMICS*) เอกสารประกอบคำบรรยายวิชา EC.364 เศรษฐศาสตร์ภูมิภาค, การเจริญเติบโตและการพัฒนาภูมิภาค (*REGIONAL GROWTH AND DEVELOPMENT*). เข้าถึงข้อมูลจาก [http://e-book.ram.edu/e-book/e/EC364\(51\).pdf](http://e-book.ram.edu/e-book/e/EC364(51).pdf)
- ประพันธ์ เสวตนันท์. (2520). เศรษฐศาสตร์ภูมิภาค (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: กรุงเทพมหานครการพิมพ์.
- พระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2542. (2542). เข้าถึงข้อมูลจาก http://www.cmcity.go.th/cmcity/images/document/KM_Law/Law0012.pdf
- มานพ พงศทัต. (2555). เมือง-ผังเมือง MEGA CITY. เข้าถึงข้อมูลจาก <http://cpd.bangkok.go.th/>
- วรรณรินทร์ พัฒนชอเนก. (2543). วิวัฒนาการชุมชนและการผังเมือง (พิมพ์ครั้งที่ 1). ปทุมธานี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต.
- วรรณศิลป์ พิรพันธุ์. (2556). เทคนิคการวิเคราะห์สำหรับการวางแผนภาคและเมือง. กรุงเทพมหานคร: บริษัท จรัสสนิทวงศการพิมพ์ จำกัด.
- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. (2554). รายงานสถิติพลังงาน 2554. เข้าถึงข้อมูลจาก <http://www.eppo.go.th/year2011/EnergyStatistics2011.pdf>
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2552). Gross Regional and Provincial Product. เข้าถึงข้อมูลจาก <http://www.nesdb.go.th/>
- สุธี อนันต์สุขสมศรี. (2559). *Spatial Econometrics III*. เอกสารประกอบคำบรรยายวิชา Advanced Quantitative Methods for Planning I, กรุงเทพมหานคร: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวดี ทองสุกปลั่ง ทรราชสุขสิน. (2559). เศรษฐศาสตร์สำหรับสิ่งแวดล้อมสรรค์สร้าง. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.



ตาราง A-1 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2538

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
กรุงเทพมหานคร	1.09	36.98	1	1	5,570,743	83.98
สมุทรปราการ	1.05	30.03	20	2	278,537	41.99
นนทบุรี	1.06	28.34	28	3	198,955	27.99
ปทุมธานี	1.08	17.60	44	4	126,608	21.00
พระนครศรีอยุธยา	1.06	9.61	33	7	168,810	12.00
อ่างทอง	0.96	2.73	67	15	83,145	5.60
ลพบุรี	0.92	0.86	31	22	179,701	3.82
สิงห์บุรี	0.94	4.36	71	13	78,461	6.46
ชัยนาท	0.82	0.70	63	28	88,424	3.00
สระบุรี	1.05	7.56	41	9	135,872	9.33
ชลบุรี	1.06	7.38	18	10	309,486	8.40
ระยอง	1.01	4.98	49	12	113,689	7.00
จันทบุรี	0.50	0.48	53	35	105,108	2.40
ตราด	0.49	0.37	73	42	76,312	2.00
ฉะเชิงเทรา	1.00	3.08	38	14	146,599	6.00
ปราจีนบุรี	1.00	0.65	58	29	96,047	2.90
นครนายก	0.86	0.50	69	33	80,735	2.54
สระแก้ว	0.80	0.20	46	57	121,103	1.47
นครราชสีมา	0.94	1.07	2	21	2,785,372	4.00
บุรีรัมย์	0.86	0.15	7	64	795,820	1.31
สุรินทร์	0.85	0.17	10	63	557,074	1.33
ศรีสะเกษ	0.80	0.12	9	67	618,971	1.25
อุบลราชธานี	0.95	0.25	3	50	1,856,914	1.68
ยโสธร	0.90	0.24	43	53	129,552	1.58
ชัยภูมิ	0.82	0.11	15	69	371,383	1.22
อำนาจเจริญ	0.86	0.09	62	70	89,851	1.20
หนองบัวลำภู	0.85	0.05	50	74	111,415	1.13
ขอนแก่น	1.00	0.84	4	24	1,392,686	3.50
อุดรธานี	0.94	0.35	8	43	696,343	1.95
เลย	0.82	0.06	35	73	159,164	1.15
หนองคาย	0.81	0.19	22	60	253,216	1.40
มหาสารคาม	0.86	0.27	21	48	265,273	1.75
ร้อยเอ็ด	0.89	0.22	11	54	506,431	1.56
กาฬสินธุ์	0.83	0.19	19	59	293,197	1.42
สกลนคร	0.80	0.22	16	56	348,171	1.50
นครพนม	0.74	0.25	34	52	163,845	1.62
มุกดาหาร	0.88	0.27	66	47	84,405	1.79
เชียงใหม่	0.99	0.79	5	25	1,114,149	3.36

ตาราง A-1 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2538 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
ลำพูน	1.00	0.78	59	26	94,419	3.23
ลำปาง	1.01	0.53	26	32	214,259	2.62
อุดรดิตต์	0.90	0.17	51	62	109,230	1.35
แพร่	0.94	0.22	47	55	118,526	1.53
น่าน	0.91	0.07	52	71	107,130	1.18
พะเยา	0.84	0.18	45	61	123,794	1.38
เชียงใหม่	0.88	0.31	12	45	464,229	1.87
แม่ฮ่องสอน	0.87	0.00	72	76	77,371	1.11
นครสวรรค์	0.91	0.50	14	34	397,910	2.47
อุทัยธานี	0.80	0.06	65	72	85,704	1.17
กำแพงเพชร	0.85	0.44	30	38	185,691	2.21
ตาก	0.89	0.14	55	65	101,286	1.29
สุโขทัย	0.81	0.20	37	58	150,561	1.45
พิษณุโลก	0.88	0.38	23	41	242,206	2.05
พิจิตร	0.81	0.25	39	51	142,840	1.65
เพชรบูรณ์	0.69	0.12	17	68	327,691	1.24
ราชบุรี	0.93	2.02	27	16	206,324	5.25
กาญจนบุรี	0.93	0.47	29	36	192,095	2.33
สุพรรณบุรี	0.80	1.43	24	18	232,114	4.67
นครปฐม	1.02	8.54	32	8	174,086	10.50
สมุทรสาคร	1.04	17.15	61	5	91,324	16.80
สมุทรสงคราม	0.93	5.19	75	11	74,277	7.63
เพชรบุรี	0.96	1.12	56	20	99,478	4.20
ประจวบคีรีขันธ์	0.83	0.84	54	23	103,162	3.65
นครศรีธรรมราช	0.81	1.32	6	19	928,457	4.42
กระบี่	0.70	0.30	64	46	87,043	1.83
พังงา	0.53	0.04	70	75	79,582	1.12
ภูเก็ต	0.92	15.72	74	6	75,280	14.00
สุราษฎร์ธานี	0.83	0.44	25	40	222,830	2.10
ระนอง	0.48	0.45	76	37	73,299	2.27
ชุมพร	0.75	0.33	57	44	97,732	1.91
สงขลา	0.86	1.86	13	17	428,519	4.94
สตูล	0.67	0.26	68	49	81,923	1.71
ตรัง	0.77	0.59	42	30	132,637	2.80
พัทลุง	0.85	0.14	48	66	116,057	1.27
ปัตตานี	0.51	0.73	40	27	139,269	3.11
ยะลา	0.79	0.54	60	31	92,846	2.71
นราธิวาส	0.79	0.44	36	39	154,743	2.15

ตาราง A-2 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับคีย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2539

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
กรุงเทพมหานคร	1.09	34.97	1	1	5,584,963	84.94
สมุทรปราการ	1.05	30.74	20	2	279,248	42.47
นนทบุรี	1.06	27.99	28	3	199,463	28.31
ปทุมธานี	1.08	17.39	43	4	129,883	21.24
พระนครศรีอยุธยา	1.06	10.12	33	7	169,241	12.13
อ่างทอง	0.95	2.94	67	15	83,358	5.66
ลพบุรี	0.94	0.97	30	20	186,165	4.25
สิงห์บุรี	0.90	4.09	72	13	77,569	6.53
ชัยนาท	0.80	0.58	63	30	88,650	2.83
สระบุรี	1.05	7.73	41	9	136,219	9.44
ชลบุรี	1.06	7.35	18	10	310,276	8.49
ระยอง	1.02	5.84	49	12	113,979	7.08
จันทบุรี	0.51	0.48	53	33	105,377	2.57
ตราด	0.50	0.35	74	45	75,472	1.89
ฉะเชิงเทรา	1.00	3.41	37	14	150,945	6.07
ปราจีนบุรี	1.00	0.83	58	25	96,292	3.40
นครนายก	0.85	0.40	69	42	80,941	2.02
สระแก้ว	0.81	0.20	46	59	121,412	1.44
นครราชสีมา	0.94	0.95	2	21	2,792,482	4.04
บุรีรัมย์	0.87	0.14	7	65	797,852	1.31
สุรินทร์	0.87	0.16	10	63	558,496	1.35
ศรีสะเกษ	0.83	0.13	9	67	620,551	1.27
อุบลราชธานี	0.96	0.26	3	51	1,861,654	1.67
ยโสธร	0.93	0.22	44	57	126,931	1.49
ชัยภูมิ	0.80	0.09	15	71	372,331	1.20
อำนาจเจริญ	0.88	0.09	62	70	90,080	1.21
หนองบัวลำภู	0.88	0.05	50	74	111,699	1.15
ขอนแก่น	1.00	0.85	4	24	1,396,241	3.54
อุดรธานี	0.94	0.35	8	44	698,120	1.93
เลย	0.85	0.08	36	72	155,138	1.18
หนองคาย	0.84	0.23	22	55	253,862	1.54
มหาสารคาม	0.88	0.28	21	48	265,951	1.77
ร้อยเอ็ด	0.91	0.24	11	54	507,724	1.57
กาฬสินธุ์	0.85	0.14	19	66	293,945	1.29
สกลนคร	0.83	0.20	16	60	349,060	1.42
นครพนม	0.77	0.27	34	49	164,264	1.73
มุกดาหาร	0.89	0.25	66	52	84,621	1.63
เชียงใหม่	0.98	0.81	5	27	1,116,993	3.15

ตาราง A-2 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2539 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
ลำพูน	0.98	0.76	59	28	94,660	3.03
ลำปาง	1.01	0.55	27	31	206,850	2.74
อุดรดิตต์	0.90	0.16	52	62	107,403	1.37
แพร่	0.94	0.21	48	58	116,353	1.46
น่าน	0.92	0.07	51	73	109,509	1.16
พะเยา	0.85	0.23	45	56	124,110	1.52
เชียงใหม่	0.89	0.33	12	46	465,414	1.85
แม่ฮ่องสอน	0.87	0.01	71	76	78,661	1.12
นครสวรรค์	0.90	0.46	14	34	398,926	2.50
อุทัยธานี	0.78	0.10	65	69	85,923	1.23
กำแพงเพชร	0.87	0.41	31	41	180,160	2.07
ตาก	0.88	0.16	55	61	101,545	1.39
สุโขทัย	0.80	0.26	38	50	146,973	1.70
พิษณุโลก	0.87	0.42	23	38	242,824	2.24
พิจิตร	0.79	0.25	39	53	143,204	1.60
เพชรบูรณ์	0.71	0.11	17	68	328,527	1.25
ราชบุรี	0.94	2.09	26	16	214,806	5.31
กาญจนบุรี	0.93	0.46	29	35	192,585	2.43
สุพรรณบุรี	0.82	1.44	24	18	232,707	4.72
นครปฐม	1.02	8.06	32	8	174,530	10.62
สมุทรสาคร	1.05	15.69	61	6	91,557	14.16
สมุทรสงคราม	0.94	6.17	75	11	74,466	7.72
เพชรบุรี	0.97	1.09	56	19	99,731	4.47
ประจวบคีรีขันธ์	0.85	0.94	54	22	103,425	3.86
นครศรีธรรมราช	0.83	0.86	6	23	930,827	3.69
กระบี่	0.69	0.30	64	47	87,265	1.81
พังงา	0.52	0.05	70	75	79,785	1.13
ภูเก็ต	0.94	15.98	73	5	76,506	16.99
สุราษฎร์ธานี	0.82	0.45	25	36	223,399	2.36
ระนอง	0.49	0.39	76	43	73,486	1.98
ชุมพร	0.72	0.43	57	37	97,982	2.30
สงขลา	0.86	1.93	13	17	429,613	5.00
สตูล	0.65	0.42	68	40	82,132	2.12
ตรัง	0.75	0.65	42	29	132,975	2.93
พัทลุง	0.84	0.16	47	64	118,829	1.33
ปัตตานี	0.53	0.81	40	26	139,624	3.27
ยะลา	0.78	0.53	60	32	93,083	2.65
นราธิวาส	0.77	0.42	35	39	159,570	2.18

ตาราง A-3 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2540

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
กรุงเทพมหานคร	1.09	32.08	1	1	5,604,772	87.41
สมุทรปราการ	1.04	28.31	20	2	280,239	43.70
นนทบุรี	1.06	27.40	28	3	200,170	29.14
ปทุมธานี	1.08	17.56	41	4	136,702	21.85
พระนครศรีอยุธยา	1.06	10.17	33	7	169,842	12.49
อ่างทอง	0.95	2.69	67	15	83,653	5.83
ลพบุรี	0.94	0.89	31	24	180,799	3.64
สิงห์บุรี	0.90	3.97	72	13	77,844	6.72
ชัยนาท	0.81	0.59	63	30	88,965	2.91
สระบุรี	1.05	7.00	40	11	140,119	7.95
ชลบุรี	1.06	7.28	18	10	311,376	8.74
ระยอง	1.04	7.43	47	9	119,250	9.71
จันทบุรี	0.50	0.46	51	36	109,897	2.43
ตราด	0.51	0.34	74	44	75,740	1.99
ฉะเชิงเทรา	0.99	3.63	37	14	151,480	6.24
ปราจีนบุรี	1.03	0.93	58	23	96,634	3.80
นครนายก	0.84	0.40	69	41	81,229	2.13
สระแก้ว	0.80	0.15	45	64	124,550	1.37
นครราชสีมา	0.95	0.98	2	22	2,802,386	3.97
บุรีรัมย์	0.89	0.22	7	58	800,682	1.51
สุรินทร์	0.87	0.16	10	62	560,477	1.41
ศรีสะเกษ	0.82	0.13	9	69	622,752	1.27
อุบลราชธานี	0.97	0.24	3	54	1,868,257	1.62
ยโสธร	0.92	0.22	44	57	127,381	1.53
ชัยภูมิ	0.82	0.10	15	71	373,651	1.23
อำนาจเจริญ	0.91	0.13	62	67	90,400	1.30
หนองบัวลำภู	0.91	0.07	50	75	112,095	1.17
ขอนแก่น	1.01	0.88	4	25	1,401,193	3.50
อุดรธานี	0.96	0.35	8	43	700,597	2.03
เลย	0.86	0.09	36	72	155,688	1.21
หนองคาย	0.85	0.22	22	56	254,762	1.56
มหาสารคาม	0.87	0.28	21	48	266,894	1.82
ร้อยเอ็ด	0.89	0.27	11	51	509,525	1.71
กาฬสินธุ์	0.85	0.13	19	68	294,988	1.29
สกลนคร	0.83	0.21	16	59	350,298	1.48
นครพนม	0.81	0.28	34	50	164,846	1.75
มุกดาหาร	0.89	0.26	66	52	84,921	1.68
เชียงใหม่	0.99	0.75	5	27	1,120,954	3.24

ตาราง A-3 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2540 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
ลำพูน	1.00	0.79	60	26	93,413	3.36
ลำปาง	1.02	0.50	27	33	207,584	2.65
อุดรดิตต์	0.90	0.16	53	63	105,750	1.39
แพร่	0.95	0.23	49	55	114,383	1.59
น่าน	0.93	0.08	52	73	107,784	1.20
พะเยา	0.86	0.18	46	60	121,843	1.46
เชียงใหม่	0.89	0.30	12	45	467,064	1.94
แม่ฮ่องสอน	0.89	0.01	71	76	78,940	1.15
นครสวรรค์	0.90	0.46	14	37	400,341	2.36
อุทัยธานี	0.79	0.11	65	70	86,227	1.25
กำแพงเพชร	0.87	0.43	30	39	186,826	2.24
ตาก	0.89	0.17	54	61	103,792	1.43
สุโขทัย	0.82	0.28	38	49	147,494	1.78
พิษณุโลก	0.86	0.43	23	40	243,686	2.19
พิจิตร	0.75	0.25	39	53	143,712	1.65
เพชรบูรณ์	0.74	0.14	17	66	329,692	1.32
ราชบุรี	0.93	1.93	26	16	215,568	5.46
กาญจนบุรี	0.94	0.39	29	42	193,268	2.08
สุพรรณบุรี	0.80	1.67	25	18	224,191	4.86
นครปฐม	1.01	8.22	32	8	175,149	10.93
สมุทรสาคร	1.05	14.43	61	6	91,882	14.57
สมุทรสงคราม	0.95	4.92	75	12	74,730	7.28
เพชรบุรี	0.97	1.16	56	19	100,085	4.60
ประจวบคีรีขันธ์	0.85	1.07	55	21	101,905	4.16
นครศรีธรรมราช	0.86	1.16	6	20	934,129	4.37
กระบี่	0.70	0.29	64	47	87,575	1.86
พังงา	0.49	0.07	70	74	80,068	1.18
ภูเก็ต	0.96	15.76	73	5	76,778	17.48
สุราษฎร์ธานี	0.83	0.53	24	31	233,532	2.82
ระนอง	0.54	0.43	76	38	73,747	2.30
ชุมพร	0.69	0.50	57	32	98,329	2.73
สงขลา	0.87	1.82	13	17	431,136	5.14
สตูล	0.63	0.30	68	46	82,423	1.90
ตรัง	0.71	0.71	43	29	130,344	3.01
พัทลุง	0.83	0.14	48	65	116,766	1.34
ปัตตานี	0.53	0.71	42	28	133,447	3.12
ยะลา	0.76	0.49	59	34	94,996	2.57
นราธิวาส	0.75	0.47	35	35	160,136	2.50

ตาราง A-4 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับคีย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2541

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
กรุงเทพมหานคร	1.10	35.25	1	1	5,647,799	84.05
สมุทรปราการ	1.06	30.87	20	2	282,390	42.02
นนทบุรี	1.07	28.29	26	3	217,223	28.02
ปทุมธานี	1.08	18.45	39	4	144,815	21.01
พระนครศรีอยุธยา	1.07	9.68	33	7	171,145	12.01
อ่างทอง	0.93	3.25	67	14	84,296	6.00
ลพบุรี	0.94	0.77	32	27	176,494	3.11
สิงห์บุรี	0.88	3.13	73	15	77,367	5.60
ชัยนาท	0.80	0.44	63	38	89,648	2.21
สระบุรี	1.06	6.46	41	11	137,751	7.64
ชลบุรี	1.06	7.34	17	10	332,223	8.40
ระยอง	1.05	7.55	47	9	120,166	9.34
จันทบุรี	0.54	0.41	51	40	110,741	2.10
ตราด	0.55	0.29	74	46	76,322	1.83
ฉะเชิงเทรา	0.98	3.77	36	13	156,883	6.47
ปราจีนบุรี	1.02	0.85	58	22	97,376	3.82
นครนายก	0.84	0.59	69	30	81,852	2.80
สระแก้ว	0.75	0.16	45	62	125,507	1.36
นครราชสีมา	0.94	0.76	2	28	2,823,900	3.00
บุรีรัมย์	0.88	0.18	7	58	806,828	1.45
สุรินทร์	0.88	0.16	10	63	564,780	1.33
ศรีสะเกษ	0.85	0.14	9	66	627,533	1.27
อุบลราชธานี	0.96	0.25	3	49	1,882,600	1.72
ยโสธร	0.89	0.18	44	60	128,359	1.40
ชัยภูมิ	0.83	0.09	15	72	376,520	1.17
อำนาจเจริญ	0.88	0.09	62	73	91,094	1.15
หนองบัวลำภู	0.88	0.09	50	71	112,956	1.18
ขอนแก่น	1.00	0.84	4	24	1,411,950	3.50
อุดรธานี	0.96	0.36	8	43	705,975	1.95
เลย	0.86	0.08	37	74	152,643	1.14
หนองคาย	0.82	0.21	22	55	256,718	1.53
มหาสารคาม	0.89	0.28	21	48	268,943	1.75
ร้อยเอ็ด	0.90	0.23	11	52	513,436	1.62
กาฬสินธุ์	0.84	0.15	19	65	297,253	1.29
สกลนคร	0.82	0.18	16	61	352,987	1.38
นครพนม	0.78	0.24	34	50	166,112	1.68
มุกดาหาร	0.89	0.29	66	47	85,573	1.79
เชียงใหม่	1.00	0.81	5	25	1,129,560	3.36

