

การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อโรคไข้หวัดใหญ่ในกรุงเทพมหานคร

นางสาววลัญชอร เอื้อรัตนวงศ์

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.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอักษรศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ ภาควิชาภูมิศาสตร์  
คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2558  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GIS APPLICATION FOR DETERMINING AREAS VULNERABLE TO INFLUENZA IN BANGKOK

Miss Valanon Uaratanawong



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Arts Program in Geography and Geoinformatics

Department of Geography

Faculty of Arts

Chulalongkorn University

Academic Year 2015

Copyright of Chulalongkorn University

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์               | การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อโรคไข้หวัดใหญ่ในกรุงเทพมหานคร |
| โดย                             | นางสาววลัญช์ อีร์ตวงค์   |
| สาขาวิชา                        | ภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ  |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ชีวินศิริวัฒน์   |

---

คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

.....คณบดีคณะอักษรศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.กิงกาญจน์ เทพกาญจนา)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ  
(อาจารย์ ดร.เอกกมล วรรณเมธี)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ชีวินศิริวัฒน์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(อาจารย์ ดร.สุรชาติ ฆวนะเวสสกุล)



# # 5780171822 : MAJOR GEOGRAPHY AND GEOINFORMATICS

KEYWORDS: INFLUENZA / GIS / BANGKOK / VULNERABLE AREAS / SPATIAL STATISTICS / GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION (GWR)

VALANON UARATANAWONG: GIS APPLICATION FOR DETERMINING AREAS VULNERABLE TO INFLUENZA IN BANGKOK. ADVISOR: ASST. PROF. PANNEE CHEEWINSIRIWAT, Ph.D., 103 pp.

This research aims to apply Geography Information System (GIS) to analyze spatial distribution of influenza incidence from 2010 to 2013 and identify factors that associated with influenza's morbidity rates in order for predicting and determining vulnerable areas in 2014. The results showed that influenza's distribution patterns were characterized as spatial clustering and horizontal moving. Influenza's hotspots were located on the east side of the Chao Phraya, River. Conversely, coldspot areas were on the west. Relationships between the dependence factors; influenza morbidity's rate, and the independence factors; climate factors, socio-economics factor and air pollution factors, were analyzed using Pearson correlation. The results indicated low levels of relationships between, the factors of population density, numbers of hospital, temperature, relative humidity and the influenza morbidity's rates. A local spatial statistics, geographically weighted regression (GWR), was then applied, and the results showed that population density and, numbers of hospitals were the best factors to explain the variation of influenza morbidity's rates with the local  $R^2$  value between 0.4 to 77 percent as same as population density, numbers of hospitals and, average rainfall which have the local  $R^2$  value between 0.5 to 75

Department: Geography

Student's Signature .....

Field of Study: Geography and  
Geoinformatics

Advisor's Signature .....

Academic Year: 2015

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรรณี ชีวินศิริวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำปรึกษาตลอดจนช่วยตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆในการดำเนินงานวิจัยนี้ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งและกราบขอบพระคุณท่านประธานและคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ประกอบด้วย อาจารย์ ดร.เอกกมล วรรณเมธี และอาจารย์ ดร.สุธาทิพย์ ชวนะเวสสกุล ที่ช่วยให้ข้อเสนอแนะและตอบข้อซักถามในการจัดทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ความรู้และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ตลอดหลักสูตรการศึกษานี้

ขอขอบพระคุณหน่วยงานต่างๆที่ให้การอนุเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยประกอบด้วยกลุ่มงานระบาดวิทยา กองควบคุมโรคติดต่อ สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร กองสารสนเทศระบายน้ำ สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และกรมอุตุฯนิยมิวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติพี่น้องและเพื่อนๆที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจเสมอมา ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโทสาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศที่ให้ความช่วยเหลือและแนะนำความรู้ในการทำวิทยานิพนธ์นี้

วลัญช์ อีร์ตนวนศ์

31 พฤษภาคม 2559

## สารบัญ

|   | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....                                  | ง    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....                              | จ    |
| กิตติกรรมประกาศ .....                                 | ฉ    |
| สารบัญ.....   | ช    |
| สารบัญตาราง.....                                      | ญ    |
| สารบัญภาพ.....  | ฎ    |
| บทที่ 1 บทนำ .....                                    | 1    |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....              | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....                      | 2    |
| 1.3 สมมติฐานงานวิจัย .....                            | 2    |
| 1.4 ขอบเขตงานวิจัย .....                              | 3    |
| 1.5 วิธีดำเนินการวิจัย.....                           | 3    |
| 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....                    | 5    |
| 1.7 นิยามคำศัพท์.....                                 | 6    |
| บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม .....                           | 8    |
| 2.1 โรคไข้หวัดใหญ่ .....                              | 8    |
| 2.2 การระบาดและกระจายของโรคทางพื้นที่ .....           | 10   |
| 2.3 สถานการณ์ของโรคไข้หวัดใหญ่ในประเทศไทย .....       | 12   |
| 2.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดและกระจายของโรค ..... | 14   |
| 2.4.1 ปัจจัยทางกายภาพและภูมิอากาศ.....                | 15   |
| 2.4.2 ปัจจัยทางสังคม .....                            | 16   |
| 2.4.3 ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม.....                       | 18   |

|   |    |
|---|----|
| 2.5 การศึกษาการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่.....  | 18 |
| 2.5.1 การใช้สถิติทางคณิตศาสตร์.....   | 19 |
| 2.5.2 การใช้สถิติเชิงพื้นที่ร่วมกับเทคโนโลยีภูมิศาสตร์สารสนเทศ.....                 | 20 |
| 2.5.3 การพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคจากปัจจัยที่เกี่ยวข้อง .....              | 22 |
| 2.6 สรุปท้ายบท .....  | 25 |
| บทที่ 3 พื้นที่ศึกษา.....   | 27 |
| 3.1 ลักษณะทางกายภาพ .....   | 27 |
| 3.1.1 ลักษณะภูมิประเทศ .....  | 27 |
| 3.1.2 ลักษณะภูมิอากาศ.....  | 28 |
| 3.2 ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม .....   | 31 |
| 3.2.1 ขอบเขตการปกครอง.....  | 31 |
| 3.2.2 ประชากร .....   | 35 |
| 3.2.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน.....   | 37 |
| 3.2.4 การคมนาคมขนส่ง .....  | 39 |
| 3.2.5 การสาธารณสุข.....   | 40 |
| 3.3 คุณภาพอากาศ .....   | 42 |
| บทที่ 4 วิธีดำเนินการวิจัย .....  | 45 |
| 4.1 ประชากรที่ศึกษา .....   | 46 |
| 4.2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา.....   | 46 |
| 4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล .....   | 47 |
| 4.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....  | 47 |
| 4.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล .....  | 48 |
| 4.5.1 วิเคราะห์การกระจายของผู้ป่วยด้วยสถิติเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์..... | 48 |



|  |    |
|--|----|
| 4.5.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างโรคไข้หวัดใหญ่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้วยวิธีทางสถิติ..... | 49 |
| 4.5.2.1 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ .....   | 50 |
| 4.5.2.2 การวิเคราะห์ถดถอยถ่วงน้ำหนักเชิงพื้นที่ ( geographically weighted regression หรือ GWR) .....   | 51 |
| 4.5.3. จัดทำแผนที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่.....  | 52 |
| บทที่ 5 ผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา.....  | 53 |
| 5.1 ผลการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายทางพื้นที่ของโรคด้วยวิธี hotspot analysis .....                       | 53 |
| 5.1.1 ผลการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายทางพื้นที่ของอัตราป่วยต่อแสนประชากร.....                            | 53 |
| 5.1.2 ผลการวิเคราะห์อัตราการเปลี่ยนแปลงของอัตราป่วยต่อแสนประชากร.....                                  | 56 |
| 5.1.3 ผลการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายทางพื้นที่ของอัตราป่วยต่อพื้นที่.....                               | 57 |
| 5.1.4 ผลการวิเคราะห์อัตราการเปลี่ยนแปลงของอัตราป่วยต่อพื้นที่.....                                     | 58 |
| 5.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราป่วยโรคไข้หวัดใหญ่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง.....                | 59 |
| 5.2.1 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ .....   | 60 |
| 5.2.2 ผลการวิเคราะห์การถดถอยถ่วงน้ำหนักเชิงพื้นที่.....  | 61 |
| 5.3 แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่.....   | 67 |
| 5.4 อภิปรายผลการศึกษา .....  | 71 |
| 5.4.1 รูปแบบการกระจายทางพื้นที่ของอุบัติการณ์โรคไข้หวัดใหญ่ .....                                      | 71 |
| 5.4.1.1 วิเคราะห์จากค่าอัตราป่วยต่อแสนประชากร.....   | 71 |
| 5.4.1.2 วิเคราะห์จากค่าอัตราป่วยต่อแสนประชากรต่อพื้นที่.....   | 72 |
| 5.4.2 การวิเคราะห์ปัจจัยที่สัมพันธ์ต่อการเกิดโรค.....  | 73 |
| 5.4.3 แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยง .....  | 75 |
| บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ .....  | 79 |
| 6.1 สรุปผลการวิจัย.....  | 79 |

|  |     |
|--|-----|
| 6.2 ข้อเสนอแนะ .....   | 80  |
| รายการอ้างอิง .....  | 82  |
| ภาคผนวก.....   | 86  |
| ภาคผนวก ก    การกระจายทางพื้นที่ของโรคในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2553 - 2556 ..... | 87  |
| ภาคผนวก ข    รายชื่อพื้นที่เสี่ยงต่อโรคไข้หวัดใหญ่ในกรุงเทพมหานคร.....       | 93  |
| ภาคผนวก ค    ข้อมูลปัจจัยด้านประชากรและจำนวนโรงพยาบาล พ.ศ. 2553 - 2556 ..... | 96  |
| ภาคผนวก ง    การประมาณค่าในช่วงข้อมูลปัจจัยภูมิอากาศและมลพิษทางอากาศ.....    | 99  |
| ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....  | 103 |



## สารบัญตาราง

|   | หน้า |
|---|------|
| ตารางที่ 3-1 อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือน พ.ศ. 2553- 2556 .....                                      | 29   |
| ตารางที่ 3-2 ปริมาณน้ำฝนของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2553-2556.....  | 30   |
| ตารางที่ 3-3 รายชื่อเขต พื้นที่และจำนวนแขวงจังหวัดกรุงเทพมหานคร.....  | 34   |
| ตารางที่ 3-4 แสดงจำนวนประชากร ความหนาแน่นประชากร จำนวนบ้าน และ จำนวน<br>ประชากรต่อบ้าน พ.ศ. 2553 – 2557 ..... | 35   |
| ตารางที่ 3-5 แสดงจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ในกรุงเทพมหานครจำแนกรายปีและเดือน<br>พ.ศ. 2553-2557 .....          | 37   |
| ตารางที่ 3-6 แสดงจำนวนและประเภทสถานพยาบาลในกรุงเทพมหานคร .....  | 41   |
| ตารางที่ 3-7 แสดงค่าสูงสุดของสารพิษทางอากาศรายสถานี พ.ศ.2557 .....  | 44   |
| ตารางที่ 4-1 แสดงชนิดของปัจจัยตัวแปรและรายละเอียดของข้อมูล .....  | 46   |
| ตารางที่ 5-1 ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระและอัตราป่วยไข้หวัดใหญ่.....  | 60   |
| ตารางที่ 5-2 รูปแบบการวิเคราะห์ exploratory regression.....   | 63   |

## สารบัญภาพ

|  | หน้า |
|--|------|
| รูปที่ 1-1 วิธีดำเนินงานวิจัย .....  | 5    |
| รูปที่ 2-1 ลักษณะการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ .....   | 10   |
| รูปที่ 2-2 ระดับการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ .....  | 11   |
| รูปที่ 2-3 กราฟแสดงอัตราป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ใน พ.ศ. 2553 - 2558 ของ 5 จังหวัดสูงสุด .....                | 14   |
| รูปที่ 3-1 แผนที่แสดงที่ตั้งและอาณาเขต จังหวัดกรุงเทพมหานคร .....                                      | 27   |
| รูปที่ 3-2 กราฟแสดงอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด พ.ศ. 2553-2556 .....  | 28   |
| รูปที่ 3-3 กราฟแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน พ.ศ. 2553 - 2556 .....                                    | 30   |
| รูปที่ 3-4 กราฟแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ค่าเฉลี่ยสูงสุด และค่าเฉลี่ยต่ำสุดรายปี .....             | 31   |
| รูปที่ 3-5 แผนที่แสดงการแบ่งเขตการปกครอง กรุงเทพมหานคร .....   | 33   |
| รูปที่ 3-6 กราฟแสดงอัตราป่วยไข้หวัดใหญ่ จำแนกรายเดือน พ.ศ. 2553 - 2558 .....                           | 36   |
| รูปที่ 3-7 แผนที่แสดงกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556 .....                | 39   |
| รูปที่ 3-8 แผนที่แสดงสถานศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร .....   | 40   |
| รูปที่ 3-9 สัดส่วนบุคคลากรทางการแพทย์ต่อจำนวนประชากรรวม พ.ศ. 2556 .....                                | 42   |
| รูปที่ 3-10 แผนที่แสดงที่ตั้งสถานพยาบาลและบริการทางสาธารณสุขในกรุงเทพมหานคร .....                      | 42   |
| รูปที่ 3-11 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศอัตโนมัติบริเวณพื้นที่ทั่วไปและริมถนน กรุงเทพมหานคร .....           | 43   |
| รูปที่ 4-1 วิธีการดำเนินการวิจัย .....   | 45   |
| รูปที่ 4-2 เทคนิค hotspot analysis .....   | 49   |
| รูปที่ 4-3 ตัวอย่างการประมาณค่าในช่วง (interpolation) .....  | 50   |
| รูปที่ 4-4 การวิเคราะห์ถดถอยถ่วงน้ำหนักเชิงพื้นที่ (geographically weighted regression หรือ GWR) ..... | 52   |

|  |    |
|--|----|
| รูปที่ 5-1 อัตราป่วยต่อแสนประชากรระหว่าง พ.ศ. 2553 – 2556.....   | 54 |
| รูปที่ 5-2 พื้นที่ hotspot และ coldspot ระหว่าง พ.ศ. 2553 – 2556 .....   | 55 |
| รูปที่ 5-3 อัตราการเปลี่ยนแปลงอัตราป่วยรายแขวงระหว่าง พ.ศ. 2553 – 2556 .....   | 56 |
| รูปที่ 5-4 อัตราป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อพื้นที่ระหว่าง พ.ศ. 2553 – 2556.....  | 57 |
| รูปที่ 5-5 พื้นที่ hotspot ของอัตราป่วยต่อพื้นที่ระหว่าง พ.ศ. 2553 – 2556 .....  | 58 |
| รูปที่ 5-6 อัตราการเปลี่ยนแปลงของอัตราป่วยต่อพื้นที่ระหว่าง พ.ศ. 2553 – 2556.....  | 59 |
| รูปที่ 5-7 แสดงค่าสหสัมพันธ์อัตโนมัติตามระยะทางที่ครอบคลุมข้อมูลทุกจุดพื้นที่.....   | 62 |
| รูปที่ 5-8 ปัจจัยที่เหมาะสม 2 รูปแบบจากผลการวิเคราะห์ exploratory regression.....  | 64 |
| รูปที่ 5-9 ค่าจุดตัดแกน ค่าความหนาแน่นประชากร จำนวนโรงพยาบาลและค่าสัมประสิทธิ์การ<br>ตัดสินใจแบบ local (local $R^2$ )ของแต่ละแขวงในรูปแบบข้อมูลแรสเตอร์.....                                       | 65 |
| รูปที่ 5-10 ค่าจุดตัดแกน ค่าความหนาแน่นประชากร จำนวนโรงพยาบาลและปริมาณน้ำฝนของ<br>แต่ละแขวงในรูปแบบข้อมูลแรสเตอร์.....   | 66 |
| รูปที่ 5-11 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแบบ local (local $R^2$ )ของแต่ละแขวงในรูปแบบข้อมูล<br>แรสเตอร์ .....   | 66 |
| รูปที่ 5-12 เปรียบเทียบพื้นที่เสี่ยงต่อโรคไข้หวัดใหญ่ที่ 1 และค่าอัตราป่วยต่อพื้นที่จริง<br>พ.ศ. 2557 ที่ได้จากค่าปัจจัย ความหนาแน่นประชากรและจำนวนโรงพยาบาล.....                                  | 68 |
| รูปที่ 5-13 เปรียบเทียบพื้นที่เสี่ยงต่อโรคไข้หวัดใหญ่ ที่ 2 และ ค่าอัตราป่วยต่อพื้นที่จริง<br>พ.ศ. 2557 ที่ได้จากค่าปัจจัย ความหนาแน่นประชากร จำนวนโรงพยาบาลและปริมาณน้ำฝน<br>เฉลี่ยรายเดือน ..... | 69 |
| รูปที่ 5-14 แผนที่แสดงร้อยละความแตกต่างระหว่างอัตราป่วยต่อพื้นที่ทำนาย (แผนที่เสี่ยง 1)<br>และอัตราป่วยจริง พ.ศ. 2557.....   | 70 |
| รูปที่ 5-15 แผนที่แสดงร้อยละความแตกต่างระหว่างอัตราป่วยต่อพื้นที่ทำนาย (แผนที่เสี่ยง 2)<br>และอัตราป่วยจริง พ.ศ. 2557.....   | 70 |
| รูปที่ 5-16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราป่วยต่อพื้นที่และความหนาแน่นประชากร .....  | 74 |
| รูปที่ 5-17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราป่วยต่อพื้นที่และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ....  | 74 |

|  |    |
|--|----|
| รูปที่ 5-18 กราฟแสดงอัตราป่วยต่อพื้นที่เปรียบเทียบระหว่างค่าอัตราป่วยจริง พ.ศ. 2557 และ<br>ค่าอัตราป่วยทำนายจากแผนที่เสียง 1 และแผนที่เสียง 2 .....                            | 75 |
| รูปที่ 5-19 กราฟแสดงร้อยละความแตกต่างของอัตราป่วยต่อพื้นที่ระหว่างค่าอัตราป่วยจริง<br>พ.ศ. 2557 และค่าอัตราป่วยทำนายจากแผนที่เสียง 1 และแผนที่เสียง 2 .....                    | 76 |
| รูปที่ 5-20 กราฟแสดงร้อยละความแตกต่างของอัตราป่วยต่อพื้นที่ระหว่างค่าอัตราป่วยจริง<br>พ.ศ. 2557 และค่าอัตราป่วยทำนายจากแผนที่เสียง 1 และแผนที่เสียง 2 ในช่วงร้อยละ 0 ถึง 80 .. | 76 |
| รูปที่ 5-21 กราฟแสดงร้อยละการอธิบายค่าแปรปรวนของอัตราป่วยโรคไขหวัดใหญ่ต่อพื้นที่จาก<br>แผนที่เสียง 1 และ แผนที่เสียง 2 .....   | 77 |



## บทที่ 1 บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หลายปีที่ผ่านมาโรคไข้หวัดใหญ่ระบาดในหลายประเทศทั่วโลกมาแล้วหลายครั้ง แต่แต่ละครั้งเกิดขึ้นอย่างกว้างขวางเกือบทุกทวีป ทำให้มีผู้ป่วยและผู้เสียชีวิตนับล้านคนโดยเฉพาะในทวีปเอเชียซึ่งมีจำนวนประชากรมากที่สุดในโลก การระบาดของไข้หวัดใหญ่ก่อให้เกิดความสูญเสียทางประชากรและความมั่นคงทางเศรษฐกิจของประเทศ (สำนักกระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข, 2553)

สำหรับประเทศไทย เคยมีการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ 2009 หรือ influenza A (H1N1) หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า swine flu จากประเทศเม็กซิโก ซึ่งในครั้งนั้นพบผู้ป่วยชาวไทยติดเชื้อจำนวน 2 ราย ทั้งนี้องค์การอนามัยโลกได้จัดลำดับให้ประเทศไทยอยู่ในลำดับที่ 33 ของการพบผู้ติดเชื้อไข้หวัดใหญ่ 2009 แม้ว่าในปัจจุบันประเทศไทยจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่เพิ่มสูงขึ้นแต่ก็ยังไม่จัดอยู่ในระดับที่มีการระบาด เพียงจัดอยู่ในระดับที่เรียกว่ามีผู้ป่วยมากกว่าที่คาดในฤดูนั้น กล่าวคือยังเป็นระดับที่ไม่รุนแรงนัก มีผู้ป่วยระหว่าง 200 ถึง 400 รายต่อประชากร 100,000 คน (ประเสริฐ เอื้อวรากุล, 2553) อย่างไรก็ตามจากสถิติรายงานสถานการณ์ผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ในประเทศไทย พบว่ามีประชากรที่ติดเชื้อและป่วยจากโรคไข้หวัดใหญ่ในแทบทุกปี และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆโดยพบจำนวนผู้ป่วยสูงในภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ (สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร, 2558)

การศึกษาการกระจายทางพื้นที่ของโรคไข้หวัดใหญ่ 2009 ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นหนึ่งในจังหวัดที่พบอัตราผู้ป่วยสูงนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากกรุงเทพมหานครเป็นเมืองหลวงของประเทศไทยเป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ สังคม เทคโนโลยี การคมนาคมและขนส่งของประเทศไทย รวมถึงเป็นเมืองศูนย์กลางทางการแพทย์ที่สำคัญแห่งหนึ่งในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จึงทำให้กรุงเทพมหานครเป็นพื้นที่รวมของประชากร ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการส่งผ่านและแพร่กระจายของเชื้อโรค จากรายงานสถานการณ์โรคไข้หวัดใหญ่ในกรุงเทพมหานครตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2558 พบว่ามีผู้ป่วยสะสมจำนวน 21,518 ราย คิดเป็นอัตราป่วยสะสม 378.02 รายต่อประชากรแสนคนและยังไม่พบผู้เสียชีวิต เมื่อพิจารณาจำแนกรายเดือนพบว่าอัตราป่วยสูงใน

เดือน สิงหาคม ตุลาคม และพฤศจิกายน คือมีอัตราป่วยต่อประชากรแสนคน เท่ากับ 34.41 44.48 และ 59.66 ตามลำดับ (สำนักอนามัยกรุงเทพมหานคร, 2558)

จากข้อมูลข้างต้นพบว่าปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องและมีอิทธิพลต่อโรคไข้หวัดใหญ่ ได้แก่ ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม คือ ความหนาแน่นของประชากร เนื่องจากการส่งผ่านของโรคสามารถทำได้ผ่านการรวมกลุ่มและการเคลื่อนที่ของประชากร นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ เช่น ปัจจัยทางภูมิอากาศ ปัจจัยสภาพแวดล้อม ปัจจัยด้านลักษณะการใช้ที่ดิน ปัจจัยทางมลพิษทางอากาศ ปัจจัยด้านการเข้าถึงและการบริหารจัดการทางสาธารณสุข รวมถึงปัจจัยความรู้ ทัศนคติและการปฏิบัติตนในปัจจุบันบุคคลซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นองค์ประกอบร่วมที่สำคัญในการก่อให้เกิดโรคและแพร่กระจายของโรคไปในวงกว้าง

งานวิจัยนี้ ได้วิเคราะห์การกระจายทางพื้นที่ และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงสถานการณ์และแนวโน้มของการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ โดยประยุกต์เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรค สำหรับนำไปใช้วางแผนเฝ้าระวังและป้องกันต่อไปในอนาคต เพื่อลดความสูญเสียและความเสียหายให้ได้มากที่สุด

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 ศึกษาการกระจายทางพื้นที่ของผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ในกรุงเทพมหานคร
- 1.2.2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่เกิดโรคไข้หวัดใหญ่กับปัจจัยด้านภูมิอากาศด้านเศรษฐกิจและสังคม และมลพิษทางอากาศ
- 1.2.3 จัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อการแพร่กระจายโรคไข้หวัดใหญ่ในกรุงเทพมหานคร โดยพิจารณาจากปัจจัยด้านภูมิอากาศ ด้านเศรษฐกิจและสังคม และมลพิษทางอากาศ

## 1.3 สมมติฐานงานวิจัย

การกระจายทางพื้นที่ของผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ในจังหวัดกรุงเทพมหานครปรากฏในลักษณะ



เกาะกลุ่มทางพื้นที่ และมีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางภูมิอากาศ เศรษฐกิจและสังคม และมลพิษทางอากาศ

#### 1.4 ขอบเขตงานวิจัย

ขอบเขตของพื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานครประกอบด้วยเขตการปกครอง 50 เขต ซึ่งแบ่งเป็น 169 แขวง ทั้งนี้ข้อมูลผู้ป่วยไข้หวัดใหญ่ที่ใช้ในการศึกษาจะอ้างอิงข้อมูลทางสถิติโรคไข้หวัดใหญ่ 4 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่ พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ. 2556

#### 1.5. วิธีดำเนินการวิจัย

1.5.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและอินเทอร์เน็ต ได้แก่ ข้อมูลพื้นฐานทางภูมิศาสตร์ของกรุงเทพมหานคร คือ ขอบเขตการปกครอง ประชากร ภูมิอากาศ ลักษณะการใช้ที่ดิน มลพิษทางอากาศ โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งหมด ได้แก่

1) ข้อมูลโรคไข้หวัดใหญ่ ได้แก่ จำนวนและอัตราป่วยไข้หวัดใหญ่ในกรุงเทพมหานครจำแนกรายเดือนและรายแขวง พ.ศ. 2553 – 2556 และข้อมูล พ.ศ. 2557 เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลลัพธ์ (แหล่งข้อมูล : กองควบคุมโรคติดต่อ สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร)

2) ข้อมูลภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน จำแนกรายเดือนและรายสถานี (แหล่งข้อมูล : กรมอุตุนิยมวิทยา สำนักงานระบายน้ำ กรุงเทพมหานครและกรมควบคุมมลพิษ)

3) ข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคม ได้แก่

- ข้อมูลประชากร ได้แก่ ความหนาแน่นประชากรจำแนกรายแขวง และความหนาแน่นประชากรต่อบ้านจำแนกรายแขวง (แหล่งข้อมูล : สำนักงานทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย)

- จำนวนโรงพยาบาล สถานพยาบาล และบริการทางสาธารณสุข (แหล่งข้อมูล : ฝ่ายแผนงาน กองวิชาการ สำนักงานแพทย์ กรุงเทพมหานคร)

4) ข้อมูลมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยรายเดือนปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ( $Pm_{10}$ ) จากสถานีตรวจอากาศกรุงเทพมหานคร และจังหวัดโดยรอบ (แหล่งข้อมูล : สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ)

1.5.2 ออกแบบและสร้างฐานข้อมูลพื้นฐานและปัจจัยที่เกี่ยวข้องของจังหวัดกรุงเทพมหานครในโปรแกรมสำเร็จรูป Excel โปรแกรม SPSS และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1.5.3 วิเคราะห์การกระจายของผู้ป่วยด้วยสถิติเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1.5.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างอัตราป่วยโรคไข้หวัดใหญ่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้วยวิธีทางสถิติ

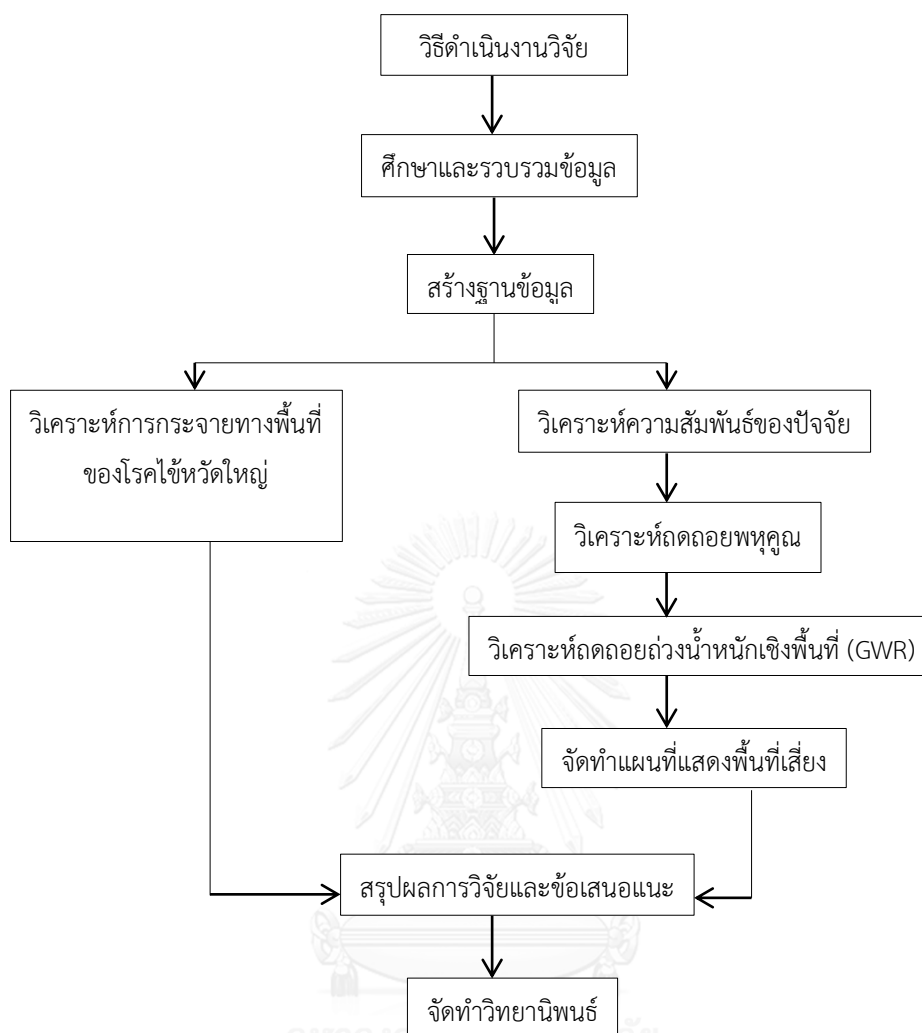
- การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression)

- การวิเคราะห์ถดถอยถ่วงน้ำหนักเชิงพื้นที่ (geographically weighted regression หรือ GWR )

1.5.6 จัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ในกรุงเทพมหานคร

1.5.7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.5.8 จัดทำวิทยานิพนธ์



รูปที่ 1-1 วิธีดำเนินงานวิจัย

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ทราบถึงสถานการณ์ของโรคไข้หวัดใหญ่ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันรวมถึงคาดการณ์แนวโน้มในอนาคตเพื่อประโยชน์ในการวางแผนควบคุมและป้องกัน

1.6.2 ทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดและแพร่กระจายของโรคเพื่อหาแนวทางป้องกันหรือปฏิบัติตนได้อย่างเหมาะสม

1.6.3 ทราบถึงพื้นที่และสถานที่ชุมชนที่มีการระบาดของโรคเพื่อหลีกเลี่ยงหรือเตรียมการป้องกันตนเองหากจำเป็นต้องเข้าไปใช้ในพื้นที่นั้นๆ

## 1.7 นิยามคำศัพท์

**โรคระบาด** (epidemic) หมายถึง การเกิดขึ้นของโรคโดยมีความถี่ของการเกิดที่ผิดปกติในประชากรกลุ่มหนึ่งเป็นโรคที่ระบาดออกไปเป็นวงกว้างและอาจเกิดขึ้นในหลายประเทศหรือภูมิภาค

**การระบาด** (outbreak) หมายถึง เหตุการณ์ที่มีผลต่อสุขภาพอนามัยเกิดขึ้นกับคนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปในระยะเวลาอันสั้นหลังจากร่วมกิจกรรมด้วยกันมา (common activity)

**การถ่ายทอดโรค** (mode of transmission) หมายถึง การติดต่อของโรคอาจจำแนกเป็นการถ่ายทอดทางตรง (direct transmission) หรือการถ่ายทอดทางอ้อม (indirect transmission)

**ผู้ต้องสงสัย** (suspected case) หมายถึง ผู้ที่มีอาการตามเกณฑ์คลินิก และมีประวัติเสี่ยงต่อการติดเชื้อแต่ยังไม่มีผลตรวจทางห้องปฏิบัติการยืนยัน

**ผู้ป่วยอาการคล้ายไข้หวัดใหญ่** (influenza like illness) หมายถึง ผู้ป่วยที่เข้าข่ายต้องสงสัยว่าเป็นโรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์เอ (H1N1) โดยมีอาการดังต่อไปนี้คือ (1) มีอาการไข้มากกว่า 38 องศาเซลเซียสร่วมกับมีอาการไอหรือเจ็บคอ (2) อาจมีอาการอื่นๆ เช่น คัดจมูก น้ำมูกไหล ปวดเมื่อย อาเจียน ท้องเสีย

**ผู้ป่วยวินิจฉัยยืนยัน** (confirmed-case) หมายถึง ผู้ที่มีอาการตามเกณฑ์คลินิกและตามเกณฑ์ทางห้องปฏิบัติการจำเพาะ

**ผู้ป่วยนอก** (outpatient department - OPD) หมายถึง ผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษาที่โรงพยาบาลแต่ไม่ได้รับตัวไว้รักษาในห้องผู้ป่วย

**ผู้สัมผัสใกล้ชิด** (closed contact) หมายถึง บุคคลที่สัมผัสแบบตรงหน้าหรือใกล้ชิดกับผู้ป่วยในระยะไม่เกิน 1-2 เมตร เช่น ผู้ดูแลการป่วย กินอาหารร่วมกัน นอนห้องเดียวกัน หรือเคยถือสิ่งของของผู้ป่วย

**การเฝ้าระวัง (surveillance)** หมายถึง การดำเนินการเก็บ รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล อย่างเป็นระบบเพื่อวัตถุประสงค์ด้านสาธารณสุข และเผยแพร่ข้อมูลด้านสาธารณสุขให้ผู้เกี่ยวข้อง ทันเวลาเพื่อประเมินและดำเนินมาตรการด้านสาธารณสุขต่างๆตามความจำเป็น

**อัตราป่วย (morbidity rate)** หมายถึง สัดส่วนระหว่างจำนวนผู้ป่วยต่อจำนวนประชากรใน พื้นที่ คูณด้วยค่าคงที่ ซึ่งมีค่า เท่ากับ 100 1000 หรือ 100,000 ตามความเหมาะสม เช่น อัตราป่วย ต่อแสนประชากร เท่ากับ จำนวนผู้ป่วยต่อจำนวนประชากรในพื้นที่นั้นคูณหนึ่งแสนเป็นต้น

**อัตราความชุกของโรค (prevalence rate)** หมายถึง สัดส่วนระหว่างจำนวนผู้ป่วยที่มีอยู่ เดิมและผู้ป่วยใหม่ที่พบต่อระยะเวลาที่กำหนด แบ่งออกเป็นสองแบบ ได้แก่ อัตราความชุกของโรค ณ เวลาใดเวลาหนึ่งที่กำหนด (point prevalence rate) และอัตราความชุกของโรคในช่วงเวลาใดเวลา หนึ่งที่กำหนด (period prevalence rate)

**อัตราอุบัติการณ์ของโรค (incidence rate)** หมายถึง อัตราของผู้ป่วยรายใหม่ที่เกิดขึ้นใน ประชากรกลุ่มเสี่ยงในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

## บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในงานด้านระบาดวิทยามีประโยชน์อย่างยิ่ง เนื่องจากระบาดวิทยาเป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ส่วนภูมิศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ สิ่งแวดล้อมและพื้นที่ ดังนั้นการนำเทคนิคทางภูมิศาสตร์มาใช้ในการศึกษาโรคจะสามารถทำให้วิเคราะห์ข้อมูลแบบเชื่อมโยงทางพื้นที่ได้หลายรูปแบบทั้งด้านการวิเคราะห์ตัวแปรด้านปัจจัยที่สัมพันธ์และมีอิทธิพลต่อการกระจายของโรค การเคลื่อนที่ของโรค การพยากรณ์และกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อโรค ในบทนี้จะกล่าวถึงการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรคไข้หวัดใหญ่ การระบาดและการกระจายของโรคทางพื้นที่ สถานการณ์ของโรคไข้หวัดใหญ่ในประเทศไทย ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดและกระจายของโรคและการศึกษาวิจัยเชิงสถิติที่เกี่ยวข้องกับการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่

### 2.1 โรคไข้หวัดใหญ่

โรคไข้หวัดใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มโรคติดต่อและเป็นโรคที่สำคัญที่สุดโรคหนึ่งในกลุ่มโรคติดต่ออุบัติใหม่และอุบัติซ้ำ (สำนักระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข, 2553) เกิดจากการติดเชื้อไวรัสอินฟลูเอนซาร์ (influenza virus) ในระบบทางเดินหายใจแบบเฉียบพลัน โดยเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่สามารถจำแนกได้ 3 ชนิด ได้แก่ ชนิด เอ บี และซี ไวรัสไข้หวัดใหญ่ชนิดเอ ก่อให้เกิดโรคในคน สุนัข สัตว์ปีก ม้าและสัตว์ทะเล เป็นชนิดที่มีระดับความรุนแรงมากที่สุดและพบการระบาดใหญ่ไปทั่วโลก ในขณะที่ชนิดบี ทำให้เกิดโรคในคนเท่านั้นและมีความรุนแรงน้อยกว่า โดยลักษณะการระบาดจะเกิดขึ้นเป็นครั้งๆและอยู่ในระดับภูมิภาคโดยไม่มีระบาดไปทั่วโลก สำหรับชนิดซีนั้น เกิดขึ้นในคนและสุนัขแต่ไม่พบการระบาดและมีความรุนแรงน้อยโดยอาการสามารถหายขาดเองได้ในทุกๆ ช่วงเวลาและฤดูกาล เชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่จะมีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงสายพันธุ์อยู่ตลอดเวลา ก่อให้เกิดการระบาดขึ้นในแต่ละสถานที่และช่วงเวลา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีระบบสากลเรียกชื่อสายพันธุ์ของไวรัส เพื่อบ่งบอกว่าเป็นเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่ชนิดใด โดยใช้สถานที่และปีที่แยกเชื้อได้เป็นครั้งแรก และเรียงลำดับชื่อจาก ชนิดไวรัส/ ชื่อเมืองหรือประเทศที่พบ/ ลำดับสายพันธุ์ที่พบในปีนั้น/

ปีคริสตศักราช หรือ ค.ศ. ที่แยกเชื้อได้/ชนิดย่อยของ H และ N เช่น A/Bangkok/01/79(HN2) A/Sydney/05/97(H3N2), B/Yamanashi/166/98 (ประเสริฐ เอื้อวรากุล, 2553)

สำหรับโรคไข้หวัดใหญ่ในมนุษย์สามารถจำแนกได้ 2 กลุ่มใหญ่ คือ ไข้หวัดใหญ่ตามฤดูกาล (seasonal influenza) และไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่หรือสายพันธุ์ 2009 ไข้หวัดใหญ่ตามฤดูกาล เกิดจากเชื้อไวรัสที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาในแต่ละฤดูกาล เป็นสาเหตุให้ผู้ที่เคยป่วยเป็นโรคไข้หวัดใหญ่อาจกลับมาป่วยได้อีก ในขณะที่ไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่หรือไข้หวัดใหญ่ในปัจจุบัน เกิดจากเชื้อไข้หวัดใหญ่ชนิดเอ เอชวันเอ็นวัน (H1N1) ตรวจพบครั้งแรกเมื่อเดือนเมษายน ค.ศ. 2009 ที่ประเทศเม็กซิโกและระบาดไปเกือบทุกประเทศทั่วโลก

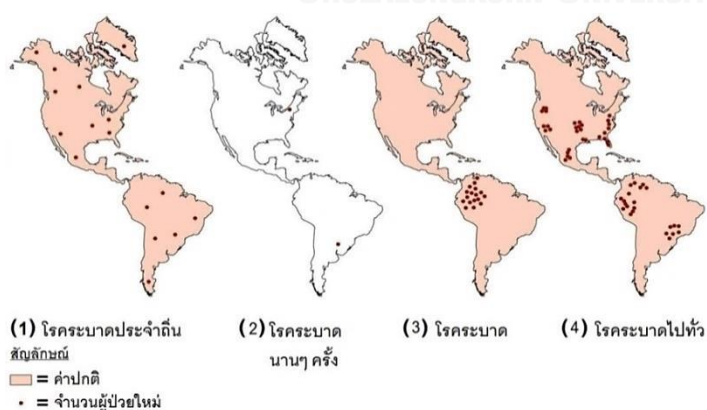
ลักษณะอาการโดยทั่วไปของโรคไข้หวัดใหญ่ 2009 นั้นคล้ายคลึงกับโรคไข้หวัด ผู้ป่วยจะมีอาการคัดจมูก เจ็บคอ ไอจาม หากแต่มีความรุนแรงและยาวนานมากกว่า คือ มีอาการปวดศีรษะและปวดกล้ามเนื้อ มีไข้สูงและอาจเกิดโรคแทรกซ้อนได้ในผู้ป่วยบางกลุ่ม เช่น ผู้สูงอายุ เด็ก สตรีมีครรภ์ และบุคคลที่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ โรคปอด โรคตับ โรคเบาหวาน ซึ่งอาจเป็นอันตรายจนถึงขั้นเสียชีวิตได้ ระยะฟักตัวของเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่มีระยะเวลาประมาณ 1-3 วัน โดยผู้ป่วยวัยผู้ใหญ่สามารถแพร่เชื้อสู่บุคคลรอบข้างได้ตั้งแต่ 1 วันก่อนมีอาการและจะแพร่เชื้อต่อไปอีก 3-5 วันหลังมีอาการ ส่วนในเด็กอาจแพร่เชื้อได้นานกว่า 7 วัน ผู้ที่เสี่ยงต่อการได้รับเชื้อไวรัสจากผู้ป่วย โดยมาก ได้แก่บุคคลใกล้ชิดหรือผู้ที่อยู่ในสถานที่ชุมชนที่มีคนรวมอยู่กันหนาแน่น เช่น ห้างสรรพสินค้า รถโดยสาร โรงเรียน หรือ อาคารสำนักงาน เนื่องจากเชื้อไข้หวัดใหญ่สามารถติดต่อได้จากการหายใจ โดยจะได้รับเชื้อที่ออกมาปนเปื้อนอยู่ในอากาศเมื่อผู้ป่วยไอ จาม หรือพูด นอกจากนี้การแพร่เชื้ออาจเกิดโดยการสัมผัสฝอยละอองน้ำมูกและน้ำลายของผู้ป่วย (droplet transmission) โดยปกติเชื้อไวรัสจะมีชีวิตอยู่ภายนอกร่างกายมนุษย์ได้ประมาณ 2 ชั่วโมงหรือมากกว่า ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของสภาพแวดล้อมนั้นๆ (กรมควบคุมโรค สำนักโรคติดต่ออุบัติใหม่ กระทรวงสาธารณสุข, 2558)

