การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมทางกายภาพในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ : กรณีศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ

AN APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR PHYSICAL SUITABILITY OF SOLID WASTE LANDFILL SITE SELECTION : A CASE STUDY OF SAMUTPRAKAN

พนิศา สังเวียน
PHANISA SUNGWIAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2558
KMITL-2015-AR-M-001-050

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมทางกายภาพในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ : กรณีศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ

AN APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR PHYSICAL SUTABILITY OF SOLID WASTE LANDFILL SITE SELECTION : A CASE STUDY OF SAMUTPRAKAN

พนิศา สังเวียน
PHANISA SUNGWIAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2558
KMITL-2015-AR-M-001-050

AN APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR PHYSICAL SUTABILITY OF SOLID WASTE LANDFILL SITE SELECTION : A CASE STUDY OF SAMUTPRAKAN

PHANISA SUNGWIAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF URBAN AND REGIONAL PLANNING IN URBAN
AND ENVIRONMENTAL PLANNING
FACUTY OF ARCHITECTURE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2015

KMITL-2015-AR-M-001-050

COPYRIGHT 2015
FACUTY OF ARCHITECTURE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมทางกายภาพในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ : กรณีศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ
AN APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR PHYSICAL SUTABILITY OF SOLID WASTE LANDFILL SITE SELECTION : A CASE STUDY OF SAMUTPRAKAN

นักศึกษา นางสาวพนิศา สังเวียน
รหัสประจำตัว 55620107
ปริญญา การวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต
สาขาวิชา การวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ เจริญตระกูลปีติ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ	เจริญตระกูลปีติ	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาลินี	ศุกลรัตนเมธี	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมร	กฤษณพันธุ์	
ดร.ณัฏฐกิษฐ	นบนอบ	
ดร.นิกร	มหาวัน	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 17 ธันวาคม 2558 เวลา 10.00 น.
สถานที่สอบ กลุ่มวิชาการวางแผนภาคและเมือง

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเชฐ โสวิทยสกุล)
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
วันที่ 30 **เดือน** ธันวาคม **พ.ศ.** 2558

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมทางกายภาพในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ : กรณีศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ
นักศึกษา	นางสาวพนิศา สังเวียน
รหัสประจำตัว	55620107
ปริญญา	การวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.วันเพ็ญ เจริญตระกูลปีติ

บทคัดย่อ

ปัจจุบันปัญหาขยะเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรงในระดับประเทศ โดยเฉพาะในพื้นที่เมืองที่มีกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่สลับซับซ้อน ถึงแม้ว่าจะสามารถลดปริมาณขยะลงได้แต่พื้นที่การกำจัดขยะยังคงเป็นปัญหาสำคัญเพราะการลงทุนค่อนข้างสูง ประกอบกับการคัดค้านของชุมชนใกล้เคียงพื้นที่กำจัดขยะรวมถึงข้อกำหนดในการหาที่ตั้งกำจัดขยะที่เข้มงวด ดังนั้น การหาพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยในการวางแผนด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดความเป็นระเบียบ มีสุขลักษณะ สวยงาม และส่งเสริมสภาพแวดล้อมของเมือง ในการศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมทางกายภาพในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ โดยการคาดการณ์ปริมาณขยะที่เกิดจากการเจริญเติบโตของประชากรด้วยวิธี Exponential Rate of Growth ในปี พ.ศ.2558 - พ.ศ.2572 และการขยายตัวของเมืองด้วยแบบจำลอง Cellular Automata Markov ในปี พ.ศ.2563 และ พ.ศ.2572 โดยเลือกจังหวัดสมุทรปราการเป็นกรณีศึกษา ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบมี จำนวน 9 แปลง เนื้อที่รวม 5.56 ตร.กม. แปลงที่มีขนาดพื้นที่มากที่สุด มีขนาด 3.50 ตร.กม. ตั้งอยู่ที่ในเขตติดต่อสองอำเภอ คือ ตำบลบางปูใหม่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ และตำบลบางปลา อำเภอบางพลี และจากการคาดการณ์ปริมาณขยะในอนาคต ในปี พ.ศ.2563 จะมีปริมาณขยะ 3,269.80 ตัน/วัน และในปี พ.ศ.2572 จะมีปริมาณขยะ 4,059.80 ตัน/วัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปัจจุบันประมาณร้อยละ 68.92 และ 109.73 ตามลำดับ เมื่อนำมาคำนวณหาพื้นที่ที่ต้องการในการฝังกลบ 2 ช่วง ในช่วงแรก พ.ศ.2558-2563 และช่วงที่ 2 พ.ศ.2564 – 2572 รวม 14 ปี มีความต้องการพื้นที่ฝังกลบขยะรวม 5.45 ตร.กม. และจากการศึกษาได้เสนอแนวทางในการรองรับปริมาณขยะในอนาคต 3 แนวทาง ประกอบด้วย 1) การลด คัดแยก และการนำมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ 2) เทคโนโลยีการแปรรูปขยะให้เป็นพลังงาน และ 3) การสร้างการมีส่วนร่วมของประชาชน