ตาราง A-4 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2541 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
ลำพูน	1.04	0.80	61	26	92,587	3.23
ลำปาง	1.01	0.59	28	31	201,707	2.71
อุดรดิตต์	0.91	0.18	53	59	106,562	1.42
แพร่	0.96	0.22	49	54	115,261	1.56
น่าน	0.92	0.08	52	75	108,612	1.12
พะเยา	0.86	0.19	46	57	122,778	1.47
เชียงใหม่	0.88	0.36	12	42	470,650	2.00
แม่ฮ่องสอน	0.90	0.03	70	76	80,683	1.11
นครสวรรค์	0.86	0.46	14	35	403,414	2.40
อุทัยธานี	0.79	0.13	65	69	86,889	1.22
กำแพงเพชร	0.86	0.41	30	39	188,260	2.16
ตาก	0.89	0.14	54	67	104,589	1.25
สุโขทัย	0.81	0.22	38	53	148,626	1.59
พิษณุโลก	0.83	0.36	24	44	235,325	1.91
พิจิตร	0.72	0.19	40	56	141,195	1.50
เพชรบูรณ์	0.73	0.13	18	68	313,767	1.24
ราชบุรี	0.92	2.15	27	16	209,178	5.25
กาญจนบุรี	0.95	0.40	29	41	194,752	2.05
สุพรรณบุรี	0.79	1.83	25	17	225,912	4.94
นครปฐม	1.00	8.39	31	8	182,187	10.51
สมุทรสาคร	1.04	15.08	60	6	94,130	14.01
สมุทรสงคราม	0.97	4.73	75	12	75,304	7.00
เพชรบุรี	0.97	1.05	56	19	100,854	4.42
ประจวบคีรีขันธ์	0.85	0.85	55	23	102,687	3.65
นครศรีธรรมราช	0.84	0.92	6	20	941,300	4.20
กระบี่	0.68	0.30	64	45	88,247	1.87
พังงา	0.56	0.10	71	70	79,546	1.20
ภูเก็ต	0.96	17.45	72	5	78,442	16.81
สุราษฎร์ธานี	0.84	0.58	23	32	245,556	2.63
ระนอง	0.58	0.47	76	34	74,313	2.47
ชุมพร	0.70	0.45	57	36	99,084	2.33
สงขลา	0.85	1.55	13	18	434,446	4.67
สตูล	0.60	0.24	68	51	83,056	1.65
ตรัง	0.73	0.87	43	21	131,344	4.00
พัทลุง	0.84	0.16	48	64	117,662	1.31
ปัตตานี	0.55	0.65	42	29	134,471	2.90
ยะลา	0.75	0.49	59	33	95,725	2.55
นราธิวาส	0.73	0.44	35	37	161,366	2.27

ตาราง A-5 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2542

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
กรุงเทพมหานคร	1.10	32.42	1	1	5,662,499	86.25
สมุทรปราการ	1.06	28.42	20	2	283,125	43.13
นนทบุรี	1.07	25.46	26	3	217,788	28.75
ปทุมธานี	1.08	18.12	37	4	153,041	21.56
พระนครศรีอยุธยา	1.07	9.73	33	7	171,591	12.32
อ่างทอง	0.95	3.26	67	14	84,515	6.16
ลพบุรี	0.93	0.94	32	22	176,953	3.92
สิงห์บุรี	0.94	3.15	73	15	77,568	5.75
ชัยนาท	0.83	0.34	64	44	88,477	1.96
สระบุรี	1.06	6.11	41	12	138,110	7.19
ชลบุรี	1.06	7.81	17	9	333,088	9.58
ระยอง	1.04	7.02	47	10	120,479	8.63
จันทบุรี	0.53	0.46	51	36	111,029	2.40
ตราด	0.55	0.31	74	47	76,520	1.84
ฉะเชิงเทรา	0.98	3.48	36	13	157,292	6.63
ปราจีนบุรี	1.01	0.83	58	24	97,629	3.59
นครนายก	0.81	1.03	69	20	82,065	4.31
สระแก้ว	0.78	0.21	45	56	125,833	1.54
นครราชสีมา	0.95	0.77	2	26	2,831,250	3.32
บุรีรัมย์	0.89	0.17	8	62	707,812	1.39
สุรินทร์	0.88	0.14	10	67	566,250	1.29
ศรีสะเกษ	0.85	0.15	9	66	629,167	1.31
อุบลราชธานี	0.96	0.25	3	51	1,887,500	1.69
ยโสธร	0.89	0.20	44	58	128,693	1.49
ชัยภูมิ	0.82	0.11	14	72	404,464	1.20
อำนาจเจริญ	0.87	0.13	62	69	91,331	1.25
หนองบัวลำภู	0.87	0.09	49	73	115,561	1.18
ขอนแก่น	1.00	1.03	4	19	1,415,625	4.54
อุดรธานี	0.94	0.40	7	41	808,928	2.10
เลย	0.86	0.12	38	71	149,013	1.21
หนองคาย	0.82	0.14	22	68	257,386	1.27
มหาสารคาม	0.89	0.28	21	49	269,643	1.76
ร้อยเอ็ด	0.90	0.21	11	57	514,773	1.51
กาฬสินธุ์	0.90	0.17	19	63	298,026	1.37
สกลนคร	0.81	0.22	16	55	353,906	1.57
นครพนม	0.79	0.22	34	54	166,544	1.60
มุกดาหาร	0.90	0.23	65	53	87,115	1.63
เชียงใหม่	0.97	0.74	5	28	1,132,500	3.08

ตาราง A-5 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2542 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
ลำพูน	0.98	0.68	61	29	92,828	2.97
ลำปาง	1.01	0.59	28	33	202,232	2.61
อุดรดิตต์	0.92	0.25	53	52	106,840	1.66
แพร่	0.96	0.53	50	34	113,250	2.54
น่าน	0.92	0.09	52	75	108,894	1.15
พะเยา	0.82	0.19	46	61	123,098	1.41
เชียงใหม่	0.86	0.37	12	43	471,875	2.01
แม่ฮ่องสอน	0.91	0.02	72	76	78,646	1.13
นครสวรรค์	0.89	0.48	15	35	377,500	2.46
อุทัยธานี	0.76	0.12	66	70	85,795	1.23
กำแพงเพชร	0.86	0.34	31	45	182,661	1.92
ตาก	0.89	0.16	54	65	104,861	1.33
สุโขทัย	0.79	0.28	39	50	145,192	1.73
พิษณุโลก	0.89	0.61	24	32	235,937	2.70
พิจิตร	0.78	0.19	42	60	134,821	1.44
เพชรบูรณ์	0.74	0.17	18	64	314,583	1.35
ราชบุรี	0.92	2.33	27	17	209,722	5.07
กาญจนบุรี	0.95	0.43	29	39	195,259	2.21
สุพรรณบุรี	0.78	2.45	25	16	226,500	5.39
นครปฐม	1.00	9.09	30	8	188,750	10.78
สมุทรสาคร	1.04	13.59	60	6	94,375	14.38
สมุทรสงคราม	0.99	6.15	75	11	75,500	7.84
เพชรบุรี	1.00	0.95	57	21	99,342	4.11
ประจวบคีรีขันธ์	0.88	0.87	55	23	102,955	3.75
นครศรีธรรมราช	0.84	0.78	6	25	943,750	3.45
กระบี่	0.66	0.31	63	48	89,881	1.80
พังงา	0.58	0.09	71	74	79,754	1.17
ภูเก็ต	0.99	17.54	70	5	80,893	17.25
สุราษฎร์ธานี	0.83	0.65	23	31	246,196	2.78
ระนอง	0.61	0.46	76	37	74,507	2.33
ชุมพร	0.67	0.43	56	40	101,116	2.16
สงขลา	0.86	1.37	13	18	435,577	4.79
สตูล	0.56	0.31	68	46	83,272	1.88
ตรัง	0.73	0.76	43	27	131,686	3.19
พัทลุง	0.81	0.20	48	59	117,969	1.46
ปัตตานี	0.57	0.67	40	30	141,562	2.88
ยะลา	0.77	0.46	59	38	95,975	2.27
นราธิวาส	0.74	0.37	35	42	161,786	2.05

ตาราง A-6 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2543

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
กรุงเทพมหานคร	1.10	33.01	1	1	5,680,380	86.74
สมุทรปราการ	1.06	29.01	19	2	298,967	43.37
นนทบุรี	1.07	25.99	25	3	227,215	28.91
ปทุมธานี	1.08	17.19	36	5	157,788	17.35
พระนครศรีอยุธยา	1.07	8.68	33	8	172,133	10.84
อ่างทอง	0.89	2.69	67	15	84,782	5.78
ลพบุรี	0.91	0.74	32	25	177,512	3.47
สิงห์บุรี	0.91	2.38	74	16	76,762	5.42
ชัยนาท	0.83	0.37	64	45	88,756	1.93
สระบุรี	1.05	5.56	41	12	138,546	7.23
ชลบุรี	1.06	7.54	17	9	334,140	9.64
ระยอง	1.05	6.58	46	10	123,487	8.67
จันทบุรี	0.53	0.42	50	41	113,608	2.12
ตราด	0.55	0.33	73	46	77,813	1.89
ฉะเชิงเทรา	0.98	3.23	37	13	153,524	6.67
ปราจีนบุรี	1.01	0.82	58	23	97,938	3.77
นครนายก	0.81	0.85	70	22	81,148	3.94
สระแก้ว	0.76	0.28	45	50	126,231	1.73
นครราชสีมา	0.94	0.69	2	30	2,840,190	2.89
บุรีรัมย์	0.84	0.13	6	70	946,730	1.24
สุรินทร์	0.87	0.16	10	68	568,038	1.28
ศรีสะเกษ	0.85	0.16	9	67	631,153	1.29
อุบลราชธานี	0.93	0.25	3	52	1,893,460	1.67
ยโสธร	0.89	0.22	44	55	129,100	1.58
ชัยภูมิ	0.79	0.08	14	74	405,741	1.17
อำนาจเจริญ	0.86	0.19	62	63	91,619	1.38
หนองบัวลำภู	0.86	0.07	49	75	115,926	1.16
ขอนแก่น	0.99	1.01	4	19	1,420,095	4.57
อุดรธานี	0.93	0.37	8	44	710,048	1.97
เลย	0.86	0.12	38	71	149,484	1.22
หนองคาย	0.78	0.21	22	57	258,199	1.52
มหาสารคาม	0.88	0.29	21	48	270,494	1.81
ร้อยเอ็ด	0.90	0.20	11	59	516,398	1.47
กาฬสินธุ์	0.88	0.17	20	66	284,019	1.31
สกลนคร	0.80	0.21	16	56	355,024	1.55
นครพนม	0.79	0.25	34	53	167,070	1.64
มุกดาหาร	0.90	0.23	65	54	87,390	1.61
เชียงใหม่	0.95	0.81	5	24	1,136,076	3.61

ตาราง A-6 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2543 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
ลำพูน	0.95	0.73	61	27	93,121	3.21
ลำปาง	1.01	0.67	28	32	202,871	2.71
อุดรดิตต์	0.88	0.28	54	49	105,192	1.77
แพร่	0.95	0.58	52	34	109,238	2.55
น่าน	0.91	0.09	53	73	107,177	1.19
พะเยา	0.80	0.20	47	60	120,859	1.45
เชียงใหม่	0.84	0.43	12	40	473,365	2.17
แม่ฮ่องสอน	0.88	0.01	72	76	78,894	1.14
นครสวรรค์	0.83	0.50	15	35	378,692	2.48
อุทัยธานี	0.69	0.15	66	69	86,066	1.26
กำแพงเพชร	0.85	0.40	31	42	183,238	2.07
ตาก	0.89	0.20	51	62	111,380	1.40
สุโขทัย	0.81	0.27	39	51	145,651	1.70
พิษณุโลก	0.86	0.67	24	33	236,683	2.63
พิจิตร	0.74	0.18	42	64	135,247	1.36
เพชรบูรณ์	0.75	0.20	18	61	315,577	1.42
ราชบุรี	0.91	2.28	27	17	210,384	5.10
กาญจนบุรี	0.92	0.39	29	43	195,875	2.02
สุพรรณบุรี	0.79	2.98	26	14	218,476	6.20
นครปฐม	1.00	9.81	30	7	189,346	12.39
สมุทรสาคร	1.06	14.96	60	6	94,673	14.46
สมุทรสงคราม	0.96	5.75	75	11	75,738	7.89
เพชรบุรี	1.00	1.00	57	20	99,656	4.34
ประจวบคีรีขันธ์	0.89	0.88	55	21	103,280	4.13
นครศรีธรรมราช	0.81	0.68	7	31	811,483	2.80
กระบี่	0.71	0.32	63	47	90,165	1.85
พังงา	0.55	0.10	71	72	80,005	1.20
ภูเก็ต	1.00	21.96	69	4	82,324	21.68
สุราษฎร์ธานี	0.81	0.72	23	28	246,973	3.10
ระนอง	0.60	0.46	76	37	74,742	2.34
ชุมพร	0.66	0.43	56	38	101,435	2.28
สงขลา	0.85	1.22	13	18	436,952	4.82
สตูล	0.57	0.21	68	58	83,535	1.50
ตรัง	0.71	0.74	43	26	132,102	3.34
พัทลุง	0.77	0.17	48	65	118,341	1.33
ปัตตานี	0.52	0.69	40	29	142,010	2.99
ยะลา	0.76	0.49	59	36	96,278	2.41
นราธิวาส	0.74	0.43	35	39	162,297	2.22

ตาราง A-7 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2544

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
กรุงเทพมหานคร	1.10	32.59	1	1	5,726,203	86.31
สมุทรปราการ	1.06	27.83	19	2	301,379	43.16
นนทบุรี	1.07	25.89	24	3	238,592	28.77
ปทุมธานี	1.08	17.04	36	5	159,061	17.26
พระนครศรีอยุธยา	1.07	8.61	33	8	173,521	10.79
อ่างทอง	0.87	2.44	67	15	85,466	5.75
ลพบุรี	0.92	0.71	32	31	178,944	2.78
สิงห์บุรี	0.92	2.24	74	17	77,381	5.08
ชัยนาท	0.81	0.75	64	28	89,472	3.08
สระบุรี	1.05	5.44	41	12	139,663	7.19
ชลบุรี	1.06	7.71	16	9	357,888	9.59
ระยอง	1.05	6.54	45	10	127,249	8.63
จันทบุรี	0.51	0.48	49	40	116,861	2.16
ตราด	0.54	0.57	73	35	78,441	2.47
ฉะเชิงเทรา	0.97	3.22	37	13	154,762	6.64
ปราจีนบุรี	1.00	0.82	59	23	97,054	3.75
นครนายก	0.79	0.72	70	30	81,803	2.88
สระแก้ว	0.75	0.26	46	52	124,483	1.66
นครราชสีมา	0.94	0.71	2	32	2,863,102	2.70
บุรีรัมย์	0.85	0.13	6	69	954,367	1.25
สุรินทร์	0.86	0.16	10	67	572,620	1.29
ศรีสะเกษ	0.82	0.13	9	70	636,245	1.23
อุบลราชธานี	0.91	0.24	3	53	1,908,734	1.63
ยโสธร	0.89	0.23	44	55	130,141	1.57
ชัยภูมิ	0.77	0.09	14	74	409,015	1.17
อำนาจเจริญ	0.84	0.17	63	65	90,892	1.33
หนองบัวลำภู	0.84	0.13	51	71	112,278	1.22
ขอนแก่น	0.98	1.00	4	20	1,431,551	4.32
อุดรธานี	0.94	0.38	8	44	715,775	1.96
เลย	0.86	0.10	38	73	150,690	1.18
หนองคาย	0.81	0.20	23	60	248,965	1.44
มหาสารคาม	0.86	0.29	21	49	272,676	1.76
ร้อยเอ็ด	0.88	0.20	11	58	520,564	1.49
กาฬสินธุ์	0.88	0.16	20	68	286,310	1.27
สกลนคร	0.78	0.21	17	57	336,835	1.51
นครพนม	0.79	0.20	34	59	168,418	1.46
มุกดาหาร	0.89	0.19	65	63	88,095	1.37
เชียงใหม่	0.96	0.82	5	22	1,145,241	3.92

ตาราง A-7 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2544 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
ลำพูน	0.96	0.83	61	21	93,872	4.11
ลำปาง	1.02	0.63	28	33	204,507	2.62
อุดรดิตต์	0.85	0.31	54	48	106,041	1.80
แพร่	0.96	0.48	53	39	108,042	2.21
น่าน	0.91	0.07	52	75	110,119	1.15
พะเยา	0.80	0.19	47	62	121,834	1.39
เชียงใหม่	0.82	0.37	12	45	477,184	1.92
แม่ฮ่องสอน	0.88	0.02	72	76	79,531	1.14
นครสวรรค์	0.81	0.46	15	41	381,747	2.11
อุทัยธานี	0.74	0.11	66	72	86,761	1.20
กำแพงเพชร	0.83	0.39	31	43	184,716	2.01
ตาก	0.86	0.20	50	61	114,524	1.41
สุโขทัย	0.80	0.23	39	54	146,826	1.60
พิษณุโลก	0.85	0.62	25	34	229,048	2.54
พิจิตร	0.72	0.26	43	51	133,168	1.69
เพชรบูรณ์	0.71	0.18	18	64	318,122	1.35
ราชบุรี	0.94	2.33	27	16	212,082	5.39
กาญจนบุรี	0.92	0.37	29	46	197,455	1.88
สุพรรณบุรี	0.79	2.48	26	14	220,239	6.17
นครปฐม	1.00	10.15	30	7	190,873	12.33
สมุทรสาคร	1.05	15.84	60	6	95,437	14.39
สมุทรสงคราม	0.97	5.66	75	11	76,349	7.85
เพชรบุรี	0.98	1.07	57	19	100,460	4.54
ประจวบคีรีขันธ์	0.90	0.81	55	25	104,113	3.45
นครศรีธรรมราช	0.81	0.80	7	26	818,029	3.32
กระบี่	0.61	0.31	62	47	92,358	1.84
พังงา	0.57	0.17	71	66	80,651	1.31
ภูเก็ต	1.00	22.25	69	4	82,988	21.58
สุราษฎร์ธานี	0.80	0.82	22	24	260,282	3.60
ระนอง	0.63	0.41	76	42	75,345	2.06
ชุมพร	0.64	0.49	56	38	102,254	2.27
สงขลา	0.84	1.42	13	18	440,477	4.80
สตูล	0.58	0.27	68	50	84,209	1.73
ตรัง	0.70	0.74	42	29	136,338	2.98
พัทลุง	0.77	0.21	48	56	119,296	1.54
ปัตตานี	0.54	0.79	40	27	143,155	3.20
ยะลา	0.76	0.51	58	37	98,728	2.33
นราธิวาส	0.74	0.56	35	36	163,606	2.40

ตาราง A-8 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับคีย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2545

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
กรุงเทพมหานคร	1.09	31.37	1	1	5,782,159	86.47
สมุทรปราการ	1.06	28.23	19	2	304,324	43.24
นนทบุรี	1.07	25.21	24	3	240,923	28.82
ปทุมธานี	1.08	17.01	35	5	165,205	17.29
พระนครศรีอยุธยา	1.07	8.48	33	8	175,217	10.81
อ่างทอง	0.89	2.48	67	14	86,301	6.18
ลพบุรี	0.94	0.83	32	23	180,692	3.76
สิงห์บุรี	0.93	2.12	74	17	78,137	5.09
ชัยนาท	0.80	0.81	64	25	90,346	3.46
สระบุรี	1.05	5.54	41	12	141,028	7.21
ชลบุรี	1.05	8.30	16	9	361,385	9.61
ระยอง	1.05	6.81	45	10	128,492	8.65
จันทบุรี	0.51	0.50	49	37	118,003	2.34
ตราด	0.57	0.40	73	41	79,208	2.11
ฉะเชิงเทรา	0.99	2.87	37	13	156,275	6.65
ปราจีนบุรี	1.03	0.97	59	20	98,003	4.32
นครนายก	0.82	0.69	70	32	82,602	2.70
สระแก้ว	0.79	0.29	46	49	125,699	1.76
นครราชสีมา	0.95	0.76	2	29	2,891,080	2.98
บุรีรัมย์	0.89	0.11	6	73	963,693	1.18
สุรินทร์	0.88	0.21	10	61	578,216	1.42
ศรีสะเกษ	0.85	0.15	9	66	642,462	1.31
อุบลราชธานี	0.94	0.24	3	56	1,927,386	1.54
ยโสธร	0.92	0.24	44	54	131,413	1.60
ชัยภูมิ	0.81	0.08	14	74	413,011	1.17
อำนาจเจริญ	0.87	0.21	63	62	91,780	1.39
หนองบัวลำภู	0.86	0.12	51	72	113,376	1.20
ขอนแก่น	0.98	0.94	4	21	1,445,540	4.12
อุดรธานี	0.95	0.39	7	42	826,023	2.06
เลย	0.87	0.13	38	69	152,162	1.25
หนองคาย	0.85	0.23	23	58	251,398	1.49
มหาสารคาม	0.88	0.27	21	51	275,341	1.70
ร้อยเอ็ด	0.91	0.24	11	55	525,651	1.57
กาฬสินธุ์	0.89	0.14	20	68	289,108	1.27
สกลนคร	0.82	0.23	17	60	340,127	1.44
นครพนม	0.81	0.26	34	52	170,064	1.66
มุกดาหาร	0.89	0.23	65	59	88,956	1.47
เชียงใหม่	0.92	0.81	5	27	1,156,432	3.20

ตาราง A-8 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2545 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
ลำพูน	0.94	0.82	61	24	94,789	3.60
ลำปาง	1.02	0.56	30	35	192,739	2.47
อุดรดิตต์	0.86	0.28	55	50	105,130	1.73
แพร่	0.96	0.49	54	39	107,077	2.22
น่าน	0.90	0.08	53	75	109,097	1.15
พะเยา	0.80	0.17	47	65	123,025	1.33
เชียงใหม่	0.83	0.36	12	44	481,847	1.97
แม่ฮ่องสอน	0.85	0.02	71	76	81,439	1.14
นครสวรรค์	0.85	0.47	15	40	385,477	2.16
อุทัยธานี	0.76	0.13	66	71	87,608	1.22
กำแพงเพชร	0.91	0.32	31	48	186,521	1.80
ตาก	0.86	0.18	48	64	120,462	1.35
สุโขทัย	0.80	0.24	40	57	144,554	1.52
พิษณุโลก	0.88	0.62	25	34	231,286	2.54
พิจิตร	0.79	0.26	43	53	134,469	1.63
เพชรบูรณ์	0.71	0.14	18	67	321,231	1.29
ราชบุรี	0.95	2.33	27	16	214,154	5.40
กาญจนบุรี	0.92	0.35	29	45	199,385	1.92
สุพรรณบุรี	0.77	2.41	26	15	222,391	5.76
นครปฐม	0.99	9.64	28	7	206,506	12.35
สมุทรสาคร	1.05	14.93	60	6	96,369	14.41
สมุทรสงคราม	0.98	5.72	75	11	77,095	7.86
เพชรบุรี	0.98	1.17	57	19	101,441	4.55
ประจวบคีรีขันธ์	0.91	0.86	52	22	111,195	3.93
นครศรีธรรมราช	0.82	0.73	8	31	722,770	2.79
กระบี่	0.63	0.50	62	38	93,261	2.28
พังงา	0.59	0.13	72	70	80,308	1.24
ภูเก็ต	1.01	22.51	69	4	83,799	21.62
สุราษฎร์ธานี	0.81	0.81	22	26	262,825	3.33
ระนอง	0.63	0.35	76	47	76,081	1.84
ชุมพร	0.62	0.37	56	43	103,253	2.01
สงขลา	0.85	1.53	13	18	444,781	4.80
สตูล	0.57	0.35	68	46	85,032	1.88
ตรัง	0.70	0.75	42	30	137,670	2.88
พัทลุง	0.77	0.20	50	63	115,643	1.37
ปัตตานี	0.55	0.77	39	28	148,260	3.09
ยะลา	0.77	0.53	58	36	99,692	2.40
นราธิวาส	0.71	0.63	36	33	160,616	2.62