วิธีการป้องกันและควบคุมโรคไข้หวัดใหญ่สามารถทำได้โดยการเข้ารับวัคซีนป้องกันโรคประจำปี นอกจากประชาชนทั่วไปแล้วยังมีกลุ่มเป้าหมายที่จำเป็นต้องได้รับวัคซีน คือกลุ่มเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนหากติดเชื้อไข้หวัดใหญ่ ได้แก่ ผู้สูงอายุ (อายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไป) เด็กและวัยรุ่น (6-18 ปี) ผู้ที่มีโรคประจำตัว จำพวก โรคเลือด โรคเบาหวาน โรคหัวใจ โรคปอดเรื้อรัง โรคไต หรือ

โรคติดต่อและกลุ่มเสี่ยงต่อการเป็นพาหะแพร่โรคสู่กลุ่มเสี่ยงต่อภาวะแทรกซ้อน เช่น แพทย์พยาบาลหรือบุคลากรในสถานพยาบาล เจ้าหน้าที่หรืออาจารย์ในสถานศึกษา บุคคลที่ทำหน้าที่บริการสาธารณะ เช่น ตำรวจ คนขับรถสาธารณะ สตรีมีครรภ์ รวมถึงบุคคลที่พักอยู่ในบ้านเดียวกันกับคนที่มีความเสี่ยงสูง (ประเสริฐ ทองเจริญ, 2541)

## 2.2 การระบาดและกระจายของโรคทางพื้นที่

การระบาดของโรคใช้หวัดใหญ่สามารถจำแนกตามระดับความชุกของโรคและเกณฑ์พื้นที่ โดยแบ่งออกได้ 4 ลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2-1 ได้แก่ โรคประจำถิ่น (endemic disease) มักเกิดขึ้นในพื้นที่หนึ่งเป็นปกติ โรคระบาดนานๆ ครั้ง (sporadic) เป็นการเกิดโรคในลักษณะไม่ติดต่อกันเป็นเวลานาน โรคระบาด (epidemic) มีการกระจายของโรคทั่วไปเกิดขึ้นในกลุ่มประชากรหรือพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งในช่วงเวลาหนึ่งในอัตราสูงกว่าสถานการณ์ปกติ โดยการระบาดมีการแพร่กระจายออกสู่พื้นที่จุดเริ่มต้นโรคไปยังบริเวณอื่นๆ และโรคระบาดไปทั่ว (pandemic) มีการกระจายของโรคไปยังทั่วโลก และมีระดับการระบาดที่รุนแรง สำหรับคำว่า การระบาด (outbreak) มีความหมายคล้ายคลึงกับโรคระบาด (epidemic) แตกต่างกันเพียงลักษณะการกระจายของโรคที่จำกัดอยู่เฉพาะพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งโดยการระบาดอาจไม่รุนแรงและยังจำกัดอยู่เฉพาะในพื้นที่เริ่มต้นของโรคเท่านั้น (Centers of Disease Control and Prevention, 2012)



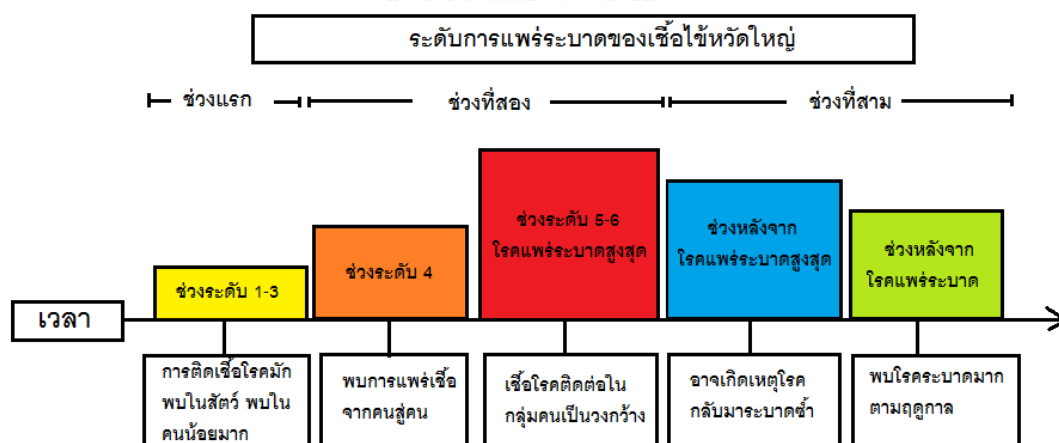
รูปที่ 2-1 ลักษณะการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่

( ที่มา : ดัดแปลงจาก<https://classconnection.s3.amazonaws.com/664/flashcards>

/1813664/ png/dist\_of\_diseases1358456800805.png)



สำหรับระดับความรุนแรงของการระบาดนั้น องค์การอนามัยโลกแบ่งระดับการเตือนภัยการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่เป็น 6 ระดับ ตามสถานการณ์ความรุนแรงที่ปรากฏ (รูปที่ 2-2) ช่วงแรก (ระดับ 1-3) เป็นระดับเตรียมความพร้อมเพื่อวางแผนการปฏิบัติงานโดยระดับ 1 ไม่พบเชื้อไวรัสของสัตว์ติดต่อมาสู่คน ระดับ 2 พบเชื้อไวรัสระบาดในสัตว์และมีโอกาสจะติดต่อมาสู่คน ระดับ 3 พบเชื้อไวรัสในสัตว์หรือเชื้อไวรัสที่ผสมกันของสัตว์และคน ติดต่อจากสัตว์สู่คนหรืออาจติดต่อจากคนสู่คน เช่น คนที่เป็นโรคแพร์เซียแก่ผู้ช่วยที่ดูแลใกล้ชิด แต่เกิดขึ้นในวงจำกัดไม่ขยายเป็นโรคระบาดสู่ชุมชน ช่วงที่สอง (ระดับ 4-6) เป็นช่วงลงมือปฏิบัติงานโดยในระดับ 4 เชื้อไวรัสติดต่อจากคนสู่คน และแพร่ระบาดเป็นวงกว้างในระดับชุมชน ระดับ 5 เชื้อไวรัสติดต่อจากคนสู่คน และแพร่ระบาดไปอย่างน้อยสองประเทศในภูมิภาคเดียวกัน ระดับ 6 เชื้อไวรัสติดต่อจากคนสู่คน และแพร่ระบาดไปยังต่างภูมิภาคกันอย่างน้อยหนึ่งประเทศหรือแพร่ระบาดไปทั่วโลกและช่วงที่สามเป็นช่วงหลังเกิดเหตุการณ์การระบาดของโรคสูงสุด (World Health Organization, 2007)



รูปที่ 2-2 ระดับการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่

(ที่มา: <http://www.nstda.or.th/nstda-knowledge/619-h1n1-2009>)

หากพิจารณาถึงรูปแบบการกระจายทางพื้นที่ของโรค การเกิดขึ้นและแพร่กระจายของโรคติดต่อมักเป็นไปในลักษณะกลุ่มโรคอันเนื่องมาจากการติดและแพร่เชื้อจากสิ่งมีชีวิตซึ่งอาศัยอยู่รวมกัน ดังนั้นการกระจายของโรคที่พบสามารถจำแนก ใน 2 ลักษณะคือ พื้นที่ที่มีผู้ป่วยหนาแน่น (hotspot) และเบาบาง (coldspot) ทั้งนี้สิ่งที่สามารถบ่งชี้ถึงปริมาณและลักษณะการกระจายของโรคสามารถพิจารณาจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องและมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ภูมิอากาศ

ประชากร ลักษณะการใช้ที่ดิน สาธารณูปโภคและสาธารณูปการ ความรู้ และทัศนคติที่สัมพันธ์กับการปฏิบัติตน

### 2.3 สถานการณ์ของโรคไข้หวัดใหญ่ในประเทศไทย

หลังการแพร่ระบาดใหญ่ไปทั่วโลกของไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ 2009 ประเทศไทยได้ตรวจพบผู้ป่วยยืนยันรายแรกในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 โดยผู้ป่วยรายแรกเป็นนักศึกษาที่เดินทางกลับมาจากประเทศเม็กซิโกโดยกระทรวงสาธารณสุขได้ยืนยันว่าผู้ป่วยนี้ได้ติดเชื้อในประเทศไทย โดยเริ่มมีไข้เมื่อเดินทางถึงประเทศไทย กระทั่งเดือนมิถุนายน กระทรวงสาธารณสุขได้ประกาศขึ้นทะเบียนพบผู้ป่วยยืนยันติดเชื้อโรคไข้หวัดใหญ่ 2009 สายพันธุ์ใหม่ชนิดเอ H1N1 รวมทั้งหมด 46 ราย และตรวจพบผู้เสียชีวิตรายแรกของประเทศเมื่อวันที่ 20 มิถุนายน พ.ศ. 2552 (สำนักข่าวแห่งชาติ กรมประชาสัมพันธ์, 2552) นับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาจำนวนผู้ป่วยในประเทศไทยได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งใน พ.ศ. 2553 องค์การอนามัยโลกได้ประกาศว่าการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ได้สิ้นสุดลง ถึงแม้ว่าจะสิ้นสุดการระบาดของโรค หากแต่จำนวนผู้ป่วยยืนยันที่ตรวจพบยังคงมีการเพิ่มขึ้นและลดลงสลับไปมา โดยได้เพิ่มขึ้นสูงอีกครั้งใน พ.ศ. 2555 โดยพบการระบาดไข้หวัดใหญ่ทั้งหมด 16 เหตุการณ์ (สำนักโรคบาวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2555) การระบาดที่เกิดขึ้นปรากฏในลักษณะเกาะกลุ่มทางพื้นที่ โดยเฉพาะบริเวณที่มีการรวมกลุ่มทางประชากรอย่างหนาแน่นโดยมีผู้ป่วยระหว่าง 10 ถึง 50 รายขึ้นไปในแต่ละพื้นที่ที่ตรวจพบ สำหรับช่วงเวลาที่มียางานการระบาดมากที่สุดคือ เดือนมิถุนายนถึงกันยายน

กรุงเทพมหานคร เป็นหนึ่งในจังหวัดที่ตรวจพบผู้ป่วยยืนยันโรคไข้หวัดใหญ่ 2009 สูงสุด 10 อันดับแรกนับตั้งแต่ พ.ศ. 2552 เป็นต้นมา (รูปที่ 2-3) และจากรายงานการเฝ้าระวังโรคไข้หวัดใหญ่ในกรุงเทพมหานคร (รง. 506) ของกลุ่มงานโรคบาวิทยา กองควบคุมโรคติดต่อ สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร (ชนินันท์ สนธิไชย และ อัครรัตน์ ประเสริฐศักดิ์, 2559) รายงานถึงสถานการณ์โรคไข้หวัดใหญ่ในกรุงเทพมหานคร ดังนี้

- ข้อมูลเฝ้าระวังโรค พ.ศ. 2553 (1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2553) กรุงเทพมหานคร จัดอยู่ในลำดับที่ 1 คือ มีจำนวนผู้ป่วยไข้หวัดใหญ่สะสม 25,564 ราย คิดเป็นอัตราป่วย 448.38 ต่อ

แสนประชากร และมีจำนวนผู้เสียชีวิตจากไข้หวัดใหญ่ 12 ราย โดยเขตที่มีอัตราป่วยสูงสุด 3 อันดับ ได้แก่ เขตคันนายาว (853.60) เขตวัฒนา (837.77) และ เขตบึงกุ่ม (805.96)

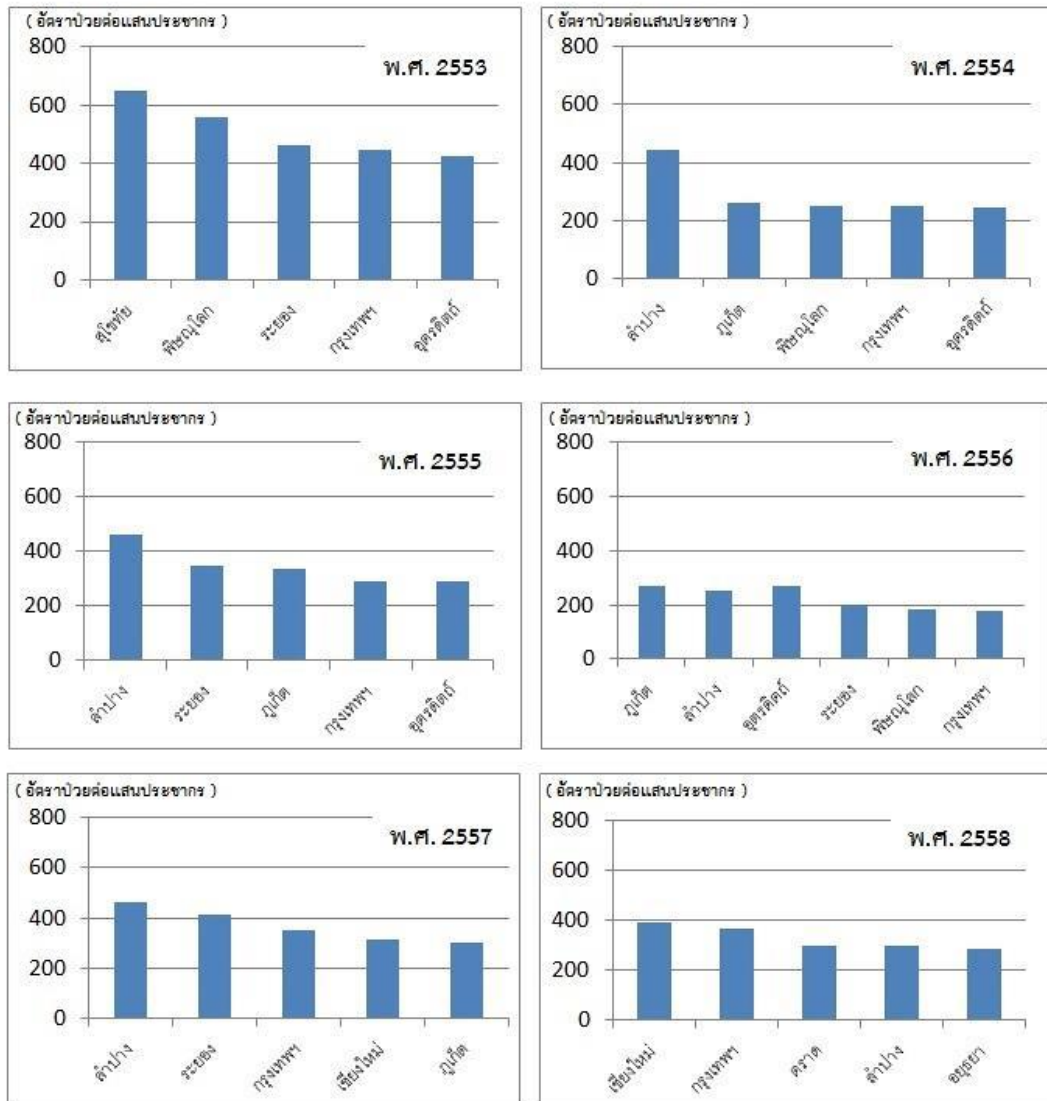
- ข้อมูลเฝ้าระวังโรค พ.ศ. 2554 (1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2554) กรุงเทพมหานคร มีจำนวนผู้ป่วยไข้หวัดใหญ่สะสม 14,267 ราย คิดเป็นอัตราป่วย 251.41 ต่อแสนประชากรและไม่พบผู้เสียชีวิต เขตที่มีอัตราป่วยสูงสุด 3 อันดับ ได้แก่ เขตราชบุรีบูรณะ (911.87) เขตคันนายาว (471.5) และ เขตบึงกุ่ม (449.39) นอกจากนี้ยังตรวจพบการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่เป็นกลุ่มก้อนจำนวน 2 เหตุการณ์ คือ ในบริษัทเอกชน เขตจตุจักร พบผู้ป่วย 10 รายในแผนกเดียวกัน และในห้องคอลล์ เซ็นเตอร์ ในบริษัทเอกชนเขตบางกะปิ พบผู้ป่วยทั้งหมด 12 คน

- ข้อมูลเฝ้าระวังโรค พ.ศ. 2555 (1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2555) กรุงเทพมหานคร จัดอยู่ในลำดับที่ 4 คือ มีอัตราผู้ป่วยยืนยัน 293.24 ต่อแสนประชากรและไม่พบผู้เสียชีวิต เขตที่มีอัตราป่วยสูงสุด 3 อันดับ ได้แก่ เขตบึงกุ่ม (637.2) เขตบางกะปิ (536.06) และ เขตคันนายาว (531.25)

- ข้อมูลเฝ้าระวังโรค พ.ศ. 2556 (1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2556) กรุงเทพมหานคร จัดอยู่ในลำดับที่ 6 คือ มีจำนวนผู้ป่วยสะสม 10,206 รายคิดเป็นอัตราป่วย 179.89 ต่อแสนประชากร และไม่มีผู้เสียชีวิต เขตที่มีอัตราป่วยสูงสุด 3 อันดับ ได้แก่ เขตบึงกุ่ม (338.83) เขตคลองสามวา (324.64) และเขตลาดพร้าว (323.37)

- ข้อมูลเฝ้าระวังโรค พ.ศ. 2557 (1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2557) กรุงเทพมหานคร จัดอยู่ในลำดับที่ 3 คือ มีจำนวนผู้ป่วยสะสม 20,408 รายคิดเป็นอัตราป่วย 358.9 ต่อแสนประชากร เขตที่มีอัตราป่วยสูงสุด 3 อันดับ ได้แก่ เขตลาดพร้าว (734.23) เขตจตุจักร (718.87) และเขตบางกะปิ (560.19)

- ข้อมูลเฝ้าระวังโรค พ.ศ. 2558 (1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2558) กรุงเทพมหานคร จัดอยู่ในลำดับที่ 2 คือ มีจำนวนผู้ป่วยสะสม 21,518 รายคิดเป็นอัตราป่วย 378.02 ต่อแสนประชากร



รูปที่ 2-3 กราฟแสดงอัตราป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ใน พ.ศ. 2553 - 2558 ของ 5 จังหวัดสูงสุด

## 2.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดและกระจายของโรค

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้แสดงถึงปัจจัยทางพื้นที่ที่สัมพันธ์ต่อการเกิดและกระจายของโรคไข้หวัดใหญ่ โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือ ปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางสังคม ปัจจัยทางกายภาพ เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณรังสีจากดวงอาทิตย์ เขตภูมิอากาศโลก ความเหมาะสมทางระบบชีวภาพต่อการฟักตัวและคงอยู่ของเชื้อโรค แหล่งทรัพยากร ธรรมชาติ ปัจจัยทางสังคม เช่น จำนวนประชากร ความหนาแน่นประชากร อายุ เพศ

จำนวนผู้ป่วยยืนยัน จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ประชากรกลุ่มเสี่ยง ที่ตั้งโรงเรียน ที่ตั้งสถานที่ทำงาน ที่ตั้งโรงพยาบาล เส้นทางคมนาคมขนส่ง จำนวนสถานบริการทางการแพทย์และสาธารณสุข ความสามารถในการเข้าถึงสถานพยาบาล กิจกรรมทางพื้นที่ของประชากร การเดินทางเคลื่อนที่ของประชากร

#### 2.4.1 ปัจจัยทางกายภาพและภูมิอากาศ

ปัจจัยทางกายภาพ โดยเฉพาะปัจจัยภูมิอากาศที่สัมพันธ์และมีอิทธิพลต่อการเกิด และกระจายของโรค จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าตัวแปรอิสระด้านภูมิอากาศที่สำคัญซึ่ง ถูกเลือกนำมาวิเคราะห์ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ เนื่องจากการถ่ายทอดเชื้อ ไวรัสไข้หวัดใหญ่ขึ้นอยู่กับความชื้นและอุณหภูมิ ผลการศึกษาพบว่าเชื้อไวรัสจะมีการแพร่ได้ดีใน อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสและถูกจำกัดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในขณะที่สภาพอากาศแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 20 ถึง 30 เชื้อไวรัสจะมีการแพร่กระจายได้ดีกว่าในสภาพความชื้นสัมพัทธ์ สูงร้อยละ 80 (A.C. Lowen and J. Steel, 2014)

ข้อมูลทางภูมิอากาศส่วนใหญ่มักได้จากสถานีตรวจวัดและอาจไม่ครอบคลุมในทุก พื้นที่ ดังนั้นเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลในทุกพื้นที่สามารถใช้เทคนิคทางภูมิศาสตร์สารสนเทศโดยวิธีการ ประมาณค่า เช่น เทคนิคการประมาณค่าในช่วงแบบ inversed distance weighted (IDW) ที่ให้ค่า น้ำหนักข้อมูลตามระยะทางโดยจุดใกล้เคียงจะมีอิทธิพลมากที่สุด (Supachai Nakapan et al., 2012) หรือ เทคนิคการประมาณค่าในช่วงแบบคริกกิง (Kriging) ที่ใช้ประมาณค่าตัวแปรภูมิอากาศ จากจุดข้อมูลข้างเคียง

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยภูมิอากาศกับการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ สามารถวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ ได้แก่ การทดสอบสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (pearson correlation) มักถูกนำมาใช้มากที่สุดเนื่องจากสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ภายในกลุ่มปัจจัยตัวแปรอิสระ เช่น ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย กับอุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณน้ำฝน และความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรืออัตราป่วย (Slinporn Prachayangprecha et al., 2012) สำหรับการวิเคราะห์หาปัจจัยตัวแปรอิสระด้าน ภูมิอากาศที่เหมาะสมเพื่อสร้างสมการถดถอยสามารถทำได้โดยใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบ เป็นขั้นตอน (stepwise multiple regression model) โดยวิเคราะห์ปัจจัยภูมิอากาศในแต่ละเดือน

ที่สัมพันธ์กับจำนวนผู้ป่วยรายเดือน และใช้แบบจำลองการหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดโรคมามากที่สุด โดยคุณปัจจัยที่เลือกกับค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (coefficient of regression) พบว่าร้อยละของวันที่ฝนตก และ ความแตกต่างของอุณหภูมิ มีอิทธิพลต่อการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่มากที่สุด (Sirilak Chumkiew et al., 2007) นอกจากนี้ยังมีวิธีวิเคราะห์ถดถอยเอกนาม (univariate regression) และการถดถอยพหุนาม (multivariate regression) ที่ใช้ในกรณีที่มีหลายตัวแปร เช่น การศึกษาปัจจัยทางภูมิอากาศในแต่ละฤดูกาลและเขตภูมิอากาศ เพื่อหาความสัมพันธ์และระดับความสำคัญของตัวแปรต่อการเกิดโรค (Tamerius JD et al., 2013) และวิธีวิเคราะห์ถดถอย (autoregression analysis) ใช้ทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีความสัมพันธ์และความแปรปรวนต่อกันกับอุบัติการณ์ของโรค (Muttitanon W. , 2014) ในส่วนการวิเคราะห์ปัจจัยทางทรัพยากรที่สัมพันธ์กับระยะทาง ทำการศึกษาโดยสถิติโลจิสติกหลายตัวแปร (univariable logistic analysis) เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละตัวและสถิติถดถอยพหุนาม (multivariate regression analysis) ระบุปัจจัยเสี่ยงอิสระ ผลการศึกษาพบว่ารถไฟ แม่น้ำ และทะเลสาบเป็นปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่สำคัญในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรค (Jia-Cheng Zhang et al., 2014)

#### 2.4.2 ปัจจัยทางสังคม

ปัจจัยทางสังคม คือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของมนุษย์และปรากฏการณ์ทางพื้นที่ในรูปแบบต่างๆ เช่น ลักษณะการใช้ที่ดิน ระบบคมนาคม โดยการศึกษาาระบาติวิทยาที่สัมพันธ์กับตัวแปรด้านสังคมนี้สามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น เปรียบเทียบการกระจายของโรคในลักษณะการใช้ที่ดินเมืองที่แตกต่างกัน เช่น ย่านใจกลางเมือง ชานเมือง ศึกษาความเป็นไปได้ในการเกิดและแพร่กระจายของโรคจากจำนวนและความหนาแน่นประชากร รวมถึงจำนวนสมาชิกในระดับครัวเรือน จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเกิดและแพร่กระจายของโรคมามากที่สุดคือจำนวนและความหนาแน่นประชากรเนื่องจากโรคไข้หวัดใหญ่เป็นโรคติดต่อทางเดินหายใจซึ่งหากพื้นที่ใดมีความหนาแน่นของประชากรสูงย่อมมีโอกาสได้รับการถ่ายทอดโรคสูงดังเช่น จังหวัดกรุงเทพมหานคร เชียงใหม่และเมืองพัทยาซึ่งเป็นเมืองศูนย์กลางทางเศรษฐกิจของประเทศไทย (Siddharth Chandra et al., 2013)

ในการวิเคราะห์ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมได้มีการแบ่งและกำหนดเกณฑ์ของปัจจัยเพื่อการศึกษาเชิงลึก เช่น การศึกษาการแพร่กระจายเปรียบเทียบของโรคไข้หวัดใหญ่ตาม

ฤดูกาลและใช้หวัดใหญ่สายพันธุ์ เอ H1N1 ในเขต 4 เมืองมหานครของประเทศญี่ปุ่นโดยกำหนดตัวแปรอิสระด้านประชากรออกเป็นจำนวนประชากรรวม จำนวนและอัตราส่วนผู้อยู่อาศัยในครัวเรือน และประชากรในช่วงอายุ 0- 15 ปี โดยจำแนกตามประเภทใช้หวัดใหญ่ในแต่ละเมืองโดยกำหนดพื้นที่ศึกษาเป็นระยะรัศมีไม่เกิน 1 กิโลเมตรจากสถานพยาบาล (Shinako Inaida et al., 2011)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาปัจจัยเสี่ยงต่อการถ่ายทอดโรคในพื้นที่เมืองของรัฐบัฟฟาโล (Buffalo) สหรัฐอเมริกา โดยเลือกใช้ปัจจัยตัวแปรอิสระด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยกำหนดลำดับชั้นของเมืองเป็น 4 ส่วน คือ เขตศูนย์กลางเมือง เขตรอยต่อเมือง เขตชานเมืองและพื้นที่ชุ่มน้ำ จากนั้นพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนและความหนาแน่นของประชากร ที่อยู่อาศัยและพื้นที่ธุรกิจในแต่ละเขตโดยจำลองโครงข่ายการติดต่อสัมพันธ์ภายในเมืองในช่วงเวลาและสถานที่ที่แตกต่างกัน กำหนดช่วงเวลา 3 ช่วง ได้แก่ day time (9.00-18.00) past time (18.00-24.00) และ night time (24.00-9.00) และกำหนดสถานที่ 4 ประเภท คือ บ้าน ละแวกบ้าน สถานที่ทำงาน และสถานที่บริการ ผลจากแบบจำลองสามารถระบุความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ คือ ความสัมพันธ์ใกล้ชิด (closed contacts) และความสัมพันธ์ตามโอกาส (occasional contacts) จากนั้นพิจารณาร่วมกับปัจจัยการเคลื่อนที่ของประชากร คือ กิจกรรมประจำวัน ช่วงเวลาที่ทำ ประเภทการคมนาคมขนส่งที่ใช้ สถานที่เริ่มต้นและจุดหมายปลายทางที่ไป ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจะถูกนำมาทำแผนที่ intensity map โดย ข้อมูลการติดโรคทั้งหมดในช่วงเวลาที่ศึกษาจะปักหมุดในตำแหน่งสถานที่ที่เกิดเหตุ พื้นที่ศึกษาจะถูกแปลงเป็นข้อมูลราสเตอร์เพื่อประเมินที่ละส่วนของเซลล์กริดจากนั้นใช้ฟังก์ชันความหนาแน่นแบบเคอร์เนล (Kernel density) ประเมินค่าสูง-ต่ำของความเข้มข้นในการเกิดโรคในแต่ละช่วงเวลาและสถานที่ (Liang Mao and Ling Bian, 2010)

นอกจากนี้ ยังมีการประยุกต์เทคนิคการวิเคราะห์ระยะปลอดเหตุการณ์ (survival analysis) โดยวิธีทางสถิติการวิเคราะห์แบบคอกซ์หลายตัวแปร (multivariate Cox analysis) วิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของประชากรโดยกำหนดช่วงเวลาที่แน่นอน คือ ระยะเวลาของผู้ป่วยรายแรกที่ตรวจพบจากทุกประเทศ ที่สัมพันธ์กับปัจจัยการเดินทาง (ระยะทางจากสนามบินที่ใกล้ที่สุด ตัดกับทางหลวง ทางรถไฟ หรือถนนฟรีเวย์) และปัจจัยทางสังคม (ความหนาแน่นประชากร ความหนาแน่นของสถานพยาบาล) ค่า hazard ratio และ P-value จะถูกคำนวณโดยเทคนิคภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (maximum likelihood) จากนั้นใช้สถิติการถดถอยแบบปัวซอง

(Poisson regression) เพื่อหาความสัมพันธ์ของจำนวนผู้ป่วยยืนยันรายวันและผลรวมของขนาดประชากร เพื่อที่จะวิเคราะห์หาความเป็นไปได้ในการเกิดโรคโดยใช้ค่าตัวแปรด้านประชากร เช่น สัดส่วนอายุของนักเรียน (6-19 ปี) ช่วงเวลาโรงเรียนปิดภาคเรียนฤดูร้อน ความหนาแน่นประชากร วันหยุด ความหนาแน่นของสถานพยาบาลมาวิเคราะห์ร่วมเพื่อเพิ่มความถูกต้องให้ข้อมูล (Li-Qun Fang et al., 2012)

### 2.4.3 ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม

การศึกษาถึงปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่สัมพันธ์ต่อการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ยังมีน้อย เนื่องจากถือเป็นปัจจัยรองหรือเป็นเพียงปัจจัยที่สนับสนุนให้มีโอกาสเกิดโรคมกขึ้น แต่อาจไม่ส่งผลกระทบหรือมีอิทธิพลโดยตรง จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ศึกษาถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศโดยเลือกใช้ปริมาณความเข้มข้นของสารพิษในอากาศ ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) ก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>) และฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (Pm<sub>10</sub>) เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ต่อโรคทางเดินระบบหายใจรวมถึงโรคไข้หวัดใหญ่โดยเลือกใช้สถิติการถดถอยแบบปัวซอง วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยและผู้เสียชีวิตกับตัวแปรสารพิษทั้งสาม ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>) ที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์ต่อจำนวนผู้ป่วยและผู้เสียชีวิตจากโรคในระบบทางเดินหายใจ (CM. Wong et al., 2009) แต่อย่างไรก็ตามหากศึกษาปริมาณความเข้มข้นของสารพิษในระยะสั้น คือ ในช่วง 1 ชั่วโมงกลับพบว่า ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) สัมพันธ์ต่อการเสี่ยงต่อโรคมกกว่าสารพิษชนิดอื่น (Yorifuji Takashi et al., 2014) ถึงแม้ว่าผลลัพธ์จากงานวิจัยจะสรุปในภาพรวมว่าสารพิษทางอากาศมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคไปในทิศทางเดียวกัน แต่ความสัมพันธ์นี้ยังไม่สามารถอธิบายถึงเหตุผลได้อย่างชัดเจน

## 2.5 การศึกษาการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ถึงการกระจายของโรคระบาดสามารถทำได้โดยการใช้วิธีทางคณิตศาสตร์และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์ดังนี้



### 2.5.1 การใช้สถิติทางคณิตศาสตร์

มีการใช้เทคนิคการคำนวณหลายวิธีเพื่อประเมินสถานการณ์ของโรคโดยสามารถคำนวณจากจำนวนประชากรรวม จำนวนผู้ป่วยอาการคล้ายไข้หวัดใหญ่ จำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ ยืนยันและอัตราป่วย อาทิเช่นการใช้สถิติเชิงพรรณนาใช้เพื่อคำนวณค่าความถี่ของอุบัติการณ์โรคในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ร้อยละอัตราป่วยต่อประชากรแสนคนโดยวิเคราะห์แยกรายอายุ เพศ และพื้นที่ในระดับเขต รวมถึงวิเคราะห์จำนวนผู้ป่วยเปรียบเทียบใน พ.ศ. 2555 และ 2556 และค่ามัธยฐานย้อนหลัง 5 ปี (พ.ศ. 2552 - 2555) เพื่อพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่คาดว่าจะเกิดใน พ.ศ. 2557 (นศินี ศรีสมบุญ และคณะ, 2557)

การใช้สถิติเชิงวิเคราะห์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลัง (exponential smoothing) ใช้วิเคราะห์ข้อมูลแบบอนุกรมเวลาจากจำนวนผู้ป่วยรายเดือนและรายปี ในช่วง พ.ศ. 2553 - 2555 เพื่อพยากรณ์ข้อมูลใน พ.ศ. 2556 และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสัดส่วนข้อมูลผู้ป่วยอาการคล้ายไข้หวัดใหญ่ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกโดยวิธีสถิติการถดถอยเชิงเส้นจากสมการพื้นฐาน  $Y = a+bX$  ผลลัพธ์ที่ได้หากสัดส่วนจำนวนผู้ป่วยอาการคล้ายไข้หวัดใหญ่มีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ป่วยนอกที่เข้ามารับการรักษาพยาบาลเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะทำให้จำนวนผู้ป่วยไข้หวัดใหญ่เพิ่มขึ้น 3,929 ราย (สุทธนันท์ สุทธชนะ และคณะ, 2555)

การใช้เทคนิค empirical bay smoothing (EBS) โดยแปลงอัตราโรคไข้หวัดใหญ่ ต่อเดือนหรือปีเป็นอัตราป่วยต่อเดือนต่อแสนประชากรและแสดงรูปแบบความสัมพันธ์ของโรคกับจำนวนประชากรและจำนวนผู้ป่วยยืนยันทั้งหมดด้วยกราฟ (Supachai Nakapan et al., 2012) การทดสอบทางสถิติด้วยวิธีอัตราภาวะน่าจะเป็น log likelihood ratio (LLR) ใช้ตรวจสอบค่าที่อยู่ในระดับผิดปกติจากจำนวนผู้ต้องสงสัยว่าป่วย จำนวนผู้ป่วยยืนยัน จำนวนประชากรและตรวจสอบค่านัยสำคัญทางสถิติด้วยวิธี Monte Carlo (J.R. Cao and YJ. Liu, 2010) สถิติการถดถอยแบบปัวซองนำมาใช้เพื่อการวิเคราะห์จำนวนผู้ป่วยยืนยันรายวันและผลรวมของขนาดประชากรในแต่ละประเทศ เพื่อที่คำนวณอัตราป่วยและหาความเป็นไปได้ในการเกิดโรค

ในทางตรงกันข้ามหากจำนวนผู้ป่วยและอัตราการป่วยมีความใกล้เคียงกันในช่วงระยะเวลาหลายปี คือ ช่วง พ.ศ. 2545 - 2551 มีจำนวนผู้ป่วย 17,424 - 21,351 รายต่อปีไม่

จำเป็นต้องใช้สถิติทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณเนื่องจากไม่สามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์และแนวโน้มการเกิดโรคได้ชัดเจน (Tanawat Likitkererat, 2013)

### 2.5.2 การใช้สถิติเชิงพื้นที่ร่วมกับเทคโนโลยีภูมิศาสตร์สารสนเทศ

จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้เขียนกล่าวถึงการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในด้านระบาดวิทยาไว้ว่า การนำข้อมูลโรคมารวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลทางภูมิศาสตร์โดยใช้สถิติเชิงพื้นที่ทำให้สามารถวิเคราะห์กลุ่มโรคในมิติพื้นที่และเวลารวมถึงรูปแบบการส่งผ่านโรคซึ่งนำไปสู่การแจ้งเตือนจุดเกิดโรค หรือการป้องกันและควบคุมการเกิดโรคไม่ให้ระบาดเป็นวงกว้าง (Cao J.R. and Liu Y.J. , 2010) หรือเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถนำข้อมูลทางสถิติมาประมวลผลในระบบและแสดงในรูปแบบแผนที่เพื่อการตรวจสอบการกระจายโรคในพื้นที่และช่วงเวลา การประเมินสถานการณ์ ความเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มในแต่ละช่วงเวลา

การศึกษาระบาดวิทยาจำเป็นต้องเข้าใจถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างเวลา สถานที่ และบุคคล เนื่องจากเป็นศาสตร์ในการเคลื่อนที่ของโรคโดยอาศัยมนุษย์เป็นตัวกลางในการส่งผ่านโรคไปยังพื้นที่ในช่วงเวลาต่างๆ โดยไม่ว่าจะแสดงผลให้ออกมาอยู่ในรูปแบบแผนที่หรือแบบจำลองแล้วแต่ต้องใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่และคุณลักษณะในเชิงปริมาณ บรรยายและคุณภาพประกอบกันในการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน สำหรับข้อมูลสถิติซึ่งเป็นข้อมูลเชิงเลขจะประเมินค่าสถิติทางภูมิศาสตร์จากข้อมูลจุด เส้น หรือพื้นที่ในขณะที่ข้อมูลคุณลักษณะต้องแปลงผลเป็นค่าเชิงเลขหรือรหัสทางภูมิศาสตร์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ก่อนเพื่อให้สามารถนำไปประมวลผลต่อไป

การวิเคราะห์ทางพื้นที่โดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อศึกษารูปแบบการกระจายของโรค รวมถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของโรคในช่วงเวลาต่างๆ สามารถเลือกใช้เทคนิคหลายประเภทที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ดังนี้ การใช้เทคนิคประมาณค่าในช่วงแบบ IDW มีความสำคัญในการศึกษาทางสาธารณสุข เนื่องจากสามารถคำนวณอุบัติการณ์การเกิดโรคในตำแหน่งที่ไม่ทราบค่าหรือไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ จากจุดเกิดโรคตัวอย่าง อย่างไรก็ตาม ต้องพิจารณาถึงความครอบคลุมและความถูกต้องเนื่องจากการประมาณค่าโดยใช้จุดตัวอย่างโรคกับพื้นที่ศึกษาทั้งหมดอาจมีความผิดพลาดสูง (Cao C.X. et al., 2013) การวิเคราะห์รูปแบบการกระจายโรคใช้หัตถ์ใหญ่สามารถใช้เทคนิคอัตโนมัติสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (spatial autocorrelation) เพื่อประมาณค่าความสัมพันธ์ของจุดเกิดโรคและ

พื้นที่ข้างเคียง โดยเปรียบเทียบกับค่ากลาง (Supachai Nakapan et al., 2012) หรือการใช้เทคนิค cluster and outlier Analysis เพื่อใช้ระบุลักษณะการเกาะกลุ่ม (Shui Shan Lee and Ngai Sze Wong, 2011) ซึ่งรูปแบบการกระจายของโรคจะถูกตีความหมายจากค่า global Moran's I ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 หากค่าเป็นบวก (positive) หมายถึง พื้นที่ที่อยู่ใกล้กันจะมีลักษณะที่คล้ายกันมากกว่าพื้นที่ที่อยู่ไกลออกไปและหากค่าใกล้เคียง 1 หมายความว่า มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ในทิศทางเดียวกัน ในทางตรงกันข้ามหากค่าเข้าใกล้ -1 หมายความว่า มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ในทิศทางตรงข้าม และค่าที่เป็นศูนย์ หมายถึง การกระจายตัวที่ไม่มีแบบแผนตายตัวหรืออยู่ในลักษณะสุ่ม ค่า global Moran's I ที่มีค่าน้อยกว่าศูนย์ หมายถึง มีการกระจายของโรคในลักษณะกระจุกกระจาย และค่าที่มากกว่าศูนย์ หมายถึง ลักษณะการเกาะกลุ่มของโรค (ESRI, 2008) นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์สถิติความถี่ของการเกิดโรคด้วยฟังก์ชัน Z-Score ที่ปกติจะมีค่าอยู่ในช่วง -2 ถึง 2 หากค่า z-score เป็นบวกหมายถึงพื้นที่นั้นอาจเสี่ยงต่อการเกิดโรค ในทางกลับกันหากค่าเป็นลบ หมายถึง พื้นที่นั้นไม่มีความเสี่ยงต่อการป่วยเป็นโรค (สรวงสุดา คงมั่ง, 2553)

สำหรับงานระบาดวิทยาภูมิศาสตร์นิยมใช้เทคนิค nearest distance หรือเทคนิค contiguity เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของพื้นที่กลุ่มโรคกับพื้นที่รอบข้างที่สนใจโดยใช้หลักการถ่วงน้ำหนัก (weighted matrix) ซึ่งอาจใช้ระยะทางหรือขอบเขตของพื้นที่ที่เชื่อมต่อกันเป็นเกณฑ์ในการกำหนดพื้นที่ข้างเคียง เช่น หากใช้ระยะทางเป็นเกณฑ์จะต้องมีการกำหนดจุดกึ่งกลางของพื้นที่ที่สนใจศึกษาและพื้นที่อื่นๆ จากนั้นใช้ระยะทางจากพื้นที่ที่สนใจไปยังพื้นที่ที่อยู่ใกล้ที่สุดและขยับออกไปเรื่อยๆ จนครบจำนวนพื้นที่ที่กำหนดหรือหากใช้ขอบเขตเป็นเกณฑ์จะต้องดูการเชื่อมต่อกันของพื้นที่ที่ใกล้เคียงจะถูกให้ค่าน้ำหนักเป็น 1 และพื้นที่อื่นๆ เป็น 0 (มธุรส ทิพยมงคลกุล, 2555)

การศึกษารูปแบบการกระจายทางพื้นที่ของอุบัติการณ์โรคโดยการศึกษาการเกาะกลุ่มของโรคเพื่อศึกษาจุดเกิดโรคหนาแน่น (hotspot) และจุดเกิดโรคเบาบาง (coldspot) โดยใช้เทคนิค hotspot analysis ทำการคำนวณค่าสถิติ Getis-Ord  $G_i^*$  ของแต่ละรูปลักษณะ (features) ในชุดข้อมูลเพื่อระบุพื้นที่ hotspot ที่สำคัญเปรียบเทียบกับความแตกต่างจาก coldspot หรือดูการเพิ่มขึ้นและเปลี่ยนแปลงของจำนวนผู้ป่วยหรืออัตราป่วยที่ทำให้ hotspot มีลักษณะหรือทิศทางที่เปลี่ยนไปในแต่ละช่วงเวลา (Tanawat Likitkererat, 2013) สำหรับข้อมูลที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์ hotspot ได้แก่ ข้อมูลจุดของตำแหน่งวัตถุหรือเหตุการณ์ที่ศึกษาข้อมูลคุณลักษณะของตัวแปรที่ใช้ช่วงเวลาหรือ