Thesis Title	An Application of Geographic Information System for Physical Suitability of Solid Waste Landfill Site Selection : A Case Study of Samutprakan
Student	Miss Phanisa Sungwian
Student ID	55620107
Degree	Master of urban and regional planning
Program	Urban and Environmental Planning
Year	2015
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Wanpan Charoentrakulpeeti

ABSTRACT

Currently, waste is a problem that severely affects the environment in national level, especially in urban areas composting with complex economic activities. Although we can reduce its volume, waste disposal in the area continues to be a major problem due to the relatively high investment, the objections of the surrounding communities, and the strong requirements for considering the disposal site. Therefore, finding the suitable site for waste disposal is essential to help in planning for environmental management, to achieve an orderly, clean, beautiful and promoting urban environment. In this study, Geographic Information System is applied to select suitable areas for solid waste landfill. The study forecasted volume of waste through the population growth with Exponential Rate of Growth method in 2558-2572 B.E. and urban expansion with Cellular Automata Markov model in 2563 - 2572 B.E. Samutprakan was selected as a case study. The study found that there are 9 sites which are the most suitable areas for waste landfill, with a total area of 5.56 km^2. The largest site is 3.50 km^2. Most of them are located in the adjacent zone of two districts which are Bangpumai in Muang Samutprakan district, and Bang Pla in Bang Phli district. The expected volume of waste in the future will be 3,269.80 tons a day in 2563 B.E. and 4,059.80 tons a day in 2572 B.E. , an increase from the current 68.92 percent and 109.73 respectively. By the calculation, the space required for the landfill during the two periods of 2558 - 2563 B.E. and 2564 - 2572 B.E., the total of 14 years, is 5.45 km^2. The study proposes guidelines to manage the volume of waste in the future 3 ways including : 1) Waste reduction , Waste separation and Importing waste recycling to the urban system. 2) Technology to transform waste into energy, and 3) Encouragingly public participation.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ ด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร.วันเพ็ญ เจริญตระกูลปีติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ในการวิจัย รวมทั้งให้ความช่วยเหลือปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆเป็นอย่างดียิ่งตลอดมา จนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและซาบซึ้งในความกรุณาของอาจารย์เป็นอย่างยิ่ง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง สาขาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อมทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ และคำแนะนำแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลแบบสอบถาม และให้ความช่วยเหลืออื่นๆ จนเสร็จสิ้น

สุดท้ายผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่เป็นกำลังใจในการศึกษา ทำให้การทำวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

พนิศา สังเวียน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....VI
สารบัญภาพ.....VII

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....2
1.3 นิยามศัพท์.....2
1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....3
1.5 ข้อจำกัดของการศึกษา.....3
1.6 ขั้นตอนการศึกษา.....4
1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....4

บทที่ 2 ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผังเมืองและการวางระบบสาธารณูปโภค.....5
2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับขยะมูลฝอย (solid waste).....7
2.3 อัตราการเกิดมูลฝอย(Generation Rate) และการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอย (Solid Waste Forecasting).....15
2.4 ความรู้เกี่ยวกับหลักเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบทางกายภาพ.....18
2.5 การคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบขยะด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....25
2.6 กฎหมายและข้อกำหนดเกี่ยวกับการจัดการมูลฝอยที่สำคัญ.....41
2.7 การจำลองพื้นที่รูปแบบการขยายตัวของเมืองด้วยแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Cellular Automata Markov).....44
2.8 การคาดการณ์จำนวนประชากร (Population Forecasting).....48
2.9 แนวทางการจัดการขยะและกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่.....51

บทที่ 3 วิธีการวิจัย

3.1 การจัดเตรียมข้อมูล.....55
3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา.....57
3.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล.....59

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ
4.1 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ..... 67
4.2 การกำจัดขยะมูลฝอยในปัจจุบัน.....70
4.3 การคาดการณ์การเจริญเติบโตของเมือง.....72
4.4 การคาดการณ์ปริมาณขยะในอนาคตจากจำนวนประชากรและการเจริญเติบโตของเมือง.....78
4.5 การวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสม.....83
4.6 การสำรวจพื้นที่จากการวิเคราะห์.....103
4.7 ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับความต้องการพื้นที่ในการฝังกลบขยะและแนวทางในการรองรับปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในอนาคต.....106

บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์ และข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปผลการวิเคราะห์.....112
5.2 ข้อเสนอแนะ.....115

บรรณานุกรม.....116

ภาคผนวก
- แบบสอบถามการให้ค่าน้ำหนักคะแนนสำหรับผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบการวิจัย.....120
- วิธีคำนวณ AHP.....128

ประวัติผู้เขียน.....131

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 สรุปข้อเปรียบเทียบวิธีการกำจัดขยะมูลฝอย....11
2.2 อัตราการเกิดมูลฝอยของเทศบาลต่างๆ....16
2.3 อัตราการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเกิดมูลฝอยของประเทศไทย....17
2.4 ตัวอย่างการคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยชุมชน....18
2.5 ลักษณะของพื้นที่ที่ใช้พิจารณาคัดเลือกสถานที่ก่อสร้างหลุมฝังกลบ....23
2.6 จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย....39
3.1 ปัจจัยในการวิเคราะห์ และแหล่งที่มาของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data)....56
3.2 มาตราส่วนในการวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยรายคู่....57
3.3 ดรรชนีค่าสุ่มของความไม่สมเหตุสมผล (Random Inconsistency Index)....61
3.4 ปัจจัยที่มีข้อจำกัดในการดำเนินการ....63
3.5 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ศักยภาพ....65
4.1 จำนวนหมู่บ้าน ตำบล เทศบาลและองค์การบริหารส่วนตำบล....68
4.2 จำนวนประชากรแยกตามอำเภอ....69
4.3 องค์ประกอบของขยะมูลฝอย....70
4.4 การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2545 และ พ.ศ.2554....72
4.5 ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ.2563....72
4.6 ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ.2572....73
4.7 การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2545 และ พ.ศ.2554....73
4.8 อัตราการเพิ่มของจำนวนประชากร....78
4.9 ผลการคาดการณ์จำนวนประชากรด้วยวิธี Exponential Rate of Growth....79
4.10 จำนวนประชากร....80
4.11 การคาดการณ์ปริมาณขยะจากจำนวนประชากร....80
4.12 แสดงอัตราการเกิดขยะต่อวันต่อตารางกิโลเมตรและการคาดการณ์ปริมาณขยะจากการขยายตัวของเมือง....82
4.13 สรุปการคาดการณ์ปริมาณขยะในอนาคตจากจำนวนประชาการและการขยายตัวของพื้นที่เมือง....82
4.14 ค่าน้ำหนักคะแนนความสำคัญของปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ....100
4.15 กำหนดสถานการณ์ให้มีการลดปริมาณขยะลงด้วยการนำขยะกลับมาใช้ใหม่ (Recycle)..... 106

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย....4
2.1 ชั้นข้อมูลต่างๆที่เชื่อมโยงกันโดยค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์....29
2.2 การวิเคราะห์สิ่งใกล้เคียงเพื่อตรวจหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล....30
2.3 การวิเคราะห์โดยนำข้อมูลต่างชั้นข้อมูลกันมาประมวลผลโดยการซ้อนทับกัน....30
2.4 การวิเคราะห์เชิงคำนวณ (Map Algebra)....31
2.5 ตัวอย่างของแผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ....33
2.6 ตารางเมตริกซ์เปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในกรตัดสินใจ....34
2.7 ตารางเมตริกซ์เปรียบเทียบและการให้ค่าคะแนน....35
2.7 ตัวอย่างการให้ค่าคะแนน....35
2.9 ลักษณะของเซลล์รอบข้างตามแนวคิดของ Neumann และ Moore....46
2.10 การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเซลล์ในแต่ละช่วงเวลาตามกฎการเปลี่ยนแปลง "Game of Life" ของ Conway....47
3.1 วิธีการและขั้นตอนการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ....54
3.2 ความเชื่อมโยงตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม....58
3.3 การคาดการณ์การขยายตัวของเมืองด้วยแบบจำลอง CA_MARKOV....59
3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล....66
4.1 จังหวัดสมุทรปราการ....68
4.2 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ.2545....75
4.3 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ.2554....75
4.4 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ.2563 จากการคาดการณ์....76
4.5 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ.2572 จากการคาดการณ์....76
4.6 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดสมุทรปราการ ประเภทพื้นที่ชุมชน พ.ศ.2563....77
4.7 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดสมุทรปราการ ประเภทพื้นที่ชุมชน พ.ศ.2572....77
4.8 แผนที่แสดงชั้นคุณภาพลุ่มน้ำและพื้นที่ลุ่มน้ำหลัก....84
4.9 แผนที่แสดงพื้นที่เขตทหาร....87
4.10 แผนที่แสดงพื้นที่เขตสนามบินและที่ห่างออกไป 5 กิโลเมตร....87
4.11 แผนที่แสดงแหล่งน้ำ พื้นที่ชุ่มน้ำ และพื้นที่ที่ห่างออกไป 300 เมตร....88
4.12 แผนที่แสดงพื้นที่ถนนและที่ห่างออกไป 100 เมตร....88
4.13 แผนที่แสดงตำแหน่งพื้นที่สวนสาธารณะและที่ห่างออกไป 300 เมตร....89
4.14 แผนที่แสดงตำแหน่งพื้นที่ชุมชนเมืองและที่ห่างออกไป 1 กิโลเมตร....89
4.15 แผนที่แสดงพื้นที่น้ำท่วมในปี 2554 และที่ห่างออกไป 300 เมตร....90
4.16 แผนที่แสดงพื้นที่โบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยว และที่ห่างออกไป 1 กิโลเมตร....90
4.17 แผนที่แสดงการรวมพื้นที่ที่มีข้อจำกัดในการจัดทำพื้นที่ฝังกลบขยะ....91
4.18 แผนที่แสดงระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่วิเคราะห์....95