ตาราง A-9 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2546

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
กรุงเทพมหานคร	1.10	30.58	1	1	5,844,607	85.29
สมุทรปราการ	1.06	26.34	19	2	307,611	42.64
นนทบุรี	1.07	25.54	23	3	254,113	28.43
ปทุมธานี	1.08	16.90	34	5	171,900	17.06
พระนครศรีอยุธยา	1.07	8.53	33	8	177,109	10.66
อ่างทอง	0.89	2.53	67	13	87,233	6.56
ลพบุรี	0.94	1.09	32	19	182,644	4.49
สิงห์บุรี	0.91	1.81	74	17	78,981	5.02
ชัยนาท	0.76	0.78	64	28	91,322	3.05
สระบุรี	1.05	5.36	39	12	149,862	7.11
ชลบุรี	1.06	8.07	14	9	417,472	9.48
ระยอง	1.05	6.46	44	10	132,832	8.53
จันทบุรี	0.53	0.54	47	37	124,353	2.31
ตราด	0.50	0.38	73	48	80,063	1.78
ฉะเชิงเทรา	1.00	2.48	37	15	157,962	5.69
ปราจีนบุรี	1.04	0.95	59	22	99,061	3.88
นครนายก	0.80	0.69	70	30	83,494	2.84
สระแก้ว	0.77	0.33	46	52	127,057	1.64
นครราชสีมา	0.94	0.81	2	25	2,922,304	3.41
บุรีรัมย์	0.86	0.15	6	70	974,101	1.22
สุรินทร์	0.86	0.22	10	65	584,461	1.31
ศรีสะเกษ	0.82	0.18	9	68	649,401	1.25
อุบลราชธานี	0.93	0.26	3	59	1,948,202	1.45
ยโสธร	0.90	0.29	45	54	129,880	1.58
ชัยภูมิ	0.79	0.10	15	74	389,640	1.15
อำนาจเจริญ	0.85	0.25	63	62	92,772	1.38
หนองบัวลำภู	0.83	0.15	50	72	116,892	1.18
ขอนแก่น	0.98	1.00	4	21	1,461,152	4.06
อุดรธานี	0.93	0.40	7	44	834,944	1.94
เลย	0.85	0.16	40	69	146,115	1.24
หนองคาย	0.82	0.25	24	60	243,525	1.42
มหาสารคาม	0.86	0.35	21	51	278,315	1.67
ร้อยเอ็ด	0.90	0.26	11	58	531,328	1.47
กาฬสินธุ์	0.85	0.25	20	61	292,230	1.40
สกลนคร	0.78	0.27	17	56	343,800	1.52
นครพนม	0.78	0.27	35	55	166,989	1.55
มุกดาหาร	0.86	0.26	66	57	88,555	1.50
เชียงใหม่	0.95	0.89	5	23	1,168,921	3.71

ตาราง A-9 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2546 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
ลำพูน	0.93	0.81	61	26	95,813	3.28
ลำปาง	1.01	0.60	30	35	194,820	2.44
อุดรดิตต์	0.86	0.31	55	53	106,266	1.61
แพร่	0.96	0.57	53	36	110,276	2.37
น่าน	0.91	0.09	54	75	108,233	1.14
พะเยา	0.79	0.22	49	64	119,278	1.33
เชียงใหม่	0.82	0.40	13	45	449,585	1.90
แม่ฮ่องสอน	0.86	0.02	72	76	81,175	1.12
นครสวรรค์	0.83	0.60	16	33	365,288	2.58
อุทัยธานี	0.72	0.15	65	71	89,917	1.20
กำแพงเพชร	0.92	0.41	31	42	188,536	2.03
ตาก	0.89	0.23	51	63	114,600	1.35
สุโขทัย	0.77	0.46	41	41	142,551	2.08
พิษณุโลก	0.87	0.60	26	34	224,793	2.51
พิจิตร	0.75	0.39	43	46	135,921	1.85
เพชรบูรณ์	0.73	0.20	18	66	324,700	1.29
ราชบุรี	0.95	2.15	27	16	216,467	5.33
กาญจนบุรี	0.91	0.35	29	50	201,538	1.71
สุพรรณบุรี	0.77	2.49	25	14	233,784	6.09
นครปฐม	0.99	9.03	28	7	208,736	12.18
สมุทรสาคร	1.01	14.27	60	6	97,410	14.21
สมุทรสงคราม	1.00	6.03	75	11	77,928	7.75
เพชรบุรี	0.98	1.05	58	20	100,769	4.26
ประจวบคีรีขันธ์	0.93	0.85	52	24	112,396	3.55
นครศรีธรรมราช	0.82	0.62	8	32	730,576	2.67
กระบี่	0.64	0.48	62	39	94,268	2.19
พังงา	0.61	0.14	71	73	82,318	1.17
ภูเก็ต	1.01	19.13	68	4	85,950	21.32
สุราษฎร์ธานี	0.81	0.74	22	29	265,664	2.94
ระนอง	0.62	0.41	76	43	76,903	1.98
ชุมพร	0.64	0.39	56	47	104,368	1.81
สงขลา	0.86	1.31	12	18	487,051	4.74
สตูล	0.57	0.36	69	49	84,704	1.74
ตรัง	0.71	0.78	42	27	139,157	3.16
พัทลุง	0.76	0.20	48	67	121,763	1.27
ปัตตานี	0.56	0.68	38	31	153,805	2.75
ยะลา	0.77	0.47	57	40	102,537	2.13
นราธิวาส	0.65	0.54	36	38	162,350	2.24

ตาราง A-10 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2547

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
กรุงเทพมหานคร	1.09	29.61	1	1	5,634,132	86.73
สมุทรปราการ	1.07	26.82	18	2	313,007	43.36
นนทบุรี	1.07	23.72	21	3	268,292	28.91
ปทุมธานี	1.08	16.43	31	5	181,746	17.35
พระนครศรีอยุธยา	1.07	8.61	33	9	170,731	9.64
อ่างทอง	0.90	2.37	68	13	82,855	6.67
ลพบุรี	0.93	0.99	32	21	176,067	4.13
สิงห์บุรี	0.91	1.79	73	17	77,180	5.10
ชัยนาท	0.76	0.66	64	31	88,033	2.80
สระบุรี	1.04	5.49	42	12	134,146	7.23
ชลบุรี	1.06	8.91	14	8	402,438	10.84
ระยอง	1.05	6.60	44	10	128,048	8.67
จันทบุรี	0.55	0.50	50	38	112,683	2.28
ตราด	0.58	0.30	74	54	76,137	1.61
ฉะเชิงเทรา	1.02	2.36	37	14	152,274	6.19
ปราจีนบุรี	1.05	0.99	59	20	95,494	4.34
นครนายก	0.83	0.60	70	34	80,488	2.55
สระแก้ว	0.76	0.33	46	52	122,481	1.67
นครราชสีมา	0.94	0.76	2	27	2,817,066	3.21
บุรีรัมย์	0.87	0.21	6	65	939,022	1.33
สุรินทร์	0.87	0.22	10	64	563,413	1.36
ศรีสะเกษ	0.84	0.17	9	71	626,015	1.22
อุบลราชธานี	0.93	0.26	3	60	1,878,044	1.45
ยโสธร	0.92	0.24	45	62	125,203	1.40
ชัยภูมิ	0.82	0.11	15	73	375,609	1.19
อำนาจเจริญ	0.85	0.28	63	55	89,431	1.58
หนองบัวลำภู	0.85	0.11	49	74	114,982	1.17
ขอนแก่น	0.98	0.97	4	22	1,408,533	3.94
อุดรธานี	0.94	0.39	7	44	804,876	1.97
เลย	0.87	0.18	40	70	140,853	1.24
หนองคาย	0.81	0.33	24	51	234,756	1.70
มหาสารคาม	0.87	0.41	23	43	244,962	2.02
ร้อยเอ็ด	0.91	0.26	11	59	512,194	1.47
กาฬสินธุ์	0.86	0.24	20	61	281,707	1.42
สกลนคร	0.76	0.27	16	57	352,133	1.52
นครพนม	0.75	0.27	36	58	156,504	1.50
มุกดาหาร	0.86	0.28	65	56	86,679	1.55
เชียงใหม่	0.94	0.92	5	24	1,126,826	3.61

ตาราง A-10 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2547 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
ลำพูน	0.90	0.85	61	26	92,363	3.34
ลำปาง	1.01	0.57	30	35	187,804	2.48
อุดรดิตต์	0.86	0.32	56	53	100,610	1.64
แพร่	0.95	0.48	54	40	104,336	2.17
น่าน	0.90	0.10	53	75	106,304	1.16
พะเยา	0.79	0.19	51	69	110,473	1.26
เชียงใหม่	0.83	0.38	13	46	433,395	1.89
แม่ฮ่องสอน	0.86	0.02	71	76	79,354	1.14
นครสวรรค์	0.83	0.54	17	36	331,420	2.41
อุทัยธานี	0.75	0.13	66	72	85,366	1.20
กำแพงเพชร	0.93	0.37	34	47	165,710	1.85
ตาก	0.91	0.20	47	66	119,875	1.31
สุโขทัย	0.78	0.48	39	39	144,465	2.22
พิษณุโลก	0.85	0.72	25	29	225,365	2.99
พิจิตร	0.78	0.33	43	50	131,026	1.73
เพชรบูรณ์	0.74	0.19	19	68	296,533	1.28
ราชบุรี	0.95	2.36	27	15	208,672	5.78
กาญจนบุรี	0.91	0.38	28	45	201,219	1.93
สุพรรณบุรี	0.75	1.95	26	16	216,697	5.42
นครปฐม	1.00	8.98	29	7	194,280	12.39
สมุทรสาคร	1.01	14.59	60	6	93,902	14.45
สมุทรสงคราม	0.98	5.82	75	11	75,122	7.88
เพชรบุรี	0.97	1.00	58	19	97,140	4.56
ประจวบคีรีขันธ์	0.91	0.87	52	25	108,349	3.47
นครศรีธรรมราช	0.81	0.61	8	33	704,267	2.63
กระบี่	0.67	0.68	62	30	90,873	2.89
พังงา	0.63	0.24	72	63	78,252	1.38
ภูเก็ต	1.01	20.42	67	4	84,092	21.68
สุราษฎร์ธานี	0.83	0.73	22	28	256,097	3.10
ระนอง	0.55	0.45	76	42	74,133	2.06
ชุมพร	0.63	0.34	55	49	102,439	1.77
สงขลา	0.85	1.36	12	18	469,511	4.82
สตูล	0.56	0.35	69	48	81,654	1.81
ตรัง	0.69	0.66	41	32	137,418	2.71
พัทลุง	0.76	0.19	48	67	117,378	1.29
ปัตตานี	0.59	0.94	38	23	148,267	3.77
ยะลา	0.79	0.54	57	37	98,844	2.34
นราธิวาส	0.67	0.47	35	41	160,975	2.12

ตาราง A-11 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2548

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
กรุงเทพมหานคร	1.09	34.75	1	1	5,658,953	84.88
สมุทรปราการ	1.07	27.47	18	3	314,386	28.29
นนทบุรี	1.07	28.06	21	2	269,474	42.44
ปทุมธานี	1.07	19.00	29	5	195,136	16.98
พระนครศรีอยุธยา	1.06	9.11	33	9	171,483	9.43
อ่างทอง	0.91	1.41	68	17	83,220	4.99
ลพบุรี	0.94	0.75	32	27	176,842	3.14
สิงห์บุรี	0.91	1.91	74	15	76,472	5.66
ชัยนาท	0.77	0.61	64	31	88,421	2.74
สระบุรี	1.04	5.28	42	12	134,737	7.07
ชลบุรี	1.06	9.72	14	7	404,211	12.13
ระยอง	1.05	7.39	43	10	131,604	8.49
จันทบุรี	0.58	0.45	49	37	115,489	2.29
ตราด	0.53	0.21	73	61	77,520	1.39
ฉะเชิงเทรา	1.01	2.36	37	13	152,945	6.53
ปราจีนบุรี	1.04	1.15	60	18	94,316	4.72
นครนายก	0.81	0.36	71	46	79,704	1.85
สระแก้ว	0.79	0.29	46	49	123,021	1.73
นครราชสีมา	0.96	0.70	2	28	2,829,477	3.03
บุรีรัมย์	0.86	0.17	6	66	943,159	1.29
สุรินทร์	0.87	0.24	10	58	565,895	1.46
ศรีสะเกษ	0.85	0.15	9	68	628,773	1.25
อุบลราชธานี	0.93	0.27	3	53	1,886,318	1.60
ยโสธร	0.91	0.23	45	59	125,755	1.44
ชัยภูมิ	0.85	0.11	15	72	377,264	1.18
อำนาจเจริญ	0.87	0.25	63	57	89,825	1.49
หนองบัวลำภู	0.86	0.06	50	74	113,179	1.15
ขอนแก่น	0.98	0.81	4	23	1,414,738	3.69
อุดรธานี	0.95	0.40	7	42	808,422	2.02
เลย	0.88	0.13	39	70	145,101	1.21
หนองคาย	0.81	0.19	24	64	235,790	1.33
มหาสารคาม	0.87	0.46	23	36	246,041	2.36
ร้อยเอ็ด	0.91	0.29	11	48	514,450	1.77
กาฬสินธุ์	0.86	0.19	20	62	282,948	1.37
สกลนคร	0.77	0.28	16	52	353,685	1.63
นครพนม	0.75	0.21	36	60	157,193	1.41
มุกดาหาร	0.87	0.26	65	54	87,061	1.57
เชียงใหม่	0.93	0.86	5	21	1,131,791	4.04

ตาราง A-11 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2548 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
ลำพูน	0.87	0.78	61	24	92,770	3.54
ลำปาง	1.00	0.42	31	40	182,547	2.12
อุดรดิตต์	0.86	0.25	56	56	101,053	1.52
แพร่	0.96	0.33	55	47	102,890	1.81
น่าน	0.88	0.08	53	73	106,773	1.16
พะเยา	0.78	0.18	51	65	110,960	1.31
เชียงใหม่	0.80	0.38	13	43	435,304	1.97
แม่ฮ่องสอน	0.83	0.01	70	75	80,842	1.13
นครสวรรค์	0.85	0.48	17	34	332,880	2.50
อุทัยธานี	0.76	0.12	66	71	85,742	1.20
กำแพงเพชร	0.93	0.29	34	51	166,440	1.66
ตาก	0.90	0.19	47	63	120,403	1.35
สุโขทัย	0.82	0.48	40	35	141,474	2.43
พิษณุโลก	0.85	0.83	26	22	217,652	3.86
พิจิตร	0.78	0.29	44	50	128,613	1.70
เพชรบูรณ์	0.73	0.14	19	69	297,840	1.23
ราชบุรี	0.95	2.12	28	14	202,105	6.06
กาญจนบุรี	0.91	0.37	27	45	209,591	1.89
สุพรรณบุรี	0.77	1.08	25	19	226,358	4.47
นครปฐม	1.00	9.38	30	8	188,632	10.61
สมุทรสาคร	1.02	15.95	59	6	95,914	14.15
สมุทรสงคราม	0.96	5.48	75	11	75,453	7.72
เพชรบุรี	0.97	0.96	58	20	97,568	4.24
ประจวบคีรีขันธ์	0.90	0.75	52	26	108,826	3.26
นครศรีธรรมราช	0.83	0.53	8	32	707,369	2.65
กระบี่	0.62	0.42	62	39	91,273	2.18
พังงา	0.64	0.01	72	76	78,597	1.12
ภูเก็ต	0.99	22.95	67	4	84,462	21.22
สุราษฎร์ธานี	0.84	0.69	22	29	257,225	2.93
ระนอง	0.57	0.40	76	41	74,460	2.07
ชุมพร	0.64	0.25	54	55	104,795	1.54
สงขลา	0.85	1.55	12	16	471,579	5.30
สตูล	0.51	0.38	69	44	82,014	1.93
ตรัง	0.68	0.67	41	30	138,023	2.83
พัทลุง	0.77	0.16	48	67	117,895	1.27
ปัตตานี	0.58	0.77	38	25	148,920	3.40
ยะลา	0.80	0.49	57	33	99,280	2.57
นราธิวาส	0.67	0.44	35	38	161,684	2.23

ตาราง A-12 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2549

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
กรุงเทพมหานคร	1.09	31.31	1	1	5,695,956	86.35
สมุทรปราการ	1.07	26.85	17	2	335,056	43.18
นนทบุรี	1.06	25.74	20	3	284,798	28.78
ปทุมธานี	1.07	17.74	25	5	227,838	17.27
พระนครศรีอยุธยา	1.06	9.26	32	8	177,999	10.79
อ่างทอง	0.91	2.29	68	15	83,764	5.76
ลพบุรี	0.93	0.79	33	27	172,605	3.20
สิงห์บุรี	0.92	1.77	74	16	76,972	5.40
ชัยนาท	0.75	0.55	64	31	88,999	2.79
สระบุรี	1.04	5.54	40	12	142,399	7.20
ชลบุรี	1.06	9.49	14	7	406,854	12.34
ระยอง	1.05	6.81	43	10	132,464	8.64
จันทบุรี	0.57	0.41	49	38	116,244	2.27
ตราด	0.54	0.27	73	56	78,027	1.54
ฉะเชิงเทรา	1.01	2.63	37	13	153,945	6.64
ปราจีนบุรี	1.05	1.20	60	19	94,933	4.54
นครนายก	0.79	0.37	71	46	80,225	1.88
สระแก้ว	0.78	0.32	46	49	123,825	1.76
นครราชสีมา	0.93	0.77	2	28	2,847,978	3.08
บุรีรัมย์	0.87	0.17	6	66	949,326	1.31
สุรินทร์	0.87	0.20	10	63	569,596	1.37
ศรีสะเกษ	0.85	0.17	9	67	632,884	1.29
อุบลราชธานี	0.93	0.25	3	59	1,898,652	1.46
ยโสธร	0.92	0.24	45	60	126,577	1.44
ชัยภูมิ	0.86	0.12	15	72	379,730	1.20
อำนาจเจริญ	0.89	0.26	63	58	90,412	1.49
หนองบัวลำภู	0.87	0.13	50	71	113,919	1.22
ขอนแก่น	0.98	0.90	4	22	1,423,989	3.93
อุดรธานี	0.94	0.38	7	44	813,708	1.96
เลย	0.88	0.15	39	70	146,050	1.23
หนองคาย	0.83	0.24	24	61	237,332	1.42
มหาสารคาม	0.88	0.50	23	33	247,650	2.62
ร้อยเอ็ด	0.91	0.29	12	51	474,663	1.69
กาฬสินธุ์	0.85	0.27	21	54	271,236	1.60
สกลนคร	0.86	0.27	16	55	355,997	1.57
นครพนม	0.76	0.26	36	57	158,221	1.51
มุกดาหาร	0.87	0.38	65	42	87,630	2.06
เชียงใหม่	0.93	0.97	5	21	1,139,191	4.11

ตาราง A-12 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2549 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
ลำพูน	0.92	0.84	61	25	93,376	3.45
ลำปาง	1.00	0.39	31	40	183,741	2.16
อุดรดิตต์	0.86	0.28	57	53	99,929	1.63
แพร่	0.95	0.38	55	43	103,563	2.01
น่าน	0.88	0.08	54	75	105,481	1.15
พะเยา	0.79	0.15	52	69	109,538	1.25
เชียงใหม่	0.82	0.38	13	45	438,150	1.92
แม่ฮ่องสอน	0.83	0.01	70	76	81,371	1.14
นครสวรรค์	0.84	0.41	18	39	316,442	2.21
อุทัยธานี	0.73	0.12	66	74	86,302	1.17
กำแพงเพชร	0.93	0.29	34	52	167,528	1.66
ตาก	0.88	0.18	47	64	121,191	1.35
สุโขทัย	0.81	0.46	41	37	138,926	2.33
พิษณุโลก	0.85	0.83	26	26	219,075	3.32
พิจิตร	0.78	0.31	44	50	129,454	1.73
เพชรบูรณ์	0.76	0.15	19	68	299,787	1.27
ราชบุรี	0.93	2.39	29	14	196,412	6.17
กาญจนบุรี	0.89	0.36	28	48	203,427	1.80
สุพรรณบุรี	0.77	1.35	27	18	210,961	4.80
นครปฐม	0.99	9.10	30	9	189,865	9.59
สมุทรสาคร	1.01	16.18	58	6	98,206	14.39
สมุทรสงคราม	0.95	5.96	75	11	75,946	7.85
เพชรบุรี	0.96	1.00	59	20	96,542	4.32
ประจวบคีรีขันธ์	0.86	0.89	51	23	111,685	3.75
นครศรีธรรมราช	0.82	0.48	8	35	711,995	2.47
กระบี่	0.67	0.49	62	34	91,870	2.54
พังงา	0.66	0.18	72	65	79,111	1.33
ภูเก็ต	1.01	21.18	67	4	85,014	21.59
สุราษฎร์ธานี	0.86	0.62	22	29	258,907	2.98
ระนอง	0.57	0.39	76	41	74,947	2.11
ชุมพร	0.65	0.22	53	62	107,471	1.39
สงขลา	0.85	1.57	11	17	517,814	5.08
สตูล	0.52	0.37	69	47	82,550	1.84
ตรัง	0.69	0.62	42	30	135,618	2.88
พัทลุง	0.77	0.12	48	73	118,666	1.18
ปัตตานี	0.57	0.85	38	24	149,894	3.60
ยะลา	0.80	0.50	56	32	101,714	2.70
นราธิวาส	0.68	0.46	35	36	162,742	2.40