วันที่ รวมถึงแผนที่ฐานโดยหลักการและขั้นตอนการวิเคราะห์คือสร้างหรือระบุชุดข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้และซ้อนทับกับแผนที่ฐาน จากนั้นทำการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ทางพื้นที่ว่ามีการเกาะกลุ่มข้อมูลหรือไม่ และแสดงผลในรูปแบบแผนที่รูปแบบต่างๆ เช่น point map, spatial ellipses map, thematic map, density map (Llovasi, 2015) การศึกษาแนวโน้มการกระจายของกลุ่มโรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ เอ H1N1 ในประเทศจีนแผ่นดินใหญ่โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์พื้นผิวแบบแนวโน้ม (trend surface analysis) เพื่อตรวจสอบแนวโน้มการกระจายโรคในมิติพื้นที่และช่วงเวลา ผลการศึกษาพบว่าการกระจายโรคในช่วง 120 วันแรกยังจำกัดอยู่ในบริเวณเมืองที่มีสนามบินนานาชาติ เช่น ปักกิ่ง เซี่ยงไฮ้ กวางโจว เซินเจิ้น เฉินตู ฉางอัน แต่หลังจากนั้นค่อยๆ ระบาดไปยังส่วนอื่นในประเทศในทิศทางตะวันออกเฉียงใต้สู่ตะวันตกเฉียงใต้โดยพบการกระจายของโรคในบริเวณกว้างโดยเฉพาะพื้นที่ทางตะวันตกของประเทศ (Li - Qun Fang et al., 2012 )

นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์การกระจายของโรคในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน (spatial temporal analysis) โดยโปรแกรมและเทคนิคต่างๆ เช่น การใช้โปรแกรม SatScanTM เพื่อตรวจหาการเกาะกลุ่มและการเพิ่มขึ้นของผู้ป่วยในพื้นที่และช่วงเวลาต่างๆ ด้วยเทคนิค retrospective space-time permutation โดยกำหนดเงื่อนไขให้ maximum temporal cluster size เท่ากับ ระยะพักตัวของโรคที่นานที่สุดคือ 7 วัน และ maximum spatial cluster size เท่ากับ ระยะทาง 10 กิโลเมตร จากนั้นทำการสร้างชั้นการเกาะกลุ่ม (J.R. Cao and YJ. Liu, 2010) ทำการตรวจหาการเกาะกลุ่มโดยใช้หลักการ moving windows คำนวณ likelihood ratio ในพื้นที่เปรียบเทียบกับนอกพื้นที่ window เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงบริเวณพื้นที่ในช่วงเวลาต่างๆ (Jia - Cheng Zhang et al., 2014) หรือการใช้โปรแกรม ArcGIS โดยเทคนิค tracking analyst สามารถระบุการเคลื่อนที่หรือการเปลี่ยนแปลงของวัตถุในช่วงเวลาที่ศึกษาทำให้สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของจำนวนผู้ป่วยไวรัสตับอักเสบบีในแต่ละพื้นที่ในช่วงเวลาหนึ่งได้ (Shaobo Zhong et al., 2005)

### 2.5.3 การพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคจากปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยหลายเรื่อง มีการใช้แบบจำลองเพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดเพื่อใช้คาดการณ์และทำนายพื้นที่เสี่ยง เช่น งานวิจัยการศึกษาปัจจัยภูมิอากาศที่สัมพันธ์กับการกระจายทางพื้นที่ของโรคไข้หวัดใหญ่ในจังหวัดเชียงใหม่ได้ใช้เทคนิคการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (multiple linear regression) เพื่อหาแบบจำลองที่เหมาะสมและพยากรณ์การเกิดโรค โดยกำหนดให้ตัวแปรตามคือ

จำนวนผู้ป่วยรายสัปดาห์และตัวแปรอิสระคือ อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน ตัวแปรอิสระถูกใช้เพื่อทำนายความเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามใน 2 ช่วงคือ ฤดูฝนและฤดูแล้งในแต่ละปีรวมถึงวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับการเกิดโรคซึ่งผลที่ได้จะได้จากค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน T - test และ F - value พบว่าฤดูฝนมีค่า  $P < 0.01$  ในขณะที่ฤดูแล้งมีค่า  $P < 0.05$  จากนั้นตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ไข้หวัดใหญ่ที่เกิดขึ้นจริงกับเหตุการณ์พยากรณ์โดยแยกเป็น 2 ช่วงดังเดิม ผลที่ได้พบปริมาณการเกิดโรคในฤดูฝนมากกว่าและลดลงอย่างรวดเร็วในฤดูร้อน สันนิษฐานได้ว่า ระดับความแตกต่างของอุณหภูมิมากอาจทำให้เกิดการลดลงของผู้ติดเชื้อ นอกจากนี้ปัจจัยความชื้นอาจมีบทบาทในวงจรการเกิดและการส่งผ่านของโรคไข้หวัดใหญ่อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของมนุษย์ในการเคลื่อนที่ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนที่รุนแรง (Supachai Nakapan et al., 2012)

การศึกษากระจายทางพื้นที่และปัจจัยเสี่ยงของโรคในมณฑลเจียงซู ประเทศจีน ได้เลือกใช้เทคนิค multivariate regression analysis วิเคราะห์เพื่อพยากรณ์เนื่องจากมีตัวแปรตามมากกว่า 1 ตัว (Zhang et al., 2014) นอกจากนี้ได้มีการศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคไข้หวัดนก โดยใช้แบบจำลองทางภูมิศาสตร์จากการใช้เทคนิคการประมาณค่าความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบ Kernel density ซึ่งวัดการกระจายตัวของจุดเกิดโรค จำนวนความหนาแน่นของสัตว์ปีกในบริเวณที่ศึกษาและแสดงผลในลักษณะตารางกริด โดยมีหลักการคือ คำนวณแนวกันชนจากที่ตั้งฟาร์มสัตว์ปีกในระยะ 0-5 กิโลเมตร 5-10 กิโลเมตร 10-50 กิโลเมตรและมากกว่า 50 กิโลเมตร จากนั้นเชื่อมต่อกับระยะจากฟาร์มสัตว์ปีกไปยังจุดเกิดโรคและสถานที่อื่น ๆ ที่คาดว่าจะเป็พื้นที่เสี่ยงเช่น ตลาด คอกสัตว์ปีก โรงฆ่าสัตว์ กำหนดค่าปัจจัยพื้นที่เสี่ยงเท่ากับระยะทางไปยังจุดเกิดโรคคุณความหนาแน่นสัตว์ปีก คุณระยะทางจากฟาร์มคุณประเภทการใช้ที่ดินคุณระยะทางจากตลาดโรงฆ่าสัตว์และคอกสัตว์ เพื่อจัดระดับชั้นความเสี่ยง จากนั้นใช้เครื่องมือ Hawth's analysis ในโปรแกรม ArcGIS เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของพื้นที่เสี่ยงที่ถูกเลือก (ฐาปณี คำชัย และ ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์, 2549)

การศึกษาปัจจัยภูมิอากาศที่มีผลต่อการกระจายโรคในจังหวัดนนทบุรี ได้ใช้เทคนิคอัตโนมัติ (autoregression) หาความสัมพันธ์ของปัจจัย 3 อย่างคือ อุณหภูมิ ความชื้นและปริมาณน้ำฝน จากนั้นใช้วิธี goodness of variance fit (GVF) จัดระดับความเสี่ยงในแต่ละพื้นที่เป็น 4 ระดับคือเสี่ยงมาก เสี่ยงปานกลาง เสี่ยงต่ำ และเสี่ยงต่ำที่สุด (Muttitanon W. , 2014)

การศึกษาการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ในประเทศไทยได้ใช้เลือกเทคนิค 3 ชนิดคือ (1) multivariate least square regression (2) spatial ordinary least square regression และ (3) geographically weighted regression หรือ GWR เพื่อทดสอบหาแบบจำลองที่ดีที่สุดและหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลอง (Tanawat Likitkererat, 2013) โดยวิธีวิเคราะห์แบบ GWR เป็นสถิติเชิงพื้นที่ที่สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่เข้ากับแต่ละพื้นที่ โดยพิจารณาจากตำแหน่งและความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ที่แตกต่างจากสถิติแบบ global ซึ่งเป็นการคำนวณค่าโดยภาพรวมเท่านั้น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะให้ความคลาดเคลื่อนเชิงพื้นที่ต่ำกว่าการใช้สถิติแบบ global หรือการวิเคราะห์โดยภาพรวม (Daphne Lopez et al., 2014)

ในงานวิจัยสร้างแบบจำลองการถ่ายทอดโรคในฮ่องกงและแคนาดาจากดัชนีสิ่งแวดล้อมได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์หอดถอยอนุกรมเวลา (time series regression analysis) เพื่อวิเคราะห์หอนุกรมเวลาของโรคไข้หวัดใหญ่ซึ่งก่อนที่จะทำการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาจะต้องศึกษาถึงลักษณะข้อมูลที่ใช้ว่าเป็นรูปแบบใดระหว่าง รูปแบบเชิงระบบหรือแบบสุ่มผิดพลาด ซึ่งรูปแบบของอนุกรมเวลานี้จะเป็นตัวบ่งบอกถึงแนวโน้มและการเปลี่ยนแปลงทั้งในลักษณะเส้นตรงหรือไม่ใช่เส้นตรง (พงศ์เทพ วิวรรณเดช และ สมชาย จาตศรี, 2550) time series regression analysis จะวิเคราะห์ค่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ค่าผันแปรตามฤดูกาลและเวลา ค่าผันแปรจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ เพื่อสร้างแบบจำลอง ARIMA (autoregressive integrated moving average) โดยใช้วิธีการของ Box-Jenkins ซึ่งมีความยืดหยุ่นสูงเนื่องจากได้รวมวิธีการหอดถอย และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (moving average) ซึ่งเป็นวิธีหาความสัมพันธ์แบบละเอียดรวมถึงลทธิพลของปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องและทำให้ข้อมูลราบเรียบขึ้นเข้าด้วยกันและก่อนการสร้างแบบจำลองจะต้องประเมินตัวแปรสภาพแวดล้อม จากการวิจัยได้กำหนดตัวแปรอิสระคือ อุณหภูมิพื้นผิว ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดดันอากาศกับข้อมูลสถิติโรค (Soebiyanto R.P. and Kiang R.K., 2010) เมื่อพบว่ามีความสัมพันธ์กันจึงสามารถทำแบบจำลองได้

ทั้งนี้ในการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในด้านระบาดวิทยาขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการศึกษาไม่ว่าจะเป็นรูปแบบการกระจายและเคลื่อนที่ จุดศูนย์กลางของโรค สถานการณ์และการเปลี่ยนแปลง แนวโน้มหรือพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรค ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการ

วางแผนป้องกันหรือกำหนดมาตรการควบคุมมิให้เกิดความสูญเสียทางชีวิตและทรัพย์สินทั้งในระดับปัจเจกบุคคล ชุมชน เมือง ภูมิภาค หรือประเทศได้

## 2.6 สรุปท้ายบท

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อศึกษาการกระจายทางพื้นที่ของโรคไข้หวัดใหญ่ถูกนำมาวิเคราะห์ใน 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ รูปแบบการกระจายทางพื้นที่ของโรค ปัจจัยที่สัมพันธ์ต่อโรคและการพยากรณ์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อโรค

รูปแบบการกระจายของโรคไข้หวัดใหญ่มีลักษณะเกาะกลุ่มในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีจำนวนและความหนาแน่นของประชากรมากเนื่องจากการติดต่อและส่งผ่านโรคเกิดขึ้นจากมนุษย์สู่มนุษย์หรือโดยพาหะนำโรค เช่น สัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมนำพาเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่มาสู่มนุษย์

ปัจจัยที่สัมพันธ์ต่อการเกิดโรค ได้แก่ ปัจจัยภูมิอากาศ และปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม ในงานวิจัยส่วนใหญ่ได้เลือกตัวแปรทางภูมิอากาศเป็นหนึ่งในปัจจัยในการศึกษาทางระบาดวิทยา เนื่องจาก การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศมีอิทธิพลต่อการพัฒนาสายพันธุ์เชื้อโรค รูปแบบการส่งผ่านเชื้อโรคซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ (A.J. McMichael et al., 2003) ความสำคัญของการเกิดโรคและการเสียชีวิตมักมีการผันแปรตามภูมิอากาศจากฤดูกาลสู่ฤดูกาล (Pyle G.F. , 1969) ปัจจัยภูมิอากาศมีตัวแปรที่สำคัญ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในแต่ละช่วงเวลาและฤดูกาล ในฤดูหนาวมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสภาพอากาศที่แห้งก่อให้เกิดการคงอยู่และส่งผ่านของเชื้อไวรัสได้ง่าย (C. Mims et al., 2004) ในฤดูฝนตัวแปรด้านปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดโรคมากที่สุดโดยเฉพาะในประเทศไทย เมื่อความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเพิ่มสูงขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของร้อยละของวันฝนตกอาจก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของพาหะนำโรค (Sirilak Chumkiew et al., 2007)หรือเป็นเหตุให้เชื้อโรคสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ง่ายเนื่องจาก ร่างกายไม่สามารถปรับตัวได้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของอากาศ ในขณะที่ตัวแปรความชื้นสัมพัทธ์อาจเพียงมีอิทธิพลต่อวงจรของเชื้อโรคให้คงอยู่ในอากาศในระยะเวลาที่นาน ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมและการปฏิบัติตนของมนุษย์ในแต่ละฤดูกาล (Supachai Nakapan et al., 2012) ปัจจัยทางเศรษฐกิจ

และสังคมที่สัมพันธ์ต่อการเกิดและกระจายของโรค ได้แก่ จำนวนประชากร ความหนาแน่นประชากร ลักษณะการใช้ที่ดิน ลำดับศักราชของเมือง กิจกรรมทางเศรษฐกิจของสังคม การเคลื่อนที่ของประชากร ปฏิสัมพันธ์ระหว่างประชากร และพฤติกรรมการปฏิบัติตน ตัวแปรหลักที่ก่อให้เกิดการแพร่กระจายของโรคมากที่สุด คือ ความหนาแน่นของประชากร โดยมีการติดต่อสัมพันธ์ระหว่างประชากรและการเดินทางเป็นตัวแปรรองที่สนับสนุนและเร่งการกระจายของโรคไปยังพื้นที่ต่างๆ ในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของประชากรสูงโดยเฉพาะในเขตเมืองใหญ่ มักพบจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่รวมถึงโรคติดต่อทางเดินหายใจสูง มากกว่าในเขตชานเมืองที่อยู่ห่างไกลออกไป (Lee and Wong, 2011) เช่นเดียวกับบริเวณที่มีการรวมกลุ่มของประชากร และกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคม เช่น ชุมชน สถานศึกษา สถานพยาบาล สำนักงาน โรงงานอุตสาหกรรม ท่าอากาศยาน ซึ่งประชากรจะมีปฏิสัมพันธ์กันในลักษณะใกล้ชิดติดประชิดกับสถานที่ที่มีลักษณะเป็นอาคารปิดก่อให้เกิดการหมุนเวียนและแพร่กระจายจากเชื้อโรคได้ง่าย (C. Mims et al., 2004)

จากการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายทางพื้นที่ของโรคและปัจจัยที่สัมพันธ์ต่อการเกิดโรคแล้ว การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อพยากรณ์และกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อโรค นับเป็นสิ่งสำคัญและเป็นประโยชน์สูงสุดในการศึกษาทางระบาดวิทยา เนื่องจากสามารถอธิบาย วิเคราะห์ ความสัมพันธ์ และแสดงผลเชิงพื้นที่ เพื่อถ่ายทอดการวางแผนมาตรการป้องกันและควบคุมมิให้เกิดการระบาดของโรคไปในบริเวณกว้าง



## บทที่ 3 พื้นที่ศึกษา

### 3.1 ลักษณะทางกายภาพ

กรุงเทพมหานครเป็นเมืองหลวงของประเทศไทย ตั้งอยู่บริเวณภาคกลางตอนล่างที่ละติจูด 13.45 องศาเหนือและลองจิจูด 100.28 องศาตะวันออก มีพื้นที่ทั้งหมด 1,568.737 ตารางกิโลเมตร (สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร, 2557) สำหรับอาณาเขตติดต่อทางบก ทิศเหนือติดต่อกับจังหวัดนนทบุรีและปทุมธานี ทิศตะวันออกติดต่อกับจังหวัดฉะเชิงเทรา ทิศใต้ติดต่อกับจังหวัดสมุทรปราการ และอ่าวไทย ทิศตะวันตกติดต่อกับจังหวัดสมุทรสาครและนครปฐม (รูปที่ 3-1)



รูปที่ 3-1 แผนที่แสดงที่ตั้งและอาณาเขต จังหวัดกรุงเทพมหานคร

#### 3.1.1 ลักษณะภูมิประเทศ

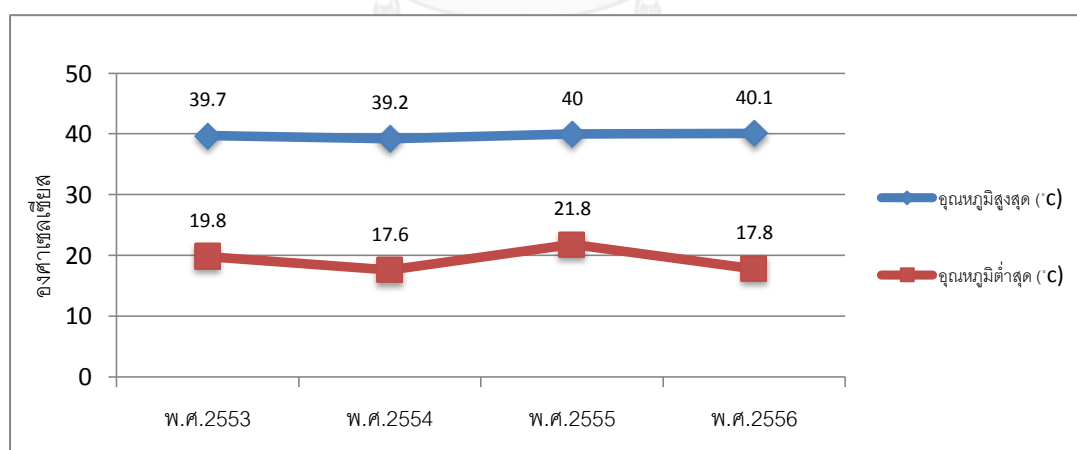
กรุงเทพมหานครเป็นพื้นที่ที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างมีลักษณะเป็นดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยา ระดับพื้นดินทางทิศเหนือจะค่อยๆลาดเอียงสู่อ่าวไทยบริเวณทิศใต้

ความสูงจากระดับทะเลปานกลางประมาณ 1.50 - 2 เมตร และบริเวณพื้นที่ราบลุ่มมีน้ำเจ้าพระยาจะอยู่สูงกว่าระดับทะเลปานกลางไม่เกิน 1.5 เมตร (ศูนย์ข้อมูลกรุงเทพมหานคร, 2558)

### 3.1.2 ลักษณะภูมิอากาศ

กรุงเทพมหานครมีลักษณะภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อนอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดพาความหนาวเย็นจากประเทศจีน และลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้พัดพาความชุ่มชื้นจากทะเลอันดามันและอ่าวไทยเข้าสู่ประเทศไทยก่อให้เกิดฤดูกาล 3 ฤดู ได้แก่ฤดูร้อนระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - เดือนเมษายน ฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคม - เดือนตุลาคม และฤดูหนาวระหว่างเดือนพฤศจิกายน - เดือนมกราคม การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในแต่ละปีมีเพียงเล็กน้อยในทางตรงข้ามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนตามฤดูกาลมีมากโดยเฉพาะในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคมของทุกปี

1) **อุณหภูมิ** ข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2553-2556 กรุงเทพมหานครมีอุณหภูมิสูงสุดทั้งปี อยู่ระหว่าง 39.2 ถึง 40.1 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิต่ำสุด 16.6 ถึง 21.8 องศาเซลเซียส (รูปที่ 3-2) โดยอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยจะอยู่ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายนของแต่ละปี ในขณะที่อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยจะอยู่ระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม



รูปที่ 3-2 กราฟแสดงอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด พ.ศ. 2553-2556 ( ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา)

ตารางที่ 3-1 อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือน พ.ศ. 2553- 2556 (ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา)

| อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนประจำปี 2553-2557 จังหวัดกรุงเทพมหานคร |      |      |       |       |      |       |      |      |      |      |      |      |        |
|---|------|------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|--------|
| อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนประจำปี 2553                           |      |      |       |       |      |       |      |      |      |      |      |      |        |
| เดือน   | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. | มิ.ย. | ก.ค. | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. | เฉลี่ย |
| อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย  | 32.9 | 33.9 | 35.6  | 36.9  | 36.7 | 35.8  | 34.5 | 33.7 | 33.8 | 32.3 | 32.7 | 32.5 | 34.28  |
| อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย  | 24.3 | 26.7 | 27.1  | 28.5  | 28.2 | 27.1  | 26.3 | 25.6 | 25.5 | 25.1 | 24.5 | 23.8 | 26.06  |
| อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนประจำปี 2554                           |      |      |       |       |      |       |      |      |      |      |      |      |        |
| อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย  | 32.5 | 34.1 | 31.5  | 34.2  | 34.5 | 33.7  | 33.3 | 33.2 | 33.1 | 33.0 | 34.2 | 32.0 | 33.28  |
| อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย  | 22.6 | 25.3 | 24.1  | 26.1  | 26.9 | 26.7  | 25.6 | 25.8 | 25.7 | 25.3 | 25.6 | 22.8 | 25.21  |
| อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนประจำปี 2555                           |      |      |       |       |      |       |      |      |      |      |      |      |        |
| อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย  | 33.1 | 33.6 | 36.0  | 36.9  | 35.6 | 34.2  | 33.5 | 33.5 | 32.9 | 33.6 | 33.6 | 34.1 | 34.22  |
| อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย  | 25.0 | 25.7 | 27.1  | 27.8  | 27.4 | 26.8  | 26.1 | 25.9 | 25.2 | 25.8 | 25.8 | 25.4 | 26.17  |
| อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนประจำปี 2556                           |      |      |       |       |      |       |      |      |      |      |      |      |        |
| อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย  | 33.1 | 34.7 | 35.6  | 36.3  | 36.5 | 34.1  | 33.0 | 33.9 | 32.8 | 32.9 | 33.3 | 30.8 | 33.92  |
| อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย  | 23.9 | 26.4 | 27.3  | 27.8  | 27.7 | 26.5  | 26.1 | 26.0 | 25.5 | 25.3 | 25.3 | 21.1 | 25.74  |

2) ปริมาณน้ำฝน จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนเปรียบเทียบใน พ.ศ. 2553 - 2556 ดังแสดงในตารางที่ 3-2 พบว่าปริมาณน้ำฝนใน พ.ศ. 2554 ซึ่งเป็นปีที่ กรุงเทพมหานครประสบกับมหาอุทกภัยครั้งใหญ่ มีจำนวนสูงกว่าในปีอื่น คือ 1,942.04 มิลลิเมตร โดยใน พ.ศ. 2555 - 2556 มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องคือ อัตราการเปลี่ยนแปลงลดลง 15.06 และ 7.65 ตามลำดับ

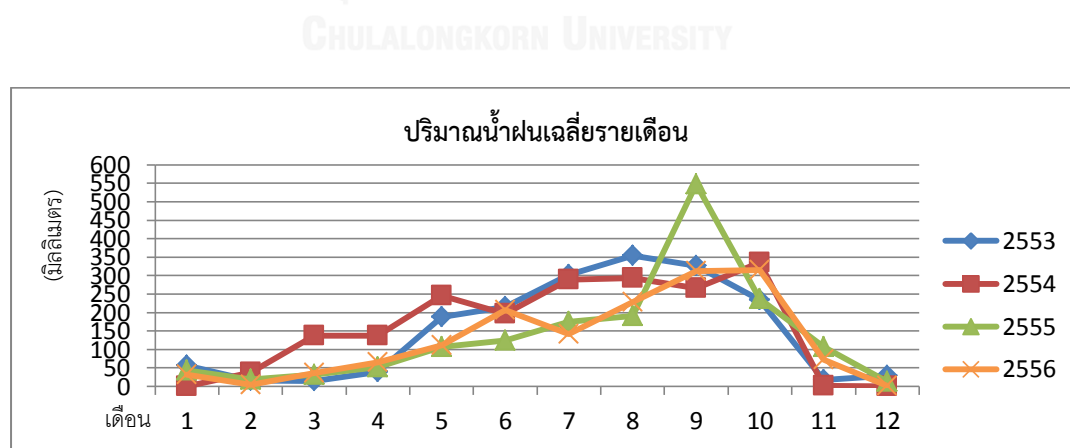
หากพิจารณาจำแนกรายเดือน (ตารางที่ 3-3) พบปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนสูงสุดระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม โดยค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 548.74 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนต่ำสุด ระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนกุมภาพันธ์ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 0.58 มิลลิเมตร

เขตที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนในแต่ละปีสูงสุด ได้แก่ เขตสายไหม (พ.ศ. 2553) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน เท่ากับ 192.63 มิลลิเมตร เขตห้วยขวาง (พ.ศ. 2554) 198.08 มิลลิเมตร เขตบางแค (พ.ศ. 2555) วัดปริมาณน้ำฝนรวมได้ 221.48 มิลลิเมตรและเขตภาษีเจริญ (พ.ศ. 2556) 144.19 มิลลิเมตร

ตารางที่ 3-2 ปริมาณน้ำฝนของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2553-2556

(ที่มา : สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร)

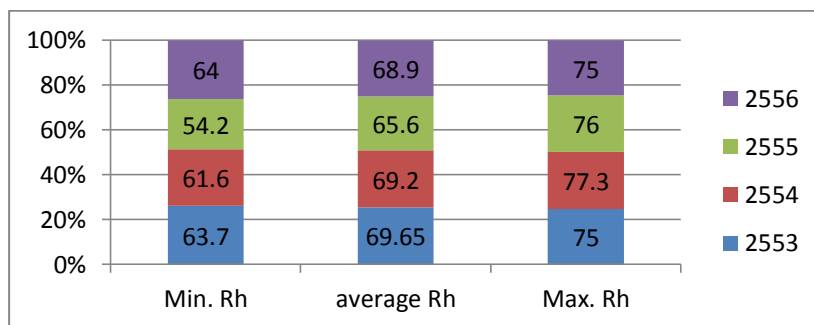
| เดือน      | ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตร) |          |          |          |
|------------|---------------------------------------|----------|----------|----------|
|            | 2553                                  | 2554     | 2555     | 2556     |
| มกราคม     | 55.89                                 | 0.63     | 43.35    | 32.21    |
| กุมภาพันธ์ | 15.48                                 | 37.342   | 18.65    | 4.10     |
| มีนาคม     | 13.96                                 | 136.72   | 31.89    | 35.92    |
| เมษายน     | 38.45                                 | 136.66   | 51.91    | 64.37    |
| พฤษภาคม    | 187.87                                | 246.13   | 108.98   | 111.54   |
| มิถุนายน   | 215.02                                | 196.58   | 123.42   | 206.95   |
| กรกฎาคม    | 302.57                                | 288.68   | 176.63   | 142.21   |
| สิงหาคม    | 354.15                                | 292.80   | 190.44   | 228.21   |
| กันยายน    | 326.32                                | 266.54   | 548.74   | 312.22   |
| ตุลาคม     | 233.63                                | 337.50   | 237.0    | 314.09   |
| พฤศจิกายน  | 17.94                                 | 1.88     | 106.02   | 69.29    |
| ธันวาคม    | 29.17                                 | 0.58     | 6.26     | 2.06     |
| รวม        | 1,790.45                              | 1,942.04 | 1,643.29 | 1,523.17 |



รูปที่ 3-3 กราฟแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน พ.ศ. 2553 – 2556

(ที่มา : สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร)

3) **ความชื้นสัมพัทธ์** กรุงเทพมหานครมีความชื้นสัมพัทธ์สูงตลอดปีคือระหว่างร้อยละ 68 -77 โดยความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายปีระหว่าง พศ. 2553-2556 ดังแสดงในรูปที่ 3-4 คือ ร้อยละ 69.7 ร้อยละ 69.2 ร้อยละ 65.6 ร้อยละ 68.9 ตามลำดับ



รูปที่ 3-4 กราฟแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ค่าเฉลี่ยสูงสุด และค่าเฉลี่ยต่ำสุดรายปี (ที่มา : สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ และกรมอุตุนิยมวิทยา)

### 3.2 ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม

#### 3.2.1 ขอบเขตการปกครอง

สำนักผังเมืองกรุงเทพมหานครได้แบ่งเขตการปกครองตามที่ตั้งของพื้นที่ออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ เขตเมืองชั้นใน เขตเมืองชั้นกลาง และเขตเมืองชั้นนอก ประกอบด้วย 50 เขต 169 แขวงดังแสดงใน รูปที่ 3-5 และ ตารางที่ 3-3 ดังนี้

1) **เขตเมืองชั้นใน (inner city)** เป็นพื้นที่ศูนย์กลางทางเศรษฐกิจและสังคมทั้งในด้านธุรกิจและพาณิชยกรรม สถานที่ราชการ สถานศึกษา พื้นที่อนุรักษ์ทางประวัติศาสตร์ รวมถึงระบบโครงข่ายคมนาคมขนส่ง ประกอบด้วย 22 เขตแบ่งออกเป็นเขตเมืองชั้นในฝั่งตะวันออก 17 เขตและฝั่งตะวันตก 5 เขต ดังนี้

- เขตเมืองชั้นในฝั่งตะวันออก ได้แก่ เขตพระนคร เขตสัมพันธวงศ์ เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย เขตปทุมวัน เขตดุสิต เขตบางรัก เขตยานนาวา เขตคลองเตย เขตสาทร เขตปญาไท เขตราชเทวี เขตบางซื่อ เขตจตุจักร เขตห้วยขวาง เขตบางคอแหลม เขตดินแดง เขตวัฒนา

- เขตเมืองชั้นในฝั่งตะวันตก 5 เขต ได้แก่ เขตบางพลัด เขตธนบุรี เขตบางกอกใหญ่ เขตบางกอกน้อย เขตคลองสาน

2) **เขตชั้นกลางหรือเขตต่อเมือง (Urban fringe)** เป็นพื้นที่รองรับการขยายตัวของเขตเมืองชั้นใน โดยตั้งอยู่ในรัศมีระหว่าง 10-20 กิโลเมตรจากศูนย์กลางเมือง ประกอบด้วย 22 เขต แบ่งออกเป็นเขตชั้นกลางฝั่งตะวันออก 14 เขตและฝั่งตะวันตก 8 เขต ดังนี้

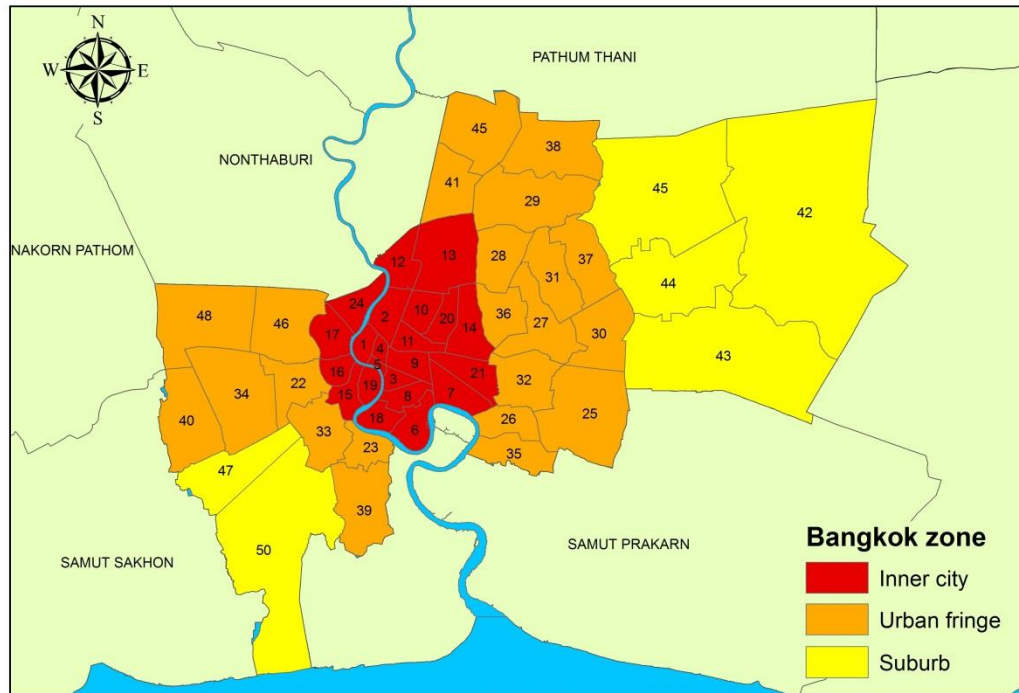
- เขตชั้นกลางหรือเขตต่อเมืองฝั่งตะวันออก ได้แก่ เขตดอนเมือง เขตหลักสี่ เขตบางกะปิ เขตลาดพร้าว เขตบางเขน เขตสายไหม เขตบึงกุ่ม เขตสะพานสูง เขตวังทองหลาง เขตคันนายาว เขตประเวศ เขตพระโขนง เขตสวนหลวง เขตบางนา

- เขตชั้นกลางหรือเขตต่อเมืองฝั่งตะวันตก ได้แก่ คือ เขตตลิ่งชัน เขตทวีวัฒนา เขตภาษีเจริญ เขตราษฎร์บูรณะ เขตจอมทอง เขตบางแค เขตทุ่งครุ เขตหนองแขม

3) **เขตชั้นนอกหรือเขตชานเมือง (Suburb)** เป็นเขตที่อยู่ห่างจากศูนย์กลางเมืองเกินกว่า 20 กิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและที่ว่างรอการพัฒนา ประกอบด้วย 6 เขต แบ่งออกเป็นเขตชานเมืองฝั่งตะวันออก 4 เขตและฝั่งตะวันตก 2 เขตดังนี้

- เขตชานเมืองฝั่งตะวันออก ได้แก่ เขตมีนบุรี เขตคลองสามวา เขตหนองจอก เขตลาดกระบัง และ เขตชานเมืองฝั่งตะวันตก ได้แก่ เขตบางบอน และเขตบางขุนเทียน

## ขอบเขตการปกครองกรุงเทพมหานคร Bangkok Metropolitan Administration



| เลขที่ | รายชื่อเขต           | เลขที่ | รายชื่อเขต     | เลขที่ | รายชื่อเขต     |
|--------|----------------------|--------|----------------|--------|----------------|
| 1      | เขตพระนคร            | 18     | เขตบางคอแหลม   | 35     | เขตบางนา       |
| 2      | เขตดุสิต             | 19     | เขตคลองสาน     | 36     | เขตวังทองหลาง  |
| 3      | เขตบางรัก            | 20     | เขตดินแดง      | 37     | เขตคันนายาว    |
| 4      | เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย | 21     | เขตวัฒนา       | 38     | เขตสายไหม      |
| 5      | เขตสัมพันธวงศ์       | 22     | เขตภาษีเจริญ   | 39     | เขตทุ่งครุ     |
| 6      | เขตยานนาวา           | 23     | เขตราษฎร์บูรณะ | 40     | เขตหนองแขม     |
| 7      | เขตคลองเตย           | 24     | เขตบางพลัด     | 41     | เขตหลักสี่     |
| 8      | เขตสาทร              | 25     | เขตประเวศ      | 42     | เขตหนองจอก     |
| 9      | เขตปทุมวัน           | 26     | เขตพระโขนง     | 43     | เขตลาดกระบัง   |
| 10     | เขตพญาไท             | 27     | เขตบางกะปิ     | 44     | เขตมีนบุรี     |
| 11     | เขตราชเทวี           | 28     | เขตลาดพร้าว    | 45     | เขตดอนเมือง    |
| 12     | เขตบางซื่อ           | 29     | เขตบางเขน      | 46     | เขตตลิ่งชัน    |
| 13     | เขตจตุจักร           | 30     | เขตสะพานสูง    | 47     | เขตบางบอน      |
| 14     | เขตห้วยขวาง          | 31     | เขตบึงกุ่ม     | 48     | เขตคลองสามวา   |
| 15     | เขตธนบุรี            | 32     | เขตสวนหลวง     | 49     | เขตทวีวัฒนา    |
| 16     | เขตบางกอกใหญ่        | 33     | เขตจอมทอง      | 50     | เขตบางขุนเทียน |
| 17     | เขตบางกอกน้อย        | 34     | เขตบางแค       |        |                |

รูปที่ 3-5 แผนที่แสดงการแบ่งเขตการปกครอง กรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 3-3 รายชื่อเขต พื้นที่และจำนวนแขวงจังหวัดกรุงเทพมหานคร  
(ที่มา: ศูนย์ข้อมูลกรุงเทพมหานคร)

| ลำดับ | รายชื่อเขต        | พื้นที่<br>(ตร.กม.) | จำนวนแขวง | ลำดับ | รายชื่อเขต  | พื้นที่<br>(ตร.กม.) | จำนวนแขวง |
|-------|-------------------|---------------------|-----------|-------|-------------|---------------------|-----------|
| 1     | พระนคร            | 5.536               | 12        | 26    | พระโขนง     | 13.986              | 1         |
| 2     | ดุสิต             | 10.665              | 5         | 27    | บางกะปิ     | 28.523              | 2         |
| 3     | บางรัก            | 5.536               | 5         | 28    | ลาดพร้าว    | 22.157              | 2         |
| 4     | ป้อมปราบศัตรูพ่าย | 1.931               | 5         | 29    | บางเขน      | 42.123              | 2         |
| 5     | สัมพันธวงศ์       | 1.416               | 3         | 30    | สะพานสูง    | 28.124              | 1         |
| 6     | ยานนาวา           | 16.662              | 2         | 31    | บึงกุ่ม     | 24.311              | 2         |
| 7     | คลองเตย           | 12.994              | 3         | 32    | สวนหลวง     | 23.678              | 1         |
| 8     | สาทร              | 9.236               | 3         | 33    | จอมทอง      | 26.265              | 4         |
| 9     | ปทุมวัน           | 8.369               | 4         | 34    | บางแค       | 44.456              | 4         |
| 10    | พญาไท             | 9.595               | 1         | 35    | บางนา       | 18.789              | 1         |
| 11    | ราชเทวี           | 7.126               | 4         | 36    | วังทองหลาง  | 19.265              | 4         |
| 12    | บางซื่อ           | 11.545              | 2         | 37    | คันนายาว    | 25.980              | 2         |
| 13    | จตุจักร           | 32.908              | 5         | 38    | สายไหม      | 44.615              | 3         |
| 14    | ห้วยขวาง          | 15.033              | 3         | 39    | ทุ่งครุ     | 30.741              | 2         |
| 15    | ธนบุรี            | 8.551               | 7         | 40    | หนองแขม     | 35.825              | 2         |
| 16    | บางกอกใหญ่        | 6.180               | 2         | 41    | หลักสี่     | 22.841              | 2         |
| 17    | บางกอกน้อย        | 11.944              | 5         | 42    | หนองจอก     | 236.261             | 8         |
| 18    | บางคอแหลม         | 10921               | 3         | 43    | ลาดกระบัง   | 123.859             | 6         |
| 19    | คลองสาน           | 6.051               | 4         | 44    | มีนบุรี     | 63.645              | 2         |
| 20    | ดินแดง            | 8.354               | 1         | 45    | ดอนเมือง    | 36.803              | 3         |
| 21    | วัฒนา             | 12.565              | 3         | 46    | ตลิ่งชัน    | 29.779              | 6         |
| 22    | ภาษีเจริญ         | 17.834              | 7         | 47    | บางบอน      | 34.745              | 1         |
| 23    | ราษฎร์บูรณะ       | 15.782              | 2         | 48    | ทวีวัฒนา    | 50.219              | 2         |
| 24    | บางพลัด           | 11.360              | 4         | 49    | คลองสามวา   | 110.686             | 5         |
| 25    | ประเวศ            | 52.490              | 3         | 50    | บางขุนเทียน | 120.687             | 2         |



### 3.2.2 ประชากร

1) **จำนวนและความหนาแน่นประชากร** จากข้อมูลจำนวนสถิติประชากร พ.ศ. 2557 กรุงเทพมหานครมีประชากร 5,692,284 ความหนาแน่นประชากร 3,628.57 คนต่อตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยจำนวนบ้าน 2,672,423 หลัง จำนวนประชากรต่อบ้าน 2.13 คน เขตที่มีจำนวนประชากรสูงสุด 3 อันดับ ได้แก่ เขตสายไหม 194,511 คน เขตบางแค 191,966 คนและเขตบางเขน 190,659 คน เขตที่มีความหนาแน่นประชากรสูงสุด 3 อันดับ ได้แก่ เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย 25,520.45 คนต่อตารางกิโลเมตร เขตสัมพันธวงศ์ 18,615.11 คนต่อตารางกิโลเมตร และ เขตดินแดง 15,233.42 คนต่อตารางกิโลเมตรตามลำดับ หากพิจารณาเปรียบเทียบสถิติประชากรระหว่าง พ.ศ. 2557 กับ ค่า 4 ปีย้อนหลัง คือ พ.ศ. 2553 – 2556 (ตารางที่ 3-4) จะเห็นได้ว่าจำนวนและความหนาแน่นประชากร รวมถึงจำนวนบ้านเพิ่มขึ้นในขณะที่จำนวนประชากรต่อบ้านนั้นลดลงอย่างต่อเนื่อง (ข้อมูลเพิ่มเติมแสดงในภาคผนวก ค.)