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า
4.19 แผนที่แสดงชุดดินและความสามารถในการระบายน้ำในพื้นที่วิเคราะห์....95
4.20 แผนที่แสดงระดับความสูงของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ....96
4.21 แผนที่แสดงความชันในพื้นที่วิเคราะห์....96
4.22 แผนที่แสดงระยะห่างจากแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำในพื้นที่วิเคราะห์....97
4.23 แผนที่แสดงระยะห่างจากระยะห่างจากระบบเครือข่ายถนนในพื้นที่วิเคราะห์....97
4.24 แผนที่แสดงระยะห่างจากระยะห่างจากสวนสาธารณะในพื้นที่วิเคราะห์....98
4.25 แผนที่แสดงระยะห่างจากชุมชนในพื้นที่วิเคราะห์....98
4.26 แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในพื้นที่วิเคราะห์....99
4.27 แผนที่แสดงระยะห่างจากพื้นที่โบราณสถาน และสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญในพื้นที่วิเคราะห์....99
4.28 แผนที่แสดงระดับความเหมาะสมของพื้นที่ในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ....102
4.29 ภายถ่ายทางอากาศแสดงพื้นที่แปลงสำรวจ....103
4.30 ภายถ่ายทางอากาศแสดงตำแหน่งพื้นที่แปลงสำรวจ....104
4.31 ภายถ่ายแสดงพื้นที่แปลงสำรวจ (ก)....104
4.32 ภายถ่ายแสดงพื้นที่แปลงสำรวจ (ข)....105

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมส่งผลให้มีการขยายตัวของเมืองและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีผลต่อกิจกรรมของเมืองที่มีระดับความเข้มข้นสูงขึ้น ระบบกิจกรรมของเมืองจำเป็นต้องมีการนำทรัพยากรเข้าและมีการปล่อยของเสียสู่ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หากไม่มีการบริหารจัดการที่เหมาะสมอาจนำมาซึ่งปัญหาสิ่งแวดล้อม

ขยะมูลฝอยเป็นของเสียหนึ่งที่ถูกปล่อยจากระบบกิจกรรมเมือง ซึ่งเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากร จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ (2557) พบว่า ในปี พ.ศ.2543 ประเทศไทยมีจำนวนประชากร 61,878,746 คน ผลิตขยะมูลฝอย 38,170 ตันต่อวัน ต่อมาในปี พ.ศ. 2556 จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นเป็น 64,785,909 คน ปริมาณขยะได้เพิ่มตามเป็น 73,355 ตันต่อวัน ขยะมูลฝอยที่มีปริมาณมากขึ้นส่งผลต่อประสิทธิภาพของการบริหารจัดการขยะซึ่งการจัดการขยะมีหลายขั้นตอน ตั้งแต่ การคัดแยกขยะจากแหล่งกำเนิด การเก็บ การขนส่ง และขั้นตอนสุดท้ายคือการกำจัดขยะ วิธีหลักที่ใช้ในการกำจัดขยะมี 3 วิธี ได้แก่ วิธีการฝังกลบตามหลักการสุขาภิบาล วิธีหมักทำปุ๋ย และวิธีเผาในเตาเผา จากวิธีการทั้ง 3 แบบจะเห็นได้ว่าการหมักทำปุ๋ยและการเผามีของเหลือที่ต้องนำไปกำจัดต่อ ขณะที่วิธีการฝังกลบตามหลักการสุขาภิบาลสามารถกำจัดขยะได้หลายชนิด ดังนั้น การกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบจึงเป็นที่นิยมทั่วไป (กรมโยธาธิการและผังเมือง. 2549) อย่างไรก็ตามวิธีการฝังกลบเป็นวิธีที่ต้องใช้พื้นที่ในการดำเนินการมาก และมีหลักเกณฑ์การเลือกพื้นที่ทางกายภาพหลายประการ ประกอบกับที่ผ่านมามีการขยายตัวของพื้นที่เมืองเพิ่มมากขึ้นราคาที่ดินเพิ่มสูงขึ้น หากไม่มีการศึกษาและวางแผนการจัดการขยะที่เหมาะสมอาจส่งผลกกระทบต่อการขาดแคลนพื้นที่ในการกำจัดขยะและทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและสุขภาพตามมา

จังหวัดสมุทรปราการเป็นเขตปริมณฑลของกรุงเทพมหานคร มีการพัฒนาพื้นที่อย่างรวดเร็วทั้งในด้านของอุตสาหกรรม พาณิชยกรรม และที่อยู่อาศัย ตามรายงานสถิติจังหวัดสมุทรปราการ พบว่าจำนวนสถานประกอบการในปี 2548 มีจำนวน 5,836 แห่ง และในปี 2553 เพิ่มขึ้นเป็น 9,103 แห่ง (สำนักงานสถิติจังหวัดสมุทรปราการ. 2554) จากการขยายตัวของกิจกรรมดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งที่ส่งผลให้มีประชากรและแรงงานเข้ามาอยู่อาศัยในพื้นที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ณ วันที่ 1 กรกฎาคม 2555 พบว่าจังหวัดสมุทรปราการ มีประชากรอาศัยอยู่ทั้งสิ้นประมาณ 2,382,367 คน ซึ่งประกอบด้วยประชากรที่มีชื่ออยู่ในทะเบียนราษฎร์ จำนวน 1,208,242 คน ประชากรที่ไม่มีชื่ออยู่ในทะเบียนราษฎร์ จำนวน 1,174,125 คน และประชากรเดินทางเข้าไป-เย็นกลับ จำนวน 33,353 คน (สำนักงานจังหวัดสมุทรปราการ. 2556) มีขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณวันละ 1,846 ตัน ซึ่งประกอบด้วย ขยะมูลฝอยเปียก ร้อยละ 46.46 ขยะพลาสติก ร้อยละ 13.31 และขยะอื่นๆ ร้อยละ 40.23 เช่น แก้ว โลหะ ยาง หนัง ผ้า ไม้ (ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดสมุทรปราการ. 2555)

โดยสามารถเก็บขนได้ร้อยละ 95 สำหรับพื้นที่ที่ใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยของจังหวัดปัจจุบันมีเพียงแห่งเดียว เป็นพื้นที่ของบริษัทเอกชน คือบริษัท อีสเทิร์น เอเนอจี้ พลัส จำกัด ตั้งอยู่ที่ ตำบลแพรกษา อำเภอเมืองสมุทรปราการ มีพื้นที่สำหรับฝังกลบขยะมูลฝอยประมาณ 159 ไร่ รองรับขยะจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 39 แห่ง สำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่เหลืออีก 10 แห่ง ได้ว่าจ้างเอกชนเป็นผู้เก็บขนนำไปกำจัดในพื้นที่ของจังหวัดที่อยู่ใกล้เคียงที่บริษัทผู้เก็บขนนั้นมีพื้นที่กำจัดอยู่ ซึ่งได้แก่ จังหวัดสมุทรสาคร และจังหวัดฉะเชิงเทรา นอกจากนี้การกำจัดขยะมูลฝอยในจังหวัดสมุทรปราการยังมีวิธีการฝังกลบและเทกองที่ไม่ถูกสุขลักษณะนำมาซึ่งปัญหากลิ่นเหม็นและน้ำชะขยะไหลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติและพื้นที่ข้างเคียง ส่งผลต่อสุขภาพของชุมชนรอบข้างและคุณภาพของสิ่งแวดล้อม (สำนักงานจังหวัดสมุทรปราการ. 2556)