ตาราง A-13 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2550

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
กรุงเทพมหานคร	1.08	28.54	1	1	5,716,248	89.02
สมุทรปราการ	1.07	24.97	15	2	381,083	44.51
นนทบุรี	1.06	23.44	19	3	300,855	29.67
ปทุมธานี	1.07	16.84	25	5	228,650	17.80
พระนครศรีอยุธยา	1.06	8.80	32	9	178,633	9.89
อ่างทอง	0.93	2.54	69	15	82,844	5.93
ลพบุรี	0.91	1.06	33	21	173,220	4.24
สิงห์บุรี	0.92	1.85	74	16	77,247	5.56
ชัยนาท	0.75	0.57	64	33	89,316	2.70
สระบุรี	1.04	5.42	39	12	146,570	7.42
ชลบุรี	1.06	9.71	13	7	439,711	12.72
ระยอง	1.04	6.93	43	10	132,936	8.90
จันทบุรี	0.61	0.44	48	40	119,089	2.23
ตราด	0.54	0.32	73	51	78,305	1.75
ฉะเชิงเทรา	1.01	2.71	37	13	154,493	6.85
ปราจีนบุรี	1.05	1.26	60	19	95,271	4.69
นครนายก	0.80	0.68	71	29	80,511	3.07
สระแก้ว	0.82	0.38	46	46	124,266	1.94
นครราชสีมา	0.93	0.85	2	25	2,858,124	3.56
บุรีรัมย์	0.86	0.20	6	67	952,708	1.33
สุรินทร์	0.87	0.22	10	63	571,625	1.41
ศรีสะเกษ	0.85	0.21	9	65	635,139	1.37
อุบลราชธานี	0.92	0.30	3	54	1,905,416	1.65
ยโสธร	0.90	0.25	45	61	127,028	1.46
ชัยภูมิ	0.84	0.12	16	72	357,266	1.24
อำนาจเจริญ	0.88	0.32	63	52	90,734	1.71
หนองบัวลำภู	0.87	0.10	50	74	114,325	1.20
ขอนแก่น	0.98	1.00	4	22	1,429,062	4.05
อุดรธานี	0.95	0.39	7	44	816,607	2.02
เลย	0.88	0.13	40	71	142,906	1.25
หนองคาย	0.82	0.21	24	64	238,177	1.39
มหาสารคาม	0.87	0.50	23	35	248,533	2.54
ร้อยเอ็ด	0.91	0.28	12	57	476,354	1.56
กาฬสินธุ์	0.85	0.29	21	55	272,202	1.62
สกลนคร	0.86	0.28	17	56	336,250	1.59
นครพนม	0.76	0.27	36	59	158,785	1.51
มุกดาหาร	0.86	0.37	65	47	87,942	1.89
เชียงใหม่	0.93	0.90	5	24	1,143,250	3.71

ตาราง A-13 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2550 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
ลำพูน	0.95	0.76	62	26	92,198	3.42
ลำปาง	0.99	0.40	31	41	184,395	2.17
อุดรดิตต์	0.87	0.25	58	62	98,556	1.44
แพร่	0.95	0.37	57	48	100,285	1.85
น่าน	0.89	0.09	54	75	105,856	1.19
พะเยา	0.80	0.19	52	68	109,928	1.31
เชียงใหม่	0.81	0.36	14	49	408,303	1.82
แม่ฮ่องสอน	0.83	0.02	70	76	81,661	1.17
นครสวรรค์	0.82	0.39	18	43	317,569	2.07
อุทัยธานี	0.75	0.11	66	73	86,610	1.22
กำแพงเพชร	0.92	0.28	34	58	168,125	1.53
ตาก	0.87	0.17	47	70	121,622	1.27
สุโขทัย	0.81	0.44	42	39	136,101	2.28
พิษณุโลก	0.84	0.75	27	27	211,713	3.30
พิจิตร	0.77	0.31	44	53	129,915	1.68
เพชรบูรณ์	0.75	0.18	20	69	285,812	1.29
ราชบุรี	0.93	2.56	29	14	197,112	6.36
กาญจนบุรี	0.88	0.45	28	38	204,152	2.34
สุพรรณบุรี	0.76	1.50	26	18	219,856	4.95
นครปฐม	0.99	8.96	30	8	190,542	11.13
สมุทรสาคร	1.00	13.95	56	6	102,076	14.84
สมุทรสงคราม	0.95	5.73	75	11	76,217	8.09
เพชรบุรี	0.95	1.17	59	20	96,886	4.45
ประจวบคีรีขันธ์	0.84	0.94	51	23	112,083	3.87
นครศรีธรรมราช	0.82	0.51	8	34	714,531	2.62
กระบี่	0.72	0.59	61	32	93,709	2.78
พังงา	0.66	0.26	72	60	79,392	1.48
ภูเก็ต	1.01	20.61	67	4	85,317	22.25
สุราษฎร์ธานี	0.87	0.66	22	30	259,829	2.97
ระนอง	0.57	0.39	76	42	75,214	2.12
ชุมพร	0.64	0.35	53	50	107,854	1.78
สงขลา	0.86	1.52	11	17	519,659	5.24
สตูล	0.56	0.38	68	45	84,062	1.98
ตรัง	0.71	0.60	41	31	139,421	2.87
พัทลุง	0.77	0.20	49	66	116,658	1.35
ปัตตานี	0.57	0.75	38	28	150,428	3.18
ยะลา	0.78	0.47	55	36	103,932	2.47
นราธิวาส	0.65	0.46	35	37	163,321	2.41

ตาราง A-14 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2551

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
กรุงเทพมหานคร	1.08	28.55	1	1	5,710,883	90.60
สมุทรปราการ	1.07	26.00	15	2	380,726	45.30
นนทบุรี	1.06	23.11	19	3	300,573	30.20
ปทุมธานี	1.07	16.66	24	5	237,953	18.12
พระนครศรีอยุธยา	1.07	9.12	31	8	184,222	11.32
อ่างทอง	0.88	2.32	69	15	82,766	6.04
ลพบุรี	0.89	1.76	33	17	173,057	5.33
สิงห์บุรี	0.92	2.03	74	16	77,174	5.66
ชัยนาท	0.75	0.41	65	41	87,860	2.21
สระบุรี	1.04	5.36	39	11	146,433	8.24
ชลบุรี	1.06	10.37	13	7	439,299	12.94
ระยอง	1.04	6.99	43	10	132,811	9.06
จันทบุรี	0.55	0.37	48	45	118,977	2.01
ตราด	0.50	0.26	73	59	78,231	1.54
ฉะเชิงเทรา	1.02	2.45	37	14	154,348	6.47
ปราจีนบุรี	1.06	1.17	59	21	96,795	4.31
นครนายก	0.80	0.57	71	29	80,435	3.12
สระแก้ว	0.81	0.27	45	55	126,909	1.65
นครราชสีมา	0.91	0.79	2	26	2,855,442	3.48
บุรีรัมย์	0.85	0.18	6	70	951,814	1.29
สุรินทร์	0.85	0.20	10	66	571,088	1.37
ศรีสะเกษ	0.84	0.20	9	65	634,543	1.39
อุบลราชธานี	0.92	0.32	3	51	1,903,628	1.78
ยโสธร	0.90	0.23	46	63	124,150	1.44
ชัยภูมิ	0.84	0.12	16	72	356,930	1.26
อำนาจเจริญ	0.86	0.26	63	60	90,649	1.51
หนองบัวลำภู	0.85	0.18	51	69	111,978	1.31
ขอนแก่น	0.98	0.83	4	25	1,427,721	3.62
อุดรธานี	0.94	0.38	7	44	815,840	2.06
เลย	0.86	0.14	40	71	142,772	1.28
หนองคาย	0.81	0.23	25	62	228,435	1.46
มหาสารคาม	0.87	0.50	23	34	248,299	2.66
ร้อยเอ็ด	0.91	0.27	12	56	475,907	1.62
กาฬสินธุ์	0.83	0.24	22	61	259,586	1.49
สกลนคร	0.84	0.26	17	58	335,934	1.56
นครพนม	0.75	0.27	36	54	158,636	1.68
มุกดาหาร	0.85	0.33	64	49	89,233	1.85
เชียงใหม่	0.93	0.87	5	23	1,142,177	3.94

ตาราง A-14 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2551 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
ลำพูน	0.97	0.84	62	24	92,111	3.77
ลำปาง	0.99	0.42	32	38	178,465	2.38
อุดรดิตต์	0.85	0.29	57	53	100,191	1.71
แพร่	0.95	0.40	58	43	98,464	2.11
น่าน	0.86	0.09	55	75	103,834	1.21
พะเยา	0.80	0.19	52	67	109,825	1.35
เชียงใหม่	0.82	0.40	14	42	407,920	2.16
แม่ฮ่องสอน	0.83	0.03	70	76	81,584	1.19
นครสวรรค์	0.83	0.50	18	33	317,271	2.75
อุทัยธานี	0.75	0.10	66	73	86,529	1.24
กำแพงเพชร	0.91	0.27	34	57	167,967	1.59
ตาก	0.87	0.18	47	68	121,508	1.33
สุโขทัย	0.79	0.34	42	48	135,973	1.89
พิษณุโลก	0.84	0.64	27	28	211,514	3.24
พิจิตร	0.76	0.33	44	50	129,793	1.81
เพชรบูรณ์	0.79	0.37	20	46	285,544	1.97
ราชบุรี	0.93	2.54	30	13	190,363	6.97
กาญจนบุรี	0.87	0.41	29	40	196,927	2.26
สุพรรณบุรี	0.76	1.61	26	18	219,649	5.03
นครปฐม	0.99	8.80	28	9	203,960	10.07
สมุทรสาคร	1.00	13.87	54	6	105,757	15.10
สมุทรสงคราม	0.97	5.01	75	12	76,145	7.55
เพชรบุรี	0.95	1.17	60	20	95,181	4.53
ประจวบคีรีขันธ์	0.84	0.88	50	22	114,218	4.12
นครศรีธรรมราช	0.81	0.45	8	35	713,860	2.59
กระบี่	0.69	0.56	61	31	93,621	2.92
พังงา	0.71	0.09	72	74	79,318	1.22
ภูเก็ต	1.02	20.77	67	4	85,237	22.65
สุราษฎร์ธานี	0.85	0.57	21	30	271,947	3.02
ระนอง	0.56	0.37	76	47	75,143	1.93
ชุมพร	0.65	0.43	53	37	107,753	2.45
สงขลา	0.87	1.51	11	19	519,171	4.77
สตูล	0.52	0.30	68	52	83,984	1.74
ตรัง	0.70	0.53	41	32	139,290	2.83
พัทลุง	0.79	0.22	49	64	116,549	1.42
ปัตตานี	0.55	0.77	38	27	150,286	3.36
ยะลา	0.77	0.44	56	36	101,980	2.52
นราธิวาส	0.67	0.42	35	39	163,168	2.32

ตาราง A-15 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2552

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
กรุงเทพมหานคร	1.08	26.18	1	1	5,702,595	88.95
สมุทรปราการ	1.07	24.18	15	2	380,173	44.47
นนทบุรี	1.07	20.99	18	3	316,811	29.65
ปทุมธานี	1.07	15.18	23	5	247,939	17.79
พระนครศรีอยุธยา	1.06	8.28	31	9	183,955	9.88
อ่างทอง	0.90	2.08	69	17	82,646	5.23
ลพบุรี	0.90	3.24	33	13	172,806	6.84
สิงห์บุรี	0.95	1.88	74	18	77,062	4.94
ชัยนาท	0.78	0.43	66	40	86,403	2.22
สระบุรี	1.04	5.51	41	12	139,088	7.41
ชลบุรี	1.06	9.49	13	7	438,661	12.71
ระยอง	1.05	6.45	42	10	135,776	8.89
จันทบุรี	0.61	0.36	48	47	118,804	1.89
ตราด	0.52	0.23	73	64	78,118	1.39
ฉะเชิงเทรา	1.01	2.17	37	16	154,124	5.56
ปราจีนบุรี	1.06	1.12	59	21	96,654	4.24
นครนายก	0.82	0.58	70	30	81,466	2.96
สระแก้ว	0.81	0.46	45	37	126,724	2.40
นครราชสีมา	0.92	0.84	2	24	2,851,298	3.71
บุรีรัมย์	0.87	0.23	6	65	950,433	1.37
สุรินทร์	0.86	0.19	10	69	570,260	1.29
ศรีสะเกษ	0.87	0.20	9	67	633,622	1.33
อุบลราชธานี	0.93	0.32	3	50	1,900,865	1.78
ยโสธร	0.90	0.20	46	68	123,969	1.31
ชัยภูมิ	0.86	0.14	16	73	356,412	1.22
อำนาจเจริญ	0.87	0.24	63	63	90,517	1.41
หนองบัวลำภู	0.85	0.32	51	52	111,816	1.71
ขอนแก่น	0.99	0.93	4	22	1,425,649	4.04
อุดรธานี	0.95	0.39	7	41	814,656	2.17
เลย	0.82	0.14	39	74	146,220	1.20
หนองคาย	0.81	0.32	25	51	228,104	1.74
มหาสารคาม	0.88	0.48	24	35	237,608	2.54
ร้อยเอ็ด	0.91	0.25	12	59	475,216	1.51
กาฬสินธุ์	0.85	0.24	22	61	259,209	1.46
สกลนคร	0.86	0.25	17	60	335,447	1.48
นครพนม	0.79	0.24	36	62	158,405	1.43
มุกดาหาร	0.85	0.31	64	53	89,103	1.68
เชียงใหม่	0.92	0.85	5	23	1,140,519	3.87

ตาราง A-15 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2552 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
ลำพูน	0.92	0.76	62	28	91,977	3.18
ลำปาง	1.00	0.39	32	42	178,206	2.12
อุดรดิตต์	0.86	0.25	57	58	100,046	1.53
แพร่	0.95	0.36	58	46	98,321	1.93
น่าน	0.84	0.08	56	75	101,832	1.19
พะเยา	0.80	0.18	53	70	107,596	1.27
เชียงใหม่	0.83	0.38	14	43	407,328	2.07
แม่ฮ่องสอน	0.84	0.05	72	76	79,203	1.17
นครสวรรค์	0.84	0.78	19	27	300,137	3.29
อุทัยธานี	0.77	0.16	67	72	85,113	1.24
กำแพงเพชร	0.90	0.33	35	49	162,931	1.82
ตาก	0.88	0.17	47	71	121,332	1.25
สุโขทัย	0.81	0.34	43	48	132,618	1.85
พิษณุโลก	0.86	0.57	27	31	211,207	2.87
พิจิตร	0.80	0.30	44	55	129,604	1.62
เพชรบูรณ์	0.80	0.29	20	56	285,130	1.59
ราชบุรี	0.94	2.59	29	14	196,641	6.35
กาญจนบุรี	0.88	0.46	30	38	190,087	2.34
สุพรรณบุรี	0.78	2.37	28	15	203,664	5.93
นครปฐม	0.99	8.61	26	8	219,331	11.12
สมุทรสาคร	1.00	13.16	54	6	105,604	14.82
สมุทรสงคราม	0.97	5.91	75	11	76,035	8.09
เพชรบุรี	0.96	1.23	60	20	95,043	4.45
ประจวบคีรีขันธ์	0.85	0.83	50	25	114,052	3.56
นครศรีธรรมราช	0.82	0.50	8	34	712,824	2.62
กระบี่	0.71	0.52	61	33	93,485	2.70
พังงา	0.72	0.22	71	66	80,318	1.35
ภูเก็ต	1.02	19.17	65	4	87,732	22.24
สุราษฎร์ธานี	0.85	0.58	21	29	271,552	3.07
ระนอง	0.57	0.38	76	45	75,034	1.98
ชุมพร	0.64	0.47	52	36	109,665	2.47
สงขลา	0.89	1.50	11	19	518,418	4.68
สตูล	0.53	0.30	68	54	83,862	1.65
ตรัง	0.69	0.54	40	32	142,565	2.78
พัทลุง	0.81	0.26	49	57	116,379	1.56
ปัตตานี	0.54	0.81	38	26	150,068	3.42
ยะลา	0.74	0.45	55	39	103,684	2.28
นราธิวาส	0.66	0.38	34	44	167,723	2.02

ตาราง A-16 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2553

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
กรุงเทพมหานคร	1.08	18.13	1	1	5,701,394	94.55
สมุทรปราการ	1.06	17.43	15	3	380,093	31.52
นนทบุรี	1.06	17.69	18	2	316,744	47.28
ปทุมธานี	1.07	12.23	22	5	259,154	18.91
พระนครศรีอยุธยา	1.06	8.30	31	9	183,916	10.51
อ่างทอง	0.91	3.70	69	14	82,629	6.75
ลพบุรี	0.92	1.26	33	22	172,770	4.30
สิงห์บุรี	0.99	3.85	74	13	77,046	7.27
ชัยนาท	0.85	0.85	66	28	86,385	3.38
สระบุรี	1.03	5.11	42	12	135,747	7.88
ชลบุรี	1.05	7.98	12	10	475,116	9.46
ระยอง	1.04	6.07	39	11	146,190	8.60
จันทบุรี	0.56	0.61	48	35	118,779	2.70
ตราด	0.49	0.40	73	52	78,101	1.82
ฉะเชิงเทรา	1.02	2.71	37	16	154,092	5.91
ปราจีนบุรี	1.05	1.44	57	21	100,024	4.50
นครนายก	0.80	1.14	71	24	80,301	3.94
สระแก้ว	0.83	0.49	45	45	126,698	2.10
นครราชสีมา	0.93	0.92	2	26	2,850,697	3.64
บุรีรัมย์	0.86	0.33	6	59	950,232	1.60
สุรินทร์	0.86	0.26	10	67	570,139	1.41
ศรีสะเกษ	0.83	0.25	9	69	633,488	1.37
อุบลราชธานี	0.91	0.34	3	58	1,900,465	1.63
ยโสธร	0.86	0.23	46	70	123,943	1.35
ชัยภูมิ	0.84	0.19	16	73	356,337	1.30
อำนาจเจริญ	0.85	0.25	63	68	90,498	1.39
หนองบัวลำภู	0.84	0.31	51	63	111,792	1.50
ขอนแก่น	0.98	1.06	4	25	1,425,349	3.78
อุดรธานี	0.94	0.49	7	48	814,485	1.97
เลย	0.81	0.22	40	71	142,535	1.33
หนองคาย	0.80	0.43	25	50	228,056	1.89
มหาสารคาม	0.87	0.50	24	44	237,558	2.15
ร้อยเอ็ด	0.89	0.34	13	57	438,569	1.66
กาฬสินธุ์	0.85	0.32	23	61	247,887	1.55
สกลนคร	0.86	0.32	17	62	335,376	1.53
นครพนม	0.79	0.28	36	66	158,372	1.43
มุกดาหาร	0.85	0.33	65	60	87,714	1.58
เชียงใหม่	0.94	0.83	5	29	1,140,279	3.26

ตาราง A-16 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Dark & Bright Nighttime Light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2553 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ GPP non-agriculture	LQ NTL Area	Population Rankings	NTL Percent Rankings	Population	NTL Percent
ลำพูน	0.97	0.87	62	27	91,958	3.50
ลำปาง	1.01	0.51	32	42	178,169	2.25
อุดรดิตต์	0.83	0.30	59	64	96,634	1.48
แพร่	0.93	0.48	60	49	95,023	1.93
น่าน	0.85	0.13	56	74	101,811	1.28
พะเยา	0.82	0.28	55	65	103,662	1.45
เชียงใหม่	0.82	0.49	14	46	407,242	2.06
แม่ฮ่องสอน	0.87	0.07	72	76	79,186	1.24
นครสวรรค์	0.84	0.56	19	38	300,073	2.49
อุทัยธานี	0.78	0.12	67	75	85,095	1.26
กำแพงเพชร	0.90	0.36	35	54	162,897	1.75
ตาก	0.90	0.20	47	72	121,306	1.31
สุโขทัย	0.77	0.50	43	43	132,591	2.20
พิษณุโลก	0.85	0.56	27	39	211,163	2.42
พิจิตร	0.77	0.35	44	56	129,577	1.69
เพชรบูรณ์	0.80	0.38	21	53	271,495	1.78
ราชบุรี	0.96	2.78	30	15	190,046	6.30
กาญจนบุรี	0.88	0.52	29	41	196,600	2.31
สุพรรณบุรี	0.82	2.02	28	17	203,621	5.56
นครปฐม	0.99	9.58	26	7	219,284	13.51
สมุทรสาคร	0.99	12.07	52	6	109,642	15.76
สมุทรสงคราม	0.98	8.63	75	8	76,019	11.82
เพชรบุรี	0.96	1.73	58	19	98,300	4.98
ประจวบคีรีขันธ์	0.85	1.16	50	23	114,028	4.11
นครศรีธรรมราช	0.85	0.68	8	32	712,674	2.95
กระบี่	0.73	0.63	61	34	93,465	2.78
พังงา	0.74	0.49	70	47	81,448	2.01
ภูเก็ต	1.02	14.86	64	4	89,084	23.64
สุราษฎร์ธานี	0.87	0.68	20	31	285,070	3.05
ระนอง	0.58	0.42	76	51	75,018	1.85
ชุมพร	0.68	0.67	53	33	107,573	2.87
สงขลา	0.91	1.75	11	18	518,309	5.25
สตูล	0.52	0.60	68	36	83,844	2.63
ตรัง	0.72	0.78	41	30	139,058	3.15
พัทลุง	0.83	0.36	49	55	116,355	1.72
ปัตตานี	0.57	1.44	38	20	150,037	4.73
ยะลา	0.78	0.58	54	37	105,581	2.56
นราธิวาส	0.70	0.53	34	40	167,688	2.36