ตารางที่ 3-4 แสดงจำนวนประชากร ความหนาแน่นประชากร จำนวนบ้าน และ จำนวนประชากรต่อบ้าน พ.ศ. 2553 – 2557 (แหล่งข้อมูล : สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย )

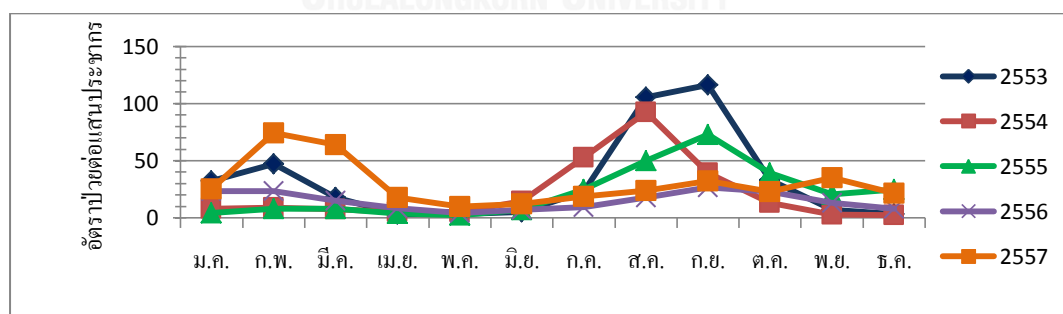
| ปี   | จำนวนประชากร<br>(คน) | ความหนาแน่นประชากร<br>(คนต่อตารางกิโลเมตร) | จำนวนบ้าน<br>(หลัง) | จำนวนประชากรต่อบ้าน<br>(คน) |
|------|----------------------|--|---------------------|-----------------------------|
| 2553 | 5,701,394            | 3,634                                      | 2,400,540           | 2.38                        |
| 2554 | 5,674,843            | 3,617                                      | 2,459,680           | 2.31                        |
| 2555 | 5,673,560            | 3,617                                      | 2,522,855           | 2.25                        |
| 2556 | 5,686,252            | 3,625                                      | 2,593,827           | 2.19                        |
| 2557 | 5,692,284            | 3,629                                      | 2,672,423           | 2.13                        |

2) **โครงสร้างประชากร** จำนวนประชากรกรุงเทพมหานครใน พ.ศ. 2557 แบ่งเป็นเพศชาย 2,695,519 คน และเพศหญิง 2,996,765 คน คิดเป็นอัตราส่วน 1 : 1.1 จำแนกเป็นประชากรวัยเด็ก อายุ 0-14 ปี จำนวน 886,446 คนคิดเป็นร้อยละ 15.6 ประชากรวัยรุ่น อายุ 15-19 ปี จำนวน 384,967 คน คิดเป็นร้อยละ 6.8 ประชากรวัยผู้ใหญ่ อายุ 20-59 ปี จำนวน 3,386,146 คน คิดเป็นร้อยละ 59.5 ประชากรวัยสูงอายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 859,449 คนคิดเป็นร้อยละ 15.1 และประชากรที่ไม่ระบุอายุ ได้แก่ ประชากรที่ไม่ทราบวันเกิดที่แน่ชัด ประชากรสัญชาติอื่น และ

ประชากรที่ไม่มีเชื้ออยู่ในทะเบียนบ้าน คิดเป็นร้อยละ 3 (สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย, 2557)

3) อัตราการเกิดและตาย อัตราการเกิดต่อประชากรพันคน พ.ศ. 2557 คือ 18.40 เขตที่มีอัตราการเกิดมากที่สุด ได้แก่ เขตราชเทวี และน้อยที่สุด ได้แก่ เขตตลิ่งชันและเขตพระโขนง สำหรับอัตราการตายต่อประชากรพันคน คือ 7.39 เขตที่มีอัตราการตายมากที่สุด ได้แก่ เขตราชเทวี และน้อยที่สุด ได้แก่ เขตดอนเมือง

4) อัตราการเจ็บป่วยและเสียชีวิตจากโรคไข้หวัดใหญ่ จากข้อมูลรายงานผู้ป่วยในระบบเฝ้าระวังโรค (รง.506) ตั้งแต่ พ.ศ. 2553-2557 พบว่ามีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่เฝ้าระวังรวมทั้งสิ้น 87,223 ราย คิดเป็นอัตราป่วย 374.05 ต่อแสนประชากร เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนผู้ป่วยรวมทั้งประเทศไทยในช่วงเวลาเดียวกันพบว่ากรุงเทพมหานครมีจำนวนผู้ป่วย คิดเป็น ร้อยละ 24.5 หรือประมาณ 1 ใน 4 ของจำนวนผู้ป่วยทั้งหมด สำหรับผู้เสียชีวิตจากโรคไข้หวัดใหญ่ในกรุงเทพมหานคร พบใน พ.ศ. 2553 ทั้งสิ้น 12 รายโดย พ.ศ. 2554 - 2557 ไม่ตรวจพบผู้เสียชีวิต หากพิจารณาอัตราป่วยต่อแสนประชากรจำแนกรายเดือนดังรูปที่ 3-6 พบว่ามีอัตราป่วยสูงใน 2 ช่วงเวลา คือระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคมและเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน (สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร, 2557) อาชีพที่พบผู้ป่วยมากที่สุด 3 อันดับได้แก่ อาชีพอิสระ/ไม่ทราบอาชีพ นักเรียน และอาชีพรับจ้าง (ศูนย์ข้อมูลสารสนเทศทางระบาดวิทยา, 2558)



รูปที่ 3-6 กราฟแสดงอัตราป่วยไข้หวัดใหญ่ จำแนกรายเดือน พ.ศ. 2553 – 2558 (ที่มา: กลุ่มงานระบาดวิทยา กองควบคุมโรคติดต่อ สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร)

ตารางที่ 3-5 แสดงจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ในกรุงเทพมหานคร จำแนกรายปีและเดือน พ.ศ. 2553-2557 (ที่มา : กลุ่มงานระบาดวิทยา สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร )

| เดือน                          | จำนวนผู้ป่วย (ราย) |          |          |          |          |
|--------------------------------|--------------------|----------|----------|----------|----------|
|                                | พ.ศ.2553           | พ.ศ.2554 | พ.ศ.2555 | พ.ศ.2556 | พ.ศ.2557 |
| มกราคม                         | 2,081              | 447      | 280      | 1,337    | 1,445    |
| กุมภาพันธ์                     | 3,049              | 495      | 541      | 1,345    | 4,236    |
| มีนาคม                         | 1,150              | 440      | 517      | 860      | 3,651    |
| เมษายน                         | 227                | 294      | 229      | 432      | 1,009    |
| พฤษภาคม                        | 209                | 295      | 170      | 244      | 574      |
| มิถุนายน                       | 350                | 814      | 439      | 404      | 699      |
| กรกฎาคม                        | 1,476              | 2,992    | 1,552    | 531      | 1,055    |
| สิงหาคม                        | 6,786              | 5,212    | 3,130    | 1,025    | 1,343    |
| กันยายน                        | 7,463              | 2,231    | 4,588    | 1,520    | 1,822    |
| ตุลาคม                         | 2,120              | 734      | 2,488    | 1,304    | 1,298    |
| พฤศจิกายน                      | 440                | 173      | 1,300    | 740      | 1,852    |
| ธันวาคม                        | 213                | 140      | 1,544    | 464      | 1,395    |
| รวม                            | 25,564             | 14,267   | 16,778   | 10,206   | 20,379   |
| อัตราป่วย<br>(ต่อประชากรแสนคน) | 448.38             | 251.41   | 295.72   | 179.89   | 405.44   |

### 3.2.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556 ได้จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็น 10 ประเภท ได้แก่ ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย (สีเหลือง) ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาปานกลาง (สีส้ม) ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก (สีน้ำตาล) ที่ดินประเภท พาณิชยกรรม (สีแดง) ที่ดินประเภทอุตสาหกรรม (สีม่วง) ที่ดินประเภทคลังสินค้า (สีเม็ดมะปราง) ที่ดินประเภทอนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม (สีเขียวอ่อน) ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม (สีเขียวเข้ม) ที่ดินประเภทอนุรักษ์เพื่อส่งเสริมเอกลักษณ์ศิลปวัฒนธรรมไทย (สีน้ำตาลอ่อน) และที่ดินประเภทสถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ (สีน้ำเงิน) ดังแสดงในรูปที่ 3-7

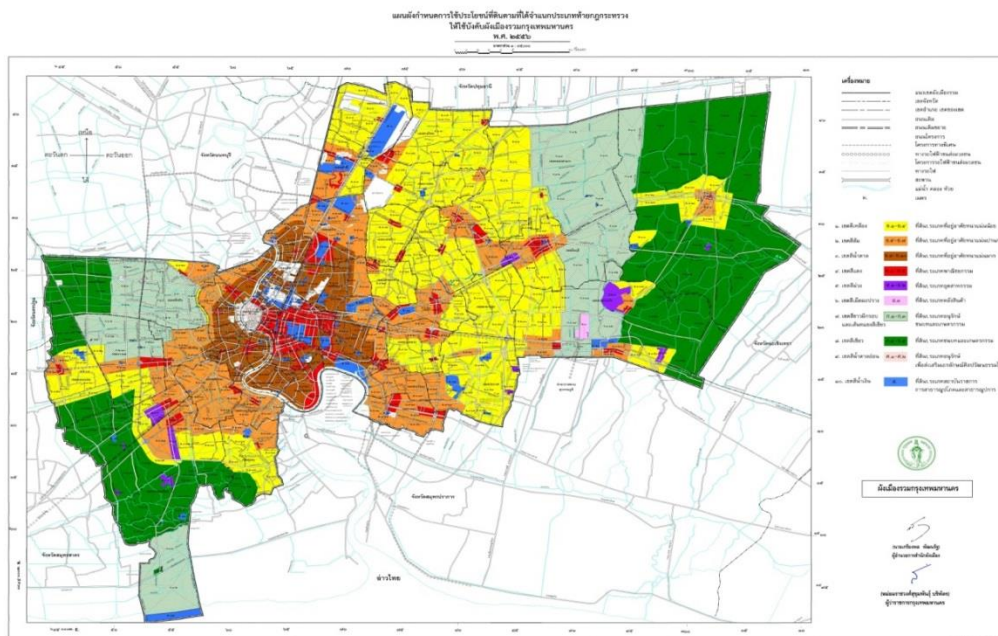
หากพิจารณาถึงลักษณะและรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ต่างๆ จำแนกตามเขตการปกครองแล้ว สามารถสรุปภาพรวมได้ดังนี้

1) **เขตชั้นใน** เป็นพื้นที่ศูนย์กลางของกรุงเทพมหานคร การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่โดยเฉพาะเขตชั้นในฝั่งตะวันออกเป็นประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก เขตพาณิชย์-กรรม สถาบันราชการ สถาบันการศึกษา และเขตอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรม โดยการใช้ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยจะมีอัตราส่วนสูงในเขตบางคอแหลม เขตบางกอกใหญ่ เขตธนบุรี เขตคลองสาน เขตบางซื่อ เขตพญาไท เขตดินแดง การใช้ที่ดินประเภทพาณิชย์กรรมจะมีอัตราสูงในเขตสัมพันธวงศ์ เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย เขตราชเทวี เขตปทุมวัน และเขตบางรัก สำหรับการที่ใช้ที่ดินประเภทสถาบันราชการมีการกระจายตัวมากในเขตดุสิต เขตพระนคร เขตจตุจักร เขตราชเทวี เขตปทุมวัน เขตคลองเตย และเขตห้วยขวาง สำหรับการที่ใช้ที่ดินประเภทสถาบันการศึกษากระจายตัวสูงสุดในเขตจตุจักรและเขตปทุมวัน นอกจากนี้ยังมีการใช้ที่ดินประเภทอนุรักษ์เพื่อส่งเสริมเอกลักษณ์ศิลปวัฒนธรรมไทยซึ่งกระจุกตัวสูงสุดในเขตพระนครและเขตดุสิต

2) **เขตชั้นกลาง** เป็นพื้นที่รองรับการขยายตัวของเมือง เนื่องจากมีการเชื่อมต่อโครงข่ายการคมนาคมจากเขตเมืองชั้นใน ประกอบด้วยการใช้ที่ดินประเภทพาณิชย์กรรมในเขตบางนา เขตบางกะปิ และเขตสวนหลวง การใช้ที่ดินอุตสาหกรรมในเขตบางนาและเขตประเวศ และการใช้ที่ดินประเภทสถาบันราชการในเขตดอนเมืองและเขตบางเขน โดยเฉพาะสถาบันทางทหาร หน่วยงานราชการส่วนกลาง องค์กรรัฐวิสาหกิจและสถานีขนส่งทางอากาศ นอกจากนี้การใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มเขตชั้นกลาง ยังมีอัตราส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยมากเกือบทุกเขต ซึ่งเกิดจากการขยายตัวของศูนย์กลางเมืองไปสู่เขตชานเมือง ประกอบกับการเพิ่มขึ้นของราคาที่ดิน ปัญหาการจราจรและมลพิษทางสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังมีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเกษตรกรรม โดยเฉพาะบริเวณเขตชั้นกลางฝั่งตะวันตกโดยกระจายตัวมากในเขตราษฎร์บูรณะ เขตหนองแขม เขตทุ่งครุและเขตทวีวัฒนา

3) **เขตชั้นนอก** การใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตชั้นนอกฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตก ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมโดยเฉพาะบริเวณเขตหนองจอก ซึ่งมีอัตราส่วนการใช้ที่ดินเกษตรกรรมมากที่สุด คือ ประมาณร้อยละ 71 ของพื้นที่เขต พื้นที่ที่อยู่อาศัยส่วนใหญ่เป็นประเภท

หนาแน่นน้อย นอกจากนี้ยังมีการใช้ที่ดินอุตสาหกรรมและคลังสินค้าโดยเฉพาะในเขตลาดกระบัง เขต บางบอน และเขตบางขุนเทียน



รูปที่ 3-7 แผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556  
(ที่มา : สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร )

### 3.2.4 การคมนาคมขนส่ง

ระบบคมนาคมขนส่งในกรุงเทพมหานครแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือระบบคมนาคมขนส่งทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ โดยมีรายละเอียดโดยสรุปดังนี้

- ระบบคมนาคมขนส่งทางบกเป็นระบบการสัญจรหลักประกอบด้วยโครงข่ายถนนและทางด่วน โครงข่ายระบบขนส่งมวลชน 4 ประเภท ได้แก่ รถโดยสารประจำทาง รถไฟชานเมือง รถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (BTS) และรถไฟฟ้าใต้ดิน (MRT)

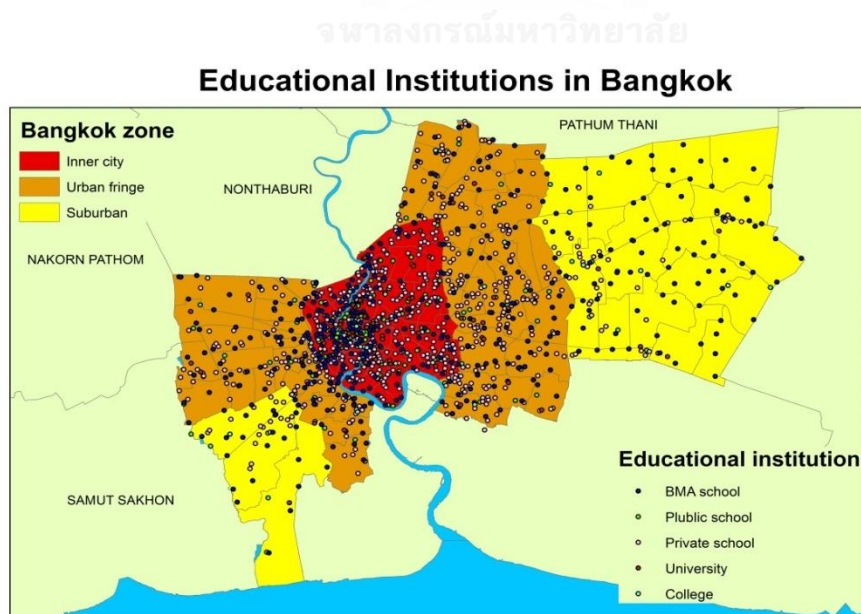
- ระบบคมนาคมขนส่งทางน้ำ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ เรือโดยสารประจำทางในแม่น้ำเจ้าพระยา เรือยนต์โดยสารข้ามฟากแม่น้ำเจ้าพระยา เรือโดยสารประจำทางในคลอง และเรือยนต์เฟลวาใบจักรยาว

- ระบบคมนาคมขนส่งทางอากาศ ประกอบด้วยท่าอากาศยาน 2 แห่ง คือ ท่าอากาศยานดอนเมือง สำหรับการเดินทางภายในประเทศ และท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิ สำหรับการเดินทางระหว่างประเทศ

### 3.2.5 การสาธารณสุข

ประกอบด้วย บริการด้านการศึกษาและสาธารณสุข ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) **สถานศึกษา** จากข้อมูลสถิติการศึกษาของกรุงเทพมหานครในปี การศึกษา 2556 พบว่าการบริการด้านการศึกษาในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีจำนวนโรงเรียนและสถานศึกษาในระบบโรงเรียนสังกัดสำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและสังกัด กรุงเทพมหานครทั้งสิ้น 1,429 แห่ง แบ่งออกเป็น โรงเรียนในสังกัดสำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ในพื้นที่เขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 175 แห่ง โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 436 แห่ง โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชนประเภทสามัญศึกษาในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 755 แห่ง สถาบันอุดมศึกษาในพื้นที่เขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 59 แห่ง และ สถานศึกษาอาชีวศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาในเขต กรุงเทพมหานคร จำนวน 22 แห่ง โดยสถานศึกษาส่วนใหญ่จะกระจุกตัวบริเวณเขตกรุงเทพฯชั้นใน โดยเฉพาะเขตพระนคร เขตดุสิต เขตธนบุรี เขตตลิ่งชัน เขตปทุมวัน (รูปที่ 3-8)



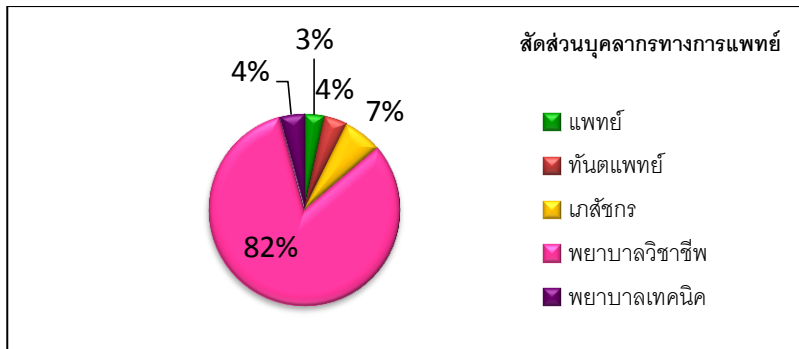
รูปที่ 3-8 แผนที่แสดงสถานศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร

2) **สถานพยาบาลและบริการทางสาธารณสุข** การบริการสาธารณสุขใน กรุงเทพมหานคร ประกอบด้วยบริการขั้นพื้นฐานของระบบบริการสาธารณสุขของภาครัฐ ได้แก่ ศูนย์บริการสาธารณสุขและสถานอนามัย การบริการขั้นทุติยภูมิ ได้แก่ โรงพยาบาลรัฐและเอกชน ซึ่งมีบุคลากรทางการแพทย์ประจำและเตียงผู้ป่วยสำหรับค้างคืนและการบริการขั้นเฉพาะทาง ได้แก่ สถานพยาบาลและสถานบำบัดโรคเฉพาะทาง (ตารางที่ 3-6)

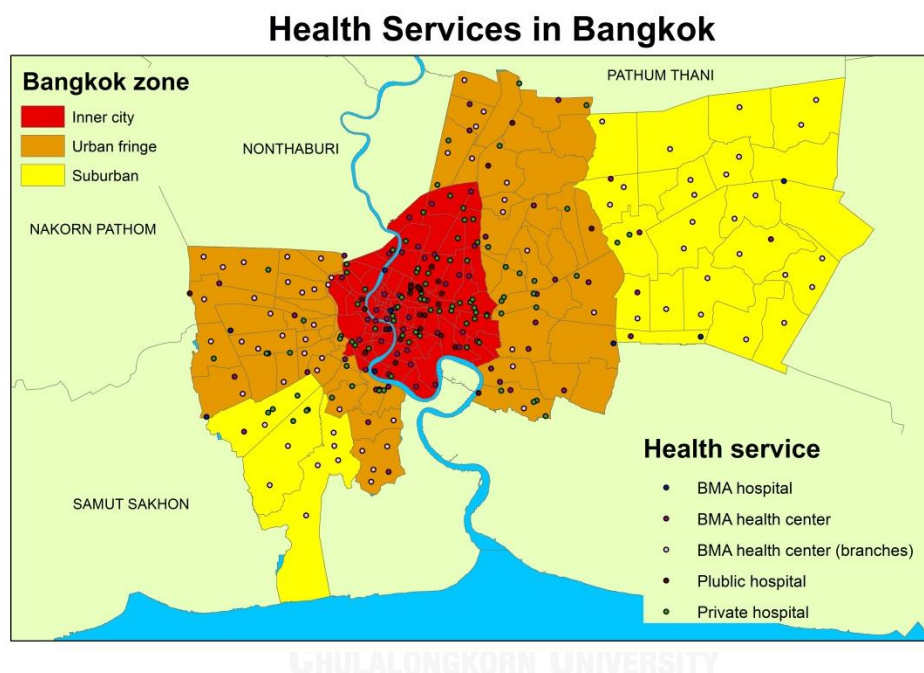
ตารางที่ 3-6 แสดงจำนวนและประเภทสถานพยาบาลในกรุงเทพมหานคร  
(ที่มา : ฝ่ายแผนงาน กองวิชาการ สำนักงานการแพทย์ กรุงเทพมหานคร)

|    | ประเภทสถานพยาบาล                                       | จำนวน (แห่ง) |
|----|--|--------------|
| 1. | โรงพยาบาลสังกัดสำนักงานการแพทย์กรุงเทพมหานคร           | 9            |
| 2. | โรงพยาบาลรัฐบาล  | 30           |
| 3. | ศูนย์บริการสาธารณสุขสาขาสังกัดสำนักอนามัยกรุงเทพมหานคร | 77           |
| 4. | ศูนย์บริการสาธารณสุขสังกัดสำนักอนามัยกรุงเทพมหานคร     | 68           |
| 5. | โรงพยาบาลเอกชน   | 91           |
|    | รวม  | 275          |

สำหรับสถิติจำนวนบุคลากรทางการแพทย์ พ.ศ. 2556 พบว่ามีจำนวนแพทย์ทั้งหมด 5,283 คน ทันตแพทย์ 6,108 คน เภสัชกร 10,174 คน พยาบาลวิชาชีพ 128,399 คน และพยาบาลเทคนิค 6,549 คน ซึ่งหากพิจารณาจากสัดส่วนจำนวนบุคลากรทางการแพทย์ต่อจำนวนประชากรรวมในปีเดียวกันแล้ว พบว่า บุคลากรทางการแพทย์ยังคงขาดแคลนและไม่พอเพียงคือ อัตราส่วน 1 : 36.33 (รูปที่ 3-9) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาที่ตั้งโรงพยาบาลและสถานพยาบาลในเขตต่างๆ ของกรุงเทพมหานคร พบว่ากระจุกตัวบริเวณเขตเมืองชั้นใน แต่กระจายตัวอย่างเบาบางบริเวณเขตชานเมือง (รูปที่ 3-10)



รูปที่ 3-9 สัดส่วนบุคลากรทางการแพทย์ต่อจำนวนประชากรรวม พ.ศ. 2556



รูปที่ 3-10 แผนที่แสดงที่ตั้งสถานพยาบาลและบริการทางสาธารณสุขในกรุงเทพมหานคร

### 3.3 คุณภาพอากาศ

การกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในประเทศไทยพิจารณาจากปริมาณความเข้มข้นของสารพิษ 5 ชนิด ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ( $\text{NO}_2$ ) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ( $\text{SO}_2$ ) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ( $\text{Pm}_{10}$ ) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ( $\text{Pm}_{2.5}$ ) และสารตะกั่ว (Pb) ซึ่งได้จากการตรวจวัด ณ สถานีตรวจอากาศถาวรโดยสถานีตรวจวัดอากาศถาวรในกรุงเทพมหานครมีทั้งสิ้น 16 สถานีครอบคลุมเขตการปกครอง 14 เขต ได้แก่ เขตธนบุรี เขตราชบุรีบูรณะ เขตบางนา เขตจตุจักร เขตบางกะปิ เขตห้วยขวาง เขตยานนาวา



เขตบางขุนเทียน เขตพญาไท เขตวังทองหลาง เขตราชเทวี เขตปทุมวัน เขตดินแดงและเขตลาดพร้าว ดังแสดงในรูปที่ 3-11 และจากรายงานสถานการณ์คุณภาพอากาศในกรุงเทพมหานคร พศ.2557 พบว่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซโอโซน และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มีค่าสูงเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศที่กำหนดในขณะที่ สารพิษอื่น คือ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ตะกั่ว และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนยังคงมีปริมาณอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ดังแสดงในตารางที่ 3-7

สำหรับปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในกรุงเทพมหานครพบว่ามีปริมาณเกินกว่าค่ามาตรฐาน บริเวณเขตกรุงเทพชั้นใน ณ บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั่วไปในเขตธนบุรี เขตราชบุรีบูรณะ เขตจตุจักร เขตห้วยขวาง เขตพญาไท ต่อเนื่องไปยังเขตชั้นกลาง ได้แก่ เขตวังทองหลาง เขตยานนาวา เขตบางกะปิ และเขตบางนา



รูปที่ 3-11 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศอัตโนมัติบริเวณพื้นที่ทั่วไปและริมถนน กรุงเทพมหานคร

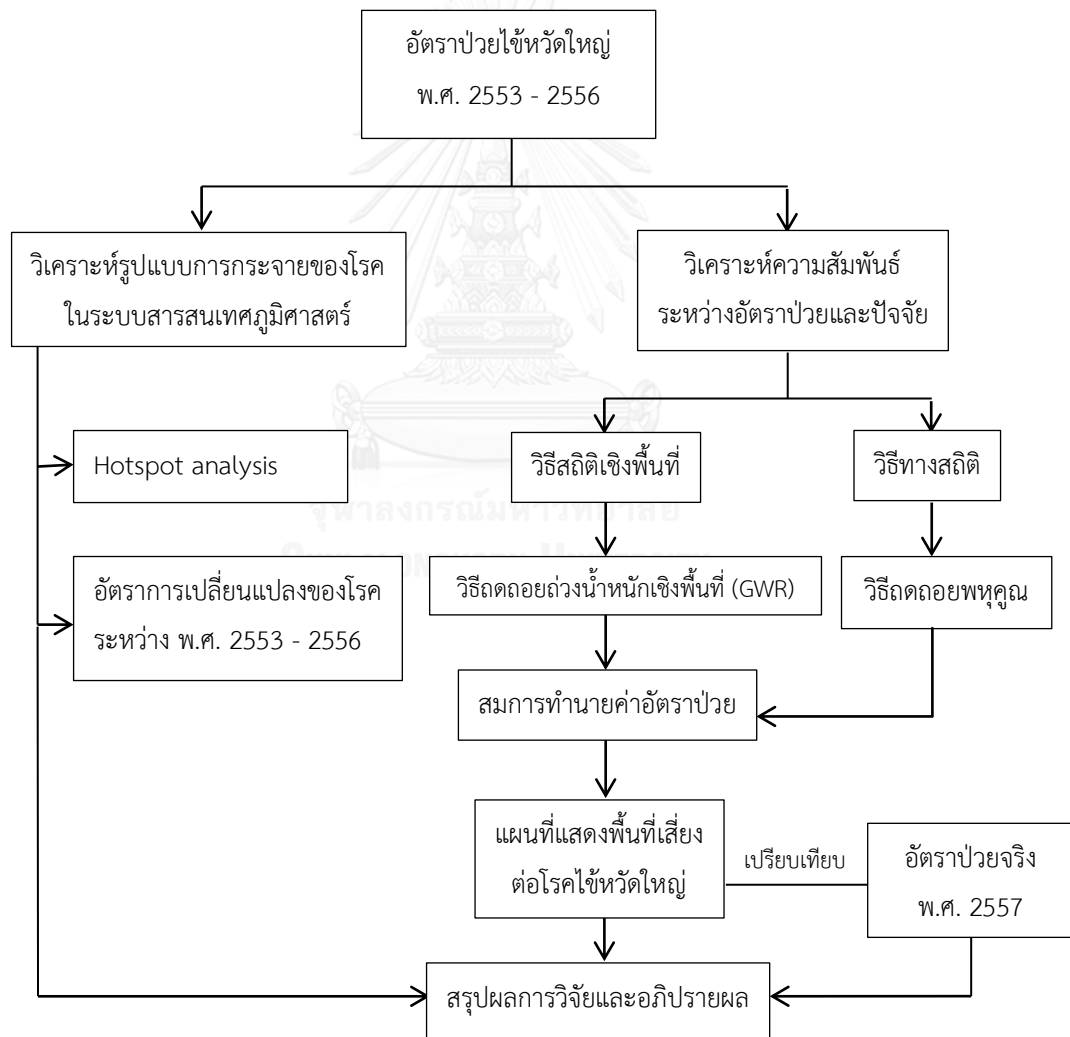
ตารางที่ 3-7 แสดงค่าสูงสุดของสารพิษทางอากาศ รายสถานี พ.ศ.2557

| สถานี                                    | ก๊าซโอโซน (O <sub>3</sub> ) | ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (Pm <sub>10</sub> ) |
|--|-----------------------------|--|
|  | ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (ppb)   | ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มคก./ลบ.ม.)                  |
| 1.มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา   | 151                         | 182  |
| 2.ไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ                    | 122                         | 154  |
| 3.กรมอุตสาหกรรมวิทยาบางนา                | 151                         | 151  |
| 4.มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม             | 88                          | 146  |
| 5.สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น           | 167                         | 169  |
| 6.สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง           | 125                         | 142  |
| 7.โรงเรียนนนทรีวิทยา                     | 156                         | 191  |
| 8.โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ (สิงหราชพิทยาคม) | 121                         | 40   |
| 9.กรมประชาสัมพันธ์                       | 133                         | 125  |
| 10. โรงเรียนบดินทร์เดชา (สิงห์ สิงหเสนี) | 151                         | 149  |
| ค่ามาตรฐาน                               | 100                         | 120  |

(ที่มา : สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง , 2558)

## บทที่ 4 วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยผู้วิจัยได้แบ่งการศึกษาวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วนหลักตามวัตถุประสงค์การวิจัย ได้แก่ การวิเคราะห์การกระจายของโรค การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับการเกิดโรคและจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อโรคดังแสดงในรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 วิธีการดำเนินการวิจัย

#### 4.1 ประชากรที่ศึกษา

ในงานวิจัยนี้จะศึกษาการกระจายตัวของผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่เฝ้าระวังใน พ.ศ. 2553 – 2556 ครอบคลุมประชากรในพื้นที่กรุงเทพมหานคร 50 เขต 169 แขวงและใช้ข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่เฝ้าระวังใน พ.ศ. 2557 เป็นข้อมูลทดสอบการทำนายพื้นที่เสี่ยง

#### 4.2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

จากการศึกษาเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกระจายของโรคไข้หวัดใหญ่ในกรุงเทพมหานคร ได้แก่ ปัจจัยภูมิอากาศ ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม และมลพิษทางอากาศ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้กำหนดให้ตัวแปรตาม คือ อัตราป่วยโรคไข้หวัดใหญ่(ต่อแสนประชากร) อย่างไรก็ตาม อัตราป่วยไข้หวัดใหญ่ในแต่ละแขวงอาจมีความอคติเชิงพื้นที่ เช่น แขวงที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่อาจส่งผลให้มีผู้ป่วยมาก และแขวงที่มีพื้นที่ขนาดเล็กอาจส่งผลให้มีผู้ป่วยจำนวนน้อย งานวิจัยนี้จึงศึกษาตัวแปรตามใน 2 แบบ คือ อัตราป่วยไข้หวัดใหญ่ และอัตราป่วยไข้หวัดใหญ่ต่อพื้นที่ สำหรับตัวแปรอิสระ ได้แก่ ความหนาแน่นประชากร จำนวนประชากรต่อบ้าน จำนวนโรงพยาบาล ปริมาณน้ำฝนรวมรายเดือน อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน และ ค่าเฉลี่ยรายเดือนฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน โดยปัจจัยตัวแปรอิสระมีรายละเอียด ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 แสดงชนิดของปัจจัยตัวแปรและรายละเอียดของข้อมูล

| ปัจจัย    | ตัวแปรอิสระ                      | รายละเอียดข้อมูล  |
|-----------|----------------------------------|---|
| ภูมิอากาศ | - ปริมาณน้ำฝนรวมรายเดือน         | สถานีสำนักงานเขตกรุงเทพมหานคร 50 สถานี<br>สถานีอุดุนิยมวิทยาในกรุงเทพมหานคร 4 สถานี และ<br>สถานีอุดุนิยมวิทยารอบกรุงเทพมหานคร (ปริมณฑล<br>และจังหวัดฉะเชิงเทรา) 6 สถานี |
|           | - อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน         | สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรุงเทพมหานคร 13<br>สถานีและสถานีรอบกรุงเทพมหานคร (ปริมณฑลและ<br>จังหวัดฉะเชิงเทรา) 11 สถานี   |
|           | - ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน | สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรุงเทพมหานคร 13<br>สถานีและสถานีรอบกรุงเทพมหานคร(ปริมณฑลและ<br>จังหวัดฉะเชิงเทรา) 11 สถานี  |

| ปัจจัย               | ตัวแปรอิสระ   | รายละเอียดข้อมูล  |
|----------------------|---|---|
| สังคม<br>และเศรษฐกิจ | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความหนาแน่นประชากร</li> <li>- ความหนาแน่นครัวเรือน</li> <li>- จำนวนสถานพยาบาล</li> </ul> | ข้อมูล 169 แขวงในกรุงเทพมหานคร  |
| มลพิษทาง<br>อากาศ    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10ไมครอน</li> <li>- ค่าเฉลี่ยรายเดือน</li> </ul>                    | สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในกรุงเทพมหานคร 16 สถานี และสถานีรอบกรุงเทพมหานคร (ปริมณฑลและจังหวัดฉะเชิงเทรา) 13 สถานี |

#### 4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 1) ศึกษาภาพรวมของสถิติจำนวนผู้ป่วยในระยะ 10 ปีที่ผ่านมาและเลือกวิเคราะห์ข้อมูล ในระยะ 5 ปี นับตั้งแต่ พ.ศ. 2553 เป็นต้นมาเนื่องจากเป็นช่วงที่เริ่มเกิดการระบาดใหญ่
- 2) เก็บรวบรวมข้อมูลทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ สถิติผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ สถิติประชากรรายเขต สถิติภูมิอากาศ สถิติจำนวนสถานพยาบาล ค่าเฉลี่ยรายเดือนปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละออง  $Pm_{10}$  รายสถานีตรวจอากาศ รวมถึงข้อมูลทางพื้นที่ ได้แก่ ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน แผนที่แสดงจำนวนและความหนาแน่นประชากรรายเขต และแผนที่แสดงปริมาณน้ำฝน

#### 4.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) ข้อมูลสถิติ จัดเก็บในโปรแกรมจัดการเอกสาร Microsoft word และ Excel ประมวลผลด้วยโปรแกรมคำนวณทางสถิติคณิตศาสตร์ SPSS
- 2) ข้อมูลสถิติเชิงพื้นที่ แผนที่ดิจิทัล รวมถึง ข้อมูลเชิงพื้นที่ จัดเก็บและประมวลผลโดยใช้ฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (ArcMap 10.1)

#### 4.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้ได้แบ่งวิธีการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วนตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ได้แก่ การวิเคราะห์รูปแบบการกระจายของผู้ป่วยด้วยสถิติเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างโรคไข้หวัดใหญ่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้วยวิธีทางสถิติและการจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ดังมีรายละเอียดดังนี้

##### 4.5.1 วิเคราะห์การกระจายของผู้ป่วยด้วยสถิติเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

วิเคราะห์รูปแบบการกระจายทางพื้นที่ของอัตราป่วยไข้หวัดใหญ่จำแนกรายแขวงและรายปี โดยวิธี hotspot analysis (Getis – Ord  $G_i^*$ ) เพื่อเปรียบเทียบบริเวณที่มีความหนาแน่นของโรคสูงและเบาบางของแต่ละปี ในขั้นตอนนี้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลใน 2 ลักษณะคือ รูปแบบที่ 1 ใช้อัตราป่วย(ต่อแสนประชากร) และรูปแบบที่ 2 จะใช้อัตราป่วยต่อพื้นที่ (ต่อตารางกิโลเมตร)

เทคนิค hotspot analysis เป็นวิธีวิเคราะห์สถิติทางพื้นที่ Getis – Ord  $G_i^*$  เพื่อแสดงผลปรากฏการณ์ที่มีการเกาะกลุ่มทางพื้นที่สูงและต่ำ พื้นที่เกิดโรคสูง (hotspot) คือพื้นที่ที่มีการเกิดโรคสูงและพื้นที่โดยรอบมีการเกิดโรคสูงเช่นกัน หากพื้นที่โดยรอบมีการเกิดโรคต่ำ พื้นที่นั้นจะไม่ถือเป็น hotspot พื้นที่เกิดโรคต่ำ (coldspot) คือพื้นที่ที่มีการเกิดโรคต่ำและพื้นที่โดยรอบมีการเกิดโรคต่ำเช่นกัน หากพื้นที่โดยรอบมีการเกิดโรคสูง พื้นที่นั้นจะไม่ถือเป็น coldspot ในการวิเคราะห์ hotspot จะคำนวณค่า z-score และ p-value ของแต่ละเซลล์บนพื้นที่ (รูปที่ 4-2) โดยค่า z-score หรือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะบอกถึงระดับความเข้มข้นของการเกาะกลุ่มและค่า p-value จะบ่งบอกถึงค่าระดับ นัยสำคัญทางสถิติ เช่น 0.01 หมายถึงมีนัยสำคัญที่เชื่อถือได้ร้อยละ 99 ดังนั้นหากค่า z-score เป็นบวกสูงและ p-value อยู่ในระดับที่เชื่อถือได้หมายความว่ามีการเกาะกลุ่มของปรากฏการณ์ทางพื้นที่สูงคือเป็นพื้นที่ hotspot แต่หากค่า z-score ติดลบมากและ p-value ต่ำหมายความว่ามีการเกาะกลุ่มของปรากฏการณ์ทางพื้นที่ต่ำหรือเป็นพื้นที่ coldspot และหากค่า z-score เข้าใกล้ศูนย์ไม่ว่าจะเป็นค่าลบหรือค่าบวกและ p-value อยู่ในระดับที่เชื่อถือได้หมายถึงไม่มีรูปแบบการเกาะกลุ่มทางพื้นที่ที่ชัดเจน



รูปที่ 4-2 เทคนิค hotspot analysis

(ที่มา : <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/hot-spot-analysis.htm>)

งานวิจัยนี้วิเคราะห์ hotspot ในช่วงระยะเวลา 4 ปี คือ ระหว่าง พ.ศ. 2553 – 2556 โดยเลือกใช้หลักความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบ inverse distance ซึ่งสัมพันธ์กับหลักการที่ว่าพื้นที่บริเวณใกล้เคียงย่อมมีอิทธิพลมากกว่าพื้นที่ที่อยู่ไกลออกไปโดยการวัดระยะทางระหว่างจุดข้อมูลใช้แบบเส้นตรง (Euclidean distance) ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ hotspot ของแต่ละปีจะทำให้เห็นทิศทางการเคลื่อนที่ของจุดเกิดโรคสูงและต่ำในระยะเวลา 4 ปี

นอกจากนี้งานวิจัยนี้จะดูแนวโน้มของสถานการณ์โรคไข้หวัดใหญ่ด้วยการนำค่าอัตราป่วยและอัตราป่วยต่อพื้นที่ในระยะเวลา 4 ปี มาคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของอัตราป่วยใน 3 ช่วงเวลา คือ พ.ศ. 2553 – 2554 พ.ศ. 2554 – 2555 และ พ.ศ. 2555 – 2556 เพื่อดูแนวโน้มของสถานการณ์โรคไข้หวัดใหญ่

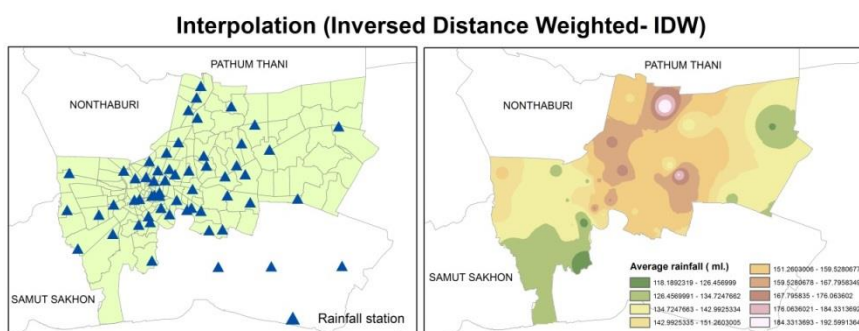
4.5.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างโรคไข้หวัดใหญ่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้วยวิธีทางสถิติ

ในการวิเคราะห์นี้จะใช้ค่าอัตราป่วยต่อพื้นที่เพียงแบบเดียวเนื่องจากปัจจัยที่นำมาใช้วิเคราะห์ร่วมกัน ได้แก่ ความหนาแน่นประชากร นั้นเป็นค่าที่ได้จากการคำนวณประชากรต่อพื้นที่ ดังนั้นจึงต้องแปลงค่าอัตราป่วย (ต่อแสนประชากร) ให้อยู่ในหน่วยเดียวกัน โดยอัตราป่วยต่อพื้นที่ได้จากการนำอัตราป่วยต่อแสนประชากรมาหารด้วยพื้นที่ของแต่ละแขวงเพื่อใช้เป็นตัวแปรตามดังสมการที่ 4-1 และสมการที่ 4-2

$$\text{อัตราป่วยต่อแสนประชากร} = \frac{\text{จำนวนผู้ป่วยรายแหวง}}{\text{จำนวนประชากรรายแหวง}} * 100,000 \dots\dots\dots (\text{สมการที่ 4-1})$$

$$\text{อัตราป่วยต่อพื้นที่} = \frac{\text{อัตราป่วยต่อแสนประชากรรายแหวง}}{\text{พื้นที่แหวง (ตร.กม.)}} \dots\dots\dots (\text{สมการที่ 4-2})$$

นอกจากนี้ก่อนการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ต้องมีการเตรียมข้อมูลของแต่ละปัจจัยที่ใช้เป็นตัวแปรอิสระ โดยปัจจัยที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ได้แก่ ความหนาแน่นประชากร จำนวนประชากรต่อบ้าน และจำนวนสถานพยาบาล ซึ่งเป็นข้อมูลรายปีของแต่ละแหวง และข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนและปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละออง Pm<sub>10</sub> เฉลี่ยรายเดือน เป็นข้อมูลของสถานีตรวจวัด ณ ปีนั้นๆ ปัจจัยกลุ่มหลังยังไม่ใช่ข้อมูล ณ จุดที่ตั้งแหวง ดังนั้นจึงต้องทำการประมาณค่าข้อมูลในช่วง ซึ่งเป็นวิธีการทำนายค่าจากจุดตัวอย่างให้แก่จุดรอบข้างที่ไม่ทราบค่า (รูปที่ 4-3) โดยในงานวิจัยนี้เลือกใช้วิธี inverse distance weighted (IDW) ที่มีหลักการทำนายโดยใช้อิทธิพลจากระยะทาง โดยจุดที่อยู่ใกล้กับจุดที่ทราบค่าจะมีอิทธิพลและถูกให้ค่าน้ำหนักมากกว่าจุดที่อยู่ห่างไกลออกไป ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นค่าของข้อมูลในแต่ละแหวงของกรุงเทพมหานคร เมื่อได้ข้อมูลพร้อมแล้วจะทำการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและการถดถอยถ่วงน้ำหนักเชิงพื้นที่ต่อไป (ข้อมูลเพิ่มเติมแสดงในภาคผนวก ง.)