การกำจัดขยะในจังหวัดสมุทรปราการปัจจุบันยังขาดแคลนทั้งสถานที่และวิธีการกำจัดขยะที่เหมาะสม รวมทั้งขาดการเตรียมการรองรับปริมาณขยะที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ผู้วิจัยเห็นว่าการกำจัดขยะด้วยวิธีการฝังกลบเป็นวิธีการที่นิยมโดยทั่วไป และใช้งบประมาณในการลงทุนต่ำกว่าวิธีอื่น ประกอบกับมีข้อสงสัยถึงบริเวณใดควรเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีการฝังกลบในจังหวัดสมุทรปราการ เนื่องจากเป็นแหล่งชุมชนที่มีการเจริญเติบโตสูง เป็นที่ราบลุ่มปากแม่น้ำและมีแหล่งน้ำธรรมชาติ แม่น้ำ ลำคลอง หลายสาย จำเป็นต้องนำหลักเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบมาใช้ในการพิจารณา ผู้วิจัยจึงเลือกการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาศึกษาพื้นที่เหมาะสมทางกายภาพในการกำจัดขยะด้วยวิธีการฝังกลบในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ และคาดการณ์แนวโน้มปริมาณขยะในอนาคตจากการขยายตัวของประชากรและการขยายตัวของเมืองโดยใช้แบบจำลองเชิงพื้นที่ในการศึกษา

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อหาพื้นที่เหมาะสมทางกายภาพในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ

1.2.2 เพื่อคาดการณ์ปริมาณขยะจากจำนวนประชากรและการขยายตัวของพื้นที่เมือง

1.2.3 เพื่อเสนอแนวทางในการรองรับปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในอนาคต

1.3 นิยามศัพท์

ขยะมูลฝอย (Solid Waste) นิยามของขยะมูลฝอยที่ใช้ในการศึกษา หมายถึง ขยะมูลฝอยหรือของที่ไม่ใช้แล้วที่เกิดขึ้นในบ้าน สถานการค้าและบริการ สถานราชการ ขยะมูลฝอยเป็นสิ่งที่มีความหมายเดียวกับคำว่า “Refuse” ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือ ขยะเปียก (Garbage) หมายถึง พวกเศษอาหาร เศษผัก และเศษสิ่งของซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจากการประกอบอาหาร ขยะพวกนี้เป็นขยะที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ (Degradable) และขยะแห้ง (Rubbish) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่มีลักษณะไม่บูดเน่าเสียได้ง่ายเป็นขยะที่ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ หรือต้องใช้เวลานานในการย่อยสลายตามธรรมชาติ (Non-degradable) (ชลผกา เศรษฐพิทยากุล. 2548)

สถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย (Landfill Facility) หมายถึง สถานที่จัดการขยะมูลฝอยที่นำขยะมูลฝอยมาเทกองในพื้นที่ซึ่งจัดเตรียมไว้ใช้เครื่องจักรกลบอัดให้แน่น ใช้ดินกลบเป็นชั้นๆ และได้จัดเตรียมมาตรการป้องกันน้ำชะขยะมูลฝอยไหลซึมลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน การป้องกันกลิ่นและแมลงรบกวน รวมทั้งป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรคสู่สภาพแวดล้อมโดยรอบ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic information System: GIS) หมายถึง กระบวนการของการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการจัดเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแสดงผลในรูปแบบสารสนเทศที่อ้างอิงกับตำแหน่งพื้นที่จริงบนโลก

พื้นที่ที่เหมาะสมในการฝังกลบขยะมูลฝอย หมายถึง พื้นที่ที่สามารถฝังกลบขยะมูลฝอยที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายหรือความรำคาญต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

ขอบเขตของการศึกษาเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมทางกายภาพในการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีฝังกลบในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ มีดังนี้

1.4.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา เป็นการศึกษาครอบคลุมพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ

1.4.2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การขยายตัวของพื้นที่เมืองในอนาคต ปริมาณขยะ และปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบทางกายภาพ ตัวแปรตาม ได้แก่ พื้นที่เหมาะสมทางกายภาพในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ

1.4.3 ขอบเขตเนื้อหาที่ศึกษา ประกอบด้วย การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับเกณฑ์ปัจจัยในการคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบทางกายภาพ การคาดการณ์จำนวนประชากร และการคาดการณ์ปริมาณขยะ เทคนิควิธีในการใช้โปรแกรม ArcGIS ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ การใช้หลักการ Cellular Automata Markov ในการคาดการณ์การเจริญเติบโตของเมือง แนวทางในการกำจัดหรือรองรับปริมาณขยะในอนาคต และความรู้ที่เกี่ยวข้อง

1.5 ข้อจำกัดของการศึกษา

1.5.1 ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาปัจจัยทางกายภาพ จึงไม่ได้ศึกษาปัจจัยทางเศรษฐกิจ เช่น ราคาที่ดิน กรรมสิทธิ์ที่ดิน ที่อาจมีผลต่อการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ

1.5.2 ความสมบูรณ์ครบถ้วนของชั้นข้อมูล

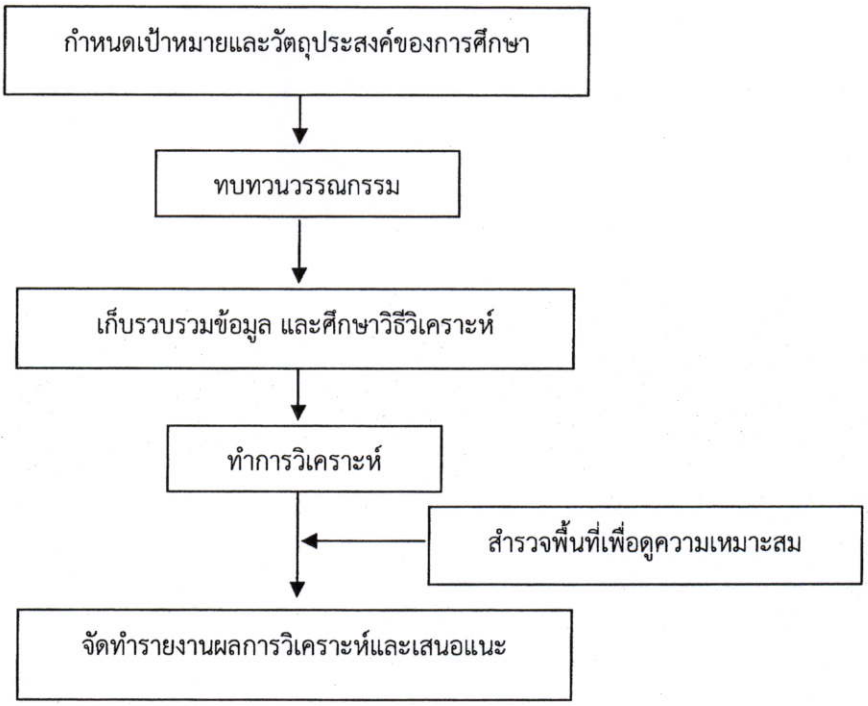
1) ปัจจัยระยะห่างจากพื้นที่ชุมชน ชั้นข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นชั้นข้อมูลแบบจุด ซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนในการใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่ชุมชน

2) ปัจจัยระดับน้ำใต้ดิน เนื่องจากไม่มีหน่วยงานใดจัดเก็บและจัดทำเป็นฐานข้อมูล จึงได้ประมาณค่าจากชั้นข้อมูลสภาพทางกายภาพของพื้นที่ซึ่งมีความสอดคล้องกัน

1.5.3 ค่าน้ำหนักคะแนนความเหมะสมของปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ ในปัจจัยระดับน้ำใต้ดินมีค่าคะแนนความสำคัญสูงมาก จึงอาจทำให้เป็นปัจจัยที่ได้รับความสำคัญมากเกินไปในการวิเคราะห์

1.6 ขั้นตอนการศึกษา

ในการทำงานวิจัยชิ้นนี้เริ่มต้นดำเนินงาน โดยมีขั้นตอนต่างๆตามภาพที่ 1.1 ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1.1 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ในประการแรกผลที่คาดว่าจะได้รับเกี่ยวโยงกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ ได้พื้นที่เหมาะสมทางกายภาพมากที่สุดในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ ในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ โดยระบุบริเวณที่ตั้งแปลงและปริมาณเนื้อที่ ประการที่สองสามารถคาดการณ์ปริมาณขยะในอนาคตและเปรียบเทียบความต้องการพื้นที่ในการฝังกลบและพื้นที่ในการรองรับที่ได้จากการวิเคราะห์ ทั้งนี้สามารถนำผลการวิจัยมาเป็นข้อมูลให้กับหน่วยงานท้องถิ่นในการวางแผนรองรับปริมาณขยะในอนาคตให้เป็นไปอย่างเหมาะสมต่อไป

บทที่ 2
ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยฉบับนี้ได้รวบรวมทฤษฎี และองค์ความรู้ในสาขาวิชาต่างๆ มาใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมทางกายภาพในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ เพื่อการวางแผนและรองรับปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและอนาคต ผลจากการทบทวนวรรณกรรมสามารถสรุปเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ดังนี้

2.1 ผังเมืองและการวางระบบสาธารณูปโภค
2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับขยะมูลฝอย (Solid Waste)
2.3 อัตราการเกิดขยะมูลฝอย (Waste Generation Rate) และการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอย (Solid Waste Forecasting)
2.4 ความรู้เกี่ยวกับหลักเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยทางกายภาพ
2.5 การคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
2.6 กฎหมายและข้อกำหนดเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยที่สำคัญ
2.7 หลักการจำลองพื้นที่รูปแบบการขยายตัวของเมืองด้วยทฤษฎี Cellular Automata Markov
2.8 การคาดการณ์จำนวนประชากร (Population Forecasting)
2.9 แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยและกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่