ตาราง B-1 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2538

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
กรุงเทพมหานคร	1.01	4.11	1	1	15.53	1.31
สมุทรปราการ	1.00	2.63	20	20	0.78	0.07
นนทบุรี	1.00	1.82	28	28	0.55	0.05
ปทุมธานี	1.00	2.54	44	44	0.35	0.03
พระนครศรีอยุธยา	1.00	2.17	33	33	0.47	0.04
อ่างทอง	0.99	0.49	67	67	0.23	0.02
ลพบุรี	0.99	1.21	31	31	0.50	0.04
สิงห์บุรี	0.99	0.44	71	71	0.22	0.02
ชัยนาท	0.98	0.57	63	63	0.25	0.02
สระบุรี	1.00	1.86	41	41	0.38	0.03
ชลบุรี	1.00	2.63	18	18	0.86	0.07
ระยอง	1.00	2.42	49	49	0.32	0.03
จันทบุรี	0.93	0.81	53	53	0.29	0.02
ตราด	0.92	0.27	73	73	0.21	0.02
ฉะเชิงเทรา	1.00	1.89	38	38	0.41	0.03
ปราจีนบุรี	1.00	1.22	58	58	0.27	0.02
นครนายก	0.98	0.07	69	69	0.23	0.02
สระแก้ว	0.97	0.31	46	46	0.34	0.03
นครราชสีมา	0.99	1.87	2	2	7.77	0.66
บุรีรัมย์	0.98	1.00	7	7	2.22	0.19
สุรินทร์	0.98	0.79	10	10	1.55	0.13
ศรีสะเกษ	0.97	0.70	9	9	1.73	0.15
อุบลราชธานี	0.99	1.23	3	3	5.18	0.44
ยโสธร	0.98	0.21	43	43	0.36	0.03
ชัยภูมิ	0.98	0.70	15	15	1.04	0.09
อำนาจเจริญ	0.98	-0.14	62	62	0.25	0.02
หนองบัวลำภู	0.98	0.07	50	50	0.31	0.03
ขอนแก่น	1.00	1.66	4	4	3.88	0.33
อุดรธานี	0.99	1.19	8	8	1.94	0.16
เลย	0.98	0.34	35	35	0.44	0.04
หนองคาย	0.98	0.68	22	22	0.71	0.06
มหาสารคาม	0.98	0.55	21	21	0.74	0.06
ร้อยเอ็ด	0.99	0.78	11	11	1.41	0.12
กาฬสินธุ์	0.98	0.53	19	19	0.82	0.07
สกลนคร	0.97	0.65	16	16	0.97	0.08
นครพนม	0.96	0.28	34	34	0.46	0.04
มุกดาหาร	0.98	0.04	66	66	0.24	0.02
เชียงใหม่	1.00	1.77	5	5	3.11	0.26

ตาราง B-1 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2538 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
ลำพูน	1.00	0.94	59	59	0.26	0.02
ลำปาง	1.00	1.17	26	26	0.60	0.05
อุดรดิตต์	0.99	0.54	51	51	0.30	0.03
แพร่	0.99	0.43	47	47	0.33	0.03
น่าน	0.99	0.36	52	52	0.30	0.03
พะเยา	0.98	0.33	45	45	0.35	0.03
เชียงใหม่	0.98	0.98	12	12	1.29	0.11
แม่ฮ่องสอน	0.98	-0.25	72	72	0.22	0.02
นครสวรรค์	0.99	1.25	14	14	1.11	0.09
อุทัยธานี	0.97	0.13	65	65	0.24	0.02
กำแพงเพชร	0.98	0.96	30	30	0.52	0.04
ตาก	0.98	0.57	55	55	0.28	0.02
สุโขทัย	0.97	0.43	37	37	0.42	0.04
พิษณุโลก	0.98	1.01	23	23	0.68	0.06
พิจิตร	0.97	0.43	39	39	0.40	0.03
เพชรบูรณ์	0.96	0.72	17	17	0.91	0.08
ราชบุรี	0.99	1.43	27	27	0.58	0.05
กาญจนบุรี	0.99	1.37	29	29	0.54	0.05
สุพรรณบุรี	0.98	0.98	24	24	0.65	0.05
นครปฐม	1.00	2.00	32	32	0.49	0.04
สมุทรสาคร	1.00	2.28	61	61	0.25	0.02
สมุทรสงคราม	0.99	0.37	75	75	0.21	0.02
เพชรบุรี	0.99	0.88	56	56	0.28	0.02
ประจวบคีรีขันธ์	0.98	1.09	54	54	0.29	0.02
นครศรีธรรมราช	0.98	1.55	6	6	2.59	0.22
กระบี่	0.96	0.59	64	64	0.24	0.02
พังงา	0.93	0.35	70	70	0.22	0.02
ภูเก็ต	0.99	1.10	74	74	0.21	0.02
สุราษฎร์ธานี	0.98	1.45	25	25	0.62	0.05
ระนอง	0.92	0.24	76	76	0.20	0.02
ชุมพร	0.97	0.80	57	57	0.27	0.02
สงขลา	0.99	1.90	13	13	1.19	0.10
สตูล	0.96	0.47	68	68	0.23	0.02
ตรัง	0.97	0.93	42	42	0.37	0.03
พัทลุง	0.98	0.44	48	48	0.32	0.03
ปัตตานี	0.93	0.71	40	40	0.39	0.03
ยะลา	0.97	0.72	60	60	0.26	0.02
นราธิวาส	0.97	0.62	36	36	0.43	0.04

ตาราง B-2 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2539

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
กรุงเทพมหานคร	1.01	3.78	1	1	15.54	1.42
สมุทรปราการ	1.00	2.45	20	20	0.78	0.07
นนทบุรี	1.00	1.70	28	28	0.55	0.05
ปทุมธานี	1.00	2.37	43	43	0.36	0.03
พระนครศรีอยุธยา	1.00	2.11	33	33	0.47	0.04
อ่างทอง	0.99	0.54	67	67	0.23	0.02
ลพบุรี	0.99	1.26	30	30	0.52	0.05
สิงห์บุรี	0.99	0.47	72	72	0.22	0.02
ชัยนาท	0.97	0.58	63	63	0.25	0.02
สระบุรี	1.00	1.78	41	41	0.38	0.03
ชลบุรี	1.00	2.49	18	18	0.86	0.08
ระยอง	1.00	2.32	49	49	0.32	0.03
จันทบุรี	0.93	0.84	53	53	0.29	0.03
ตราด	0.92	0.31	74	74	0.21	0.02
ฉะเชิงเทรา	1.00	1.80	37	37	0.42	0.04
ปราจีนบุรี	1.00	1.19	58	58	0.27	0.02
นครนายก	0.98	0.18	69	69	0.23	0.02
สระแก้ว	0.97	0.43	46	46	0.34	0.03
นครราชสีมา	0.99	1.81	2	2	7.77	0.71
บุรีรัมย์	0.98	0.99	7	7	2.22	0.20
สุรินทร์	0.98	0.83	10	10	1.55	0.14
ศรีสะเกษ	0.98	0.74	9	9	1.73	0.16
อุบลราชธานี	0.99	1.22	3	3	5.18	0.47
ยโสธร	0.99	0.28	44	44	0.35	0.03
ชัยภูมิ	0.97	0.74	15	15	1.04	0.09
อำนาจเจริญ	0.98	0.06	62	62	0.25	0.02
หนองบัวลำภู	0.98	0.18	50	50	0.31	0.03
ขอนแก่น	1.00	1.60	4	4	3.88	0.35
อุดรธานี	0.99	1.18	8	8	1.94	0.18
เลย	0.98	0.45	36	36	0.43	0.04
หนองคาย	0.98	0.69	22	22	0.71	0.06
มหาสารคาม	0.98	0.62	21	21	0.74	0.07
ร้อยเอ็ด	0.99	0.82	11	11	1.41	0.13
กาฬสินธุ์	0.98	0.55	19	19	0.82	0.07
สกลนคร	0.98	0.75	16	16	0.97	0.09
นครพนม	0.97	0.41	34	34	0.46	0.04
มุกดาหาร	0.98	0.14	66	66	0.24	0.02
เชียงใหม่	1.00	1.69	5	5	3.11	0.28

ตาราง B-2 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2539 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
ลำพูน	1.00	0.96	59	59	0.26	0.02
ลำปาง	1.00	1.19	27	27	0.58	0.05
อุดรดิตต์	0.99	0.62	52	52	0.30	0.03
แพร่	0.99	0.49	48	48	0.32	0.03
น่าน	0.99	0.42	51	51	0.30	0.03
พะเยา	0.98	0.42	45	45	0.35	0.03
เชียงใหม่	0.99	0.99	12	12	1.29	0.12
แม่ฮ่องสอน	0.98	-0.13	71	71	0.22	0.02
นครสวรรค์	0.99	1.24	14	14	1.11	0.10
อุทัยธานี	0.97	0.21	65	65	0.24	0.02
กำแพงเพชร	0.98	0.99	31	31	0.50	0.05
ตาก	0.98	0.61	55	55	0.28	0.03
สุโขทัย	0.97	0.51	38	38	0.41	0.04
พิษณุโลก	0.98	1.05	23	23	0.68	0.06
พิจิตร	0.97	0.51	39	39	0.40	0.04
เพชรบูรณ์	0.96	0.76	17	17	0.91	0.08
ราชบุรี	0.99	1.37	26	26	0.60	0.05
กาญจนบุรี	0.99	1.34	29	29	0.54	0.05
สุพรรณบุรี	0.98	1.06	24	24	0.65	0.06
นครปฐม	1.00	1.87	32	32	0.49	0.04
สมุทรสาคร	1.00	2.13	61	61	0.25	0.02
สมุทรสงคราม	0.99	0.44	75	75	0.21	0.02
เพชรบุรี	0.99	0.90	56	56	0.28	0.03
ประจวบคีรีขันธ์	0.98	1.08	54	54	0.29	0.03
นครศรีธรรมราช	0.98	1.53	6	6	2.59	0.24
กระบี่	0.96	0.60	64	64	0.24	0.02
พังงา	0.93	0.41	70	70	0.22	0.02
ภูเก็ต	0.99	1.12	73	73	0.21	0.02
สุราษฎร์ธานี	0.98	1.40	25	25	0.62	0.06
ระนอง	0.92	0.27	76	76	0.20	0.02
ชุมพร	0.97	0.85	57	57	0.27	0.02
สงขลา	0.98	1.76	13	13	1.20	0.11
สตูล	0.95	0.48	68	68	0.23	0.02
ตรัง	0.97	0.94	42	42	0.37	0.03
พัทลุง	0.98	0.50	47	47	0.33	0.03
ปัตตานี	0.94	0.72	40	40	0.39	0.04
ยะลา	0.97	0.70	60	60	0.26	0.02
นราธิวาส	0.97	0.66	35	35	0.44	0.04

ตาราง B-3 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2540

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
กรุงเทพมหานคร	1.01	3.85	1	1	15.54	1.36
สมุทรปราการ	1.00	2.50	20	20	0.78	0.07
นนทบุรี	1.00	1.71	28	28	0.55	0.05
ปทุมธานี	1.00	2.42	41	41	0.38	0.03
พระนครศรีอยุธยา	1.00	2.18	33	33	0.47	0.04
อ่างทอง	0.99	0.52	67	67	0.23	0.02
ลพบุรี	0.99	1.24	31	31	0.50	0.04
สิงห์บุรี	0.98	0.43	72	72	0.22	0.02
ชัยนาท	0.97	0.55	63	63	0.25	0.02
สระบุรี	1.00	1.79	40	40	0.39	0.03
ชลบุรี	1.00	2.55	18	18	0.86	0.08
ระยอง	1.00	2.46	47	47	0.33	0.03
จันทบุรี	0.93	0.81	51	51	0.30	0.03
ตราด	0.93	0.32	74	74	0.21	0.02
ฉะเชิงเทรา	1.00	1.87	37	37	0.42	0.04
ปราจีนบุรี	1.00	1.41	58	58	0.27	0.02
นครนายก	0.98	0.13	69	69	0.23	0.02
สระแก้ว	0.97	0.37	45	45	0.35	0.03
นครราชสีมา	0.99	1.85	2	2	7.77	0.68
บุรีรัมย์	0.99	0.98	7	7	2.22	0.19
สุรินทร์	0.98	0.81	10	10	1.55	0.14
ศรีสะเกษ	0.98	0.72	9	9	1.73	0.15
อุบลราชธานี	0.99	1.25	3	3	5.18	0.45
ยโสธร	0.99	0.25	44	44	0.35	0.03
ชัยภูมิ	0.98	0.71	15	15	1.04	0.09
อำนาจเจริญ	0.98	-0.02	62	62	0.25	0.02
หนองบัวลำภู	0.99	0.17	50	50	0.31	0.03
ขอนแก่น	1.00	1.68	4	4	3.88	0.34
อุดรธานี	0.99	1.22	8	8	1.94	0.17
เลย	0.98	0.44	36	36	0.43	0.04
หนองคาย	0.98	0.67	22	22	0.71	0.06
มหาสารคาม	0.98	0.60	21	21	0.74	0.06
ร้อยเอ็ด	0.99	0.83	11	11	1.41	0.12
กาฬสินธุ์	0.98	0.52	19	19	0.82	0.07
สกลนคร	0.98	0.64	16	16	0.97	0.09
นครพนม	0.97	0.36	34	34	0.46	0.04
มุกดาหาร	0.98	0.07	66	66	0.24	0.02
เชียงใหม่	1.00	1.74	5	5	3.11	0.27

ตาราง B-3 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2540 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
ลำพูน	1.00	1.00	60	60	0.26	0.02
ลำปาง	1.00	1.19	27	27	0.58	0.05
อุดรดิตต์	0.99	0.60	53	53	0.29	0.03
แพร่	0.99	0.45	49	49	0.32	0.03
น่าน	0.99	0.38	52	52	0.30	0.03
พะเยา	0.98	0.37	46	46	0.34	0.03
เชียงใหม่	0.99	0.97	12	12	1.29	0.11
แม่ฮ่องสอน	0.98	-0.17	71	71	0.22	0.02
นครสวรรค์	0.99	1.23	14	14	1.11	0.10
อุทัยธานี	0.97	0.18	65	65	0.24	0.02
กำแพงเพชร	0.98	0.94	30	30	0.52	0.05
ตาก	0.98	0.54	54	54	0.29	0.03
สุโขทัย	0.98	0.48	38	38	0.41	0.04
พิษณุโลก	0.98	1.03	23	23	0.68	0.06
พิจิตร	0.97	0.46	39	39	0.40	0.03
เพชรบูรณ์	0.97	0.71	17	17	0.91	0.08
ราชบุรี	0.99	1.39	26	26	0.60	0.05
กาญจนบุรี	0.99	1.32	29	29	0.54	0.05
สุพรรณบุรี	0.98	1.02	25	25	0.62	0.05
นครปฐม	1.00	1.90	32	32	0.49	0.04
สมุทรสาคร	1.00	2.19	61	61	0.25	0.02
สมุทรสงคราม	0.99	0.39	75	75	0.21	0.02
เพชรบุรี	0.99	0.91	56	56	0.28	0.02
ประจวบคีรีขันธ์	0.98	1.03	55	55	0.28	0.02
นครศรีธรรมราช	0.98	1.61	6	6	2.59	0.23
กระบี่	0.96	0.55	64	64	0.24	0.02
พังงา	0.93	0.39	70	70	0.22	0.02
ภูเก็ต	0.99	1.13	73	73	0.21	0.02
สุราษฎร์ธานี	0.98	1.39	24	24	0.65	0.06
ระนอง	0.93	0.21	76	76	0.20	0.02
ชุมพร	0.96	0.79	57	57	0.27	0.02
สงขลา	0.99	1.79	13	13	1.20	0.10
สตูล	0.95	0.42	68	68	0.23	0.02
ตรัง	0.96	0.89	43	43	0.36	0.03
พัทลุง	0.98	0.46	48	48	0.32	0.03
ปัตตานี	0.94	0.71	42	42	0.37	0.03
ยะลา	0.97	0.65	59	59	0.26	0.02
นราธิวาส	0.97	0.60	35	35	0.44	0.04

ตาราง B-4 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2541

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
กรุงเทพมหานคร	1.01	3.40	1	1	15.55	1.59
สมุทรปราการ	1.00	2.37	20	20	0.78	0.08
นนทบุรี	1.00	1.69	26	26	0.60	0.06
ปทุมธานี	1.00	2.07	39	39	0.40	0.04
พระนครศรีอยุธยา	1.00	2.01	33	33	0.47	0.05
อ่างทอง	0.99	0.64	67	67	0.23	0.02
ลพบุรี	0.99	1.21	32	32	0.49	0.05
สิงห์บุรี	0.98	0.56	73	73	0.21	0.02
ชัยนาท	0.97	0.65	63	63	0.25	0.03
สระบุรี	1.00	1.65	41	41	0.38	0.04
ชลบุรี	1.00	2.30	17	17	0.91	0.09
ระยอง	1.00	2.26	47	47	0.33	0.03
จันทบุรี	0.94	0.86	51	51	0.30	0.03
ตราด	0.93	0.46	74	74	0.21	0.02
ฉะเชิงเทรา	1.00	1.71	36	36	0.43	0.04
ปราจีนบุรี	1.00	1.36	58	58	0.27	0.03
นครนายก	0.98	0.35	69	69	0.23	0.02
สระแก้ว	0.97	0.51	45	45	0.35	0.04
นครราชสีมา	0.99	1.69	2	2	7.77	0.79
บุรีรัมย์	0.98	1.03	7	7	2.22	0.23
สุรินทร์	0.98	0.90	10	10	1.55	0.16
ศรีสะเกษ	0.98	0.81	9	9	1.73	0.18
อุบลราชธานี	0.99	1.24	3	3	5.18	0.53
ยโสธร	0.98	0.42	44	44	0.35	0.04
ชัยภูมิ	0.98	0.79	15	15	1.04	0.11
อำนาจเจริญ	0.98	0.15	62	62	0.25	0.03
หนองบัวลำภู	0.98	0.30	50	50	0.31	0.03
ขอนแก่น	1.00	1.55	4	4	3.89	0.40
อุดรธานี	0.99	1.19	8	8	1.94	0.20
เลย	0.98	0.59	37	37	0.42	0.04
หนองคาย	0.98	0.77	22	22	0.71	0.07
มหาสารคาม	0.98	0.74	21	21	0.74	0.08
ร้อยเอ็ด	0.99	0.91	11	11	1.41	0.14
กาฬสินธุ์	0.98	0.70	19	19	0.82	0.08
สกลนคร	0.98	0.75	16	16	0.97	0.10
นครพนม	0.97	0.54	34	34	0.46	0.05
มุกดาหาร	0.98	0.24	66	66	0.24	0.02
เชียงใหม่	1.00	1.63	5	5	3.11	0.32

ตาราง B-4 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2541 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
ลำพูน	1.00	1.02	61	61	0.25	0.03
ลำปาง	1.00	1.15	28	28	0.56	0.06
อุดรดิตต์	0.99	0.69	53	53	0.29	0.03
แพร่	0.99	0.57	49	49	0.32	0.03
น่าน	0.99	0.50	52	52	0.30	0.03
พะเยา	0.98	0.51	46	46	0.34	0.03
เชียงใหม่	0.98	1.02	12	12	1.30	0.13
แม่ฮ่องสอน	0.98	0.08	70	70	0.22	0.02
นครสวรรค์	0.98	1.18	14	14	1.11	0.11
อุทัยธานี	0.97	0.37	65	65	0.24	0.02
กำแพงเพชร	0.98	1.01	30	30	0.52	0.05
ตาก	0.98	0.69	54	54	0.29	0.03
สุโขทัย	0.97	0.62	38	38	0.41	0.04
พิษณุโลก	0.98	1.07	24	24	0.65	0.07
พิจิตร	0.96	0.61	40	40	0.39	0.04
เพชรบูรณ์	0.96	0.83	18	18	0.86	0.09
ราชบุรี	0.99	1.34	27	27	0.58	0.06
กาญจนบุรี	0.99	1.27	29	29	0.54	0.05
สุพรรณบุรี	0.97	1.06	25	25	0.62	0.06
นครปฐม	1.00	1.73	31	31	0.50	0.05
สมุทรสาคร	1.00	1.95	60	60	0.26	0.03
สมุทรสงคราม	0.99	0.51	75	75	0.21	0.02
เพชรบุรี	0.99	1.00	56	56	0.28	0.03
ประจวบคีรีขันธ์	0.98	1.02	55	55	0.28	0.03
นครศรีธรรมราช	0.98	1.55	6	6	2.59	0.26
กระบี่	0.96	0.67	64	64	0.24	0.02
พังงา	0.94	0.54	71	71	0.22	0.02
ภูเก็ต	0.99	1.28	72	72	0.22	0.02
สุราษฎร์ธานี	0.98	1.39	23	23	0.68	0.07
ระนอง	0.94	0.44	76	76	0.20	0.02
ชุมพร	0.96	0.92	57	57	0.27	0.03
สงขลา	0.98	1.71	13	13	1.20	0.12
สตูล	0.94	0.56	68	68	0.23	0.02
ตรัง	0.97	0.98	43	43	0.36	0.04
พัทลุง	0.98	0.63	48	48	0.32	0.03
ปัตตานี	0.94	0.81	42	42	0.37	0.04
ยะลา	0.97	0.76	59	59	0.26	0.03
นราธิวาส	0.96	0.74	35	35	0.44	0.05