รูปที่ 4-3 ตัวอย่างการประมาณค่าในช่วง (interpolation)

#### 4.5.2.1 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับอัตราป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อพื้นที่ด้วยวิธีสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน 2 ทาง เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปัจจัยตัวแปรอิสระหรือที่จะบ่งบอกถึงรูปแบบและทิศทางความสัมพันธ์ต่อตัวแปรตาม โดยใช้ข้อมูลปัจจัยรายปีของ 4 ปีใน



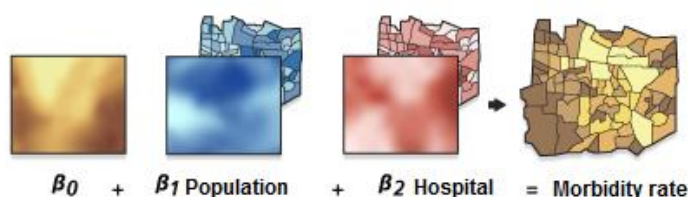
การทดสอบ ซึ่งรายละเอียดของข้อมูลปัจจัยที่ใช้ทั้งหมดนั้น ได้กล่าวถึงข้างต้นในตาราง ที่ 4-1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง 1.00 ซึ่งหากค่าติดลบ หมายถึงตัวแปรมีความสัมพันธ์ในลักษณะแปรผกผัน หากค่าเป็นบวกหมายถึงตัวแปรมีความสัมพันธ์ในลักษณะแปรผันตาม และหากค่าเป็นศูนย์ หมายถึงตัวแปรไม่มีความสัมพันธ์กัน โดยระดับหรือขนาดความสัมพันธ์สามารถใช้เกณฑ์ในการกำหนดดังนี้ (Hinkle D.E. et al., 2003)

| ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ | ระดับความสัมพันธ์          |
|---------------------------|----------------------------|
| 0.0 – 0.3                 | ความสัมพันธ์ในระดับต่ำมาก  |
| 0.3 – 0.5                 | ความสัมพันธ์ในระดับต่ำ     |
| 0.5 – 0.7                 | ความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง |
| 0.7 – 0.9                 | ความสัมพันธ์ในระดับสูง     |
| 0.9 – 1.0                 | ความสัมพันธ์ในระดับสูงมาก  |

จากนั้นทำการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบ stepwise เพื่อสร้างสมการถดถอยที่ประกอบด้วยปัจจัยตัวแปรอิสระจะได้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจปรับแก้ที่สามารถอธิบายให้เห็นถึงภาพรวมของความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่กำหนดกับอัตราป่วยที่เกิดขึ้น

4.5.2.2 การวิเคราะห์ถดถอยถ่วงน้ำหนักเชิงพื้นที่ ( geographically weighted regression หรือ GWR)

GWR เป็นการวิเคราะห์สถิติเชิงพื้นที่แบบ local โดยจะสร้างสมการถดถอยจากค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละตัวแปรอิสระ ในแต่ละจุดข้อมูล (รูปที่ 4-4) แทนการสร้างสมการเดียวสำหรับทั้งพื้นที่ศึกษาดังเช่นในขั้นตอน 4.1.2.1 แบบจำลองการถดถอยที่ถูกสร้างขึ้นจะถูกปรับค่าให้เข้ากับจุดข้อมูลในแต่ละพื้นที่ โดยคำนึงถึงความแปรเปลี่ยนทางพื้นที่และช่วยลดค่าความคลาดเคลื่อนเชิงพื้นที่ได้ ในงานวิจัยนี้ เลือกกำหนดให้ เทคนิคการคำนวณความหนาแน่นของข้อมูลในระยะโดยรอบ (Kernel density type) เป็นแบบยืดหยุ่น (adaptative) และใช้การระบุระยะที่ชัดเจน (bandwidth parameter) เพื่อให้สามารถประมาณค่าจากจำนวนจุดโดยรอบที่กำหนด ให้เหมาะสมกับขนาดพื้นที่ศึกษา เพื่อให้ครอบคลุมจุดโดยรอบ



รูปที่ 4-4 การวิเคราะห์ถดถอยถ่วงน้ำหนักเชิงพื้นที่ (geographically weighted regression หรือ GWR)

(ดัดแปลงจาก : <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/spatial-statistics/geographically-weighted-regression.htm>)

การวิเคราะห์แบบ local ทำให้เห็นความสัมพันธ์ของปัจจัยและอัตราป่วยต่อพื้นที่ของแต่ละแขวงโดยใช้ข้อมูลของแขวงโดยรอบในการวิเคราะห์ ในขั้นตอนนี้ เริ่มด้วยการหาระยะระยะทางจากจุดแขวง (จุดตัวแทนพื้นที่แขวง) ใดๆ ที่จะครอบคลุมจุดแขวงโดยรอบตามจำนวนที่กำหนด ในที่นี้กำหนดให้ครอบคลุมอย่างน้อยอีก 9 จุด จากนั้นนำระยะที่ได้ไปคำนวณหาระยะทางถัดไปโดยเพิ่มครั้งละ 500 เมตร เพื่อหาระยะที่ข้อมูลของปัจจัยต่างๆ และอัตราป่วยต่อพื้นที่ที่มีค่าสหสัมพันธ์อัตโนมัติเชิงพื้นที่มากที่สุด นำระยะทางนี้ไปคำนวณหาเมทริกซ์ค่าถ่วงน้ำหนักเชิงพื้นที่โดยเทคนิค spatial weights matrix เพื่อให้ค่าน้ำหนักความสัมพันธ์ทางพื้นที่ของปัจจัยในแต่ละแขวง จากนั้นนำค่าน้ำหนักที่ได้เข้าสู่การวิเคราะห์ถดถอย exploratory regression เพื่อหาปัจจัยที่สามารถอธิบายอัตราป่วยต่อพื้นที่ได้ดีที่สุดและนำปัจจัยเหล่านั้นเข้าสู่การวิเคราะห์ถดถอยถ่วงน้ำหนักเชิงพื้นที่ เพื่อหาค่าคงที่และค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละปัจจัย ในการทำนายค่าอัตราป่วยต่อพื้นที่ต่อไป

#### 4.5.3. จัดทำแผนที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่

นำค่าคงที่และค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละปัจจัยมาเข้าสมการถดถอยของแต่ละแขวง เมื่อแทนค่าปัจจัยด้วยข้อมูลของ พ.ศ. 2557 จะได้ค่าอัตราป่วยต่อพื้นที่จากการทำนายสำหรับ พ.ศ. 2557 แสดงผลในรูปแบบแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ พ.ศ. 2557 จากนั้นประเมินผลการวิเคราะห์โดยนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลอัตราป่วยต่อพื้นที่จริงใน พ.ศ. 2557 และคำนวณค่าร้อยละความแตกต่างของค่าจากการทำนายและค่าข้อมูลจริง

## บทที่ 5 ผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาระบาดวิทยาโดยใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นจะทำให้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ต่อการเกิดโรคเนื่องจากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถเชื่อมโยงข้อมูลปัจจัยต่างๆ มาวิเคราะห์ในเชิงพื้นที่ได้โดยจากผลการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายทางพื้นที่ของโรคใช้ห้วงใหญ่ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่อการเกิดโรค และ การทำนายพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรค ในงานวิจัยนี้ มีรายละเอียดดังนี้

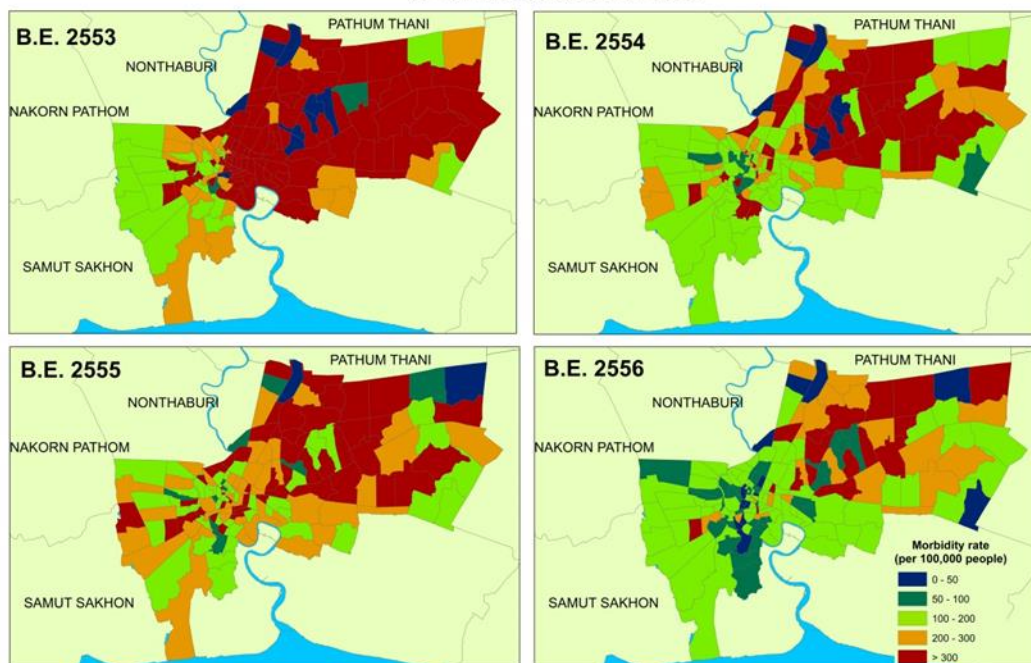
### 5.1 ผลการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายทางพื้นที่ของโรคด้วยวิธี hotspot analysis

ผลการวิเคราะห์ hotspot แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบตามลักษณะของข้อมูลอัตราป่วย ได้แก่ การวิเคราะห์ด้วยค่าอัตราป่วย (ต่อแสนประชากร) และอัตราป่วยต่อพื้นที่ (ต่อแสนประชากร/ ต่อตารางกิโลเมตร) เนื่องจากในการวิเคราะห์นี้ต้องการผลลัพธ์ทั้งในภาพรวมและในระดับพื้นที่โดยมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

#### 5.1.1 ผลการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายทางพื้นที่ของอัตราป่วยต่อแสนประชากร

จากข้อมูลอัตราป่วยต่อแสนประชากรใน พ.ศ. 2553 – 2556 อัตราป่วยมีค่าอยู่ระหว่าง 17.02 ถึง 3,552.58 ต่อแสนประชากร โดยพื้นที่ที่มีค่าอัตราป่วยสูงคือมากกว่า 300 ขึ้นไป (แสดงด้วยสีแดงเข้ม) ส่วนใหญ่อยู่ทางฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณเขตกรุงเทพมหานครชั้นใน ต่อเนื่องไปถึงเขตชั้นนอกในขณะที่พื้นที่ฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยาจะมีค่าอัตราป่วยส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 50 – 300 ต่อแสนประชากรดังแสดงในรูปที่ 5-1

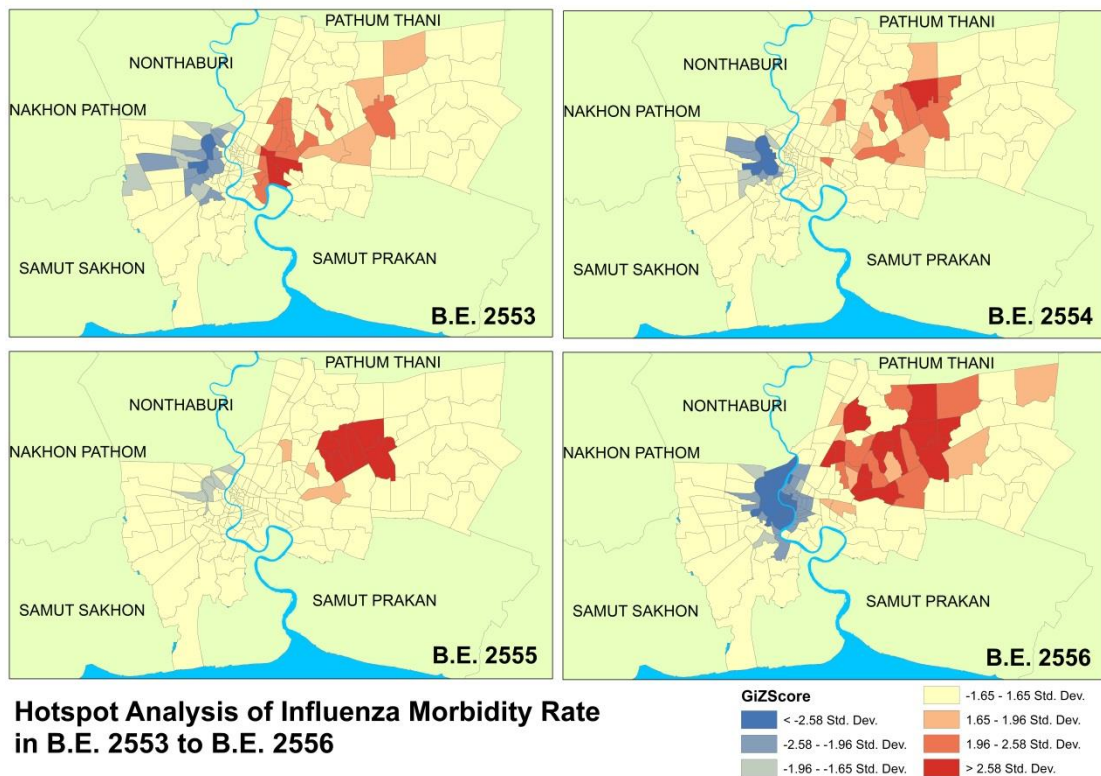
**Influenza Morbidity Rate (per 100,000 people)  
in B.E. 2553 to B.E. 2556**



รูปที่ 5-1 อัตราป่วยต่อแสนประชากรระหว่าง พ.ศ. 2553 – 2556

เมื่อทำการวิเคราะห์ hotspot พบว่ารูปแบบการกระจายทางพื้นที่ของโรคอยู่ในลักษณะเกาะกลุ่ม 2 รูปแบบคือพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของอุบัติการณ์โรคไข้หวัดใหญ่สูง หรือ hotspot และพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของอุบัติการณ์โรคไข้หวัดใหญ่ต่ำหรือ coldspot ดังแสดงในรูปที่ 5-2 ในการแปลผลระดับการเกาะกลุ่มทางพื้นที่ สามารถอธิบายได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีค่า z-score ระหว่าง -1.65 และ +1.65 SD เป็นพื้นที่ที่มีการเกิดโรคแบบสุ่มหรือไม่มีรูปแบบที่ชัดเจน พื้นที่ที่มีค่า z-score ระหว่าง +1.65 ถึง +1.96 SD เป็นพื้นที่ที่มีการเกิดโรคสูงเกาะกลุ่มกันเล็กน้อย พื้นที่ที่มีค่า z-score ระหว่าง +1.96 ถึง +2.58 SD เป็นพื้นที่ที่มีการเกิดโรคสูงเกาะกลุ่มปานกลาง และพื้นที่ที่มีค่า z-score มากกว่า +2.58 SD เป็นพื้นที่ที่มีการเกิดโรคสูงเกาะกลุ่มมากที่สุด ในทางตรงกันข้าม พื้นที่ที่มีค่า z-score ระหว่าง -1.65 ถึง -1.96 SD เป็นพื้นที่ที่มีการเกิดโรคต่ำเกาะกลุ่มกันเล็กน้อย พื้นที่ที่มีค่า z-score ระหว่าง -1.96 ถึง -2.58 SD เป็นพื้นที่ที่มีการเกิดโรคต่ำเกาะกลุ่มปานกลาง และพื้นที่ที่มีค่า z-score น้อยกว่า -2.58 SD เป็นพื้นที่ที่มีการเกิดโรคต่ำเกาะกลุ่มมากที่สุด

ในรูปที่ 5-2 พื้นที่ hotspot ที่มีลักษณะการเกาะกลุ่มของพื้นที่การเกิดโรคสูง (z-score  $\geq \pm 1.65$  SD.) เป็นพื้นที่ฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยาแสดงด้วยสีแดงเข้มประกอบด้วยกลุ่มกรุงเทพชั้นใน ได้แก่ เขตคลองเตย เขตวัฒนา เขตยานนาวา เขตราชเทวี เขตปทุมวัน เขตจตุจักร เขตดินแดง เขตห้วยขวาง ต่อเนื่องไปถึงกลุ่มกรุงเทพชั้นกลาง ได้แก่ เขตวังทองหลาง เขตบางกะปิ เขตสะพานสูง และ เขตคลองสามวา ในทางตรงข้าม พื้นที่ coldspot ที่มีลักษณะการเกาะกลุ่มของพื้นที่การเกิดโรคต่ำ (z-score  $< -1.65$  SD) แสดงด้วยสีน้ำเงินเข้ม เป็นพื้นที่ฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณกลุ่มกรุงเทพชั้นใน ได้แก่ เขตบางกอกน้อย เขตบางกอกใหญ่ เขตตลิ่งชัน และเขตภาษีเจริญ (ข้อมูลเพิ่มเติมแสดงใน ภาคผนวก ก-1 ถึง ก-4) หากพิจารณาการเคลื่อนที่ของพื้นที่ hotspot และ coldspot ในระยะเวลา 4 ปีดังกล่าวพบว่าพื้นที่ที่เป็น hotspot มีการเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือและเกิดเป็นพื้นที่ hotspot ใหม่ ในขณะที่พื้นที่ coldspot มีการหดตัวลงก่อนที่จะขยายตัวอีกครั้งใน พ.ศ. 2556 โดยมีการเคลื่อนที่ไปทิศตะวันออกเฉียงน้อย ส่งผลให้พื้นที่ชายฝั่งด้านตะวันตกและตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยาตอนบนของกรุงเทพมหานครเป็นพื้นที่ที่มีโรคไข้หวัดใหญ่เบาบาง

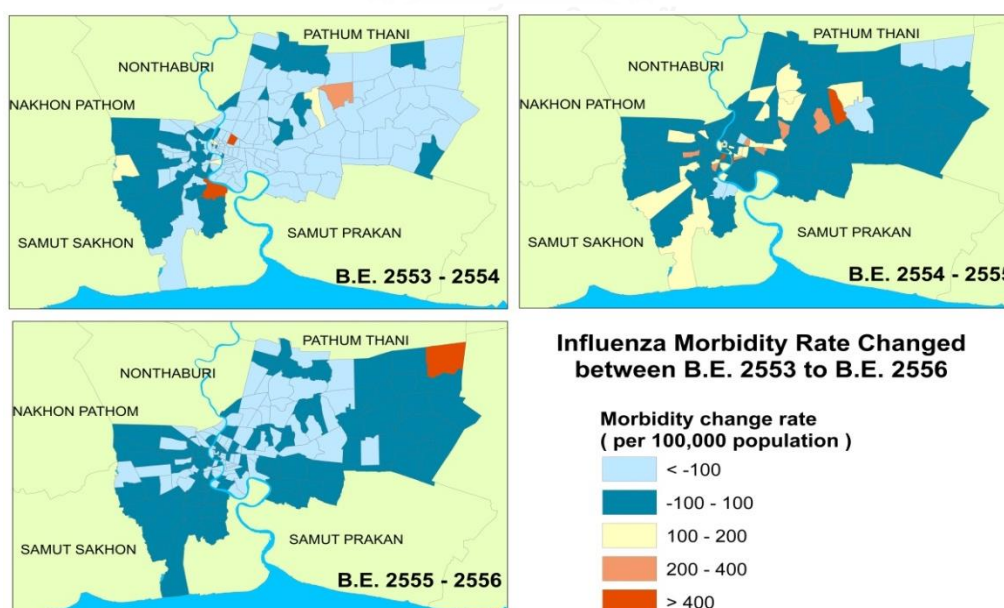


รูปที่ 5-2 พื้นที่ hotspot และ coldspot ระหว่าง พ.ศ. 2553 – 2556

### 5.1.2 ผลการวิเคราะห์อัตราการเปลี่ยนแปลงของอัตราป่วยต่อแสนประชากร

เมื่อนำค่าอัตราป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อแสนประชากรตั้งแต่ พ.ศ. 2553 – 2556 มาคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงโดยหาส่วนต่างระหว่างอัตราป่วยในแต่ละปี (รูปที่ 5-3) พบว่าระหว่าง พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ. 2554 พบการเปลี่ยนแปลงไม่มากนักในแต่ละพื้นที่คือพื้นที่เกินครึ่งหนึ่งของกรุงเทพมหานครมีอัตราป่วยลดลงมากกว่า 100 ต่อมาใน พ.ศ. 2554 ถึง พ.ศ. 2555 พื้นที่ส่วนใหญ่ทั้งทางฝั่งตะวันออกและตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยาเริ่มมีอัตราป่วยเพิ่มขึ้น โดยมีการเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราป่วยแกว่งอยู่ระหว่าง ลดลง 100 ถึงเพิ่มขึ้น 100 และระหว่าง พ.ศ. 2555 ถึง พ.ศ. 2556 พบว่าบางพื้นที่โดยเฉพาะบริเวณเขตกรุงเทพฯ ชั้นในและชั้นกลางฝั่งตะวันออกมีอัตราป่วยลดลงอย่างเห็นได้ชัดคือลดลงมากกว่า 100 ในขณะที่พื้นที่ส่วนใหญ่ยังคงมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากที่สุด 100

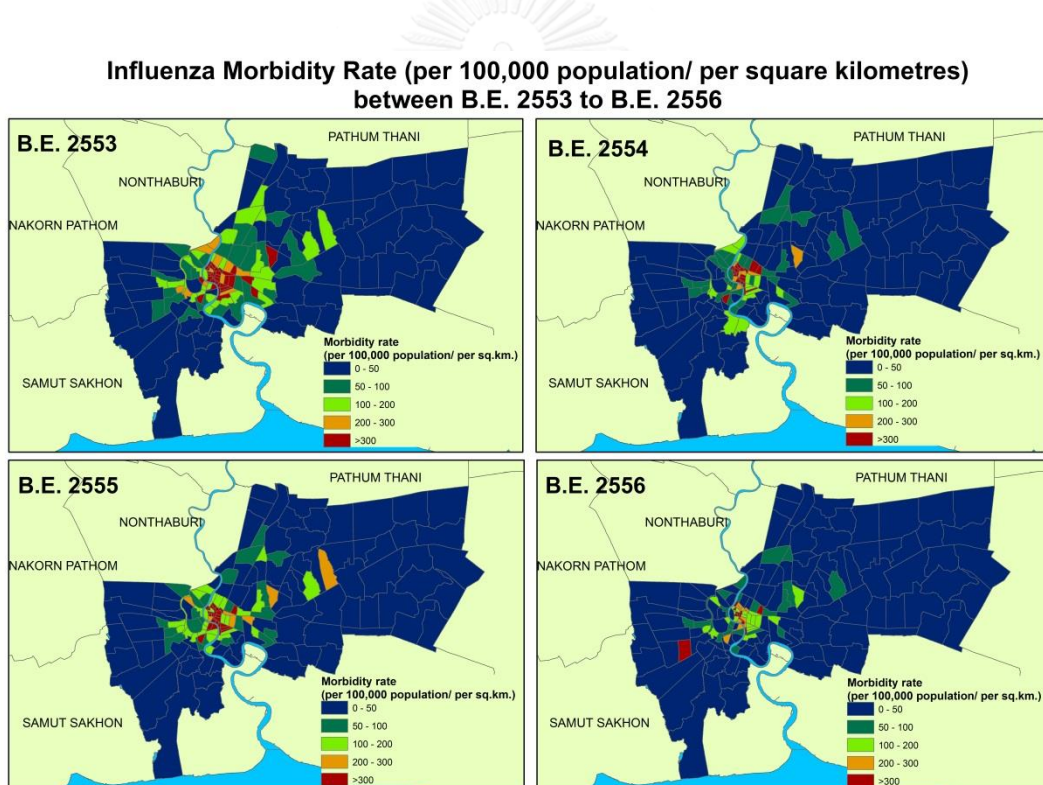
สำหรับพื้นที่ที่พบอัตราป่วยเพิ่มขึ้นมากกว่า 400 ในช่วงเวลา 4 ปี ได้แก่ ระหว่าง พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ. 2554 พบบริเวณแขวงราชบุรณระ เขตราชบุรณระ และแขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี ระหว่าง พ.ศ. 2554 ถึง พ.ศ. 2555 พบบริเวณแขวงสมเด็จพระเจ้าพระยา เขตคลองสาน แขวงคั่นนายาว เขตคั่นนายาว และแขวงบางรัก เขตบางรัก ระหว่าง พ.ศ. 2555 ถึง พ.ศ. 2556 พบบริเวณแขวงคลองสีบสองเขตหนองจอก



รูปที่ 5-3 อัตราการเปลี่ยนแปลงอัตราป่วยรายแขวงระหว่าง พ.ศ. 2553 – 2556

### 5.1.3 ผลการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายทางพื้นที่ของอัตราป่วยต่อพื้นที่

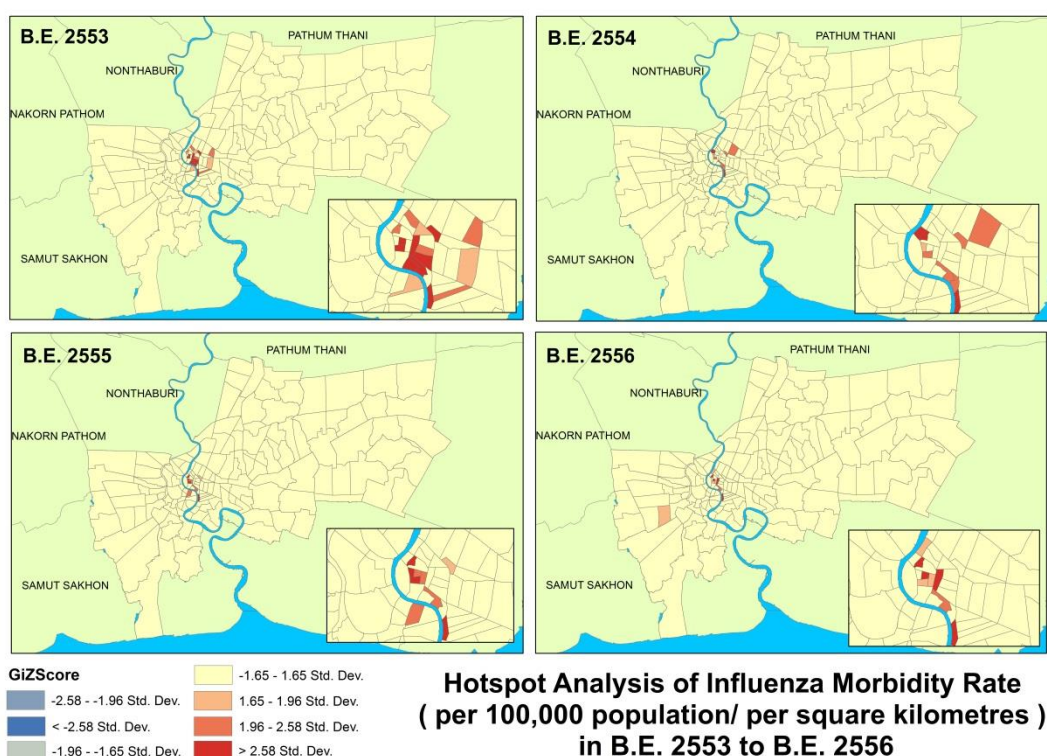
สำหรับการวิเคราะห์ hotspot โดยใช้อัตราป่วยต่อพื้นที่ เมื่อพิจารณาจากภาพรวมในพ.ศ. 2553 – 2556 (รูปที่ 5-4) อัตราป่วยต่อพื้นที่ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.59 ถึง 2,647.85 ต่อตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เกินครึ่งหนึ่งของพื้นที่ทั้งหมดทั้งทางฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยามีค่าอัตราป่วยอยู่ระหว่าง 0-50 ต่อแสนประชากร/ ต่อตารางกิโลเมตร (แสดงด้วยสีน้ำเงินเข้ม) ในขณะที่พื้นที่ชั้นในบริเวณรอบแม่น้ำเจ้าพระยามีอัตราป่วยต่อพื้นที่ตั้งแต่ 50 ขึ้นไปโดยเฉพาะพื้นที่ชั้นในฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยา ที่เขตพระนครและเขตสัมพันธวงศ์ มีอัตราป่วยต่อพื้นที่มากกว่า 300 ต่อแสนประชากร/ ต่อตารางกิโลเมตร (แสดงด้วยสีแดงเข้ม)ตลอดระยะเวลา 4 ปี



รูปที่ 5-4 อัตราป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อพื้นที่ระหว่าง พ.ศ. 2553 – 2556

เมื่อทำการวิเคราะห์ hotspot พบว่ารูปแบบการกระจายทางพื้นที่ของโรคอยู่ในลักษณะเกาะกลุ่ม เป็นพื้นที่ hotspot ที่มีความหนาแน่นของอุบัติการณ์โรคไข้หวัดใหญ่สูง แต่ไม่พบพื้นที่ coldspot ที่มีความหนาแน่นของอุบัติการณ์โรคไข้หวัดใหญ่เบาบาง ดังแสดงในรูปที่ 5-5 พื้นที่ hotspot ที่แสดงด้วยสีแดงเข้ม คือมีค่าระดับความเข้มข้นของการเกาะกลุ่ม หรือ zscore มากกว่า

1.65 SD. จะอยู่บริเวณติดแม่น้ำเจ้าพระยาทางฝั่งตะวันออก ประกอบด้วย กลุ่มกรุงเทพชั้นใน ได้แก่ เขตพระนคร เขตดุสิต เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย เขตสัมพันธวงศ์ และเขตบางรัก (ข้อมูลเพิ่มเติมแสดงในภาคผนวก ค-5) หากพิจารณาการเคลื่อนที่ของพื้นที่ hotspot ในระยะเวลา 4 ปีดังกล่าวพบว่า พื้นที่ที่เป็น hotspot จะกระจุกตัวอยู่บริเวณเดิม และมีการเคลื่อนที่ไปยังพื้นที่ข้างเคียงเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามในพื้นที่รอบนอกของกรุงเทพมหานครซึ่งมีอัตราป่วยต่อพื้นที่ต่ำ แต่ไม่เป็น coldspot เนื่องจากพื้นที่แนวใกล้เคียงมีอัตราป่วยต่อพื้นที่สูงต่ำไม่ไปในทางเดียวกัน



รูปที่ 5-5 พื้นที่ hotspot ของอัตราป่วยต่อพื้นที่ระหว่าง พ.ศ. 2553 – 2556

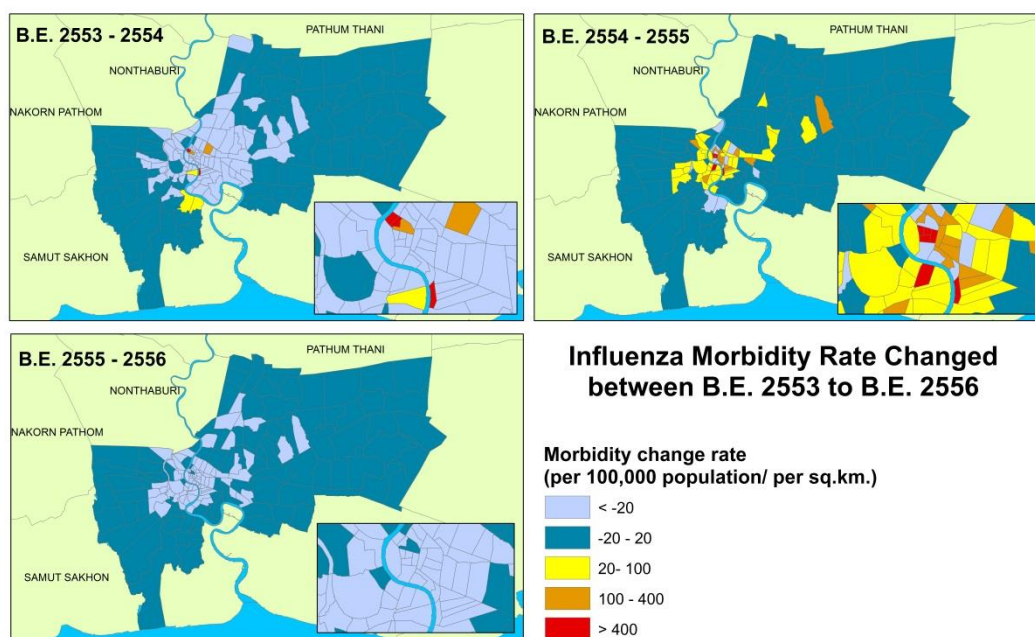
#### 5.1.4 ผลการวิเคราะห์อัตราการเปลี่ยนแปลงของอัตราป่วยต่อพื้นที่

เมื่อนำค่าอัตราป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อพื้นที่ (ต่อแสนประชากร/ ต่อตารางกิโลเมตร) ตั้งแต่ พ.ศ. 2553 – 2556 มาคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลง (รูปที่ 5-6) พบว่าในภาพรวมมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนักในแต่ละพื้นที่ พื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดในช่วงเวลาดังกล่าว ได้แก่ พื้นที่รอบแม่น้ำเจ้าพระยา คือระหว่าง พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ. 2554 พื้นที่ส่วนใหญ่มีอัตราป่วยต่อพื้นที่ลดลง 20 ถึงเพิ่มขึ้น 20 ระหว่าง พ.ศ. 2554 ถึงพ.ศ. 2555 พื้นที่ตอนในรอบแม่น้ำเจ้าพระยาส่วน



ใหญ่มีอัตราป่วยต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น 20 ขึ้นไป และระหว่าง พ.ศ. 2555 ถึง พ.ศ. 2556 มีอัตราป่วยต่อพื้นที่ลดลงมากกว่า 20 สำหรับพื้นที่ที่อยู่ถัดออกไปจากบริเวณเขตชั้นในต่อเนื่องไปถึงเขตชั้นนอกทั้งทางฝั่งตะวันออกและตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยานั้น ส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างลดลง 20 ถึงเพิ่มขึ้น 20

สำหรับพื้นที่ที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงในช่วงระยะเวลา 4 ปี คือ มีการเพิ่มขึ้นของอัตราป่วยต่อพื้นที่มากกว่า 400 ต่อแสนประชากร/ ต่อตารางกิโลเมตร ได้แก่ แขวงชนะสงคราม เขตพระนคร และแขวงบางรัก เขตบางรัก ในพ.ศ. 2553 – 2554 แขวงศาลเจ้าพ่อเสือ แขวงเสาชิงช้า และแขวงวัดราชบพิธในเขตพระนคร แขวงบางรัก เขตบางรัก และแขวงสมเด็จพระเจ้าพระยา เขตคลองสาน ในพ.ศ. 2554 – 2555 และ ในพ.ศ. 2555 -2556 นั้นอัตราเปลี่ยนแปลงสูงสุดอยู่ระหว่างเพิ่มขึ้นไม่เกิน 20



รูปที่ 5-6 อัตราการเปลี่ยนแปลงของอัตราป่วยต่อพื้นที่ระหว่าง พ.ศ. 2553 – 2556

## 5.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราป่วยโรคไข้หวัดใหญ่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนตาม วิธีการที่กล่าวไว้ในบทที่ 4 คือการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณและการวิเคราะห์ถดถอยถ่วงน้ำหนักเชิงพื้นที่ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### 5.2.1 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

จากการทดสอบค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันแบบ 2-tailed ซึ่งเป็นสถิติแบบ global ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5-1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าปัจจัยประชากรและปัจจัยภูมิอากาศ ได้แก่ ความหนาแน่นประชากร อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน มีความสัมพันธ์ทางบวกหรือแปรผันตามกับอัตราป่วยต่อพื้นที่รายปี และมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 ปัจจัยจำนวนโรงพยาบาลมีความสัมพันธ์ทางลบหรือแปรผกผันกับอัตราป่วยต่อพื้นที่รายปีและมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนมีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับต่ำและมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ในขณะที่ปัจจัยประชากรต่อบ้าน และค่าฝุ่นละออง  $Pm_{10}$  เฉลี่ยรายเดือน แทบไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราป่วยต่อพื้นที่รายปีของโรคไข้หวัดใหญ่และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5-1)

ตารางที่ 5-1 ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระและอัตราป่วยไข้หวัดใหญ่

| Variables                         | Influenza morbidity's rate per km <sup>2</sup> |                 |
|-----------------------------------|--|-----------------|
|                                   | Pearson Correlation                            | Sig. (2-tailed) |
| Population density                | .346**   | .000            |
| Population per household          | .025   | .520            |
| Hospital                          | -.194**  | .000            |
| rainfall (monthly average )       | .078*  | .043            |
| Relative humid (monthly average ) | .126**   | .001            |
| Temperature (monthly average)     | .228**   | .000            |
| $Pm_{10}$ (monthly average)       | -.008  | .842            |

อย่างไรก็ตาม เมื่อนำปัจจัยทั้งหมดเข้าสู่การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบ stepwise โดยกำหนดเกณฑ์การนำเข้าปัจจัยและขจัดปัจจัย คือ Probability of F to enter  $\leq 0.05$  และ Probability of F to remove  $\geq 0.10$  ผลจากการวิเคราะห์ได้ค่าคงที่และค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละปัจจัยนำมาสร้างสมการถดถอยได้ ดังแสดงในสมการที่ 5-3

$$M = -4660.957 + 0.015(PD) - 20.602(H) + 1.138(R) + 24.678(Rh) + 95.783(T)$$

|       |    |   |  |
|-------|----|---|--|
| เมื่อ | M  | = | morbidity rate (per sq.km.)                      |
|       | P  | = | population density (per sq.km.)                  |
|       | H  | = | Hospital   |
|       | R  | = | monthly average rainfall (millimetre)            |
|       | Rh | = | monthly average relative humidity                |
|       | T  | = | monthly average temperature ..... (สมการที่ 5-3) |

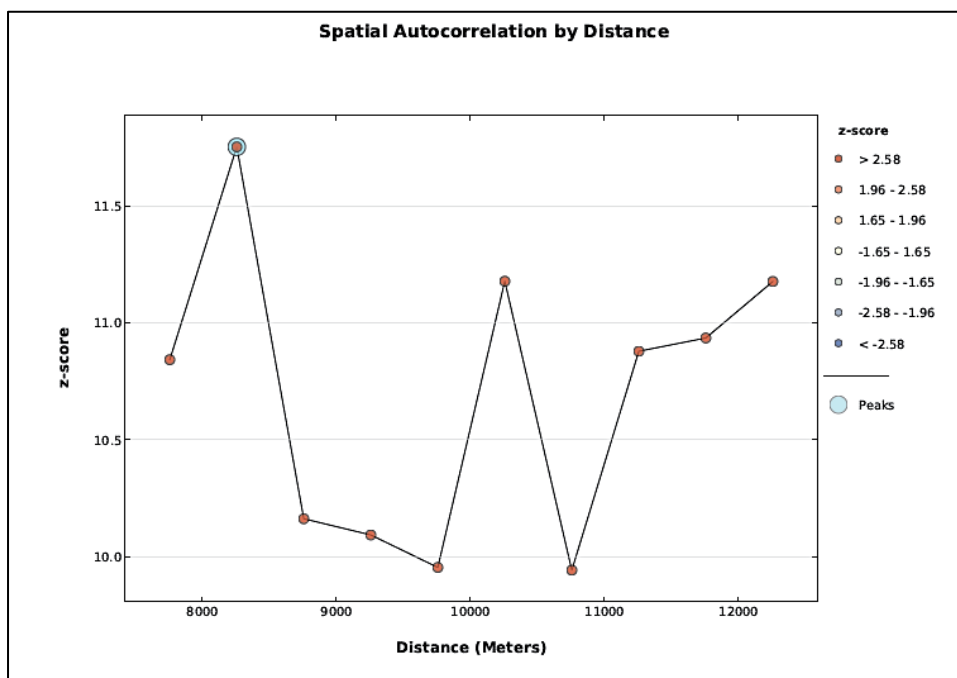
จากสมการที่ 5-3 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับแล้ว (adjusted  $R^2$ ) เป็น 0.16 และ ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) เป็น 307.08853 แปลผลว่า ปัจจัยความหนาแน่น ประชากร จำนวนโรงพยาบาล ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน สามารถทำนายอัตราป่วยได้เพียงร้อยละ 16 ซึ่งถือว่ามีความน่าเชื่อถือในระดับต่ำ

#### 5.2.2 ผลการวิเคราะห์การถดถอยถ่วงน้ำหนักเชิงพื้นที่

เมื่อการวิเคราะห์ด้วยสถิติแบบ global ด้วยวิธีถดถอยพหุคูณในข้อ 5.2.1 ให้ผลการวิเคราะห์ที่ปัจจัยต่างๆ มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคน้อยมาก คือปัจจัยตัวแปรอิสระทั้ง 5 ได้แก่ ปัจจัยความหนาแน่นประชากร จำนวนโรงพยาบาล ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน สามารถอธิบายอัตราป่วยต่อพื้นที่ได้เพียงร้อยละ 16 ซึ่งเป็นการพิจารณาปัจจัยโดยรวมของทั้งพื้นที่ แต่เนื่องจากค่าปัจจัยในแต่ละส่วนของพื้นที่อาจมีค่าที่แตกต่างกันอันอาจส่งผลต่อความไม่สอดคล้องกันของความสัมพันธ์ในภาพรวม งานวิจัยนี้จึงได้วิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพื้นที่แบบ local เพื่อพิจารณาเฉพาะค่าปัจจัยหรือตัวแปรอิสระในเฉพาะแต่ละส่วนของพื้นที่ด้วยวิธีถดถอยถ่วงน้ำหนักเชิงพื้นที่ หรือ GWR