ตาราง B-5 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎี
พื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2542

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
กรุงเทพมหานคร	1.01	3.52	1	1	15.55	1.49
สมุทรปราการ	1.00	2.46	20	20	0.78	0.07
นนทบุรี	1.00	1.66	26	26	0.60	0.06
ปทุมธานี	1.00	2.18	37	37	0.42	0.04
พระนครศรีอยุธยา	1.00	2.07	33	33	0.47	0.05
อ่างทอง	0.99	0.54	67	67	0.23	0.02
ลพบุรี	0.99	1.14	32	32	0.49	0.05
สิงห์บุรี	0.99	0.49	73	73	0.21	0.02
ชัยนาท	0.98	0.60	64	64	0.24	0.02
สระบุรี	1.00	1.63	41	41	0.38	0.04
ชลบุรี	1.00	2.35	17	17	0.91	0.09
ระยอง	1.00	2.28	47	47	0.33	0.03
จันทบุรี	0.94	0.83	51	51	0.30	0.03
ตราด	0.93	0.38	74	74	0.21	0.02
ฉะเชิงเทรา	1.00	1.71	36	36	0.43	0.04
ปราจีนบุรี	1.00	1.30	58	58	0.27	0.03
นครนายก	0.97	0.29	69	69	0.23	0.02
สระแก้ว	0.97	0.45	45	45	0.35	0.03
นครราชสีมา	0.99	1.71	2	2	7.77	0.75
บุรีรัมย์	0.99	1.04	8	8	1.94	0.19
สุรินทร์	0.98	0.86	10	10	1.55	0.15
ศรีสะเกษ	0.98	0.77	9	9	1.73	0.17
อุบลราชธานี	0.99	1.24	3	3	5.18	0.50
ยโสธร	0.98	0.34	44	44	0.35	0.03
ชัยภูมิ	0.98	0.76	14	14	1.11	0.11
อำนาจเจริญ	0.98	0.03	62	62	0.25	0.02
หนองบัวลำภู	0.98	0.18	49	49	0.32	0.03
ขอนแก่น	1.00	1.58	4	4	3.89	0.37
อุดรธานี	0.99	1.15	7	7	2.22	0.21
เลย	0.98	0.52	38	38	0.41	0.04
หนองคาย	0.98	0.77	22	22	0.71	0.07
มหาสารคาม	0.98	0.71	21	21	0.74	0.07
ร้อยเอ็ด	0.99	0.86	11	11	1.41	0.14
กาฬสินธุ์	0.99	0.65	19	19	0.82	0.08
สกลนคร	0.97	0.71	16	16	0.97	0.09
นครพนม	0.97	0.53	34	34	0.46	0.04
มุกดาหาร	0.98	0.17	65	65	0.24	0.02
เชียงใหม่	1.00	1.62	5	5	3.11	0.30

ตาราง B-5 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎี
พื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับคักย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2542 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ In GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	In Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	In Population	Smoothed NTL
ลำพูน	0.99	0.97	61	61	0.25	0.02
ลำปาง	1.00	1.11	28	28	0.56	0.05
อุดรดิตต์	0.99	0.69	53	53	0.29	0.03
แพร่	0.99	0.52	50	50	0.31	0.03
น่าน	0.99	0.44	52	52	0.30	0.03
พะเยา	0.98	0.45	46	46	0.34	0.03
เชียงใหม่	0.98	1.00	12	12	1.30	0.12
แม่ฮ่องสอน	0.98	0.02	72	72	0.22	0.02
นครสวรรค์	0.99	1.19	15	15	1.04	0.10
อุทัยธานี	0.97	0.29	66	66	0.24	0.02
กำแพงเพชร	0.98	1.00	31	31	0.50	0.05
ตาก	0.98	0.64	54	54	0.29	0.03
สุโขทัย	0.97	0.57	39	39	0.40	0.04
พิษณุโลก	0.99	1.11	24	24	0.65	0.06
พิจิตร	0.97	0.55	42	42	0.37	0.04
เพชรบูรณ์	0.97	0.82	18	18	0.86	0.08
ราชบุรี	0.99	1.40	27	27	0.58	0.06
กาญจนบุรี	0.99	1.28	29	29	0.54	0.05
สุพรรณบุรี	0.97	1.03	25	25	0.62	0.06
นครปฐม	1.00	1.75	30	30	0.52	0.05
สมุทรสาคร	1.00	1.97	60	60	0.26	0.02
สมุทรสงคราม	0.99	0.41	75	75	0.21	0.02
เพชรบุรี	1.00	1.09	57	57	0.27	0.03
ประจวบคีรีขันธ์	0.99	1.13	55	55	0.28	0.03
นครศรีธรรมราช	0.98	1.58	6	6	2.59	0.25
กระบี่	0.95	0.64	63	63	0.25	0.02
พังงา	0.94	0.43	71	71	0.22	0.02
ภูเก็ต	1.00	1.33	70	70	0.22	0.02
สุราษฎร์ธานี	0.98	1.40	23	23	0.68	0.06
ระนอง	0.94	0.29	76	76	0.20	0.02
ชุมพร	0.96	0.92	56	56	0.28	0.03
สงขลา	0.98	1.72	13	13	1.20	0.11
สตูล	0.94	0.54	68	68	0.23	0.02
ตรัง	0.97	0.93	43	43	0.36	0.03
พัทลุง	0.97	0.57	48	48	0.32	0.03
ปัตตานี	0.94	0.79	40	40	0.39	0.04
ยะลา	0.97	0.71	59	59	0.26	0.03
นราธิวาส	0.97	0.68	35	35	0.44	0.04

ตาราง B-6 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎี
พื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2543

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
กรุงเทพมหานคร	1.01	3.82	1	1	15.55	1.40
สมุทรปราการ	1.00	2.64	19	19	0.82	0.07
นนทบุรี	1.00	1.75	25	25	0.62	0.06
ปทุมธานี	1.01	2.28	36	36	0.43	0.04
พระนครศรีอยุธยา	1.00	2.26	33	33	0.47	0.04
อ่างทอง	0.98	0.45	67	67	0.23	0.02
ลพบุรี	0.99	1.19	32	32	0.49	0.04
สิงห์บุรี	0.99	0.48	74	74	0.21	0.02
ชัยนาท	0.98	0.58	64	64	0.24	0.02
สระบุรี	1.00	1.70	41	41	0.38	0.03
ชลบุรี	1.00	2.52	17	17	0.91	0.08
ระยอง	1.00	2.50	46	46	0.34	0.03
จันทบุรี	0.94	0.88	50	50	0.31	0.03
ตราด	0.93	0.38	73	73	0.21	0.02
ฉะเชิงเทรา	1.00	1.79	37	37	0.42	0.04
ปราจีนบุรี	1.00	1.38	58	58	0.27	0.02
นครนายก	0.97	0.24	70	70	0.22	0.02
สระแก้ว	0.97	0.42	45	45	0.35	0.03
นครราชสีมา	0.99	1.80	2	2	7.78	0.70
บุรีรัมย์	0.98	0.93	6	6	2.59	0.23
สุรินทร์	0.98	0.87	10	10	1.56	0.14
ศรีสะเกษ	0.98	0.76	9	9	1.73	0.16
อุบลราชธานี	0.99	1.19	3	3	5.18	0.47
ยโสธร	0.98	0.30	44	44	0.35	0.03
ชัยภูมิ	0.97	0.77	14	14	1.11	0.10
อำนาจเจริญ	0.98	-0.02	62	62	0.25	0.02
หนองบัวลำภู	0.98	0.12	49	49	0.32	0.03
ขอนแก่น	1.00	1.61	4	4	3.89	0.35
อุดรธานี	0.99	1.20	8	8	1.94	0.17
เลย	0.98	0.52	38	38	0.41	0.04
หนองคาย	0.97	0.64	22	22	0.71	0.06
มหาสารคาม	0.98	0.67	21	21	0.74	0.07
ร้อยเอ็ด	0.99	0.87	11	11	1.41	0.13
กาฬสินธุ์	0.98	0.65	20	20	0.78	0.07
สกลนคร	0.97	0.70	16	16	0.97	0.09
นครพนม	0.97	0.46	34	34	0.46	0.04
มุกดาหาร	0.98	0.15	65	65	0.24	0.02
เชียงใหม่	0.99	1.64	5	5	3.11	0.28

ตาราง B-6 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2543 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
ลำพูน	0.99	1.05	61	61	0.25	0.02
ลำปาง	1.00	1.13	28	28	0.56	0.05
อุดรดิตต์	0.98	0.52	54	54	0.29	0.03
แพร่	0.99	0.48	52	52	0.30	0.03
น่าน	0.99	0.41	53	53	0.29	0.03
พะเยา	0.97	0.39	47	47	0.33	0.03
เชียงใหม่	0.98	1.00	12	12	1.30	0.12
แม่ฮ่องสอน	0.98	-0.09	72	72	0.22	0.02
นครสวรรค์	0.98	1.14	15	15	1.04	0.09
อุทัยธานี	0.96	0.22	66	66	0.24	0.02
กำแพงเพชร	0.98	1.01	31	31	0.50	0.05
ตาก	0.98	0.64	51	51	0.30	0.03
สุโขทัย	0.97	0.54	39	39	0.40	0.04
พิษณุโลก	0.98	1.05	24	24	0.65	0.06
พิจิตร	0.97	0.53	42	42	0.37	0.03
เพชรบูรณ์	0.97	0.79	18	18	0.86	0.08
ราชบุรี	0.99	1.44	27	27	0.58	0.05
กาญจนบุรี	0.99	1.23	29	29	0.54	0.05
สุพรรณบุรี	0.97	1.05	26	26	0.60	0.05
นครปฐม	1.00	1.86	30	30	0.52	0.05
สมุทรสาคร	1.00	2.14	60	60	0.26	0.02
สมุทรสงคราม	0.99	0.40	75	75	0.21	0.02
เพชรบุรี	1.00	1.13	57	57	0.27	0.02
ประจวบคีรีขันธ์	0.99	1.19	55	55	0.28	0.03
นครศรีธรรมราช	0.98	1.60	7	7	2.22	0.20
กระบี่	0.96	0.61	63	63	0.25	0.02
พังงา	0.94	0.36	71	71	0.22	0.02
ภูเก็ต	1.00	1.45	69	69	0.23	0.02
สุราษฎร์ธานี	0.98	1.40	23	23	0.68	0.06
ระนอง	0.94	0.19	76	76	0.20	0.02
ชุมพร	0.96	0.80	56	56	0.28	0.02
สงขลา	0.98	1.80	13	13	1.20	0.11
สตูล	0.94	0.45	68	68	0.23	0.02
ตรัง	0.96	0.92	43	43	0.36	0.03
พัทลุง	0.97	0.46	48	48	0.32	0.03
ปัตตานี	0.93	0.67	40	40	0.39	0.03
ยะลา	0.97	0.64	59	59	0.26	0.02
นราธิวาส	0.96	0.58	35	35	0.44	0.04

ตาราง B-7 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2544

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
กรุงเทพมหานคร	1.01	3.71	1	1	15.56	1.46
สมุทรปราการ	1.00	2.61	19	19	0.82	0.08
นนทบุรี	1.00	1.75	24	24	0.65	0.06
ปทุมธานี	1.00	2.24	36	36	0.43	0.04
พระนครศรีอยุธยา	1.00	2.22	33	33	0.47	0.04
อ่างทอง	0.98	0.47	67	67	0.23	0.02
ลพบุรี	0.99	1.25	32	32	0.49	0.05
สิงห์บุรี	0.99	0.52	74	74	0.21	0.02
ชัยนาท	0.97	0.62	64	64	0.24	0.02
สระบุรี	1.00	1.70	41	41	0.38	0.04
ชลบุรี	1.00	2.46	16	16	0.97	0.09
ระยอง	1.00	2.43	45	45	0.35	0.03
จันทบุรี	0.93	0.88	49	49	0.32	0.03
ตราด	0.93	0.39	73	73	0.21	0.02
ฉะเชิงเทรา	1.00	1.75	37	37	0.42	0.04
ปราจีนบุรี	1.00	1.34	59	59	0.26	0.02
นครนายก	0.97	0.36	70	70	0.22	0.02
สระแก้ว	0.97	0.45	46	46	0.34	0.03
นครราชสีมา	0.99	1.78	2	2	7.78	0.73
บุรีรัมย์	0.98	0.94	6	6	2.59	0.24
สุรินทร์	0.98	0.89	10	10	1.56	0.15
ศรีสะเกษ	0.98	0.80	9	9	1.73	0.16
อุบลราชธานี	0.99	1.19	3	3	5.19	0.49
ยโสธร	0.98	0.35	44	44	0.35	0.03
ชัยภูมิ	0.97	0.78	14	14	1.11	0.10
อำนาจเจริญ	0.98	0.02	63	63	0.25	0.02
หนองบัวลำภู	0.98	0.17	51	51	0.31	0.03
ขอนแก่น	1.00	1.58	4	4	3.89	0.37
อุดรธานี	0.99	1.18	8	8	1.95	0.18
เลย	0.98	0.54	38	38	0.41	0.04
หนองคาย	0.98	0.67	23	23	0.68	0.06
มหาสารคาม	0.98	0.70	21	21	0.74	0.07
ร้อยเอ็ด	0.98	0.90	11	11	1.41	0.13
กาฬสินธุ์	0.98	0.67	20	20	0.78	0.07
สกลนคร	0.97	0.74	17	17	0.92	0.09
นครพนม	0.97	0.48	34	34	0.46	0.04
มุกดาหาร	0.98	0.19	65	65	0.24	0.02
เชียงใหม่	0.99	1.65	5	5	3.11	0.29

ตาราง B-7 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2544 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
ลำพูน	0.99	1.02	61	61	0.26	0.02
ลำปาง	1.00	1.16	28	28	0.56	0.05
อุดรดิตต์	0.98	0.53	54	54	0.29	0.03
แพร่	0.99	0.52	53	53	0.29	0.03
น่าน	0.99	0.45	52	52	0.30	0.03
พะเยา	0.97	0.43	47	47	0.33	0.03
เชียงใหม่	0.98	1.00	12	12	1.30	0.12
แม่ฮ่องสอน	0.98	-0.05	72	72	0.22	0.02
นครสวรรค์	0.98	1.14	15	15	1.04	0.10
อุทัยธานี	0.96	0.23	66	66	0.24	0.02
กำแพงเพชร	0.98	0.98	31	31	0.50	0.05
ตาก	0.98	0.67	50	50	0.31	0.03
สุโขทัย	0.97	0.58	39	39	0.40	0.04
พิษณุโลก	0.98	1.05	25	25	0.62	0.06
พิจิตร	0.96	0.56	43	43	0.36	0.03
เพชรบูรณ์	0.96	0.82	18	18	0.86	0.08
ราชบุรี	0.99	1.53	27	27	0.58	0.05
กาญจนบุรี	0.99	1.20	29	29	0.54	0.05
สุพรรณบุรี	0.97	1.04	26	26	0.60	0.06
นครปฐม	1.00	1.85	30	30	0.52	0.05
สมุทรสาคร	1.00	2.13	60	60	0.26	0.02
สมุทรสงคราม	0.99	0.51	75	75	0.21	0.02
เพชรบุรี	1.00	1.09	57	57	0.27	0.03
ประจวบคีรีขันธ์	0.99	1.19	55	55	0.28	0.03
นครศรีธรรมราช	0.98	1.56	7	7	2.22	0.21
กระบี่	0.95	0.63	62	62	0.25	0.02
พังงา	0.94	0.40	71	71	0.22	0.02
ภูเก็ต	1.00	1.46	69	69	0.23	0.02
สุราษฎร์ธานี	0.98	1.40	22	22	0.71	0.07
ระนอง	0.95	0.26	76	76	0.20	0.02
ชุมพร	0.95	0.77	56	56	0.28	0.03
สงขลา	0.98	1.78	13	13	1.20	0.11
สตูล	0.94	0.45	68	68	0.23	0.02
ตรัง	0.96	0.95	42	42	0.37	0.03
พัทลุง	0.97	0.46	48	48	0.32	0.03
ปัตตานี	0.94	0.71	40	40	0.39	0.04
ยะลา	0.97	0.62	58	58	0.27	0.03
นราธิวาส	0.96	0.61	35	35	0.44	0.04

ตาราง B-8 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2545

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
กรุงเทพมหานคร	1.01	3.60	1	1	15.57	1.52
สมุทรปราการ	1.00	2.56	19	19	0.82	0.08
นนทบุรี	1.00	1.73	24	24	0.65	0.06
ปทุมธานี	1.00	2.10	35	35	0.44	0.04
พระนครศรีอยุธยา	1.00	2.16	33	33	0.47	0.05
อ่างทอง	0.98	0.51	67	67	0.23	0.02
ลพบุรี	0.99	1.30	32	32	0.49	0.05
สิงห์บุรี	0.99	0.53	74	74	0.21	0.02
ชัยนาท	0.97	0.60	64	64	0.24	0.02
สระบุรี	1.00	1.74	41	41	0.38	0.04
ชลบุรี	1.00	2.42	16	16	0.97	0.09
ระยอง	1.00	2.44	45	45	0.35	0.03
จันทบุรี	0.93	0.88	49	49	0.32	0.03
ตราด	0.94	0.47	73	73	0.21	0.02
ฉะเชิงเทรา	1.00	1.78	37	37	0.42	0.04
ปราจีนบุรี	1.00	1.57	59	59	0.26	0.03
นครนายก	0.97	0.40	70	70	0.22	0.02
สระแก้ว	0.97	0.49	46	46	0.34	0.03
นครราชสีมา	0.99	1.77	2	2	7.79	0.76
บุรีรัมย์	0.99	1.03	6	6	2.60	0.25
สุรินทร์	0.98	0.90	10	10	1.56	0.15
ศรีสะเกษ	0.98	0.80	9	9	1.73	0.17
อุบลราชธานี	0.99	1.24	3	3	5.19	0.51
ยโสธร	0.99	0.39	44	44	0.35	0.03
ชัยภูมิ	0.98	0.77	14	14	1.11	0.11
อำนาจเจริญ	0.98	0.05	63	63	0.25	0.02
หนองบัวลำภู	0.98	0.19	51	51	0.31	0.03
ขอนแก่น	1.00	1.57	4	4	3.89	0.38
อุดรธานี	0.99	1.18	7	7	2.22	0.22
เลย	0.98	0.57	38	38	0.41	0.04
หนองคาย	0.98	0.76	23	23	0.68	0.07
มหาสารคาม	0.98	0.69	21	21	0.74	0.07
ร้อยเอ็ด	0.99	0.91	11	11	1.42	0.14
กาฬสินธุ์	0.98	0.71	20	20	0.78	0.08
สกลนคร	0.98	0.75	17	17	0.92	0.09
นครพนม	0.97	0.50	34	34	0.46	0.04
มุกดาหาร	0.98	0.22	65	65	0.24	0.02
เชียงใหม่	0.99	1.64	5	5	3.11	0.30

ตาราง B-8 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับคักย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2545 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
ลำพูน	0.99	1.04	61	61	0.26	0.02
ลำปาง	1.00	1.17	30	30	0.52	0.05
อุดรดิตต์	0.98	0.56	55	55	0.28	0.03
แพร่	0.99	0.55	54	54	0.29	0.03
น่าน	0.98	0.48	53	53	0.29	0.03
พะเยา	0.97	0.46	47	47	0.33	0.03
เชียงใหม่	0.98	1.02	12	12	1.30	0.13
แม่ฮ่องสอน	0.98	-0.04	71	71	0.22	0.02
นครสวรรค์	0.98	1.18	15	15	1.04	0.10
อุทัยธานี	0.97	0.26	66	66	0.24	0.02
กำแพงเพชร	0.99	1.16	31	31	0.50	0.05
ตาก	0.98	0.67	48	48	0.32	0.03
สุโขทัย	0.97	0.59	40	40	0.39	0.04
พิษณุโลก	0.99	1.10	25	25	0.62	0.06
พิจิตร	0.97	0.64	43	43	0.36	0.04
เพชรบูรณ์	0.96	0.81	18	18	0.87	0.08
ราชบุรี	0.99	1.60	27	27	0.58	0.06
กาญจนบุรี	0.99	1.24	29	29	0.54	0.05
สุพรรณบุรี	0.97	1.02	26	26	0.60	0.06
นครปฐม	1.00	1.79	28	28	0.56	0.05
สมุทรสาคร	1.00	2.10	60	60	0.26	0.03
สมุทรสงคราม	0.99	0.39	75	75	0.21	0.02
เพชรบุรี	1.00	1.08	57	57	0.27	0.03
ประจวบคีรีขันธ์	0.99	1.18	52	52	0.30	0.03
นครศรีธรรมราช	0.98	1.55	8	8	1.95	0.19
กระบี่	0.95	0.67	62	62	0.25	0.02
พังงา	0.94	0.41	72	72	0.22	0.02
ภูเก็ต	1.00	1.43	69	69	0.23	0.02
สุราษฎร์ธานี	0.98	1.40	22	22	0.71	0.07
ระนอง	0.95	0.24	76	76	0.20	0.02
ชุมพร	0.95	0.79	56	56	0.28	0.03
สงขลา	0.98	1.74	13	13	1.20	0.12
สตูล	0.94	0.43	68	68	0.23	0.02
ตรัง	0.96	0.93	42	42	0.37	0.04
พัทลุง	0.97	0.48	50	50	0.31	0.03
ปัตตานี	0.94	0.73	39	39	0.40	0.04
ยะลา	0.97	0.63	58	58	0.27	0.03
นราธิวาส	0.96	0.62	36	36	0.43	0.04