งานวิจัยนี้กำหนดให้การวิเคราะห์ใช้ข้อมูลเวกเตอร์เชิงพื้นที่ครอบคลุมจุดข้อมูลทั้ง 4 ปีโดยรอบทั้งหมด 9 จุด แต่ละจุดแทนตำแหน่งที่ตั้งของแต่ละแขวง ผลการวิเคราะห์พบว่าระยะทางมากที่สุดที่ครอบคลุมระยะจากจุดแขวงใดๆ ไปยังจุดใกล้เคียงตามจำนวนที่กำหนด คือ 7,760 เมตร เมื่อนำระยะนี้มาเป็นระยะเริ่มต้นและเพิ่มระยะทางถัดไปทุกๆ 500 เมตร จะได้ระยะที่มีค่าสหสัมพันธ์อัตโนมัติของปัจจัยมากที่สุด ได้ผลเป็นระยะทาง 8,260 เมตร มีค่า Moran's I เป็น 0.06 และมีค่า

Z-Score สูงสุดที่ 11.75 สามารถอธิบายได้ว่า ที่ระยะ 8,260 เมตร ปัจจัยมีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบเกาะกลุ่มในทางบวกและมีการระดับความเข้มข้นของการเกาะกลุ่มทางพื้นที่สูงสุด ดังรูปที่ 5-7 จึงเป็นระยะทางที่จะนำมาใช้ในหาแมทริกซ์ค่าถ่วงน้ำหนักเชิงพื้นที่ในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 5-7 แสดงค่าสหสัมพันธ์อัตโนมัติตามระยะทางที่ครอบคลุมข้อมูลทุกจุดพื้นที่

นำระยะ 8,260 เมตร มาใช้ในการวิเคราะห์ แมทริกซ์ค่าถ่วงน้ำหนักเชิงพื้นที่ เพื่อนำค่าน้ำหนักที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ exploratory regression เพื่อหาปัจจัยตัวแปรอิสระที่เหมาะสมในการสร้างสมการถดถอย จากการวิเคราะห์ exploratory regression พบว่าสมการที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับแก้แล้ว สูงที่สุด (0.22) ประกอบด้วย ปัจจัยอิสระที่มีความเหมาะสมคือ ความหนาแน่นประชากร จำนวนโรงพยาบาล ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน

อย่างไรก็ตามเมื่อนำ 5 ปัจจัยข้างต้นเข้าในการวิเคราะห์ GWR พบว่าข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีความแตกต่างระหว่างกันน้อยเกินกว่าที่จะทำการวิเคราะห์ได้ ผู้วิจัยจึงเลือกรูปแบบสมการที่มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจปรับแก้แล้วที่มีค่าสูงรองลงมาคือ 0.18 ประกอบด้วย ความหนาแน่นประชากร และ จำนวนโรงพยาบาล ดังตารางที่ 5-2 รูปแบบที่ 1 ทั้งนี้

การที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีความแตกต่างระหว่างกันน้อยอาจเนื่องจากค่าของข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์นั้น ได้จากการประมาณค่าในช่วงจากจุดสถานีตรวจวัดทั้งในกรุงเทพมหานครและจังหวัดรอบกรุงเทพมหานคร 34 สถานี ทำให้ค่าข้อมูลของจุดใกล้เคียงที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ไม่มีความหลากหลายและมีค่าใกล้เคียงกันมากในทุกจุดข้อมูล กล่าวคือ ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของทั้งพื้นที่ศึกษาอยู่ระหว่าง 25.6 องศาเซลเซียส ถึง 30.9 องศาเซลเซียสและค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนอยู่ระหว่าง ร้อยละ 66 ถึง 78

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการนำเข้าปัจจัยอีกรูปแบบหนึ่ง คือไม่นำเข้าค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน โดยคงเหลือตัวแปรอิสระนำเข้าเพียง 5 ตัว ได้แก่ ความหนาแน่นประชากร จำนวนประชากรต่อบ้าน จำนวนโรงพยาบาล ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและค่าเฉลี่ยรายเดือนฝุ่นละออง  $Pm_{10}$  พบว่าปัจจัยที่เหมาะสมมี 3 ปัจจัย คือ ความหนาแน่นประชากร จำนวนโรงพยาบาล และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน โดยให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจปรับแก้แล้วที่ 0.184 ดังตารางที่ 5-2 รูปแบบที่ 2

ตารางที่ 5-2 รูปแบบการวิเคราะห์ exploratory regression

| การวิเคราะห์ exploratory regression |   |   |                |
|-------------------------------------|---|---|----------------|
| รูปแบบ                              | การนำเข้าปัจจัย                         | ปัจจัยที่เหมาะสม  | Adjusted $R^2$ |
| 1                                   | นำเข้าทั้งหมด                           | ความหนาแน่นประชากร และ จำนวนโรงพยาบาล                   | 0.182          |
| 2                                   | ตัดปัจจัยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ออก | ความหนาแน่นประชากร จำนวนโรงพยาบาล และ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย | 0.184          |

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ exploratory regression แสดงในรูปที่ 5-8 จะเห็นได้ว่าปัจจัยตัวแปรอิสระที่ถูกเลือกให้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับแก้แล้วที่ 0.18 เท่ากัน จากนั้นนำมาวิเคราะห์กำลังสองน้อยที่สุด (ordinary least square) ซึ่งยังคงเป็นสมการแบบ global สามารถสร้างสมการถดถอยเพื่อวิเคราะห์ภาพรวมว่าควรใช้ปัจจัยใดในการวิเคราะห์ GWR ต่อไป รูปแบบที่ 1 แสดงใน

สมการที่ 5-4 (ประกอบด้วย 2 ตัวแปรอิสระ) และรูปแบบที่ 2 แสดงในสมการที่ 5-5 (ประกอบด้วย 3 ตัวแปรอิสระ)

```

Choose 2 of 7 Summary
      Highest Adjusted R-Squared Results
AdjR2  AICc  JB K(BP)  VIF  SA  Model
0.18 9279.86 0.00 0.00 1.08 0.00 +POPDEN*** -HOS_1***
*****
Choose 3 of 7 Summary
      Highest Adjusted R-Squared Results
AdjR2  AICc  JB K(BP)  VIF  SA  Model
0.18 9279.28 0.00 0.00 1.09 0.00 +POPDEN*** +RAIN** -HOS_1***

```

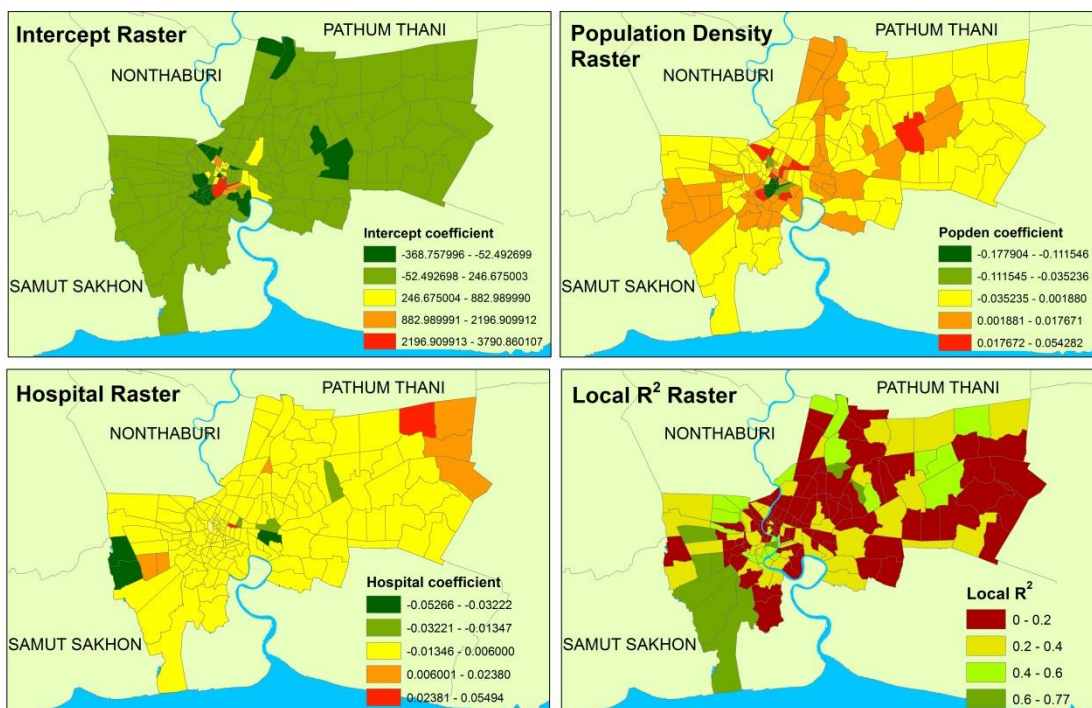
รูปที่ 5-8 ปัจจัยที่เหมาะสม 2 รูปแบบจากผลการวิเคราะห์ exploratory regression

$$M = 39.173642 + 0.017443(P) - 17.477763(H) \dots\dots\dots (\text{สมการที่ 5-4})$$

$$M = -68.687814 + 0.017226(P) - 17.596265(H) + 0.768451(R) \dots\dots\dots (\text{สมการที่ 5-5})$$

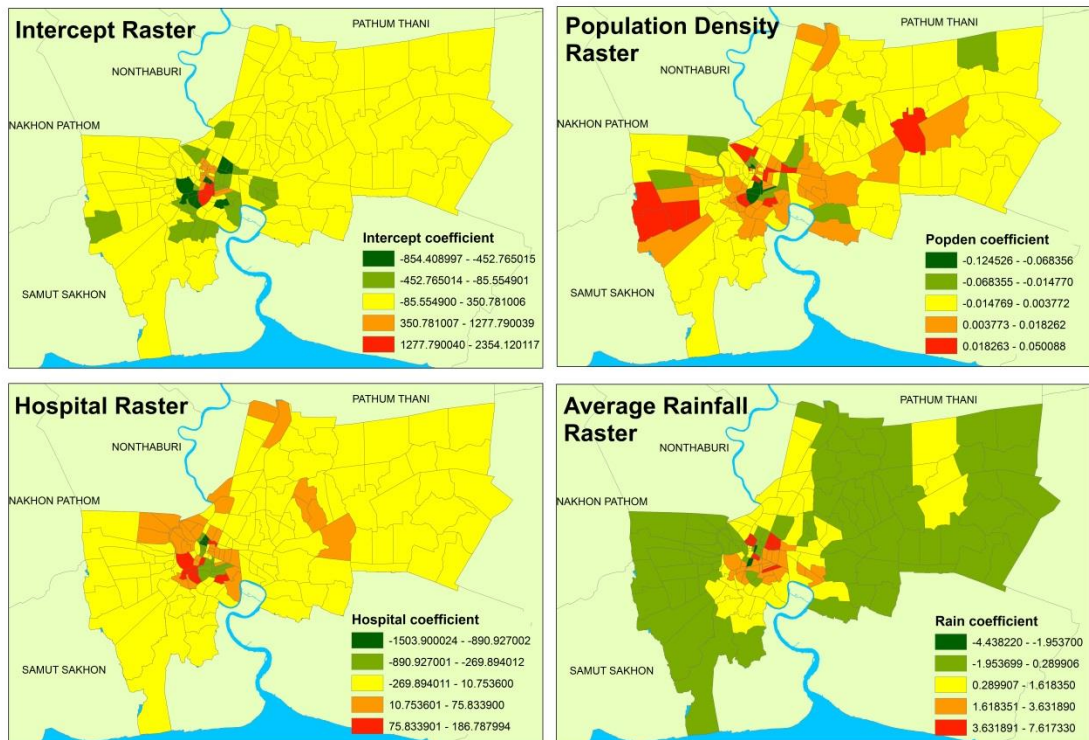
|       |   |   |                                       |
|-------|---|---|---------------------------------------|
| เมื่อ | M | = | morbidity rate (per sq.km.)           |
|       | P | = | population density (per sq.km.)       |
|       | H | = | Hospital                              |
|       | R | = | monthly average rainfall (millimetre) |

จากนั้นนำค่าปัจจัยตัวแปรอิสระที่ปรากฏดังสมการข้างต้นเข้าสู่การวิเคราะห์ถดถอยถ่วงน้ำหนักเชิงพื้นที่ ซึ่งเป็นวิธีการสร้างสมการถดถอยให้เหมาะสมตามตำแหน่งของแต่ละจุดข้อมูลแขวงในพื้นที่ ผลจากการวิเคราะห์ GWR โดยใช้ตัวแปรอิสระดังสมการที่ 5-4 ได้ค่าจุดตัดแกนค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละปัจจัยและค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแบบ local (local R2) ในรูปข้อมูลแรสเตอร์ (รูปที่ 5-9) แขวงที่มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแบบ local สูงที่สุดเท่ากับ 0.77 คือแขวงบางแคในเขตบางแค หมายความว่า ตัวแปรอิสระของแขวงนี้สามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตาม (อัตราป่วยต่อพื้นที่) ได้มากที่สุดร้อยละ 77 อย่างไรก็ตามความสามารถในการอธิบายแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ โดยแขวงที่มีค่าต่ำสุด สามารถอธิบายได้เพียงร้อยละ 0.4 ที่แขวงสามเสนในเขตพญาไท

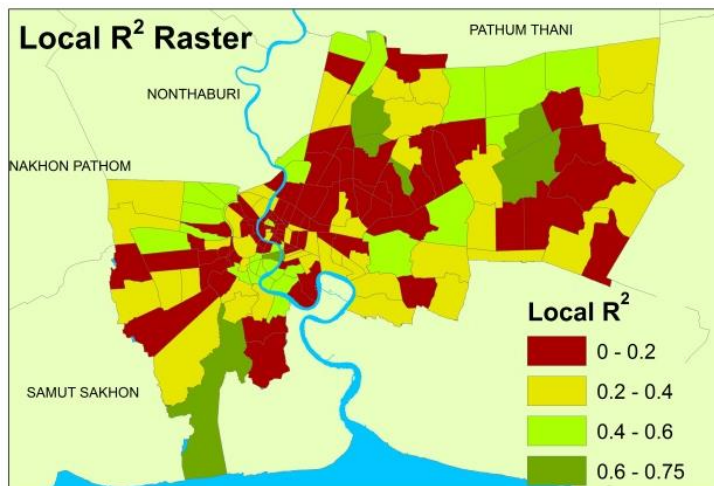


รูปที่ 5-9 ค่าจุดตัดแกน ค่าความหนาแน่นประชากร จำนวนโรงพยาบาล และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแบบ local (local R<sup>2</sup>)ของแต่ละแขวงในรูปแบบข้อมูลแรสเตอร์

ผลจากการวิเคราะห์ GWR โดยใช้ตัวแปรอิสระตามสมการที่ 5-5 ซึ่งประกอบด้วย ความหนาแน่นประชากร จำนวนโรงพยาบาล และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ได้ผลลัพธ์ของค่าจุดตัดแกน ค่าความหนาแน่นประชากร จำนวนโรงพยาบาล ปริมาณน้ำฝน และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแบบ local ของแต่ละแขวงในรูปแบบข้อมูลแรสเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 5-10 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแบบ local สูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.75 (รูปที่ 5-11) ที่แขวงบางรักในเขตบางรัก หมายความว่า ตัวแปรอิสระของแขวงนี้สามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตาม (อัตราป่วยต่อพื้นที่) ได้มากที่สุดร้อยละ 75 และแขวงที่มีค่าต่ำสุด สามารถอธิบายได้เพียงร้อยละ 0.5 คือ แขวงป้อมปราบในเขตป้อมปราบศัตรูพ่าย



รูปที่ 5-10 ค่าจุดตัดแกน ค่าความหนาแน่นประชากร จำนวนโรงพยาบาล และปริมาณน้ำฝนของแต่ละแขวงในรูปแบบข้อมูลแรสเตอร์



รูปที่ 5-11 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแบบ local (local R<sup>2</sup>) ของแต่ละแขวงในรูปแบบข้อมูลแรสเตอร์



### 5.3 แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่

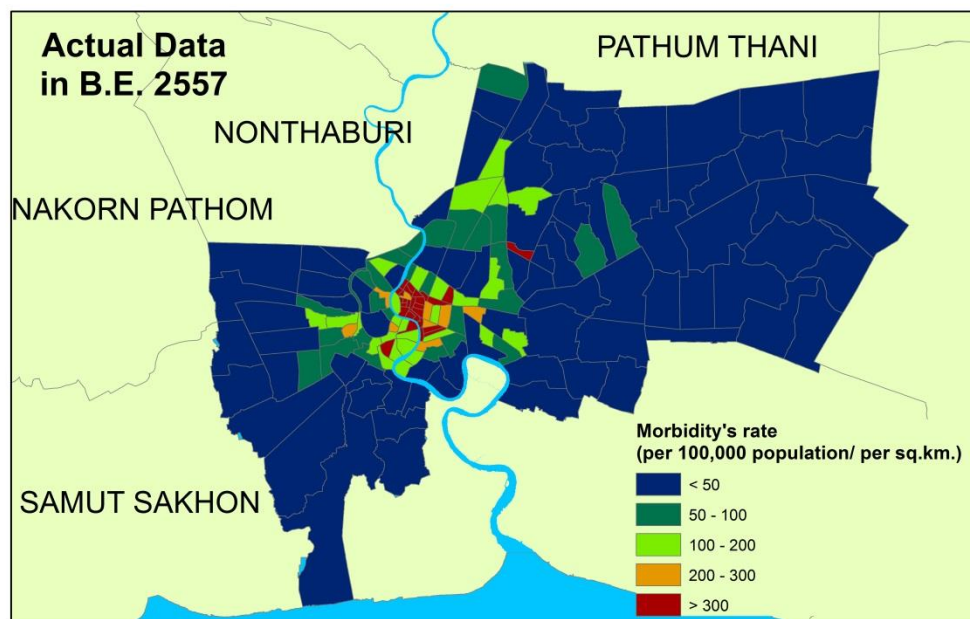
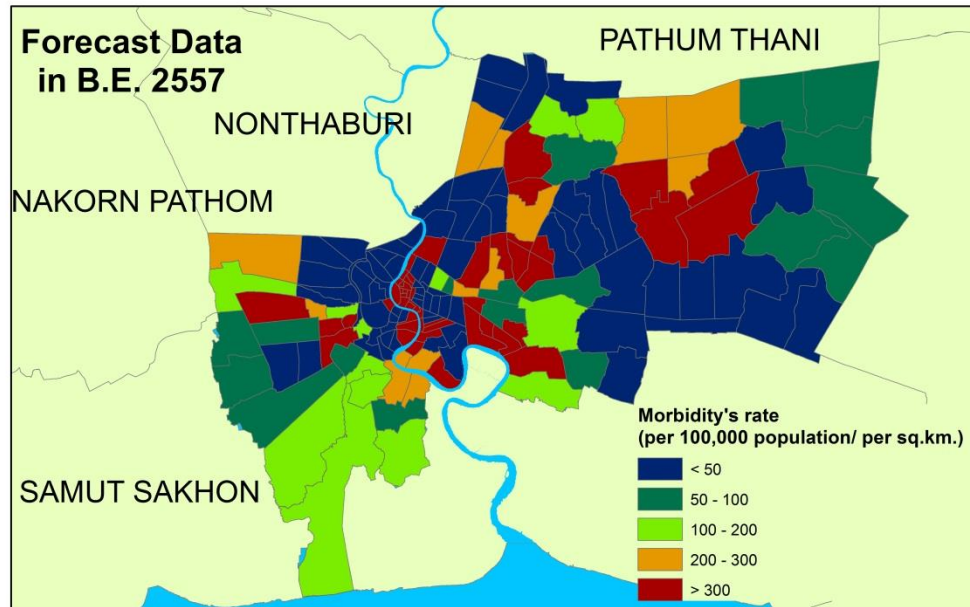
ค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละปัจจัยในแต่ละแขวงที่ได้จากการวิเคราะห์ข้างต้นจะถูกนำมาใช้ในการสร้างสมการถดถอยให้กับพื้นที่แต่ละแขวงและคำนวณค่าอัตราป่วยต่อพื้นที่ให้กับ 169 แขวง ใน พ.ศ.2557 โดยใช้ค่าปัจจัยตัวแปรอิสระ พ.ศ. 2557

สำหรับสมการที่ 5- 4 ค่าปัจจัยตัวแปรอิสระประกอบด้วย ความหนาแน่นประชากร และ จำนวนโรงพยาบาล ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นค่าทำนายอัตราป่วยไข้หวัดใหญ่ต่อพื้นที่ (ต่อแสนประชากร / ต่อตารางกิโลเมตร) พ.ศ. 2557 สามารถสร้างเป็นแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อโรคที่ 1 (รูปที่ 5-12 บน) และแผนที่แสดงค่าอัตราป่วยต่อพื้นที่ที่เกิดขึ้นจริง (รูปที่ 5-12 ล่าง)

สำหรับสมการที่ 5-5 ค่าปัจจัยตัวแปรอิสระประกอบด้วย ความหนาแน่นประชากร จำนวน โรงพยาบาลและ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ผลลัพธ์แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อโรคที่ 2 แสดงค่าทำนายอัตราป่วยไข้หวัดใหญ่ต่อพื้นที่ (ต่อแสนประชากร / ต่อตารางกิโลเมตร) (รูปที่ 5-13 บน) และแสดงค่าอัตราป่วยต่อพื้นที่จริงใน พ.ศ. 2557 (รูปที่ 5-13 ล่าง)

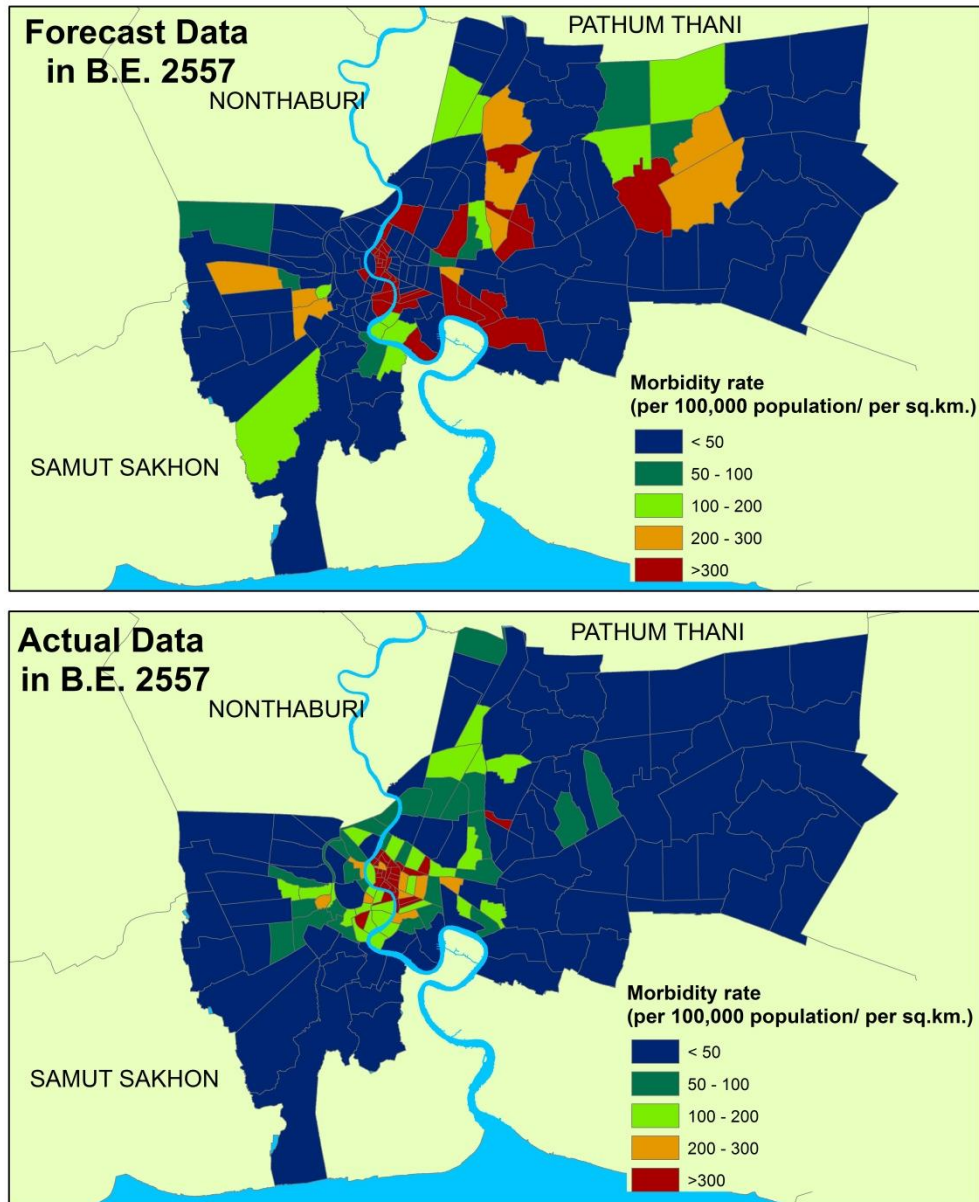
หากพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างแผนที่เสี่ยงต่อโรค 1 และ 2 จะพบว่าในภาพรวมแผนที่เสี่ยง 2 ซึ่งได้จากค่าตัวแปรอิสระ 3 ตัวมีความใกล้เคียงกับอัตราป่วยต่อพื้นที่จริงมากกว่าแผนที่เสี่ยง 1 โดยเห็นได้ชัดเจนบริเวณพื้นที่แขวงที่มีค่าอัตราป่วยต่อพื้นที่น้อยกว่า 50 ต่อแสนประชากร/ ต่อตารางกิโลเมตรซึ่งแสดงด้วยสีน้ำเงินเข้มกระจายตัวบริเวณกรุงเทพมหานครชั้นกลางต่อเนื่องไปยังชั้นนอกทั้งทางฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยาเช่นเดียวกับแผนที่แสดงอัตราป่วยจริงที่เกิดขึ้น ในขณะที่แผนที่เสี่ยง 1 พื้นที่สีน้ำเงินเข้มส่วนใหญ่จะอยู่ฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยา ในขณะที่ฝั่งตะวันตกจะกระจุกตัวอยู่บริเวณเขตกรุงเทพมหานครชั้นในเท่านั้น

## Influenza Morbidity Rate Forecast and Actual Data in B.E. 2557



รูปที่ 5-12 เปรียบเทียบพื้นที่เสี่ยงต่อโรคไข้หวัดใหญ่ที่ 1 และ ค่าอัตราป่วยต่อพื้นที่จริง พ.ศ. 2557 ที่ได้จากค่าปัจจัย ความหนาแน่นประชากร และ จำนวนโรงพยาบาล

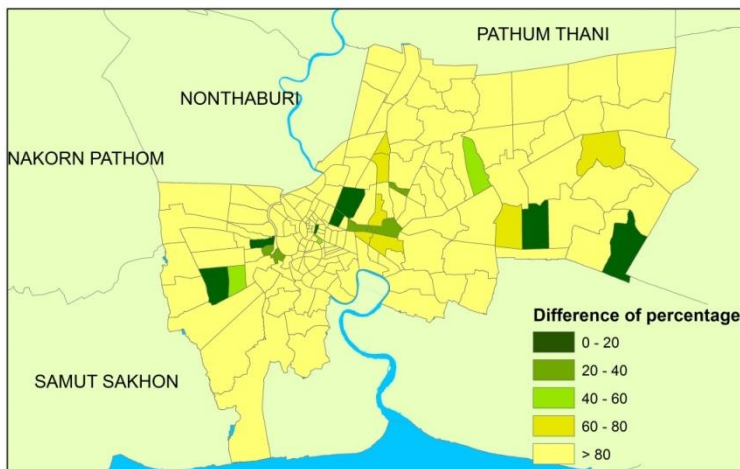
## Influenza Morbidity Rate Forecast and Actual Data in B.E. 2557



รูปที่ 5-13 เปรียบเทียบพื้นที่ที่เสี่ยงต่อโรคไข้หวัดใหญ่ ที่ 2 และ ค่าอัตราป่วยต่อพื้นที่จริง พ.ศ. 2557 ที่ได้จากค่าปัจจัย ความหนาแน่นประชากร จำนวนโรงพยาบาล และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน

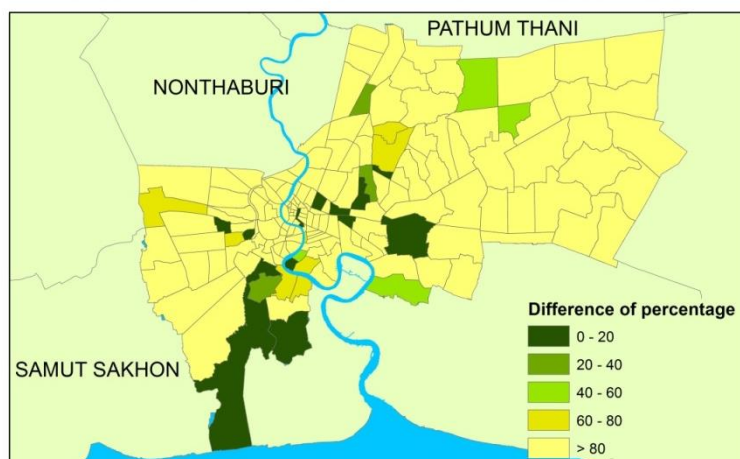
เมื่อได้ประมวลผลแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อโรคทั้ง 2 เสร็จสิ้น เพื่อเป็นการประเมินความถูกต้องของการทำนาย จึงเปรียบเทียบค่าทำนายอัตราป่วยไข้หวัดใหญ่ต่อพื้นที่ กับค่าอัตราป่วยต่อพื้นที่จริง และแสดงผลในรูปของร้อยละความแตกต่างของข้อมูล โดยร้อยละความแตกต่างของข้อมูลที่เปรียบเทียบผลลัพธ์จากแผนที่เสี่ยง 1 จะแสดงในรูปที่ 5-14 และร้อยละความแตกต่างของข้อมูลที่เปรียบเทียบผลลัพธ์จากแผนที่เสี่ยง 2 แสดงในรูปที่ 5-15

**Differences between Forecast and Actual Data in B.E. 2557**



รูปที่ 5-14 แผนที่แสดงร้อยละความแตกต่างระหว่างอัตราป่วยต่อพื้นที่ทำนาย (แผนที่เสี่ยง 1) และอัตราป่วยจริง พ.ศ. 2557

**Differences between Forecast and Actual Data in B.E. 2557**



รูปที่ 5-15 แผนที่แสดงร้อยละความแตกต่างระหว่างอัตราป่วยต่อพื้นที่ทำนาย (แผนที่เสี่ยง 2) และอัตราป่วยจริง พ.ศ. 2557

จากแผนที่แสดงร้อยละความแตกต่างของข้อมูลอัตราป่วยต่อพื้นที่ทั้ง 2 ข้างต้น พบว่าจำนวนแขวงที่มีร้อยละความแตกต่างในระดับต่ำ คือ ระหว่าง 0 ถึง 20 จากแผนที่เสียง 1 มีจำนวน 4 แขวง และจากแผนที่เสียง 2 มีจำนวน 7 แขวง และจำนวนแขวงที่มีร้อยละความแตกต่างในระดับสูง คือ มากกว่า 80 จากแผนที่เสียง 1 มีจำนวน 144 แขวง และจากแผนที่เสียง 2 มีจำนวน 147 แขวง

## 5.4 อภิปรายผลการศึกษา

ผู้วิจัยได้แบ่งหัวข้อการอภิปรายผลออกเป็น 3 หัวข้อหลักตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยไว้ดังนี้

### 5.4.1 รูปแบบการกระจายทางพื้นที่ของอุบัติการณ์โรคไข้หวัดใหญ่

#### 5.4.1.1 วิเคราะห์จากค่าอัตราป่วยต่อแสนประชากร

เมื่อทำการวิเคราะห์ hotspot โดยใช้ค่าอัตราป่วยต่อแสนประชากรผลการวิเคราะห์พบว่าอุบัติการณ์การเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ในช่วง พ.ศ. 2553 - 2556 มีลักษณะเกาะกลุ่มทางพื้นที่ ใน 2 ลักษณะคือ พื้นที่ที่มีการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่สูง และพื้นที่ที่มีการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ต่ำ โดยพื้นที่เกิดโรคสูงเป็นพื้นที่กรุงเทพมหานครชั้นในฝั่งพระนครและขยายตัวออกไปยังชานเมืองด้านตะวันออก ในขณะที่พื้นที่เกิดโรคต่ำจะเป็นพื้นที่ฝั่งธนบุรีบริเวณแม่น้ำเจ้าพระยาตอนบนและขยายตัวไปทางตะวันออกครอบคลุมสองฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาตอนบนของกรุงเทพมหานคร

เมื่อพิจารณาตลอดช่วงระยะเวลา 4 ปี พื้นที่ที่เป็นพื้นที่เกิดโรคสูงซ้ำซากครอบคลุม 6 แขวงใน 6 เขต ได้แก่ แขวงจันทระเกษมในเขตจตุจักร แขวงมีนบุรีในเขตมีนบุรี แขวงบางชันในเขตคลองสามวา แขวงหัวหมากในเขตบางกะปิ แขวงนวมินทร์ในเขตบึงกุ่ม และแขวงพลับพลาในเขตวังทองหลาง โดยมีค่าอัตราป่วยไข้หวัดใหญ่ต่อแสนประชากรอยู่ระหว่าง 35.02 ถึง 953.55 ในขณะที่พื้นที่เกิดโรคต่ำซ้ำซากครอบคลุม 5 แขวงใน 3 เขต ได้แก่ แขวงคลองชักพระและแขวงบางพรหมในเขตตลิ่งชัน แขวงบางขุนศรีและแขวงอรุณอมรินทร์ในเขตบางกอกน้อย และแขวงคูหาสวรรค์ในเขตภาษีเจริญ โดยมีค่าอัตราป่วยไข้หวัดใหญ่ต่อแสนประชากรอยู่ระหว่าง 56.86 ถึง 262.19

สำหรับอัตราการเปลี่ยนแปลงของอัตราป่วยต่อแสนประชากรในช่วง 4 ปี พบว่าใน พ.ศ. 2554 การเปลี่ยนแปลงของอุบัติการณ์การเกิดโรคไข้หวัดใหญ่จาก พ.ศ. 2553 ค่อนข้างน้อยเนื่องจากยังคงอยู่ในช่วงปลายของการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ 2009 กล่าวคือ อัตราป่วยต่อแสนประชากรลดลงน้อยกว่า 100 จำนวน 112 แขวง ในพ.ศ. 2555 พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก คือมีอัตราป่วยต่อแสนประชากร ลดลงในระหว่าง 0- 100 จำนวน 30 แขวง

และ มีอัตราป่วยเพิ่มขึ้นระหว่าง 0- 100 จำนวน 97 แขวง และใน พ.ศ. 2556 พื้นที่เกือบทั้งหมด คือ 132 แขวง มีการลดของอัตราป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ระหว่าง 0- 100

#### 5.4.1.2 วิเคราะห์จากค่าอัตราป่วยต่อแสนประชากรต่อพื้นที่

เมื่อใช้ค่าอัตราป่วยต่อพื้นที่การวิเคราะห์ ยังคงพบว่าอุบัติการณ์ของโรค เป็นไปในลักษณะกลุ่มทางพื้นที่ หากแต่พบเฉพาะพื้นที่ที่มีการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่สูง โดยอยู่บริเวณ กรุงเทพมหานครชั้นในโดยเฉพาะฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยา โดยเฉพาะพื้นที่ใน 4 แขวงของ 3 เขต ได้แก่ แขวงตลาดยอดและแขวงวัดราชบพิธในเขตพระนคร แขวงบางรักในเขตบางรัก และ แขวงสัมพันธวงศ์ในเขตสัมพันธวงศ์ ที่ปรากฏเป็นพื้นที่ hotspot ช้าซากตลอดช่วงเวลาทั้ง 4 ปี โดยมีการเคลื่อนที่โดยกระจายไปยังพื้นที่รอบข้างที่จำกัดอยู่ในบริเวณเขตกรุงเทพมหานครชั้นใน หากแยก พิจารณารายปี พบว่า ในพ.ศ. 2553 มีพื้นที่ hotspot ทั้งสิ้น 15 แขวง และใน พ.ศ. 2554 ถึง พ.ศ. 2556 มีจำนวนพื้นที่ hotspot เหมือนกัน คือ 9 แขวง สำหรับพื้นที่ coldspot ไม่พบในช่วงเวลา ดังกล่าวแสดงว่า ไม่มีการเกาะกลุ่มของพื้นที่ที่เกิดอุบัติการณ์โรคไข้หวัดใหญ่เบาบาง

จากการศึกษารูปแบบการกระจายทางพื้นที่ของโรคไข้หวัดใหญ่โดยจำแนกข้อมูลการ วิเคราะห์โดยใช้ ค่าอัตราป่วยต่อแสนประชากร และค่าอัตราป่วยต่อพื้นที่ (ต่อแสนประชากร/ ต่อ ตารางกิโลเมตร) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างอย่างเด่นชัดของพื้นที่ hotspot โรคไข้หวัด ใหญ่จากการเลือกใช้ข้อมูลใน 2 ลักษณะ คือหากวิเคราะห์ที่ใช้ค่าอัตราป่วยต่อแสนประชากร นอกจาก พื้นที่กรุงเทพเขตชั้นในแล้ว พื้นที่ hotspot จะปรากฏอยู่บริเวณพื้นที่ชั้นกลางฝั่งตะวันออกด้วย เนื่องจากพื้นที่ของแต่ละแขวงบริเวณนี้มีขนาดใหญ่ ซึ่งมีโอกาสที่จะมีประชากรอาศัยอยู่มากส่งผลให้มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดอุบัติการณ์ของโรคไข้หวัดใหญ่สูงตามไปด้วย ดังนั้นเมื่อพื้นที่แขวงขนาดใหญ่ อยู่ในละแวกใกล้กันจะทำให้เกิดการเกาะกลุ่มกันของอุบัติการณ์โรคมากกว่า

ในทางตรงข้ามหากใช้ค่าอัตราป่วยต่อพื้นที่ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ถึงความหนาแน่นของผู้ป่วย ต่อตารางกิโลเมตรของแต่ละแขวง โดยปราศจากอคติของขอบเขตและขนาดพื้นที่แขวง (modifiable unit problem) แล้วพื้นที่ hotspot จะแสดงให้เห็นจำกัดแค้ในบริเวณเขตกรุงเทพชั้นในซึ่งมีความ หนาแน่นของอัตราป่วยต่อพื้นที่สูงเกาะกลุ่มกัน

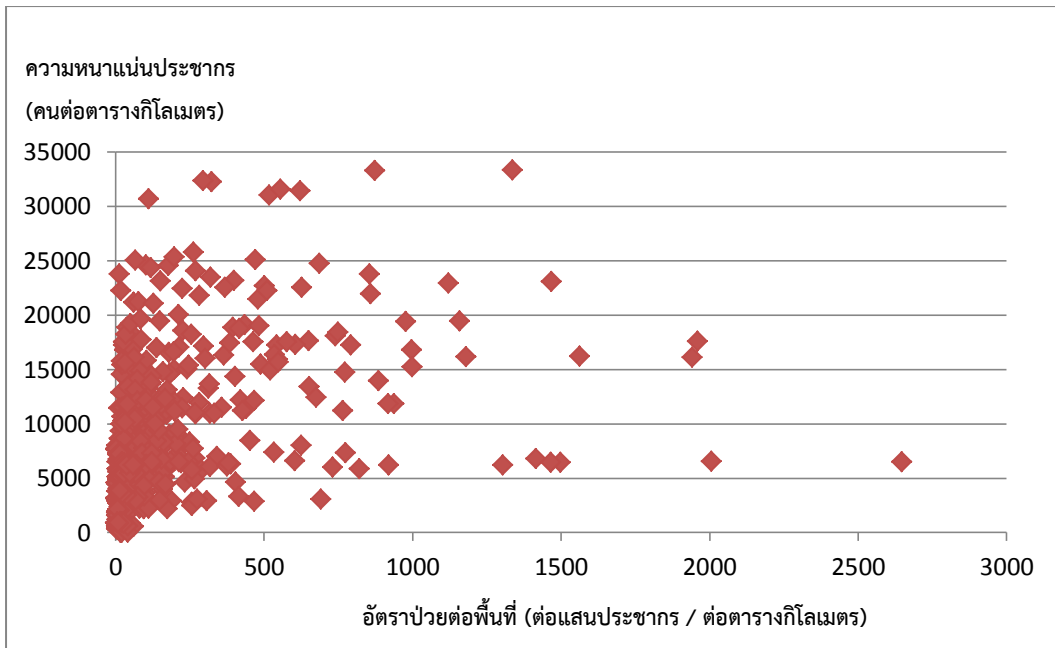
จากผลการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายของโรคที่ได้จากการใช้ค่าอัตราป่วย 2 ลักษณะ พบว่าอัตราป่วยต่อพื้นที่มีความเหมาะสมกับการศึกษาทางพื้นที่มากกว่า เนื่องจากความแตกต่างของ ขนาดพื้นที่แขวงนั้นมีความหลากหลาย ดังนั้นในการศึกษาการกระจายโรค จึงควรคำนึงถึงพื้นที่เป็น สำคัญ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยอัตราป่วยต่อพื้นที่นั้น มีความสมเหตุสมผลมากกว่าการ

เลือกใช้อัตราป่วยต่อแสนประชากรเนื่องจากพื้นที่ hotspot ที่ได้นั้นแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่เกิดโรคสูงกับปัจจัยทางประชากร ที่ว่าบริเวณเขตกรุงเทพมหานครชั้นกลางนั้นประกอบด้วยความหนาแน่นของประชากรสูงจึงง่ายต่อการส่งผ่านและแพร่กระจายของเชื้อโรคได้