ตาราง B-9 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2546

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
กรุงเทพมหานคร	1.01	4.92	1	1	15.58	1.10
สมุทรปราการ	1.00	3.29	19	19	0.82	0.06
นนทบุรี	1.00	2.06	23	23	0.68	0.05
ปทุมธานี	1.00	2.65	34	34	0.46	0.03
พระนครศรีอยุธยา	1.00	2.77	33	33	0.47	0.03
อ่างทอง	0.98	0.20	67	67	0.23	0.02
ลพบุรี	0.99	1.37	32	32	0.49	0.03
สิงห์บุรี	0.99	0.24	74	74	0.21	0.01
ชัยนาท	0.97	0.23	64	64	0.24	0.02
สระบุรี	1.00	2.09	39	39	0.40	0.03
ชลบุรี	1.00	3.14	14	14	1.11	0.08
ระยอง	1.00	3.14	44	44	0.35	0.03
จันทบุรี	0.94	0.74	47	47	0.33	0.02
ตราด	0.93	-0.07	73	73	0.21	0.02
ฉะเชิงเทรา	1.00	2.31	37	37	0.42	0.03
ปราจีนบุรี	1.00	1.98	59	59	0.26	0.02
นครนายก	0.97	-0.01	70	70	0.22	0.02
สระแก้ว	0.97	0.18	46	46	0.34	0.02
นครราชสีมา	0.99	2.15	2	2	7.79	0.55
บุรีรัมย์	0.98	0.92	6	6	2.60	0.18
สุรินทร์	0.98	0.77	10	10	1.56	0.11
ศรีสะเกษ	0.98	0.64	9	9	1.73	0.12
อุบลราชธานี	0.99	1.29	3	3	5.19	0.37
ยโสธร	0.98	0.00	45	45	0.35	0.02
ชัยภูมิ	0.97	0.60	15	15	1.04	0.07
อำนาจเจริญ	0.98	-0.51	63	63	0.25	0.02
หนองบัวลำภู	0.98	-0.26	50	50	0.31	0.02
ขอนแก่น	1.00	1.83	4	4	3.90	0.28
อุดรธานี	0.99	1.25	7	7	2.23	0.16
เลย	0.98	0.23	40	40	0.39	0.03
หนองคาย	0.98	0.52	24	24	0.65	0.05
มหาสารคาม	0.98	0.47	21	21	0.74	0.05
ร้อยเอ็ด	0.99	0.82	11	11	1.42	0.10
กาฬสินธุ์	0.98	0.50	20	20	0.78	0.06
สกลนคร	0.97	0.55	17	17	0.92	0.06
นครพนม	0.97	0.15	35	35	0.45	0.03
มุกดาหาร	0.98	-0.26	66	66	0.24	0.02
เชียงใหม่	0.99	1.92	5	5	3.12	0.22

ตาราง B-9 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2546 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
ลำพูน	0.99	1.00	61	61	0.26	0.02
ลำปาง	1.00	1.15	30	30	0.52	0.04
อุดรดิตต์	0.98	0.30	55	55	0.28	0.02
แพร่	0.99	0.23	53	53	0.29	0.02
น่าน	0.99	0.12	54	54	0.29	0.02
พะเยา	0.97	0.09	49	49	0.32	0.02
เชียงใหม่	0.98	0.94	13	13	1.20	0.08
แม่ฮ่องสอน	0.98	-0.73	72	72	0.22	0.02
นครสวรรค์	0.98	1.28	16	16	0.97	0.07
อุทัยธานี	0.96	-0.18	65	65	0.24	0.02
กำแพงเพชร	0.99	1.38	31	31	0.50	0.04
ตาก	0.98	0.47	51	51	0.31	0.02
สุโขทัย	0.97	0.33	41	41	0.38	0.03
พิษณุโลก	0.98	1.08	26	26	0.60	0.04
พิจิตร	0.97	0.33	43	43	0.36	0.03
เพชรบูรณ์	0.97	0.70	18	18	0.87	0.06
ราชบุรี	0.99	1.85	27	27	0.58	0.04
กาญจนบุรี	0.99	1.26	29	29	0.54	0.04
สุพรรณบุรี	0.97	1.00	25	25	0.62	0.04
นครปฐม	1.00	2.20	28	28	0.56	0.04
สมุทรสาคร	1.00	2.68	60	60	0.26	0.02
สมุทรสงคราม	1.00	0.03	75	75	0.21	0.01
เพชรบุรี	1.00	1.03	58	58	0.27	0.02
ประจวบคีรีขันธ์	0.99	1.23	52	52	0.30	0.02
นครศรีธรรมราช	0.98	1.77	8	8	1.95	0.14
กระบี่	0.95	0.50	62	62	0.25	0.02
พังงา	0.95	0.06	71	71	0.22	0.02
ภูเก็ต	1.00	1.52	68	68	0.23	0.02
สุราษฎร์ธานี	0.98	1.55	22	22	0.71	0.05
ระนอง	0.94	-0.27	76	76	0.21	0.01
ชุมพร	0.95	0.60	56	56	0.28	0.02
สงขลา	0.98	2.08	12	12	1.30	0.09
สตูล	0.94	-0.02	69	69	0.23	0.02
ตรัง	0.96	0.87	42	42	0.37	0.03
พัทลุง	0.97	0.14	48	48	0.32	0.02
ปัตตานี	0.94	0.45	38	38	0.41	0.03
ยะลา	0.97	0.40	57	57	0.27	0.02
นราธิวาส	0.95	0.36	36	36	0.43	0.03

ตาราง B-10 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎี
พื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2547

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
กรุงเทพมหานคร	1.01	4.32	1	1	15.54	1.25
สมุทรปราการ	1.00	2.94	18	18	0.86	0.07
นนทบุรี	1.00	1.93	21	21	0.74	0.06
ปทุมธานี	1.00	2.45	31	31	0.50	0.04
พระนครศรีอยุธยา	1.00	2.52	33	33	0.47	0.04
อ่างทอง	0.99	0.34	68	68	0.23	0.02
ลพบุรี	0.99	1.27	32	32	0.49	0.04
สิงห์บุรี	0.99	0.37	73	73	0.21	0.02
ชัยนาท	0.97	0.31	64	64	0.24	0.02
สระบุรี	1.00	1.97	42	42	0.37	0.03
ชลบุรี	1.00	2.87	14	14	1.11	0.09
ระยอง	1.00	2.83	44	44	0.35	0.03
จันทบุรี	0.94	0.78	50	50	0.31	0.02
ตราด	0.94	0.29	74	74	0.21	0.02
ฉะเชิงเทรา	1.00	2.19	37	37	0.42	0.03
ปราจีนบุรี	1.00	1.90	59	59	0.26	0.02
นครนายก	0.98	0.13	70	70	0.22	0.02
สระแก้ว	0.97	0.28	46	46	0.34	0.03
นครราชสีมา	0.99	1.97	2	2	7.77	0.62
บุรีรัมย์	0.98	0.96	6	6	2.59	0.21
สุรินทร์	0.98	0.82	10	10	1.55	0.12
ศรีสะเกษ	0.98	0.72	9	9	1.73	0.14
อุบลราชธานี	0.99	1.23	3	3	5.18	0.42
ยโสธร	0.99	0.21	45	45	0.35	0.03
ชัยภูมิ	0.98	0.67	15	15	1.04	0.08
อำนาจเจริญ	0.98	-0.27	63	63	0.25	0.02
หนองบัวลำภู	0.98	0.00	49	49	0.32	0.03
ขอนแก่น	1.00	1.72	4	4	3.89	0.31
อุดรธานี	0.99	1.20	7	7	2.22	0.18
เลย	0.98	0.37	40	40	0.39	0.03
หนองคาย	0.98	0.61	24	24	0.65	0.05
มหาสารคาม	0.98	0.58	23	23	0.68	0.05
ร้อยเอ็ด	0.99	0.86	11	11	1.41	0.11
กาฬสินธุ์	0.98	0.61	20	20	0.78	0.06
สกลนคร	0.97	0.63	16	16	0.97	0.08
นครพนม	0.97	0.22	36	36	0.43	0.03
มุกดาหาร	0.98	-0.06	65	65	0.24	0.02
เชียงใหม่	0.99	1.78	5	5	3.11	0.25

ตาราง B-10 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2547 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
ลำพูน	0.99	1.01	61	61	0.25	0.02
ลำปาง	1.00	1.12	30	30	0.52	0.04
อุดรดิตต์	0.98	0.39	56	56	0.28	0.02
แพร่	0.99	0.38	54	54	0.29	0.02
น่าน	0.98	0.25	53	53	0.29	0.02
พะเยา	0.97	0.26	51	51	0.30	0.02
เชียงใหม่	0.98	0.97	13	13	1.20	0.10
แม่ฮ่องสอน	0.98	-0.44	71	71	0.22	0.02
นครสวรรค์	0.98	1.23	17	17	0.91	0.07
อุทัยธานี	0.96	0.01	66	66	0.24	0.02
กำแพงเพชร	0.99	1.28	34	34	0.46	0.04
ตาก	0.99	0.60	47	47	0.33	0.03
สุโขทัย	0.97	0.42	39	39	0.40	0.03
พิษณุโลก	0.98	0.98	25	25	0.62	0.05
พิจิตร	0.97	0.44	43	43	0.36	0.03
เพชรบูรณ์	0.97	0.72	19	19	0.82	0.07
ราชบุรี	0.99	1.74	27	27	0.58	0.05
กาญจนบุรี	0.99	1.19	28	28	0.56	0.04
สุพรรณบุรี	0.97	0.98	26	26	0.60	0.05
นครปฐม	1.00	2.03	29	29	0.54	0.04
สมุทรสาคร	1.00	2.45	60	60	0.26	0.02
สมุทรสงคราม	0.99	0.21	75	75	0.21	0.02
เพชรบุรี	0.99	1.07	58	58	0.27	0.02
ประจวบคีรีขันธ์	0.99	1.21	52	52	0.30	0.02
นครศรีธรรมราช	0.98	1.67	8	8	1.94	0.16
กระบี่	0.96	0.69	62	62	0.25	0.02
พังงา	0.95	0.30	72	72	0.22	0.02
ภูเก็ต	1.00	1.53	67	67	0.23	0.02
สุราษฎร์ธานี	0.98	1.56	22	22	0.71	0.06
ระนอง	0.93	-0.01	76	76	0.20	0.02
ชุมพร	0.95	0.69	55	55	0.28	0.02
สงขลา	0.98	1.90	12	12	1.30	0.10
สตูล	0.94	0.19	69	69	0.23	0.02
ตรัง	0.96	0.88	41	41	0.38	0.03
พัทลุง	0.97	0.31	48	48	0.32	0.03
ปัตตานี	0.95	0.61	38	38	0.41	0.03
ยะลา	0.97	0.52	57	57	0.27	0.02
นราธิวาส	0.96	0.48	35	35	0.44	0.04

ตาราง B-11 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎี
พื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2548

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
กรุงเทพมหานคร	1.01	4.02	1	1	15.55	1.37
สมุทรปราการ	1.00	2.77	18	18	0.86	0.08
นนทบุรี	1.00	1.92	21	21	0.74	0.07
ปทุมธานี	1.00	2.32	29	29	0.54	0.05
พระนครศรีอยุธยา	1.00	2.35	33	33	0.47	0.04
อ่างทอง	0.99	0.44	68	68	0.23	0.02
ลพบุรี	0.99	1.29	32	32	0.49	0.04
สิงห์บุรี	0.99	0.46	74	74	0.21	0.02
ชัยนาท	0.97	0.41	64	64	0.24	0.02
สระบุรี	1.00	1.93	42	42	0.37	0.03
ชลบุรี	1.00	2.77	14	14	1.11	0.10
ระยอง	1.00	2.70	43	43	0.36	0.03
จันทบุรี	0.95	0.84	49	49	0.32	0.03
ตราด	0.93	0.29	73	73	0.21	0.02
ฉะเชิงเทรา	1.00	2.07	37	37	0.42	0.04
ปราจีนบุรี	1.00	1.90	60	60	0.26	0.02
นครนายก	0.97	0.23	71	71	0.22	0.02
สระแก้ว	0.97	0.42	46	46	0.34	0.03
นครราชสีมา	0.99	1.91	2	2	7.77	0.69
บุรีรัมย์	0.98	0.98	6	6	2.59	0.23
สุรินทร์	0.98	0.86	10	10	1.55	0.14
ศรีสะเกษ	0.98	0.80	9	9	1.73	0.15
อุบลราชธานี	0.99	1.24	3	3	5.18	0.46
ยโสธร	0.99	0.28	45	45	0.35	0.03
ชัยภูมิ	0.98	0.72	15	15	1.04	0.09
อำนาจเจริญ	0.98	-0.06	63	63	0.25	0.02
หนองบัวลำภู	0.98	0.15	50	50	0.31	0.03
ขอนแก่น	1.00	1.65	4	4	3.89	0.34
อุดรธานี	0.99	1.18	7	7	2.22	0.20
เลย	0.98	0.47	39	39	0.40	0.04
หนองคาย	0.98	0.68	24	24	0.65	0.06
มหาสารคาม	0.98	0.67	23	23	0.68	0.06
ร้อยเอ็ด	0.99	0.90	11	11	1.41	0.12
กาฬสินธุ์	0.98	0.65	20	20	0.78	0.07
สกลนคร	0.97	0.72	16	16	0.97	0.09
นครพนม	0.97	0.32	36	36	0.43	0.04
มุกดาหาร	0.98	0.07	65	65	0.24	0.02
เชียงใหม่	0.99	1.75	5	5	3.11	0.27

ตาราง B-11 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2548 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
ลำพูน	0.98	1.05	61	61	0.25	0.02
ลำปาง	1.00	1.14	31	31	0.50	0.04
อุดรดิตต์	0.98	0.49	56	56	0.28	0.02
แพร่	0.99	0.47	55	55	0.28	0.02
น่าน	0.98	0.33	53	53	0.29	0.03
พะเยา	0.97	0.38	51	51	0.30	0.03
เชียงใหม่	0.98	1.02	13	13	1.20	0.11
แม่ฮ่องสอน	0.97	-0.31	70	70	0.22	0.02
นครสวรรค์	0.98	1.25	17	17	0.91	0.08
อุทัยธานี	0.97	0.12	66	66	0.24	0.02
กำแพงเพชร	0.99	1.25	34	34	0.46	0.04
ตาก	0.99	0.69	47	47	0.33	0.03
สุโขทัย	0.98	0.52	40	40	0.39	0.03
พิษณุโลก	0.98	1.03	26	26	0.60	0.05
พิจิตร	0.97	0.55	44	44	0.35	0.03
เพชรบูรณ์	0.97	0.79	19	19	0.82	0.07
ราชบุรี	0.99	1.69	28	28	0.56	0.05
กาญจนบุรี	0.99	1.18	27	27	0.58	0.05
สุพรรณบุรี	0.97	0.99	25	25	0.62	0.05
นครปฐม	1.00	1.97	30	30	0.52	0.05
สมุทรสาคร	1.00	2.31	59	59	0.26	0.02
สมุทรสงคราม	0.99	0.36	75	75	0.21	0.02
เพชรบุรี	0.99	1.09	58	58	0.27	0.02
ประจวบคีรีขันธ์	0.99	1.23	52	52	0.30	0.03
นครศรีธรรมราช	0.98	1.62	8	8	1.94	0.17
กระบี่	0.95	0.62	62	62	0.25	0.02
พังงา	0.95	0.39	72	72	0.22	0.02
ภูเก็ต	1.00	1.36	67	67	0.23	0.02
สุราษฎร์ธานี	0.98	1.55	22	22	0.71	0.06
ระนอง	0.94	0.16	76	76	0.20	0.02
ชุมพร	0.95	0.77	54	54	0.29	0.03
สงขลา	0.98	1.87	12	12	1.30	0.11
สตูล	0.93	0.27	69	69	0.23	0.02
ตรัง	0.96	0.92	41	41	0.38	0.03
พัทลุง	0.97	0.46	48	48	0.32	0.03
ปัตตานี	0.94	0.65	38	38	0.41	0.04
ยะลา	0.97	0.62	57	57	0.27	0.02
นราธิวาส	0.96	0.57	35	35	0.44	0.04

ตาราง B-12 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎี
พื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2549

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
กรุงเทพมหานคร	1.01	3.81	1	1	15.56	1.42
สมุทรปราการ	1.00	2.66	17	17	0.92	0.08
นนทบุรี	1.00	1.88	20	20	0.78	0.07
ปทุมธานี	1.00	2.25	25	25	0.62	0.06
พระนครศรีอยุธยา	1.00	2.27	32	32	0.49	0.04
อ่างทอง	0.99	0.44	68	68	0.23	0.02
ลพบุรี	0.99	1.20	33	33	0.47	0.04
สิงห์บุรี	0.99	0.47	74	74	0.21	0.02
ชัยนาท	0.97	0.35	64	64	0.24	0.02
สระบุรี	1.00	1.85	40	40	0.39	0.04
ชลบุรี	1.00	2.69	14	14	1.11	0.10
ระยอง	1.00	2.59	43	43	0.36	0.03
จันทบุรี	0.95	0.83	49	49	0.32	0.03
ตราด	0.94	0.38	73	73	0.21	0.02
ฉะเชิงเทรา	1.00	2.03	37	37	0.42	0.04
ปราจีนบุรี	1.00	1.87	60	60	0.26	0.02
นครนายก	0.97	0.20	71	71	0.22	0.02
สระแก้ว	0.97	0.46	46	46	0.34	0.03
นครราชสีมา	0.99	1.83	2	2	7.78	0.71
บุรีรัมย์	0.98	0.98	6	6	2.59	0.24
สุรินทร์	0.98	0.87	10	10	1.56	0.14
ศรีสะเกษ	0.98	0.81	9	9	1.73	0.16
อุบลราชธานี	0.99	1.19	3	3	5.19	0.47
ยโสธร	0.99	0.31	45	45	0.35	0.03
ชัยภูมิ	0.98	0.75	15	15	1.04	0.09
อำนาจเจริญ	0.98	0.01	63	63	0.25	0.02
หนองบัวลำภู	0.98	0.23	50	50	0.31	0.03
ขอนแก่น	1.00	1.66	4	4	3.89	0.35
อุดรธานี	0.99	1.16	7	7	2.22	0.20
เลย	0.98	0.48	39	39	0.40	0.04
หนองคาย	0.98	0.70	24	24	0.65	0.06
มหาสารคาม	0.98	0.67	23	23	0.68	0.06
ร้อยเอ็ด	0.99	0.90	12	12	1.30	0.12
กาฬสินธุ์	0.98	0.67	21	21	0.74	0.07
สกลนคร	0.98	0.70	16	16	0.97	0.09
นครพนม	0.97	0.34	36	36	0.43	0.04
มุกดาหาร	0.98	0.10	65	65	0.24	0.02
เชียงใหม่	0.99	1.66	5	5	3.11	0.28

ตาราง B-12 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2549 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
ลำพูน	0.99	1.04	61	61	0.26	0.02
ลำปาง	1.00	1.07	31	31	0.50	0.05
อุดรดิตต์	0.98	0.49	57	57	0.27	0.02
แพร่	0.99	0.44	55	55	0.28	0.03
น่าน	0.98	0.34	54	54	0.29	0.03
พะเยา	0.97	0.39	52	52	0.30	0.03
เชียงใหม่	0.98	0.98	13	13	1.20	0.11
แม่ฮ่องสอน	0.97	-0.25	70	70	0.22	0.02
นครสวรรค์	0.98	1.19	18	18	0.86	0.08
อุทัยธานี	0.96	0.14	66	66	0.24	0.02
กำแพงเพชร	0.99	1.23	34	34	0.46	0.04
ตาก	0.98	0.66	47	47	0.33	0.03
สุโขทัย	0.98	0.50	41	41	0.38	0.03
พิษณุโลก	0.98	0.99	26	26	0.60	0.05
พิจิตร	0.97	0.54	44	44	0.35	0.03
เพชรบูรณ์	0.97	0.79	19	19	0.82	0.07
ราชบุรี	0.99	1.60	29	29	0.54	0.05
กาญจนบุรี	0.99	1.14	28	28	0.56	0.05
สุพรรณบุรี	0.97	0.97	27	27	0.58	0.05
นครปฐม	1.00	1.91	30	30	0.52	0.05
สมุทรสาคร	1.00	2.22	58	58	0.27	0.02
สมุทรสงคราม	0.99	0.39	75	75	0.21	0.02
เพชรบุรี	0.99	1.04	59	59	0.26	0.02
ประจวบคีรีขันธ์	0.98	1.19	51	51	0.31	0.03
นครศรีธรรมราช	0.98	1.49	8	8	1.94	0.18
กระบี่	0.96	0.77	62	62	0.25	0.02
พังงา	0.96	0.43	72	72	0.22	0.02
ภูเก็ต	1.00	1.47	67	67	0.23	0.02
สุราษฎร์ธานี	0.98	1.54	22	22	0.71	0.06
ระนอง	0.94	0.18	76	76	0.20	0.02
ชุมพร	0.96	0.77	53	53	0.29	0.03
สงขลา	0.98	1.79	11	11	1.41	0.13
สตูล	0.93	0.29	69	69	0.23	0.02
ตรัง	0.96	0.91	42	42	0.37	0.03
พัทลุง	0.97	0.45	48	48	0.32	0.03
ปัตตานี	0.94	0.62	38	38	0.41	0.04
ยะลา	0.97	0.60	56	56	0.28	0.03
นราธิวาส	0.96	0.59	35	35	0.44	0.04

ตาราง B-13 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎี
พื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2550