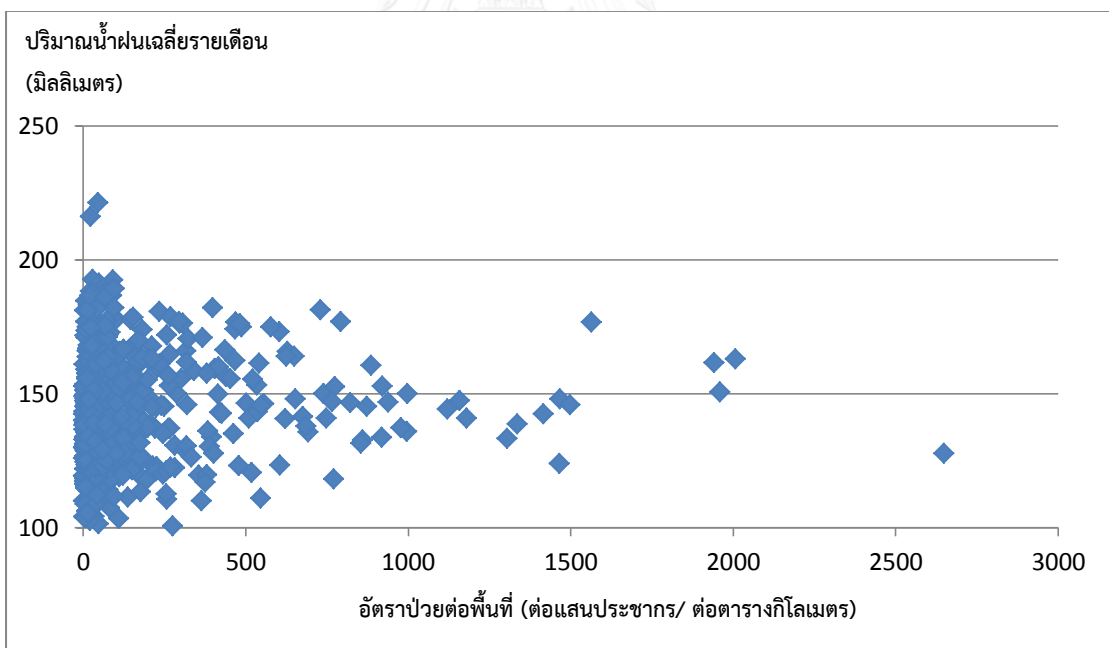
#### 5.4.2 การวิเคราะห์ปัจจัยที่สัมพันธ์ต่อการเกิดโรค

จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอัตราป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อพื้นที่กับปัจจัยด้านประชากร เศรษฐกิจและสังคม ภูมิอากาศ และมลพิษทางอากาศ พบว่าการวิเคราะห์แบบ global ให้ผลว่าปัจจัยดังกล่าวไม่มีอิทธิพลในทิศทางที่ชัดเจนต่ออัตราป่วย คือ มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับแก้แล้ว เท่ากับ 0.16 แต่เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธีสถิติถดถอยถ่วงน้ำหนักเชิงพื้นที่ซึ่งเป็นสถิติเชิงพื้นที่แบบ local ซึ่งใช้ข้อมูลปัจจัยต่างๆ ของแขวงที่อยู่ในระยะเหมาะสมที่กำหนดจากแขวงที่สนใจ พบว่าปัจจัยที่เหมาะสมรูปแบบที่หนึ่ง ได้แก่ ปัจจัยความหนาแน่นประชากรและจำนวนโรงพยาบาลให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับแก้แล้วเพิ่มขึ้นคือเท่ากับ 0.77 และ ปัจจัยที่เหมาะสมรูปแบบที่สอง ได้แก่ ปัจจัยความหนาแน่นประชากร จำนวนโรงพยาบาล และปัจจัยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับแก้แล้วเท่ากับ 0.75 เมื่อเปรียบเทียบค่าผลลัพธ์จากปัจจัยที่เหมาะสมทั้งสองรูปแบบพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับแก้แล้วมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ดังนั้นจึงสามารถอธิบายได้ว่า ไม่ว่าจะเลือกใช้หรือตัดปัจจัยด้านภูมิอากาศซึ่งมีความละเอียดของข้อมูลเชิงพื้นที่ต่ำออกผลลัพธ์ที่ได้ย่อมไม่แตกต่างกันมากนัก

หากพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราป่วยไข้หวัดใหญ่ต่อพื้นที่กับปัจจัยทั้งสามข้างต้นแล้ว พบว่า ปัจจัยความหนาแน่นประชากรและปริมาณน้ำฝน มีความสัมพันธ์แบบแปรตามกับอัตราป่วยต่อพื้นที่ คือ หากความหนาแน่นประชากรสูง อัตราป่วยต่อพื้นที่จะสูง เช่นเดียวกับปริมาณน้ำฝนที่สูง จะทำให้อัตราป่วยต่อพื้นที่สูงขึ้นเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 5-16 รูปที่ 5-17 ในขณะที่จำนวนโรงพยาบาล มีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับอัตราป่วยต่อพื้นที่คือหากพื้นที่ใดมีจำนวนโรงพยาบาลน้อย อัตราป่วยต่อพื้นที่จะเพิ่มสูงขึ้น



รูปที่ 5-16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราป่วยต่อพื้นที่และความหนาแน่นประชากร

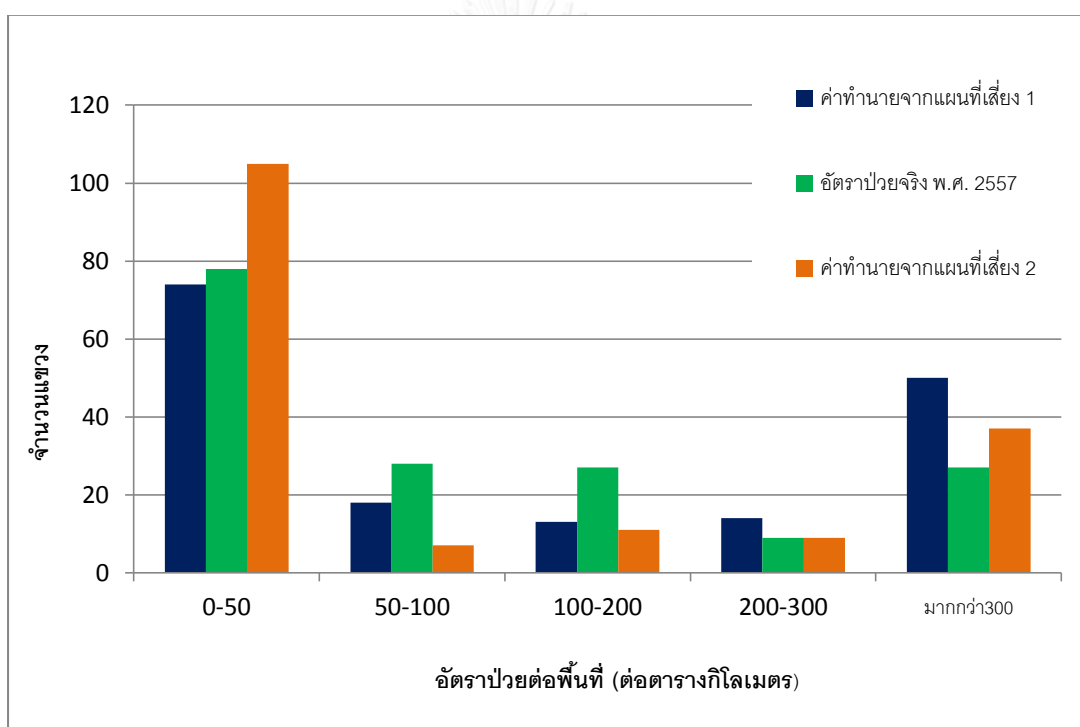


รูปที่ 5-17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราป่วยต่อพื้นที่และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน

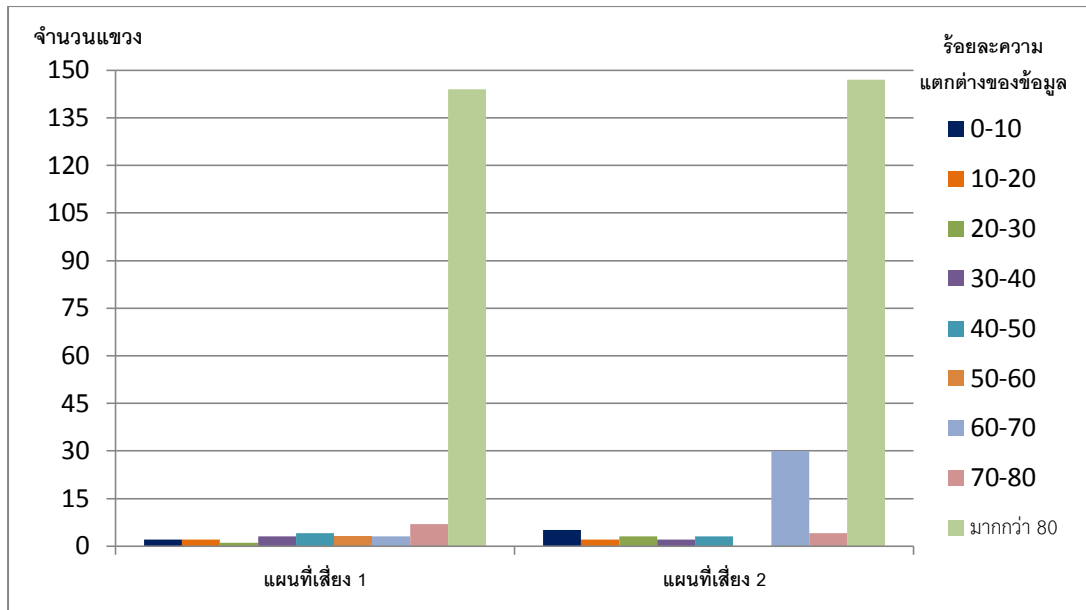


### 5.4.3 แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยง

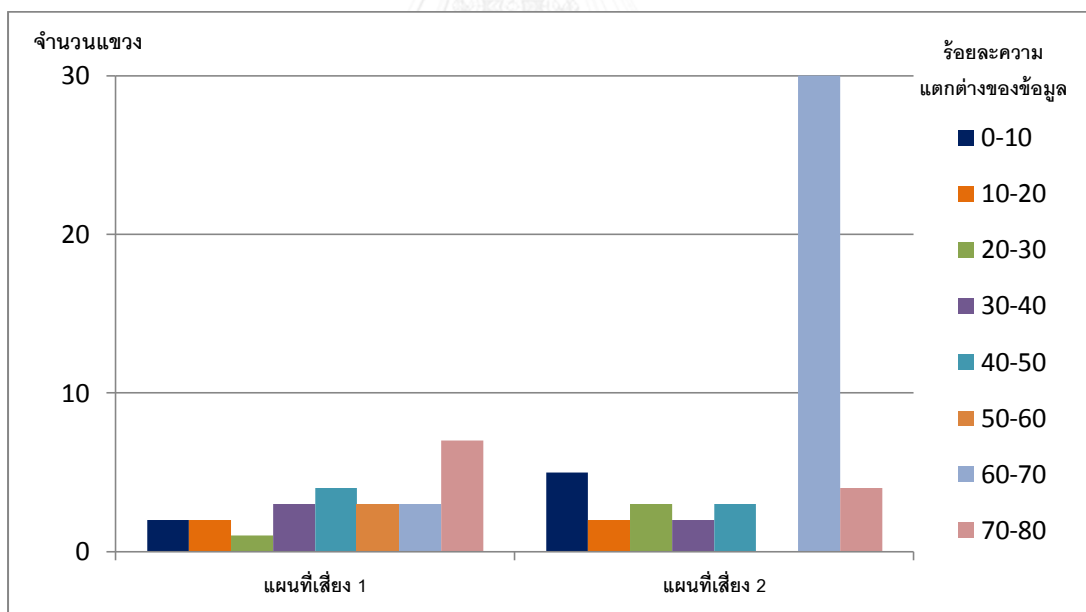
เมื่อเปรียบเทียบแผนที่เสี่ยงที่ได้จากการใช้ 2 ตัวแปร (ความหนาแน่นประชากร และจำนวนโรงพยาบาล) หรือเรียกว่า แผนที่เสี่ยง 1 และแผนที่เสี่ยงที่ได้จากการใช้ 3 ตัวแปร (ความหนาแน่นประชากร จำนวนโรงพยาบาล และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย) หรือเรียกว่า แผนที่เสี่ยง 2 พบว่า ในภาพรวมแผนที่เสี่ยง 1 ให้ค่าอัตราป่วยต่อพื้นที่สูงกว่าแผนที่เสี่ยง 2 โดยเฉพาะค่าอัตราป่วยมากกว่า 50 (รูปที่ 5-18) และเมื่อพิจารณาร่วมกับค่าแตกต่างจากค่าที่เกิดขึ้นจริงของอัตราป่วยต่อพื้นที่ พบว่าแผนที่เสี่ยง 2 มีช่วงที่มีค่าคลาดเคลื่อนต่ำเป็นจำนวนมากกว่าแผนที่เสี่ยง 1 ดังแสดงในรูปที่ 5-19 และแสดงเฉพาะค่าคลาดเคลื่อนร้อยละ 0-80 ในรูปที่ 5-20 เพื่อให้เห็นข้อมูลชัดเจนขึ้น



รูปที่ 5-18 กราฟแสดงอัตราป่วยต่อพื้นที่เปรียบเทียบระหว่างค่าอัตราป่วยจริง พ.ศ. 2557 และค่าอัตราป่วยทำนายจากแผนที่เสี่ยง 1 และแผนที่เสี่ยง 2

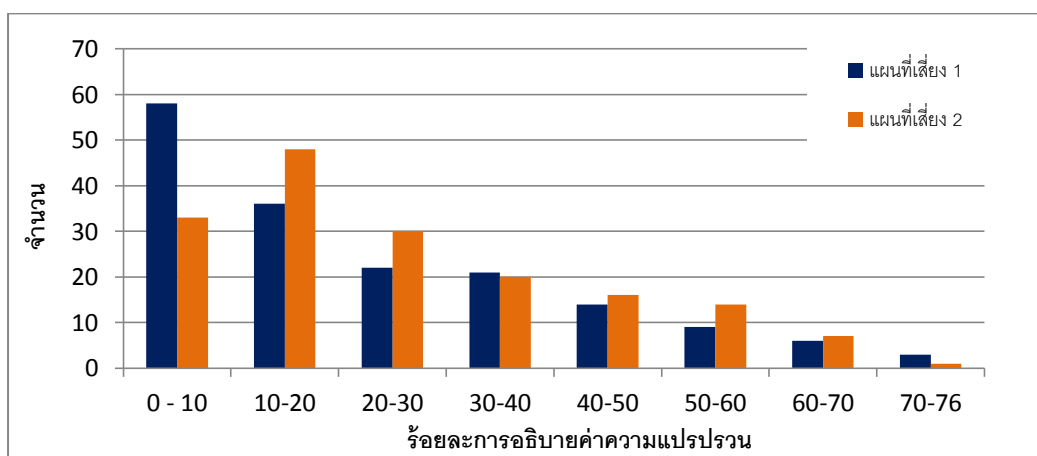


รูปที่ 5-19 กราฟแสดงร้อยละความแตกต่างของอัตราป่วยต่อพื้นที่ระหว่างค่าอัตราป่วยจริง พ.ศ. 2557 และค่าอัตราป่วยทำนายจากแผนที่เสี่ยง 1 และแผนที่เสี่ยง 2



รูปที่ 5-20 กราฟแสดงร้อยละความแตกต่างของอัตราป่วยต่อพื้นที่ ระหว่างค่าอัตราป่วยจริง พ.ศ. 2557 และค่าอัตราป่วยทำนายจากแผนที่เสี่ยง 1 และแผนที่เสี่ยง 2 ในช่วงร้อยละ 0 ถึง 80

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของอัตราป่วยต่อพื้นที่ โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับแก้แล้วของแต่ละแขวง หากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับแก้แล้วมีค่าสูง ความสามารถในการอธิบายจะมาก แต่หากมีค่าต่ำ ความสามารถในการอธิบายจะน้อย จากการวิเคราะห์พบว่าแผนที่เสี่ยง 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของอัตราป่วยได้มากกว่า ร้อยละ 40-77 เป็นจำนวน 38 แขวง ดังแสดงในรูปที่ 5-21



รูปที่ 5-21 กราฟแสดงร้อยละการอธิบายค่าแปรปรวนของอัตราป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อพื้นที่จากแผนที่เสี่ยง 1 และ แผนที่เสี่ยง 2

หากพิจารณาค่าทำนายอัตราป่วยต่อพื้นที่รายแขวงที่ได้จากแผนที่เสี่ยง 1 และ 2 พบว่าส่วนใหญ่ค่าทำนายอัตราป่วยต่อพื้นที่เป็นไปในทางเดียวกัน คือหากอัตราป่วยทำนายจากแผนที่ 1 สูง อัตราป่วยทำนายในแผนที่เสี่ยง 2 ก็สูงเช่นกัน หากพิจารณาจากค่าปัจจัยพบว่าพื้นที่ใดที่มีค่าปัจจัยความหนาแน่นประชาสูง ค่าอัตราป่วยที่ได้ก็จะสูงขึ้น ในทางตรงข้ามหากค่าปัจจัยจำนวนโรงพยาบาลลดลง 1 แห่ง ค่าอัตราป่วยที่ได้ก็จะสูงขึ้น ดังแสดงในค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยจากสมการที่ 5-3 และ 5-4 สามารถอธิบายได้ว่าหากความหนาแน่นประชากรเพิ่มขึ้น 1 คนต่อตารางกิโลเมตร ค่าอัตราป่วยจะเพิ่มขึ้น 0.017443 และ 0.017226 ตามลำดับ และหากจำนวนโรงพยาบาลเพิ่มขึ้น 1 แห่ง ค่าอัตราป่วยจะลดลง 17.477763 และ 17.596265 ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังมีพื้นที่บางส่วนที่มีค่าทำนายอัตราป่วยต่อพื้นที่แบบสวนทางกัน คือหากอัตราป่วยทำนายจากแผนที่ 1 สูง อัตราป่วยทำนายในแผนที่เสี่ยง 2 จะต่ำ ทั้งนี้เกิดขึ้นเนื่องจากในกรณีที่พื้นที่แขวงใดมีค่าปัจจัยจำนวนโรงพยาบาลเป็น 0 แห่ง ค่าอัตราป่วยทำนายที่คำนวณจากแผนที่เสี่ยง 1 (ประกอบด้วยปัจจัยตัวแปรอิสระ 2 ตัว) จะถูกคำนวณเพียงค่าปัจจัยความหนาแน่นประชากร ในขณะที่แผนที่เสี่ยง 2 (ประกอบด้วยปัจจัยตัวแปรอิสระ 3 ตัว) นั้นยังคงถูกคำนวณด้วยค่า

ปัจจัยปัจจัยความหนาแน่นประชากรและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน จึงทำให้เกิดความแตกต่างของข้อมูลสูง

สำหรับพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรค หากพิจารณาจำแนกรายแขวง (ข้อมูลเพิ่มเติมแสดงในภาคผนวก ข.) ตั้งแต่ พ.ศ. 2553 – 2557 พบว่าพื้นที่ที่เกิดโรคซ้ำซากและมีอัตราป่วยต่อพื้นที่สูง คือมากกว่า 300 ต่อแสนประชากร/ ต่อตารางกิโลเมตร ได้แก่ เขตพระนคร เขตบางรัก เขตสัมพันธวงศ์เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย และเขตราชเทวี ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่เสี่ยงในแผนที่เสี่ยง 1 และ 2 ค่า พบว่าพื้นที่ดังกล่าวยกเว้นเขตราชเทวีมีค่าทำนายอัตราป่วยต่อพื้นที่ทำนายมากกว่า 300 ต่อแสนประชากร/ ต่อตารางกิโลเมตร เช่นกัน

ตารางที่ 5 – 3 ค่าปัจจัยเฉลี่ยของพื้นที่ที่มีการเกิดโรคสูงซ้ำซากใน พ.ศ. 2553 - 2556

| ปัจจัย  | เขตพระนคร | เขตบางรัก | เขตสัมพันธวงศ์ | เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย |
|---|-----------|-----------|----------------|----------------------|
| อัตราป่วยต่อพื้นที่เฉลี่ย<br>(ต่อตารางกิโลเมตร) | 578.21    | 459.00    | 654.73         | 515.69               |
| ความหนาแน่นประชากร<br>เฉลี่ย (ต่อตารางกิโลเมตร) | 13,671.09 | 8,504.56  | 19,580.26      | 26,641.54            |
| จำนวนโรงพยาบาล                                  | 8         | 20        | 8              | 12                   |
| ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน<br>(มิลลิเมตร)        | 146       | 143.03    | 141.62         | 145.21               |

## บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาทางระบาดวิทยามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นปรากฏการณ์ทางพื้นที่รูปแบบหนึ่งที่มีความสัมพันธ์โดยตรงต่อมนุษย์ เนื่องจากการส่งผ่านทางโรคนั้นอาศัยมนุษย์ และปัจจัยทางสภาพแวดล้อมเป็นตัวกลางในการเคลื่อนที่จากพื้นที่สู่พื้นที่ ดังนั้นการศึกษาทางระบาดวิทยาโดยประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์อุบัติการณ์ที่เกิดขึ้น จึงมีประโยชน์อย่างยิ่ง เนื่องจากสามารถวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลในเชิงพื้นที่ได้ในระดับภาพรวมและเชิงลึกและจากการศึกษาวิจัยนี้ พบว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์การกระจายของโรคไข้หวัดใหญ่ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับโรค และ จัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อโรคไข้หวัดใหญ่ได้

### 6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยพบว่า รูปแบบการกระจายของโรคไข้หวัดใหญ่มีลักษณะเกาะกลุ่มทางพื้นที่ เนื่องจากลักษณะการติดต่อและแพร่กระจายของโรคสามารถส่งผ่านในพื้นที่ซึ่งประกอบด้วยคนจำนวนมากและกลุ่มคนที่มีปฏิสัมพันธ์ในระยะใกล้ชิด โดยเฉพาะบริเวณเขตกรุงเทพมหานครชั้นใน ซึ่งเป็น ศูนย์กลางทางเศรษฐกิจและสังคม รวมถึงโครงข่ายการคมนาคมขนส่ง จึงเป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นประชากรสูง คือมากกว่า 1,000 คนต่อตารางกิโลเมตร ดังนั้นอุบัติการณ์ของโรคจึงปรากฏให้เห็นอย่างเด่นชัดบริเวณพื้นที่นี้ก่อนจะขยายไปยังพื้นที่รอบข้างผ่านการเคลื่อนที่ทางประชากร หากพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ปัจจัยภูมิอากาศปัจจัยเศรษฐกิจและสังคม และ มลพิษทางอากาศ พบว่า ปัจจัยที่ไม่มีความสัมพันธ์ต่ออัตราป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อพื้นที่ ได้แก่ จำนวนประชากรต่อบ้าน และค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในขณะที่ปัจจัยความหนาแน่นประชากร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย อุณหภูมิเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย นั้นมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามต่อการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ กล่าวคือหากค่าปัจจัยความหนาแน่นประชากร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย

รายเดือนสูงขึ้น การเกิดโรคไข้หวัดใหญ่จะสูงขึ้นเช่นกัน ในทางตรงข้าม จำนวนโรงพยาบาล มีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันต่อการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ นั่นคือ หากพื้นที่ใดมีจำนวนโรงพยาบาลน้อย การเกิดโรคไข้หวัดใหญ่มีโอกาสมาก นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์ในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีความหลากหลายต่ำกว่าที่จะใช้ในการทดสอบสถิติแบบ local ด้วยวิธีถดถอยถ่วงน้ำหนักเชิงพื้นที่

สำหรับการวิเคราะห์และจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่โดยใช้สถิติเชิงพื้นที่แบบ local ปัจจัยเหมาะสมที่ถูกเลือกนำมาวิเคราะห์ ได้แก่ ความหนาแน่นประชากร จำนวนโรงพยาบาล และ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ผลลัพธ์จากการทำนายพื้นที่เสี่ยง พบว่าทั้งสามปัจจัยนี้สามารถอธิบายการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ ได้สูงสุดที่ร้อยละ 75 ถึง 77 และอธิบายได้ต่ำสุดที่ร้อยละ 0.4 ถึง 0.5 หากเปรียบเทียบค่าอัตราป่วยต่อพื้นที่ต่อแสนประชากรทำนาย พ.ศ. 2557 ที่ได้กับค่าอัตราป่วยที่เกิดขึ้นจริงในปีเดียวกันนี้ พบว่า พื้นที่ที่มีร้อยละความแตกต่างของข้อมูลในระดับต่ำคือ ร้อยละ 0 ถึง 20 มีทั้งสิ้น 6 ถึง 13 แขวง นอกจากนี้การวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นว่าในการทำงานกับข้อมูลเชิงพื้นที่นั้น หากพิจารณาพื้นที่เป็นหน่วยย่อยๆ และใช้สถิติแบบ local จะให้ผลที่น่าเชื่อถือมากกว่า และสะท้อนถึงลักษณะเฉพาะของแต่ละพื้นที่ได้ดีกว่าการใช้สถิติแบบ global ซึ่งมองทั้งพื้นที่เป็นหนึ่งเดียว

## 6.2 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้วิเคราะห์อุบัติการณ์ของโรคไข้หวัดใหญ่ในภาพรวมโดยใช้ข้อมูลรายปีในระดับแขวง หากในอนาคตการเก็บรวบรวมข้อมูลบางส่วนสามารถได้มาในระดับย่อยโดยให้ข้อมูลมีความละเอียดมากขึ้นทั้งในเชิงเวลาและเชิงตำแหน่ง เช่น ข้อมูลตำแหน่งจริงของอุบัติการณ์โรค ช่วงระยะเวลาที่มีการระบาด ข้อมูลประชากรรายเดือน หรือข้อมูลภูมิอากาศที่ตรวจวัด ณ ตำแหน่งที่มากขึ้นกว่าที่ใช้ในงานวิจัยนี้ จะทำให้สามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่กับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อโรคได้ละเอียดยิ่งขึ้น นอกจากนี้การพิจารณาร่วมกับปัจจัยด้านอื่นที่มีส่วนเกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็น ปัจจัยด้านพฤติกรรมของประชากร สาธารณูปโภคและสาธารณูปการที่เกี่ยวข้องกับการรวมกลุ่มและการเคลื่อนที่ของประชากร รวมถึงมาตรการเฝ้าระวังและควบคุมของรัฐบาล จะสามารถสนับสนุนและส่งเสริมให้ผลการวิจัยมีความชัดเจนยิ่งขึ้น ทั้งนี้ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลจากงานวิจัยเรื่องการ

ประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อโรคไข้หวัดใหญ่ในกรุงเทพมหานครนี้ จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะนำไปอ้างอิงและศึกษาในเชิงลึกต่อไป



## รายการอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข, กรมควบคุมโรค สำนักโรคติดต่ออุบัติใหม่. (2558). ข้อควรระวังเกี่ยวกับโรคไข้หวัดใหญ่ตามฤดูกาล. เข้าถึงเมื่อ 23 กันยายน, เข้าถึงจาก <http://www.cdc.gov/flu/about/season/flu-season-2014-2015.htm?mobile=nocontent>
- กระทรวงสาธารณสุข, สำนักระบาดวิทยา. (2553). ไข้หวัดใหญ่. *Influenza*. เข้าถึงเมื่อ 10 เมษายน, เข้าถึงจาก <http://www.boe.moph.go.th/fact/Influenza.htm>
- ชนินันท์ สนธิไชย และ อัครรัตน์ ประเสริฐศักดิ์. (2559). รายงานสถานการณ์โรคไข้หวัดใหญ่ ใน กรุงเทพมหานคร ประจำเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2553 - 2558. ระบบเฝ้าระวังโรค (รง.506). ฐาปณี คำชัย และ ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์. (2549). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการเฝ้าระวังโรคไข้หวัดนก : กรณีศึกษาจังหวัดขอนแก่น. วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย, 7(2 (พฤษภาคม - สิงหาคม)), 50-62.
- นศินี ศรีสมบุรณ์, วนิกา สายรัตน์ และ พิชญุกา ทาจินะ. (2557). การพยากรณ์การเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ พื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ปีพ.ศ. 2557.
- ประเสริฐ ทองเจริญ. (2541). การระบาดของไข้หวัดใหญ่. เข้าถึงเมื่อ 27 กันยายน, เข้าถึงจาก [http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc\\_nih/a\\_nih\\_1\\_001c.asp?info\\_id=893](http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_nih/a_nih_1_001c.asp?info_id=893)
- ประเสริฐ เอื้อวรากุล. (2553). ไข้หวัดใหญ่(Influenza). เข้าถึงเมื่อ 10 เมษายน, เข้าถึงจาก <http://www.si.mahidol.ac.th/sidoctor/e-pl/articleDetail.asp?id=311>
- พงศ์เทพ วิวรรณเดชะ และ สมชาย จาดศรี. (2550). การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (time series analysis) และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ในการพัฒนาองค์ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ. เชียงใหม่ : ศูนย์ประสานข้อมูลปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- มธุรส ทิพย์มงคลกุล. (2555). ระบาดวิทยาในงานสาธารณสุข. วารสารสาธารณสุขศาสตร์, 42, 42-54.
- สำนักอนามัยกรุงเทพมหานคร. (2558). สถิติจำนวนผู้ป่วยและเสียชีวิตด้วยโรคไข้หวัดใหญ่จำแนกรายเขตและเดือนในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2558.
- สรวงสุตา คงมั่ง. (2553). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา. วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 9, 76-89.



- Cao C.X., Xu M., Chen J.Q., Wu Y.S. and Xie X. (2013). Space-time scan statistic based early warning of H1N1 influenza A in Shenzhen, China. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 38, 349-353.
- Cao, J.R. and Liu, YJ. (2010, 29-31 October). *Analysis on spatial heterogeneity of H1N1 flu based on GIS spatial analysis technology*. Paper presented at the The International Conference on Multimedia Technology, China, Ningbo.
- Daphne Lopez , Gunasekaran M. and Murugan B. Senthil (2014). Spatial Big Data Analytics of Influenza Epidemic in Vellore, India. *Proc IEEE Int Conf Big Data*, 19-24. doi: 10.1109/BigData.2014.7004422
- Fang Li-Qun, Wang Li-Ping, Sake J. de Vlas, Liang Song, Tong Shi-Lu, Li Yan-Li, and Cao Wu-Chun. (2012). Distribution and Risk Factors of 2009 Pandemic Influenza A (H1N1) in Mainland China. *American Journal of Epidemiology* 175(9), 890-897.
- Hingkle D.E. , Wiersma W. and Jurs S.G. . (2003). *Applies statistics for the behavioral sciences*. Boston: Houghton Mifflin.
- Inaida Shinako, Yasui Yoshinori, Tada Yuki, Taniguch Kiyosu i and Nobuhiko Okabe. (2011). Geographic trends and spread of the pandemic (H1N1) 2009 in the metropolitan areas of Japan studies from the national sentinel data. *Japan Journal Infection Disease*, 64, 478-481.
- Lee Shui Shan and Sze Wong Ngai. (2011). The clustering and transmission dynamics of pandemic influenza A H1N1 2009 cases in Hong Kong. *Journal of Infection* 63, 274-280.
- Liang Mao and Ling Bian. (2010). Spatial-Temporal transmission of Influenza and Its Health Risk in an Urbanized Area. *Environmental and Urban Systems*, 34, 204-215.
- Likitkererat Tanawat. (2013). *The spatiotemporal epidemiology of influenza in Thailand*. (Doctor of Philosophy), Tulane University.
- Llovasi. (2015). Hot spot detection. Retrieved 10 May, from <http://www.advancedepidemiology.org/?p=323>
- Lowen A.C. and Steel J. (2014). Role of humidity and temperature in shaping influenza seasonality. *Journal of Virology*, 88, 7692 – 7695.

- McMichael A.J., Campbell-Lendrum D.H., Corvalán C.F., Ebi K.L., Githeko A.K., Scheraga J.D. and Woodward A. (2003). Climate change and human : risks and responses. from <http://www.who.int/globalchange/publications/climchange.pdf>
- Mims C., Dockrell H., Goering R., Roitt I., Wakelin I. and Zuckerman M. (2004). Mim's Medical Microbiology. *Medical Microbiology*.
- Muttitanon W. (2014). The spatial temporal of influenza disease in clustering analysis to identify spread pattern in Thailand. *International Journal of Geoinformatics* 10, 49-56.
- Organization, World Health. (2007). WTO Pandemic Phase Descriptions and Main Actions by Phase. Retrieved 12 January, from [http://www.who.int/influenza/resources/documents/pandemic\\_phase\\_descriptions\\_and\\_actions.pdf](http://www.who.int/influenza/resources/documents/pandemic_phase_descriptions_and_actions.pdf)
- Prevention, Centers of Disease Control and. (2012). Epidemic Disease Occurrence. *Level of Disease*. Retrieved 10 February
- Pyle G.F. (1969). The Diffusion of Cholera in the United States in the Nintheenth Century. *Geographical Analysis*, 1, 59-75.
- Siddharth Chandra, Eva Kassens-Noor, Goran Kuljanin and Joshua Vertalka (2013). A Geographic Analysis of Population Density Thresholds in the Influenza Pandemic of 1918–19. *Int J Health Geogr*, 12(9). doi: 10.1186/1476-072X-12-9
- Sirilak Chumkiew, Wacharapong Srisang, Mullica Jaroensutasinee and Jaroensutasinee, Krisanadej. (2007). Climatic factors affecting on influenza cases in Nakhon Si Thammarat. *Engineering and Technology*, 36, 19-22.
- Slinporn Prachayangprecha, Jarika Makkoch, Kamol Suwannakarn, Preeyaporn Vichaiwattana, Sumeth Korkong, Apiradee Theamboonlers and Yong Poovorawan (2012). Epidemiology of seasonal influenza in Bangkok between 2009 and 2012 (Publication no. 10.3855/jidc.2929). from J Infect Dev Ctries
- Soebiyanto R.P. and Kiang R.K. (2010). Modeling influenza transmission using environmental parameters *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*, 38, 330-334.

- Supachai Nakapan, Nitin Kumar Tripathi, Taravudh Tipdecho and Marc Souris (2012). Spatial diffusion of influenza outbreak-related climate factors in Chiang Mai province, Thailand. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 9, 3824-3842. doi: 10.3390/ijerph9113824
- Tamerius JD, Shaman J, Alonso WJ, Bloom-Feshbach K, Uejio CK and et al.(2013). Environmental predictors of seasonal influenza epidemics across temperate and tropical climates. *Plos Pathogens*, 9. doi: e1003194
- Wong CM., Yang L., Thach TQ., Chau PYK., Chan KP., Thomas GN., and Peiris JSM. (2009). Modification by influenza on health effects of air pollution in Hong Kong. *Environmental Health Perspectives* 117.
- Yorifuji Takashi, Suzuki Etsuji and Kashima Saori (2014). Hourly differences in air pollution and risk of respiratory disease in the elderly : a time-stratified case-crossover study. *Environmental Health* 13. doi: 10.1186/1476-069X-13-67
- Zhang Jia - Cheng, Liu Wen-Dong, Liang Qi, Hu Jian-Li, Norris Jessie, Wu Ying, Bao Chang-Jun, and Peng Zhi-Hang (2014). Spatial distribution and risk factors of influenza in Jiangsu province, China, based on geographical information system. *Geospatial Health*, 8(2), 429-453.
- Zhong Shaobo, Xue Yong, Cao Chunxiang, Cao Wuchun, Li Xiaowen, Guo Jianping and Fang Liqun. (2005). The application of space/time analysis tools of GIS in spatial epidemiology : A case study of hepatitis B in China using GIS. *Geoscience and remote sensing symposium*, 3, 1612-1615.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก การกระจายทางพื้นที่ของโรคในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2553 - 2556

ภาคผนวก ก-1 ตารางแสดงพื้นที่จุดเกิดโรคไข้หวัดใหญ่สูง (hotspot) และจุดเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ต่ำ (coldspot) ของจังหวัดกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2553

| ปี   | พื้นที่ hotspot |                                      | พื้นที่ coldspot |                      |
|------|-----------------|--------------------------------------|------------------|----------------------|
|      | เขต             | แขวง                                 | เขต              | แขวง                 |
| 2553 | เขตคลองสามวา    | แขวงสามวาตะวันออก                    | เขตตลิ่งชัน      | แขวงคลองชักพระ       |
|      |                 | แขวงบางชัน                           |                  | แขวงตลิ่งชัน         |
|      |                 | เขตสะพานสูง                          |                  | แขวงสะพานสูง         |
|      | เขตมีนบุรี      | แขวงมีนบุรี                          | แขวงบางระมาด     | แขวงบางเขิน          |
|      | เขตจตุจักร      | แขวงจตุจักรเกษม<br>แขวงจอมพล         | เขตบางกอกใหญ่    | แขวงวัดท่าพระ        |
|      | เขตบางกะปิ      | แขวงหัวหมาก                          | เขตบางกอกน้อย    | แขวงบ้านช่างหล่อ     |
|      | เขตบึงกุ่ม      | แขวงนวมินทร์                         |                  | แขวงบางขุนศรี        |
|      | เขตห้วยขวาง     | แขวงห้วยขวาง<br>แขวงบางกะปิ          |                  | แขวงอรุณอมรินทร์     |
|      | เขตวังทองหลาง   | แขวงวังทองหลาง<br>แขวงพลับพลา        | เขตภาษีเจริญ     | แขวงคลองขวาง         |
|      | เขตวัฒนา        | แขวงคลองตันเหนือ<br>แขวงคลองเตยเหนือ |                  | แขวงบางด้วน          |
|      | เขตดินแดง       | แขวงดินแดง                           |                  | แขวงบางหว้า          |
|      | เขตปทุมวัน      | แขวงลุมพินี                          | เขตจอมทอง        | แขวงบางจาก           |
|      | เขตสาทร         | แขวงทุ่งมหาเมฆ                       | เขตหนองแขม       | แขวงบางแวก           |
|      | เขตราชเทวี      | แขวงมักกะสัน<br>แขวงถนนพญาไท         | เขตบางพลัด       | แขวงปากคลองภาษีเจริญ |
|      | เขตยานนาวา      | แขวงช่องนนทรี                        | เขตบางแค         | แขวงจอมทอง           |
|      |                 |                                      |                  | แขวงหนองค้างพลู      |
|      |                 |                                      | แขวงบางบำหรุ     |                      |
|      |                 |                                      | แขวงบางพลัด      |                      |
|      |                 |                                      | แขวงบางไผ่       |                      |

ภาคผนวก ก-2 ตารางแสดงพื้นที่จุดเกิดโรคไข้หวัดใหญ่สูง (hotspot) และจุดเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ต่ำ (coldspot) ของจังหวัดกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2554

| ปี            | พื้นที่ hotspot      |                  | พื้นที่ coldspot     |                  |
|---------------|----------------------|------------------|----------------------|------------------|
|               | เขต                  | แขวง             | เขต                  | แขวง             |
| 2554          | เขตคลองสามวา         | แขวงสามวาตะวันตก | เขตตลิ่งชัน          | แขวงคลองชักพระ   |
|               |                      | แขวงบางชัน       |                      | แขวงบางพรหม      |
|               |                      | แขวงทรายกองดิน   |                      | แขวงบางระมาด     |
|               | เขตสะพานสูง          | แขวงสะพานสูง     | เขตบางกอกใหญ่        | แขวงวัดท่าพระ    |
|               | เขตมีนบุรี           | แขวงมีนบุรี      | เขตบางกอกน้อย        | แขวงบางขุนศรี    |
|               | เขตจตุจักร           | แขวงจันทระเกษม   |                      | แขวงอรุณอมรินทร์ |
|               |                      | แขวงจอมพล        |                      | แขวงบางขุนนนท์   |
|               | เขตบางกะปิ           | แขวงหัวหมาก      | เขตภาษีเจริญ         | แขวงบางด้วน      |
|               | เขตบึงกุ่ม           | แขวงนวมินทร์     |                      | แขวงบางหว้า      |
|               |                      | แขวงนวลจันทร์    |                      | แขวงบางจาก       |
| เขตวัฒนา      | แขวงคลองเตยเหนือ     | เขตธนบุรี        | แขวงบางแวก           |                  |
| เขตวังทองหลาง | แขวงพลับพลา          |                  | แขวงปากคลองภาษีเจริญ |                  |
|               | แขวงคลองเจ้าคุณสิงห์ |                  | แขวงคูหาสวรรค์       |                  |
| เขตคันนายาว   | แขวงคันนายาว         | เขตธนบุรี        | แขวงตลาดพลู          |                  |
|               | แขวงรามอินทรา        |                  | แขวงบางยี่เรือ       |                  |
|               |                      |                  | แขวงทริณูรุจี        |                  |

ภาคผนวก ก-3 ตารางแสดงพื้นที่จุดเกิดโรคไข้หวัดใหญ่สูง (hotspot) และจุดเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ต่ำ (coldspot) ของจังหวัดกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2555

| ปี          | พื้นที่ hotspot |                      | พื้นที่ coldspot |  |
|-------------|-----------------|----------------------|------------------|--|
|             | เขต             | แขวง                 | เขต              | แขวง   |
| 2555        | เขตคลองสามวา    | แขวงบางชัน           | เขตตลิ่งชัน      | แขวงคลองชักพระ<br>แขวงบางพรหม                        |
|             | เขตมีนบุรี      | แขวงมีนบุรี          | เขตบางกอกน้อย    | แขวงบางขุนศรี<br>แขวงอรุณอัมรินทร์<br>แขวงบางขุนนนท์ |
|             | เขตจตุจักร      | แขวงจันทระเกษม       |                  |  |
|             | เขตบางกะปิ      | แขวงหัวหมาก          |                  |  |
|             | เขตบึงกุ่ม      | แขวงนวลจันทร์        | เขตภาษีเจริญ     | แขวงคูหาสวรรค์                                       |
|             |                 | แขวงคลองกุ่ม         | เขตบางพลัด       | แขวงบางพลัด  |
|             | เขตวังทองหลาง   | แขวงคลองเจ้าคุณสิงห์ |                  |  |
| เขตคันนายาว | แขวงคันนายาว    |                      |                  |  |
|             | แขวงรามอินทรา   |                      |                  |  |

ภาคผนวก ก-4 ตารางแสดงพื้นที่จุดเกิดโรคไข้หวัดใหญ่สูง (hotspot) และจุดเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ต่ำ (coldspot) ของจังหวัดกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556

| ปี            | พื้นที่ hotspot      |                   | พื้นที่ coldspot |                      |
|---------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------------|
|               | เขต                  | แขวง              | เขต              | แขวง                 |
| 2556          | เขตคลองสามวา         | แขวงสามวาตะวันออก | เขตตลิ่งชัน      | แขวงคลองซีก          |
|               |                      | แขวงสามวาตะวันตก  |                  | แขวงบางพรหมพระ       |
|               |                      | แขวงบางชัน        | เขตบางกอกใหญ่    | แขวงตลิ่งชัน         |
|               | แขวงทรายกองดิน       | แขวงวัดท่าพระ     |                  |                      |
|               | เขตสะพานสูง          | แขวงสะพานสูง      | เขตบางกอกน้อย    | แขวงบางขุนศรี        |
|               | เขตมีนบุรี           | แขวงมีนบุรี       |                  | แขวงอรุณอมรินทร์     |
|               |                      | แขวงแสนแสบ        |                  | แขวงบางขุนนนท์       |
|               |                      |                   | แขวงบ้านช่างหล่อ |                      |
|               |                      |                   |                  | แขวงศิริราช          |
|               | เขตจตุจักร           | แขวงจันทระเกษม    | เขตภาษีเจริญ     | แขวงบางจาก           |
|               |                      | แขวงจอมพล         |                  | แขวงปากคลองภาษีเจริญ |
|               |                      | แขวงเสนานิคม      |                  | แขวงบางแวก           |
|               |                      |                   |                  | แขวงคูหาสวรรค์       |
|               | เขตบางกะปิ           | แขวงหัวหมาก       | เขตธนบุรี        | แขวงตลาดพลู          |
|               |                      | แขวงคลองจั่น      |                  | แขวงบางยี่เรือ       |
|               | เขตบึงกุ่ม           | แขวงนวมินทร์      |                  | แขวงศิริสมุทร        |
|               |                      | แขวงนวลจันทร์     |                  | แขวงดาวคะนอง         |
|               |                      | แขวงคลองกุ่ม      |                  | แขวงสำเหร่           |
|               | เขตวัฒนา             | แขวงคลองเตยเหนือ  |                  | แขวงบุคคโล           |
|               |                      | แขวงคลองตันเหนือ  |                  | แขวงวัดกัลยาณ์       |
| เขตวังทองหลาง | แขวงพลับพลา          | เขตจอมทอง         | แขวงจอมทอง       |                      |
|               | แขวงคลองเจ้าคุณสิงห์ |                   | เขตดุสิต         | แขวงถนนนครไชยศรี     |
|               | แขวงสะพานสอง         | แขวงสวนจิตรลดา    |                  |                      |
|               | แขวงวังทองหลาง       |                   | แขวงวชิรพยาบาล   |                      |
| เขตคันนายาว   | แขวงคันนายาว         |                   | แขวงสี่แยกมหานาค |                      |
|               | แขวงรามอินทรา        |                   | แขวงดุสิต        |                      |
| เขตหนองจอก    | แขวงคลองสิบสอง       | เขตราษฎร์บูรณะ    | แขวงบางปะกอก     |                      |
| เขตสายไหม     | แขวงออเงิน           | เขตบางรัก         | แขวงสีลม         |                      |
| เขตลาดพร้าว   | แขวงลาดพร้าว         |                   | แขวงสี่พระยา     |                      |
| เขตห้วยขวาง   | แขวงสามเสนนอก        |                   | แขวงสุริยวงศ์    |                      |
| เขตบางเขน     | แขวงอนุสาวรีย์       |                   | แขวงมหาพฤฒาราม   |                      |
| เขตหลักสี่    | แขวงตลาดบางเขน       |                   | แขวงบางรัก       |                      |



ภาคผนวก ก-4 (ต่อ) ตารางแสดงพื้นที่จุดเกิดโรคไข้หวัดใหญ่สูง (hotspot) และจุดเกิดโรค  
ไข้หวัดใหญ่ต่ำ (coldspot) ของจังหวัดกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556

| ปี   | พื้นที่ hotspot |      | พื้นที่ coldspot     |   |
|------|-----------------|------|----------------------|---|
|      | เขต             | แขวง | เขต                  | แขวง  |
| 2556 |                 |      | เขตปทุมวัน           | แขวงปทุมวัน<br>แขวงรองเมือง<br>แขวงวังใหม่  |
|      |                 |      | เขตบางคอแหลม         | แขวงวัดพระยาไกร   |
|      |                 |      | เขตบางพลัด           | แขวงบางบำหรุ<br>แขวงบางอ้อ<br>แขวงบางพลัด<br>แขวงบางยี่ขัน  |
|      |                 |      | เขตพระนคร            | แขวงพระบรมมหาราชวัง<br>แขวงเสาชิงช้า<br>แขวงวัดสามพระยา<br>แขวงชนะสงคราม<br>แขวงบ้านพานถม<br>แขวงตลาดยอด<br>แขวงบวรนิเวศ<br>แขวงบางขุนพรหม<br>แขวงสำราญราษฎร์<br>แขวงวัดราชบพิธ<br>แขวงวังบูรพาภิรมย์<br>แขวงศาลเจ้าพ่อเสือ |
|      |                 |      | เขตราษฎร์บูรณะ       | แขวงถนนเพชรบุรี   |
|      |                 |      | เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย | แขวงคลองมอฬาร<br>แขวงวัดเทพศิรินทร์<br>แขวงป้อมปราบ<br>แขวงวัดโสมนัส<br>แขวงบ้านบาตร  |
|      |                 |      | เขตสัมพันธวงศ์       | แขวงจักรวรรดิ<br>แขวงสัมพันธวงศ์<br>แขวงตลาดน้อย  |
|      |                 |      | เขตสาทร              | แขวงยานนาวา   |
|      |                 |      | เขตคลองสาน           | แขวงคลองตันเหนือ<br>แขวงบางลำภูกลาง<br>แขวงคลองสาน<br>แขวงสมเด็จพระเจ้าพระยา  |

ภาคผนวก ก-5 ตารางแสดงพื้นที่ hotspot จากการวิเคราะห์ด้วยค่าอัตราป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อพื้นที่

| พ.ศ.<br>(ค.ศ.) | พื้นที่ hotspot จากการวิเคราะห์ด้วยค่าอัตราป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อพื้นที่ |   |   |
|----------------|---|---|---|
|                | GiZScore  |   |   |
|                | 1.65 – 1.96 Std. Dev.   | 1.96 - 2.58 Std. Dev.                         | > 2.58 Std. Dev.                        |
| 2553<br>(2010) | เขตปทุมวัน / แขวงปทุมวัน  | เขตพระนคร / แขวงตลาดยอด                       | เขตดุสิต / แขวงสี่แยกมหานาค             |
|                | เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย / แขวงวัด<br>โสมนัส                                | เขตพระนคร / แขวงบางขุนพรหม                    | เขตพระนคร / แขวงวัดราชบพิธ              |
|                | เขตคลองสาน / แขวงคลองสาน  | เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย / แขวงวัด<br>เทพศิรินทร์ | เขตพระนคร / แขวงเสาชิงช้า               |
|                |   | เขตบางรัก / แขวงสุริยวงศ์                     | เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย / แขวงบ้าน<br>บาตร |
|                |   |   | เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย / แขวงป้อม<br>ปราบ |
|                |   |   | เขตสัมพันธวงศ์ / แขวงสัมพันธวงศ์        |
|                |   |   | เขตสัมพันธวงศ์ / แขวงจักรวรรดิ          |
|                |   |   | เขตบางรัก / แขวงบางรัก                  |
| 2554<br>(2011) | เขตพระนคร / แขวงศาลเจ้าพ่อเสือ  | เขตราชเทวี / แขวงทุ่งพญาไท                    | เขตพระนคร / แขวงตลาดยอด                 |
|                |   | เขตดุสิต / แขวงสี่แยกมหานาค                   | เขตพระนคร / แขวงชนะสงคราม               |
|                |   | เขตพระนคร / แขวงวัดราชบพิธ                    | เขตบางรัก / แขวงบางรัก                  |
|                |   | เขตสัมพันธวงศ์ / แขวงสัมพันธวงศ์              |   |
|                |   | เขตสัมพันธวงศ์ / แขวงตลาดน้อย                 |   |
| 2555<br>(2012) | เขตดุสิต / แขวงสี่แยกมหานาค   | เขตพระนคร / แขวงเสาชิงช้า                     | เขตพระนคร / แขวงศาลเจ้าพ่อเสือ          |
|                |   | เขตพระนคร / แขวงสำราญราษฎร์                   | เขตพระนคร / แขวงตลาดยอด                 |
|                | เขตคลองสาน / แขวงสมเด็จ<br>เจ้าพระยา                                    |   | เขตพระนคร / แขวงวัดราชบพิธ              |
|                |   | เขตสัมพันธวงศ์ / แขวงสัมพันธวงศ์              | เขตบางรัก / แขวงบางรัก                  |
| 2556<br>(2013) | เขตพระนคร / แขวงวัดสามพระยา   | เขตสัมพันธวงศ์ / แขวงสัมพันธวงศ์              | เขตพระนคร / แขวงตลาดยอด                 |
|                | เขตพระนคร / แขวงวัดราชบพิธ  |   | เขตพระนคร / แขวงเสาชิงช้า               |
|                | เขตพระนคร / แขวงสำราญราษฎร์   |   | เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย / แขวงบ้าน<br>บาตร |
|                | เขตบางแค / แขวงบางแค  |   | เขตบางรัก / แขวงบางรัก                  |

ภาคผนวก ข รายชื่อพื้นที่เสี่ยงต่อโรคไข้หวัดใหญ่ในกรุงเทพมหานคร

ภาคผนวก ข-1 พื้นที่ที่มีอัตราป่วยต่อพื้นที่มากกว่า 300 ต่อแสนประชากร ต่อตารางกิโลเมตร

พ.ศ. 2553 - 2556

| พื้นที่ที่มีค่าอัตราป่วยต่อพื้นที่จริงมากกว่า 300 (ต่อแสนประชากร / ต่อตารางกิโลเมตร)<br>พ.ศ. 2553 - 2556   |
|--|
| <b>พ.ศ. 2553</b>   |
| <p><b>เขตพระนคร :</b> แขวงวัดราชบพิธแขวงเสาชิงช้า แขวงตลาดยอต แขวงบางขุนพรหม แขวงศาลเจ้าพ่อเสือ แขวงบ้านพานถม แขวงสำราญราษฎร์ แขวงวัดสามพระยา แขวงวังบูรพาภิรมย์ แขวงชนะสงคราม</p> <p><b>เขตคลองสาน :</b> แขวงคลองสาน</p> <p><b>เขตบางรัก :</b> แขวงบางรัก แขวงสุริยวงศ์ แขวงมหาพฤฒาราม แขวงสี่พระยา</p> <p><b>เขตสัมพันธวงศ์ :</b> แขวงสัมพันธวงศ์ แขวงจักรวรรดิ แขวงตลาดน้อย</p> <p><b>เขตบางกอกใหญ่ :</b> แขวงวัดอรุณ</p> <p><b>เขตดุสิต :</b> แขวงสี่แยกมหานาค</p> <p><b>เขตสาทร :</b> แขวงยานนาวา</p> <p><b>เขตคลองเตย :</b> แขวงคลองตัน</p> <p><b>เขตวัฒนา :</b> แขวงคลองเตยเหนือ</p> <p><b>เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย :</b> แขวงบ้านบาตร แขวงป้อมปราบ แขวงวัดเทพศิรินทร์ แขวงวัดโสมนัส แขวงคลองมหานาค</p> <p><b>เขตวังทองหลาง :</b> แขวงวังทองหลาง</p> <p><b>เขตธนบุรี :</b> แขวงบุคคโล</p> <p><b>เขตปทุมวัน :</b> แขวงปทุมวันแขวงวังใหม่</p> <p><b>เขตราชเทวี :</b> แขวงถนนพญาไท แขวงถนนเพชรบุรี</p> |
| <b>พ.ศ. 2554</b>   |
| <p><b>เขตพระนคร :</b> แขวงตลาดยอต แขวงชนะสงคราม แขวงวัดราชบพิธ แขวงศาลเจ้าพ่อเสือ แขวงเสาชิงช้า แขวงบางขุนพรหม แขวงบวรนิเวศ แขวงสำราญราษฎร์ แขวงบ้านพานถม</p> <p><b>เขตบางรัก :</b> แขวงบางรัก แขวงสุริยวงศ์</p> <p><b>เขตสัมพันธวงศ์ :</b> แขวงตลาดน้อย แขวงสัมพันธวงศ์ แขวงจักรวรรดิ</p> <p><b>เขตดุสิต :</b> แขวงสี่แยกมหานาค</p> <p><b>เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย :</b> แขวงวัดโสมนัส แขวงป้อมปราบ แขวงวัดเทพศิรินทร์</p> <p><b>เขตธนบุรี :</b> แขวงบุคคโล</p> <p><b>เขตราชเทวี :</b> แขวงทุ่งพญาไท แขวงถนนพญาไท</p>   |
| <b>พ.ศ. 2555</b>   |
| <p><b>เขตพระนคร :</b> แขวงศาลเจ้าพ่อเสือ แขวงตลาดยอต แขวงวัดราชบพิธ แขวงเสาชิงช้า แขวงสำราญราษฎร์ แขวงชนะสงคราม แขวงบ้านพานถม แขวงบางขุนพรหม</p> <p><b>เขตคลองสาน :</b> แขวงสมเด็จเจ้าพระยา แขวงคลองสาน</p> <p><b>เขตบางรัก :</b> แขวงบางรัก แขวงสี่พระยา แขวงสุริยวงศ์ แขวงมหาพฤฒาราม</p> <p><b>เขตสัมพันธวงศ์ :</b> แขวงสัมพันธวงศ์ แขวงตลาดน้อย แขวงจักรวรรดิ</p> <p><b>เขตดุสิต :</b> แขวงสี่แยกมหานาค</p>   |

|   |
|---|
| <b>พ.ศ. 2555 (ต่อ)</b>  |
| <b>เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย :</b> แขวงวัดเทพศิรินทร์ แขวงบ้านบาตร แขวงป้อมปราบ แขวงวัดโสมนัส แขวงคลองมหานาค<br><b>เขตธนบุรี :</b> แขวงบुकคโโล<br><b>เขตราชเทวี :</b> แขวงถนนพญาไท   |
| <b>พ.ศ. 2556</b>  |
| <b>เขตพระนคร :</b> แขวงวัดสามพระยา แขวงสำราญราษฎร์ แขวงวัดราชบพิธ แขวงตลาดยอต แขวงเสาชิงช้า<br><b>เขตบางรัก :</b> แขวงบางรัก<br><b>เขตสัมพันธวงศ์ :</b> แขวงสัมพันธวงศ์<br><b>เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย :</b> แขวงบ้านบาตร<br><b>เขตราชเทวี :</b> แขวงถนนพญาไท<br><b>เขตบางแค :</b> แขวงบางแค  |
| <b>พ.ศ. 2557</b>  |
| <b>เขตพระนคร :</b> แขวงบ้านพานถม แขวงตลาดยอต แขวงชนะสงคราม แขวงวังบูรพาภิรมย์ แขวงวัดสามพระยา แขวงบางขุน<br>พรหม แขวงสำราญราษฎร์ แขวงศาลเจ้าพ่อเสือ แขวงวัดราชบพิธ แขวงเสาชิงช้า<br><b>เขตคลองสาน :</b> แขวงคลองสาน<br><b>เขตบางรัก :</b> แขวงสี่พระยา แขวงสุริยวงศ์ แขวงบางรัก<br><b>เขตสัมพันธวงศ์ :</b> แขวงตลาดน้อย แขวงจักรวรรดิ แขวงสัมพันธวงศ์<br><b>เขตดุสิต :</b> แขวงสี่แยกมหานาค<br><b>เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย :</b> แขวงคลองมหานาค แขวงวัดเทพศิรินทร์ แขวงวัดโสมนัส แขวงป้อมปราบ แขวงบ้านบาตร<br><b>เขตวังทองหลาง :</b> แขวงสะพานสอง<br><b>เขตธนบุรี :</b> แขวงบुकคโโล<br><b>เขตราชเทวี :</b> แขวงถนนเพชรบุรี แขวงถนนพญาไท |

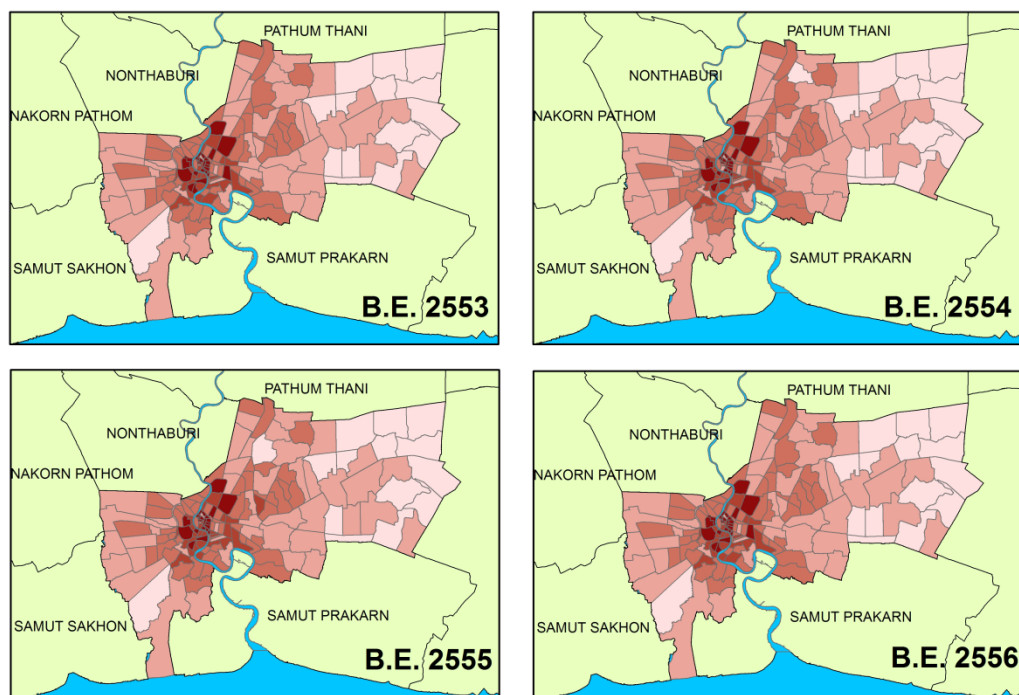
ภาคผนวก ข-2 พื้นที่ที่มีอัตราป่วยต่อพื้นที่ทำนายนมากกว่า 300 ต่อแสนประชากร ต่อตาราง  
กิโลเมตร พ.ศ. 2557

| พื้นที่ที่มีค่าอัตราป่วยต่อพื้นที่ทำนายนมากกว่า 300 (ต่อแสนประชากร / ต่อตารางกิโลเมตร)<br>พ.ศ. 2557   |  |
|---|--|
| แผนที่เสี่ยง 1  | แผนที่เสี่ยง 2   |
| <p><b>เขตพระนครศรี :</b> แขวงพระบรมมหาราชวัง แขวงวัดสามพระยา<br/>แขวงชนะสงคราม แขวงบวรนิเวศ แขวงวังบูรพาภิรมย์<br/>แขวงสำราญราษฎร์ แขวงวัดราชบพิธ แขวงศาลเจ้าพ่อเสือ<br/>แขวงบางขุนพรหม</p> <p><b>เขตคลองสาน :</b> แขวงคลองสาน แขวงบางลำภูล่าง แขวงคลองตัน<br/>ไทร</p> <p><b>เขตบางรัก :</b> แขวงสุริยวงศ์ แขวงสีลม แขวงบางรัก</p> <p><b>เขตสัมพันธวงศ์ :</b> แขวงสัมพันธวงศ์ แขวงตลาดน้อย<br/>แขวงจักรวรรดิ</p> <p><b>เขตบางกอกใหญ่ :</b> แขวงวัดอรุณ</p> <p><b>เขตดุสิต :</b> แขวงถนนนครไชยศรีแขวงวชิรพยาบาล</p> <p><b>เขตสาทร :</b> แขวงยานนาวา</p> <p><b>เขตคลองเตย :</b> แขวงคลองตัน แขวงคลองเตย แขวงพระโขนง</p> <p><b>เขตวัฒนา :</b> แขวงคลองเตยเหนือแขวงพระโขนงเหนือ</p> <p><b>เขตยานนาวา :</b> แขวงบางโพงพาง</p> <p><b>เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย :</b> แขวงบ้านบาตร</p> <p><b>เขตมีนบุรี :</b> แขวงแสนแสบ แขวงมีนบุรี</p> <p><b>เขตดินแดง :</b> แขวงดินแดง</p> <p><b>เขตวังทองหลาง :</b> แขวงสะพานสอง แขวงคลองเจ้าคุณสิงห์<br/>แขวงวังทองหลาง แขวงพลับพลา</p> <p><b>เขตพระโขนง :</b> แขวงบางจาก</p> <p><b>เขตลาดพร้าว :</b> แขวงจรเข้บัว</p> <p><b>เขตบางเขน :</b> แขวงอนุสาวรีย์</p> <p><b>เขตห้วยขวาง :</b> แขวงสามเสนนอก</p> <p><b>เขตภาษีเจริญ :</b> แขวงบางจาก แขวงบางด้วน แขวงบางหว้า</p> <p><b>เขตบางคอแหลม :</b> แขวงวัดพระยาไกร</p> <p><b>เขตบางแค :</b> แขวงบางไผ่</p> <p><b>เขตคลองสามวา :</b> แขวงทรายกองดินใต้ แขวงบางชัน</p> | <p><b>เขตพระนครศรี :</b> แขวงตลาดยอด แขวงบางขุนพรหม<br/>แขวงบ้านพานถม แขวงวัดสามพระยา แขวงวังบูรพาภิรมย์<br/>แขวงวัดราชบพิธ แขวงเสาชิงช้าแขวงชนะสงคราม<br/>แขวงศาลเจ้าพ่อเสือ</p> <p><b>เขตคลองสาน :</b> แขวงบางลำภูล่าง แขวงคลองตันไทร<br/>แขวงคลองสาน</p> <p><b>เขตบางรัก :</b> แขวงสุริยวงศ์ แขวงสีลม</p> <p><b>เขตสัมพันธวงศ์ :</b> แขวงตลาดน้อย แขวงจักรวรรดิ<br/>แขวงสัมพันธวงศ์</p> <p><b>เขตบางกอกใหญ่ :</b> แขวงวัดอรุณ</p> <p><b>เขตดุสิต :</b> แขวงวชิรพยาบาลแขวงถนนนครไชยศรี</p> <p><b>เขตสาทร :</b> แขวงยานนาวา</p> <p><b>เขตคลองเตย :</b> แขวงคลองตัน แขวงคลองเตย แขวงพระ<br/>โขนง</p> <p><b>เขตวัฒนา :</b> แขวงพระโขนงเหนือ</p> <p><b>เขตยานนาวา :</b> แขวงบางโพงพาง</p> <p><b>เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย :</b> แขวงบ้านบาตร</p> <p><b>เขตมีนบุรี :</b> แขวงมีนบุรี</p> <p><b>เขตดินแดง :</b> แขวงดินแดง</p> <p><b>เขตวังทองหลาง :</b> แขวงพลับพลา แขวงคลองเจ้าคุณสิงห์<br/>แขวงสะพานสอง</p> <p><b>เขตพระโขนง :</b> แขวงบางจาก</p> <p><b>เขตลาดพร้าว :</b> แขวงจรเข้บัว</p> |

ภาคผนวก ค ข้อมูลปัจจัยด้านประชากรและจำนวนโรงพยาบาล พ.ศ. 2553 - 2556

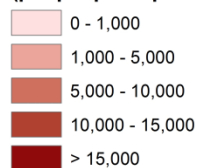
ภาคผนวก ค-1 ความหนาแน่นประชากรในกรุงเทพมหานครจำแนกรายแขวง พ.ศ. 2553 - 2556

### Population Density in Bangkok between B.E. 2553 to B.E. 2556



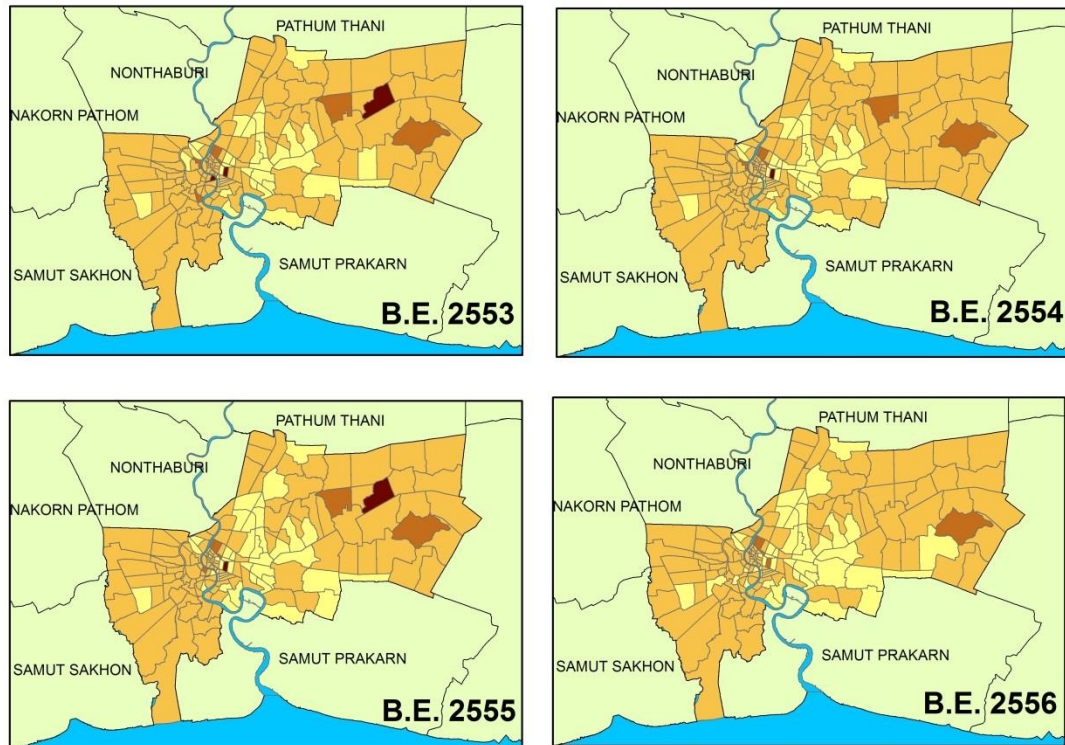
| Top 5 District's Population Density |                    |                |
|-------------------------------------|--------------------|----------------|
| Rank                                | Highest            | Lowest         |
| 1                                   | Pom Prap Sathu Pai | Nhong Jok      |
| 2                                   | Din Daneng         | Lad Kra Bung   |
| 3                                   | Thon Buri          | Bang Kun Tien  |
| 4                                   | Klong Sarn         | Thavee Wattana |
| 5                                   | Bang Sue           | Klong Sam Wa   |

Population density  
(people per sq.km.)

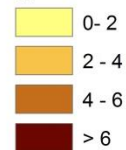


ภาคผนวก ค-2 จำนวนประชากรต่อบ้าน ในกรุงเทพมหานครจำแนกรายแขวง พ.ศ. 2553 – 2556

### Population Per Household in Bangkok between B.E. 2553 to B.E. 2556



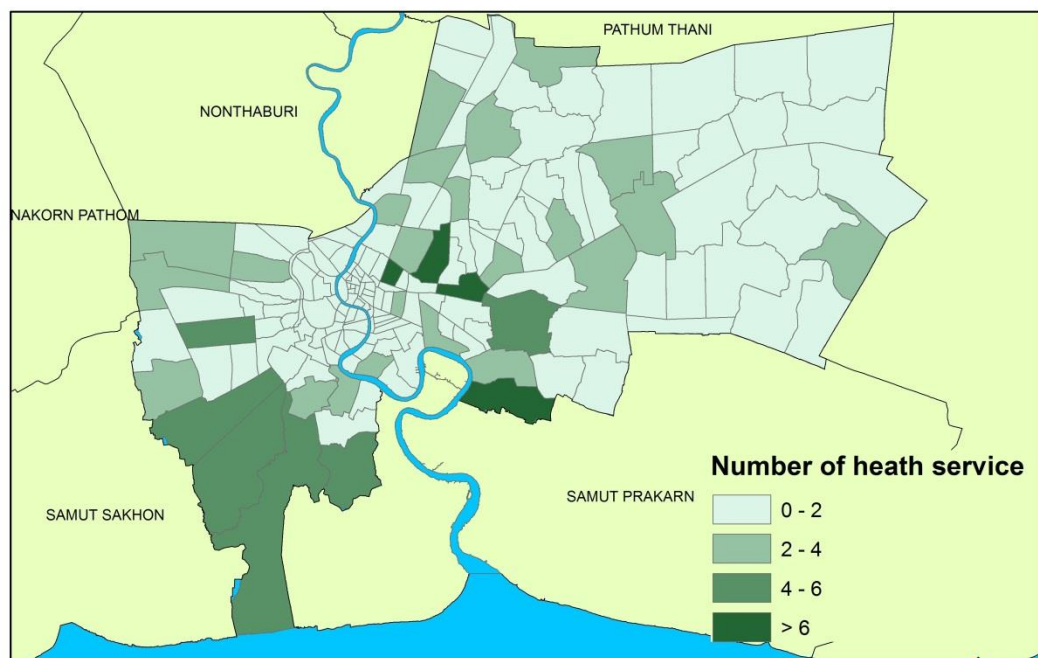
#### Population (per household)



ภาคผนวก ค-3 จำนวนบริการทางสาธารณสุขในกรุงเทพมหานครจำแนกรายแขวง ระหว่าง

พ.ศ. 2553 – 2556

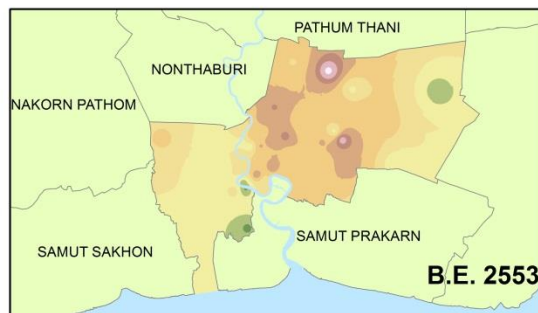
### Number of Hospital and Health Service in Bangkok between B.E. 2553 to B.E. 2557



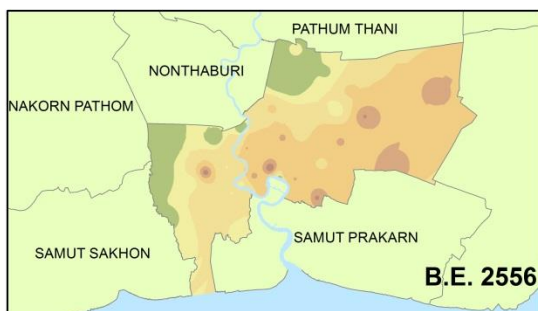
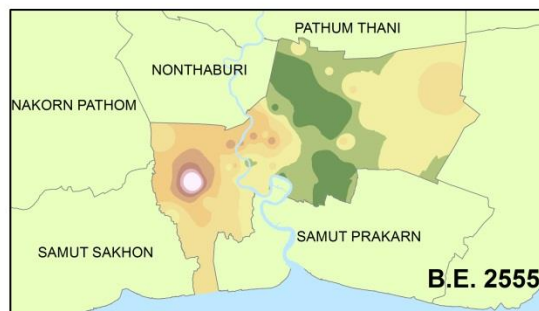
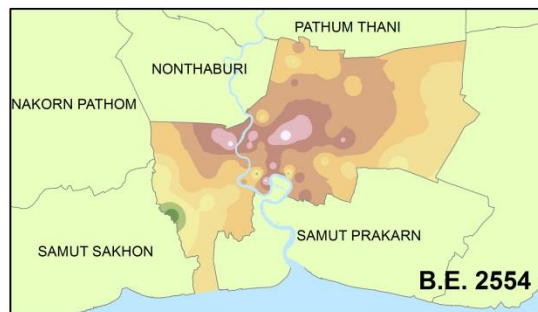


ภาคผนวก ง การประมาณค่าในช่วงข้อมูลปัจจัยภูมิอากาศและมลพิษทางอากาศ

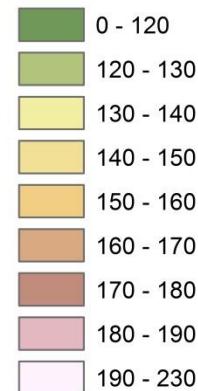
ภาคผนวก ง-1 การประมาณค่าในช่วงของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน จากจุดสถานีตรวจอากาศในกรุงเทพมหานครและจังหวัดโดยรอบทั้งหมด 60 สถานีด้วยวิธี inversed distance weighted (IDW)



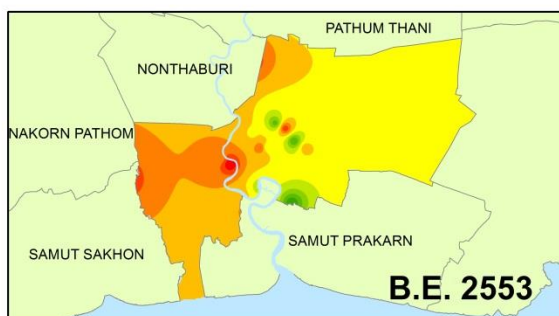
**Monthly Average Rainfall Interpolation by Inversed Distance Weighted (IDW)**



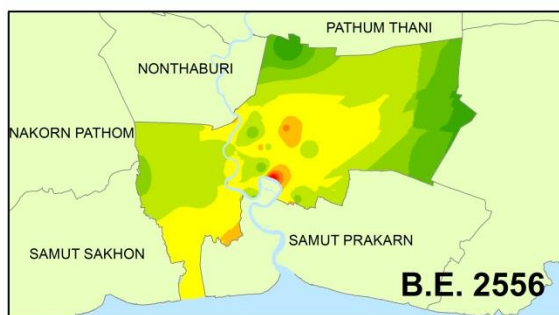
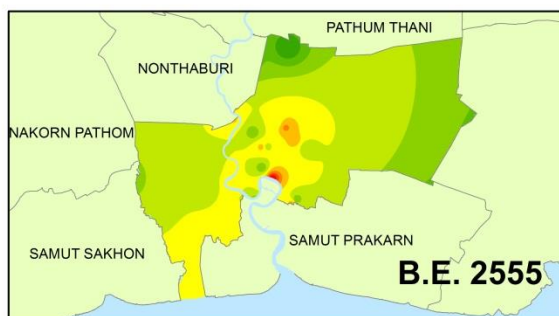
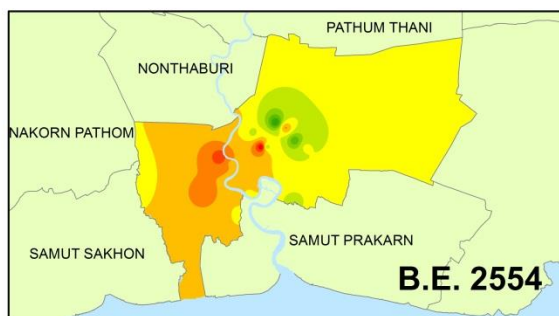
**Monthly average rainfall (Unit: millimetres)**



ภาคผนวก ง-2 การประมาณค่าในช่วงของอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงจากจุดสถานีตรวจอากาศใน กรุงเทพมหานครและจังหวัดโดยรอบทั้งหมด 24 สถานี ด้วยวิธี inversed distance weighted (IDW)



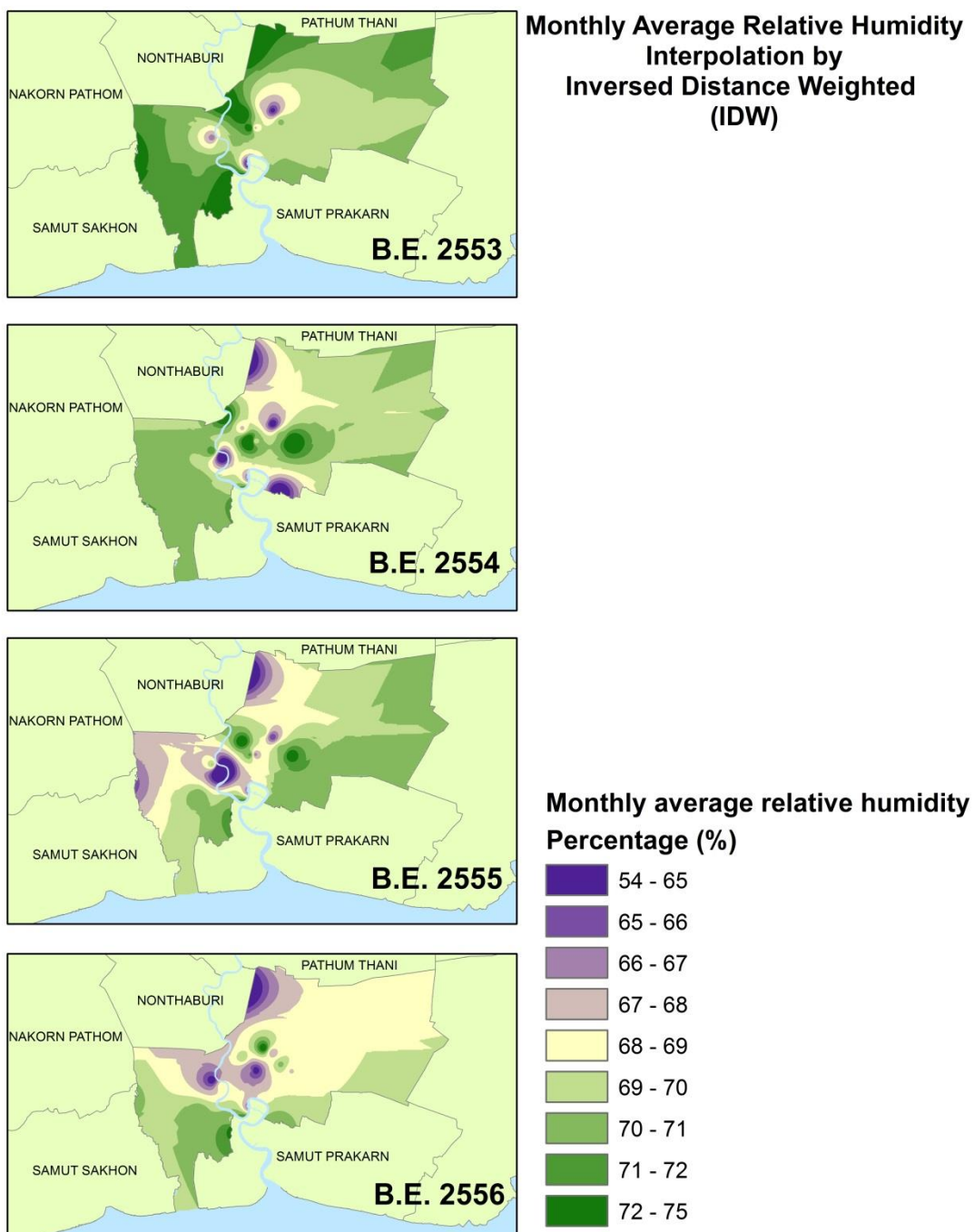
Monthly Average Temperature Interpolation by Inversed Distance Weighted (IDW)



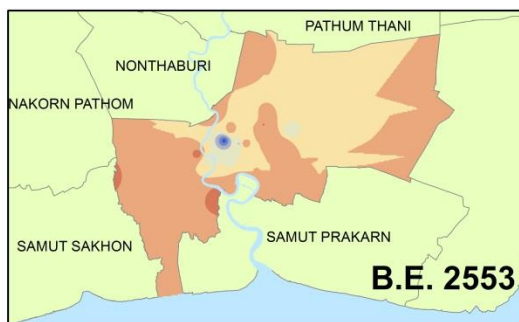
Monthly average temperature (Unit: celsius ( ° C ))



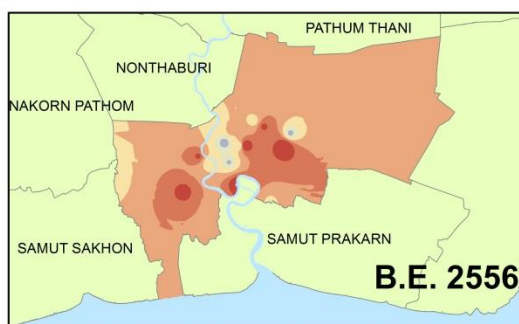
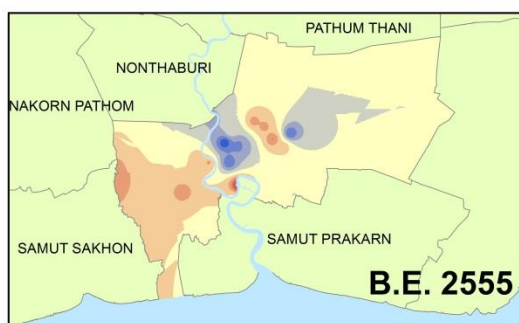
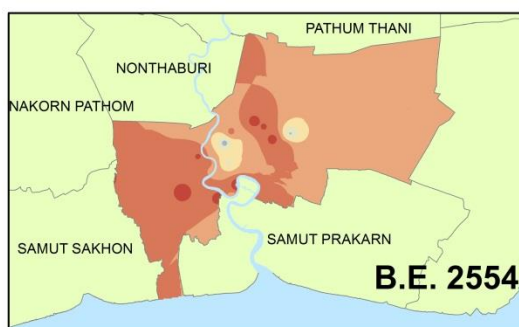
ภาคผนวก ง-3 การประมาณค่าในช่วงของความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงจากจุดสถานีตรวจอากาศ  
ในกรุงเทพมหานครและจังหวัดโดยรอบทั้งหมด 24 สถานีด้วยวิธี inversed distance weighted  
(IDW)



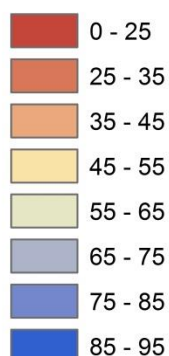
ภาคผนวก ง-4 การประมาณค่าในช่วงของปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยรายเดือนขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ( $Pm_{10}$ ) จากจุดสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศอัตโนมัติในกรุงเทพมหานครและจังหวัดโดยรอบ จำนวน 28 สถานี ด้วยด้วยวิธี inversed distance weighted (IDW)



**Monthly Average Particulate Matter Less Than 10 Micron ( $Pm_{10}$ ) Interpolation by Inversed Distance Weighted (IDW)**



**Monthly average  $Pm_{10}$  (Unit:  $\mu m^3$ )**



### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว วลัยชัวร์ เอื้อรัตนวงศ์ เกิดเมื่อวันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2530 สำเร็จ การศึกษาระดับปริญญาตรีอักษรศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเมื่อพ.ศ. 2552 หลังจากสำเร็จการศึกษาได้เข้าทำงานเป็นครูสอนเปียโน ในสถาบันดนตรีและเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาโทบริหารบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์และภูมิ สารสนเทศ ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเมื่อปีการศึกษา 2557