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
กรุงเทพมหานคร	1.00	3.20	1	1	15.56	1.72
สมุทรปราการ	1.00	2.41	15	15	1.04	0.11
นนทบุรี	1.00	1.71	19	19	0.82	0.09
ปทุมธานี	1.00	1.98	25	25	0.62	0.07
พระนครศรีอยุธยา	1.00	2.06	32	32	0.49	0.05
อ่างทอง	0.99	0.58	69	69	0.23	0.02
ลพบุรี	0.99	1.13	33	33	0.47	0.05
สิงห์บุรี	0.99	0.62	74	74	0.21	0.02
ชัยนาท	0.97	0.51	64	64	0.24	0.03
สระบุรี	1.00	1.67	39	39	0.40	0.04
ชลบุรี	1.00	2.36	13	13	1.20	0.13
ระยอง	1.00	2.27	43	43	0.36	0.04
จันทบุรี	0.95	0.91	48	48	0.32	0.04
ตราด	0.93	0.52	73	73	0.21	0.02
ฉะเชิงเทรา	1.00	1.87	37	37	0.42	0.05
ปราจีนบุรี	1.00	1.79	60	60	0.26	0.03
นครนายก	0.97	0.41	71	71	0.22	0.02
สระแก้ว	0.98	0.65	46	46	0.34	0.04
นครราชสีมา	0.99	1.66	2	2	7.78	0.86
บุรีรัมย์	0.98	0.99	6	6	2.59	0.29
สุรินทร์	0.98	0.93	10	10	1.56	0.17
ศรีสะเกษ	0.98	0.87	9	9	1.73	0.19
อุบลราชธานี	0.99	1.15	3	3	5.19	0.57
ยโสธร	0.99	0.46	45	45	0.35	0.04
ชัยภูมิ	0.98	0.83	16	16	0.97	0.11
อำนาจเจริญ	0.98	0.26	63	63	0.25	0.03
หนองบัวลำภู	0.98	0.41	50	50	0.31	0.03
ขอนแก่น	1.00	1.54	4	4	3.89	0.43
อุดรธานี	0.99	1.19	7	7	2.22	0.25
เลย	0.98	0.64	40	40	0.39	0.04
หนองคาย	0.98	0.76	24	24	0.65	0.07
มหาสารคาม	0.98	0.75	23	23	0.68	0.07
ร้อยเอ็ด	0.99	0.96	12	12	1.30	0.14
กาฬสินธุ์	0.98	0.77	21	21	0.74	0.08
สกลนคร	0.98	0.78	17	17	0.92	0.10
นครพนม	0.97	0.50	36	36	0.43	0.05
มุกดาหาร	0.98	0.32	65	65	0.24	0.03
เชียงใหม่	0.99	1.51	5	5	3.11	0.34

ตาราง B-13 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับคักย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2550 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
ลำพูน	0.99	1.06	62	62	0.25	0.03
ลำปาง	1.00	1.06	31	31	0.50	0.06
อุดรดิตต์	0.98	0.62	58	58	0.27	0.03
แพร่	0.99	0.58	57	57	0.27	0.03
น่าน	0.98	0.51	54	54	0.29	0.03
พะเยา	0.97	0.55	52	52	0.30	0.03
เชียงใหม่	0.98	1.01	14	14	1.11	0.12
แม่ฮ่องสอน	0.97	0.04	70	70	0.22	0.02
นครสวรรค์	0.98	1.16	18	18	0.86	0.10
อุทัยธานี	0.97	0.43	66	66	0.24	0.03
กำแพงเพชร	0.99	1.21	34	34	0.46	0.05
ตาก	0.98	0.74	47	47	0.33	0.04
สุโขทัย	0.98	0.63	42	42	0.37	0.04
พิษณุโลก	0.98	1.01	27	27	0.58	0.06
พิจิตร	0.97	0.62	44	44	0.35	0.04
เพชรบูรณ์	0.97	0.87	20	20	0.78	0.09
ราชบุรี	0.99	1.47	29	29	0.54	0.06
กาญจนบุรี	0.99	1.16	28	28	0.56	0.06
สุพรรณบุรี	0.97	0.99	26	26	0.60	0.07
นครปฐม	1.00	1.68	30	30	0.52	0.06
สมุทรสาคร	1.00	1.97	56	56	0.28	0.03
สมุทรสงคราม	0.99	0.50	75	75	0.21	0.02
เพชรบุรี	0.99	1.05	59	59	0.26	0.03
ประจวบคีรีขันธ์	0.98	1.13	51	51	0.31	0.03
นครศรีธรรมราช	0.98	1.40	8	8	1.94	0.22
กระบี่	0.97	0.88	61	61	0.26	0.03
พังงา	0.96	0.57	72	72	0.22	0.02
ภูเก็ต	1.00	1.43	67	67	0.23	0.03
สุราษฎร์ธานี	0.99	1.40	22	22	0.71	0.08
ระนอง	0.94	0.39	76	76	0.20	0.02
ชุมพร	0.96	0.84	53	53	0.29	0.03
สงขลา	0.98	1.62	11	11	1.41	0.16
สตูล	0.94	0.49	68	68	0.23	0.03
ตรัง	0.96	0.94	41	41	0.38	0.04
พัทลุง	0.97	0.58	49	49	0.32	0.04
ปัตตานี	0.94	0.69	38	38	0.41	0.05
ยะลา	0.97	0.70	55	55	0.28	0.03
นราธิวาส	0.95	0.67	35	35	0.44	0.05

ตาราง B-14 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎี
พื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2551

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
กรุงเทพมหานคร	1.01	3.25	1	1	15.56	1.66
สมุทรปราการ	1.00	2.42	15	15	1.04	0.11
นนทบุรี	1.00	1.73	19	19	0.82	0.09
ปทุมธานี	1.00	2.04	24	24	0.65	0.07
พระนครศรีอยุธยา	1.00	2.19	31	31	0.50	0.05
อ่างทอง	0.98	0.52	69	69	0.23	0.02
ลพบุรี	0.99	1.10	33	33	0.47	0.05
สิงห์บุรี	0.99	0.59	74	74	0.21	0.02
ชัยนาท	0.97	0.50	65	65	0.24	0.03
สระบุรี	1.00	1.68	39	39	0.40	0.04
ชลบุรี	1.00	2.40	13	13	1.20	0.13
ระยอง	1.00	2.27	43	43	0.36	0.04
จันทบุรี	0.94	0.86	48	48	0.32	0.03
ตราด	0.93	0.48	73	73	0.21	0.02
ฉะเชิงเทรา	1.00	1.90	37	37	0.42	0.04
ปราจีนบุรี	1.00	1.85	59	59	0.26	0.03
นครนายก	0.97	0.37	71	71	0.22	0.02
สระแก้ว	0.98	0.60	45	45	0.35	0.04
นครราชสีมา	0.99	1.62	2	2	7.78	0.83
บุรีรัมย์	0.98	0.97	6	6	2.59	0.28
สุรินทร์	0.98	0.88	10	10	1.56	0.17
ศรีสะเกษ	0.98	0.83	9	9	1.73	0.18
อุบลราชธานี	0.99	1.13	3	3	5.19	0.55
ยโสธร	0.98	0.42	46	46	0.34	0.04
ชัยภูมิ	0.98	0.81	16	16	0.97	0.10
อำนาจเจริญ	0.98	0.14	63	63	0.25	0.03
หนองบัวลำภู	0.98	0.33	51	51	0.31	0.03
ขอนแก่น	1.00	1.58	4	4	3.89	0.42
อุดรธานี	0.99	1.15	7	7	2.22	0.24
เลย	0.98	0.59	40	40	0.39	0.04
หนองคาย	0.98	0.75	25	25	0.62	0.07
มหาสารคาม	0.98	0.73	23	23	0.68	0.07
ร้อยเอ็ด	0.99	0.92	12	12	1.30	0.14
กาฬสินธุ์	0.98	0.72	22	22	0.71	0.08
สกลนคร	0.98	0.74	17	17	0.92	0.10
นครพนม	0.97	0.48	36	36	0.43	0.05
มุกดาหาร	0.98	0.28	64	64	0.24	0.03
เชียงใหม่	0.99	1.52	5	5	3.11	0.33

ตาราง B-14 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับคักย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2551 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
ลำพูน	0.99	1.07	62	62	0.25	0.03
ลำปาง	1.00	1.03	32	32	0.49	0.05
อุดรดิตต์	0.98	0.59	57	57	0.27	0.03
แพร่	0.99	0.53	58	58	0.27	0.03
น่าน	0.98	0.46	55	55	0.28	0.03
พะเยา	0.97	0.50	52	52	0.30	0.03
เชียงใหม่	0.98	1.00	14	14	1.11	0.12
แม่ฮ่องสอน	0.97	-0.02	70	70	0.22	0.02
นครสวรรค์	0.98	1.15	18	18	0.86	0.09
อุทัยธานี	0.97	0.38	66	66	0.24	0.03
กำแพงเพชร	0.99	1.18	34	34	0.46	0.05
ตาก	0.98	0.69	47	47	0.33	0.04
สุโขทัย	0.97	0.60	42	42	0.37	0.04
พิษณุโลก	0.98	1.00	27	27	0.58	0.06
พิจิตร	0.97	0.60	44	44	0.35	0.04
เพชรบูรณ์	0.97	0.92	20	20	0.78	0.08
ราชบุรี	0.99	1.45	30	30	0.52	0.06
กาญจนบุรี	0.98	1.13	29	29	0.54	0.06
สุพรรณบุรี	0.97	0.98	26	26	0.60	0.06
นครปฐม	1.00	1.67	28	28	0.56	0.06
สมุทรสาคร	1.00	1.99	54	54	0.29	0.03
สมุทรสงคราม	0.99	0.48	75	75	0.21	0.02
เพชรบุรี	0.99	1.02	60	60	0.26	0.03
ประจวบคีรีขันธ์	0.98	1.13	50	50	0.31	0.03
นครศรีธรรมราช	0.98	1.33	8	8	1.94	0.21
กระบี่	0.96	0.88	61	61	0.26	0.03
พังงา	0.96	0.62	72	72	0.22	0.02
ภูเก็ต	1.00	1.44	67	67	0.23	0.02
สุราษฎร์ธานี	0.98	1.40	21	21	0.74	0.08
ระนอง	0.94	0.36	76	76	0.20	0.02
ชุมพร	0.96	0.84	53	53	0.29	0.03
สงขลา	0.99	1.62	11	11	1.41	0.15
สตูล	0.93	0.40	68	68	0.23	0.02
ตรัง	0.96	0.91	41	41	0.38	0.04
พัทลุง	0.97	0.55	49	49	0.32	0.03
ปัตตานี	0.94	0.65	38	38	0.41	0.04
ยะลา	0.97	0.64	56	56	0.28	0.03
นราธิวาส	0.96	0.63	35	35	0.44	0.05

ตาราง B-15 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎี
พื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2552

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
กรุงเทพมหานคร	1.01	2.98	1	1	15.56	1.82
สมุทรปราการ	1.00	2.20	15	15	1.04	0.12
นนทบุรี	1.00	1.63	18	18	0.86	0.10
ปทุมธานี	1.00	1.95	23	23	0.68	0.08
พระนครศรีอยุธยา	1.00	1.98	31	31	0.50	0.06
อ่างทอง	0.99	0.55	69	69	0.23	0.03
ลพบุรี	0.99	1.11	33	33	0.47	0.06
สิงห์บุรี	0.99	0.65	74	74	0.21	0.02
ชัยนาท	0.97	0.55	66	66	0.24	0.03
สระบุรี	1.00	1.63	41	41	0.38	0.04
ชลบุรี	1.00	2.20	13	13	1.20	0.14
ระยอง	1.00	2.14	42	42	0.37	0.04
จันทบุรี	0.95	0.89	48	48	0.32	0.04
ตราด	0.93	0.50	73	73	0.21	0.02
ฉะเชิงเทรา	1.00	1.73	37	37	0.42	0.05
ปราจีนบุรี	1.00	1.74	59	59	0.26	0.03
นครนายก	0.97	0.45	70	70	0.22	0.03
สระแก้ว	0.98	0.64	45	45	0.35	0.04
นครราชสีมา	0.99	1.56	2	2	7.78	0.91
บุรีรัมย์	0.98	1.00	6	6	2.59	0.30
สุรินทร์	0.98	0.92	10	10	1.56	0.18
ศรีสะเกษ	0.98	0.87	9	9	1.73	0.20
อุบลราชธานี	0.99	1.14	3	3	5.19	0.61
ยโสธร	0.99	0.50	46	46	0.34	0.04
ชัยภูมิ	0.98	0.87	16	16	0.97	0.11
อำนาจเจริญ	0.98	0.26	63	63	0.25	0.03
หนองบัวลำภู	0.98	0.40	51	51	0.31	0.04
ขอนแก่น	1.00	1.53	4	4	3.89	0.45
อุดรธานี	0.99	1.17	7	7	2.22	0.26
เลย	0.98	0.61	39	39	0.40	0.05
หนองคาย	0.98	0.81	25	25	0.62	0.07
มหาสารคาม	0.98	0.79	24	24	0.65	0.08
ร้อยเอ็ด	0.99	0.95	12	12	1.30	0.15
กาฬสินธุ์	0.98	0.79	22	22	0.71	0.08
สกลนคร	0.98	0.80	17	17	0.92	0.11
นครพนม	0.97	0.59	36	36	0.43	0.05
มุกดาหาร	0.98	0.38	64	64	0.24	0.03
เชียงใหม่	0.99	1.44	5	5	3.11	0.36

ตาราง B-15 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับคักย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2552 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
ลำพูน	0.99	1.04	62	62	0.25	0.03
ลำปาง	1.00	1.05	32	32	0.49	0.06
อุดรดิตต์	0.98	0.63	57	57	0.27	0.03
แพร่	0.99	0.58	58	58	0.27	0.03
น่าน	0.98	0.51	56	56	0.28	0.03
พะเยา	0.97	0.56	53	53	0.29	0.03
เชียงใหม่	0.98	1.00	14	14	1.11	0.13
แม่ฮ่องสอน	0.98	0.11	72	72	0.22	0.03
นครสวรรค์	0.98	1.14	19	19	0.82	0.10
อุทัยธานี	0.97	0.47	67	67	0.23	0.03
กำแพงเพชร	0.99	1.12	35	35	0.44	0.05
ตาก	0.98	0.76	47	47	0.33	0.04
สุโขทัย	0.98	0.65	43	43	0.36	0.04
พิษณุโลก	0.98	1.00	27	27	0.58	0.07
พิจิตร	0.97	0.68	44	44	0.35	0.04
เพชรบูรณ์	0.98	0.94	20	20	0.78	0.09
ราชบุรี	0.99	1.41	29	29	0.54	0.06
กาญจนบุรี	0.99	1.12	30	30	0.52	0.06
สุพรรณบุรี	0.97	0.99	28	28	0.56	0.06
นครปฐม	1.00	1.57	26	26	0.60	0.07
สมุทรสาคร	1.00	1.88	54	54	0.29	0.03
สมุทรสงคราม	0.99	0.52	75	75	0.21	0.02
เพชรบุรี	0.99	1.00	60	60	0.26	0.03
ประจวบคีรีขันธ์	0.98	1.09	50	50	0.31	0.04
นครศรีธรรมราช	0.98	1.33	8	8	1.94	0.23
กระบี่	0.96	0.88	61	61	0.26	0.03
พังงา	0.96	0.67	71	71	0.22	0.03
ภูเก็ต	1.00	1.36	65	65	0.24	0.03
สุราษฎร์ธานี	0.98	1.34	21	21	0.74	0.09
ระนอง	0.94	0.43	76	76	0.20	0.02
ชุมพร	0.95	0.85	52	52	0.30	0.03
สงขลา	0.99	1.56	11	11	1.41	0.17
สตูล	0.93	0.49	68	68	0.23	0.03
ตรัง	0.96	0.91	40	40	0.39	0.05
พัทลุง	0.98	0.60	49	49	0.32	0.04
ปัตตานี	0.94	0.71	38	38	0.41	0.05
ยะลา	0.97	0.68	55	55	0.28	0.03
นราธิวาส	0.96	0.67	34	34	0.46	0.05

ตาราง B-16 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตามทฤษฎี
พื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับศัภย์ของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2553

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
กรุงเทพมหานคร	1.00	2.68	1	1	15.56	2.16
สมุทรปราการ	1.00	2.10	15	15	1.04	0.14
นนทบุรี	1.00	1.57	18	18	0.86	0.12
ปทุมธานี	1.00	1.85	22	22	0.71	0.10
พระนครศรีอยุธยา	1.00	1.88	31	31	0.50	0.07
อ่างทอง	0.99	0.62	69	69	0.23	0.03
ลพบุรี	0.99	1.11	33	33	0.47	0.07
สิงห์บุรี	1.00	0.74	74	74	0.21	0.03
ชัยนาท	0.98	0.65	66	66	0.24	0.03
สระบุรี	1.00	1.56	42	42	0.37	0.05
ชลบุรี	1.00	2.03	12	12	1.30	0.18
ระยอง	1.00	2.01	39	39	0.40	0.06
จันทบุรี	0.94	0.94	48	48	0.32	0.05
ตราด	0.93	0.64	73	73	0.21	0.03
ฉะเชิงเทรา	1.00	1.70	37	37	0.42	0.06
ปราจีนบุรี	1.00	1.67	57	57	0.27	0.04
นครนายก	0.97	0.59	71	71	0.22	0.03
สระแก้ว	0.98	0.72	45	45	0.35	0.05
นครราชสีมา	0.99	1.51	2	2	7.78	1.08
บุรีรัมย์	0.98	1.04	6	6	2.59	0.36
สุรินทร์	0.98	0.98	10	10	1.56	0.22
ศรีสะเกษ	0.98	0.94	9	9	1.73	0.24
อุบลราชธานี	0.99	1.17	3	3	5.19	0.72
ยโสธร	0.98	0.63	46	46	0.34	0.05
ชัยภูมิ	0.98	0.91	16	16	0.97	0.14
อำนาจเจริญ	0.98	0.42	63	63	0.25	0.03
หนองบัวลำภู	0.98	0.54	51	51	0.31	0.04
ขอนแก่น	1.00	1.46	4	4	3.89	0.54
อุดรธานี	0.99	1.17	7	7	2.22	0.31
เลย	0.98	0.72	40	40	0.39	0.05
หนองคาย	0.98	0.87	25	25	0.62	0.09
มหาสารคาม	0.98	0.87	24	24	0.65	0.09
ร้อยเอ็ด	0.99	1.00	13	13	1.20	0.17
กาฬสินธุ์	0.98	0.85	23	23	0.68	0.09
สกลนคร	0.98	0.86	17	17	0.92	0.13
นครพนม	0.97	0.70	36	36	0.43	0.06
มุกดาหาร	0.98	0.52	65	65	0.24	0.03
เชียงใหม่	0.99	1.41	5	5	3.11	0.43

ตาราง B-16 ผลการประยุกต์ใช้แสงสว่างแบบ Intensity of light วิเคราะห์ความเจริญเติบโตของเมืองตาม
ทฤษฎีพื้นฐานเศรษฐกิจและลำดับค้ำยกของเมืองเปรียบเทียบกับวิธีการปกติ ปี 2553 (ต่อ)

จังหวัด	Economic Base		Urban Hierarchy		The Rank Size Rule (Zipf's law)	
	LQ ln GPP non-agriculture	LQ Smoothed NTL	ln Population Rankings	Smoothed NTL Rankings	ln Population	Smoothed NTL
ลำพูน	0.99	1.13	62	62	0.25	0.03
ลำปาง	1.00	1.08	32	32	0.49	0.07
อุดรดิตถ์	0.98	0.71	59	59	0.26	0.04
แพร่	0.99	0.68	60	60	0.26	0.04
น่าน	0.98	0.63	56	56	0.28	0.04
พะเยา	0.98	0.67	55	55	0.28	0.04
เชียงราย	0.98	1.03	14	14	1.11	0.15
แม่ฮ่องสอน	0.98	0.28	72	72	0.22	0.03
นครสวรรค์	0.98	1.13	19	19	0.82	0.11
อุทัยธานี	0.97	0.56	67	67	0.23	0.03
กำแพงเพชร	0.99	1.12	35	35	0.44	0.06
ตาก	0.99	0.83	47	47	0.33	0.05
สุโขทัย	0.97	0.74	43	43	0.36	0.05
พิษณุโลก	0.98	1.03	27	27	0.58	0.08
พิจิตร	0.97	0.76	44	44	0.35	0.05
เพชรบูรณ์	0.98	0.96	21	21	0.74	0.10
ราชบุรี	0.99	1.39	30	30	0.52	0.07
กาญจนบุรี	0.99	1.10	29	29	0.54	0.07
สุพรรณบุรี	0.98	1.00	28	28	0.56	0.08
นครปฐม	1.00	1.53	26	26	0.60	0.08
สมุทรสาคร	1.00	1.79	52	52	0.30	0.04
สมุทรสงคราม	0.99	0.61	75	75	0.21	0.03
เพชรบุรี	0.99	1.04	58	58	0.27	0.04
ประจวบคีรีขันธ์	0.98	1.11	50	50	0.31	0.04
นครศรีธรรมราช	0.98	1.34	8	8	1.94	0.27
กระบี่	0.97	0.91	61	61	0.26	0.04
พังงา	0.97	0.75	70	70	0.22	0.03
ภูเก็ต	1.00	1.36	64	64	0.24	0.03
สุราษฎร์ธานี	0.99	1.34	20	20	0.78	0.11
ระนอง	0.94	0.55	76	76	0.20	0.03
ชุมพร	0.96	0.91	53	53	0.29	0.04
สงขลา	0.99	1.52	11	11	1.41	0.20
สตูล	0.93	0.60	68	68	0.23	0.03
ตรัง	0.97	0.96	41	41	0.38	0.05
พัทลุง	0.98	0.69	49	49	0.32	0.04
ปัตตานี	0.94	0.81	38	38	0.41	0.06
ยะลา	0.97	0.79	54	54	0.29	0.04
นราธิวาส	0.96	0.79	34	34	0.46	0.06

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ : เยาวรัตน์ เกกนิชะ

E-mail : fern-yaowarat@hotmail.com

การศึกษา :

การวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2559)

การผังเมืองบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (2558)

The scholarship program, supported by JASSO for short term staying at

The Faculty of Engineering, The University of Kitakyushu, Japan (2555)

มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนกาญจนาภิเษวิทยาลัย กระบี่ จังหวัดกระบี่ (2552)