2.1 ผังเมืองและการวางระบบสาธารณูปโภค

การวางแผนชุมชนเมืองหรือผังเมือง คือ การปรับสภาพของชุมชนเมืองให้สอดคล้องอย่างเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นที่ตั้งของชุมชนเมือง การปรับสภาพดังกล่าวของชุมชนเมืองจะต้องจัดทำตามหลักการมิติวางแผน และขั้นตอนของกระบวนการในการวางและจัดทำผัง เพื่อให้ได้รูปแบบและโครงสร้างของชุมชนเมืองและแนวทางปฏิบัติ ซึ่งคำนึงถึงข้อจำกัดของทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ดำเนินการ โดยประเมินว่ากิจกรรมของโครงการต่างๆสามารถนำไปสู่การบรรลุวัตถุประสงค์ของชุมชนเมืองได้ (กรมโยธาธิการและผังเมือง.2549:14)

รศ.สิทธิพร ภิรมย์รื่น (2553:314-316) สาธารณูปโภคสาธารณูปการ หรือสิ่งอำนวยความสะดวกสาธารณะในเขตชุมชนเมือง (urban facility and utility) แบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ สาธารณูปโภคในชุมชนเมือง (urban utilities) สวนสาธารณะและสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ และบริการสาธารณะทางด้านสังคม แต่ละกลุ่มยังประกอบด้วยการบริการประเภทต่างๆ ดังนี้

1) สาธารณูปโภคในชุมชนเมือง (urban utilities) ได้แก่
- การระบายน้ำฝน น้ำเสียและการป้องกันน้ำท่วม (drainage/sewerage/flood control)
- น้ำบริโภคหรือน้ำประปา (water supply)
- ไฟฟ้า (electricity)

- การสื่อสาร (telecommunication)
- การจัดการมูลฝอย (solid waste)
- โรงฆ่าสัตว์ (slaughterhouse)
- สถานีดับเพลิง (fire fighting)
- สาธารณูปโภคอื่นๆ เช่นแก๊สหุงต้ม อุโมงค์เดินท่อรวม (utility tunnel)

2) สวนสาธารณะและสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ (Park and Recreation Area)

- สนามเด็กเล่น (play ground)
- สวนสาธารณะชุมชนย่อย (neighborhood park)
- สวนสาธารณะขนาดเล็ก (small park)
- สวนสาธารณะระดับเขต (district park)
- สวนสาธารณะระดับเมือง (Citywide or comprehensive park)
- สวนสาธารณะระดับภาค (large urban park or regional park)
- สนามกีฬา (sport facilities)
- สวนสาธารณะเฉพาะเรื่อง (specific park) เพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะอย่าง เช่น สวนสัตว์(zoo) สวนพฤกษศาสตร์ (botanical park) หรืออุทยานโบราณคดีและประวัติศาสตร์ (historical and archaeological park)

3) สิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อการบริการทางสังคมและอื่นๆ (Social Service Facilities and others)

ในกลุ่มสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อการบริการทางสังคมและอื่นๆ ประกอบด้วยสิ่งอำนวยความสะดวกที่สำคัญ ดังนี้

- การบริการทางการศึกษา (education facility) ได้แก่ โรงเรียน วิทยาลัย โรงเรียนอาชีวศึกษา มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยและอื่นๆ
- การบริการทางด้านการแพทย์และสาธารณสุข (public health/medical facility) ได้แก่ ศูนย์บริการสาธารณสุข โรงพยาบาล สถานสงเคราะห์คนชรา ศูนย์สุขภาพแม่และเด็ก (mother and child care center, matermity center) สถานที่เลี้ยงเด็กอ่อน (nursery, day care center) และอื่นๆ
- การบริการทางวัฒนธรรม (cultural facility) ได้แก่ ศาลาว่าการเทศบาล (city hall) ห้องสมุดประชาชน พิพิธภัณฑ์ ศูนย์วัฒนธรรม หอแสดงงานศิลปะ (art gallery)โรงละครและอื่นๆ
- สถาบันราชการ (government institution facility) ได้แก่ สำนักงานราชการ ทัณฑสถาน ศาลเด็กและเยาวชน (juvenile court) และอื่นๆ
- สถาบันทางศาสนา (religious facility) ได้แก่ วัดในพุทธศาสนา โบสถ์ในคริสต์ศาสนา มัสยิด ศาลเจ้า สุสาน ฌาปนสถาน สำนักสงฆ์

- อื่นๆ เช่น ตลาด โรงแรม บ้านพักให้เช่า (guesthouse) สถานีขนส่ง ฯลฯ

ตามพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ. 2518 มาตรา 17 (3)(ง) กำหนดให้แผนผังแสดงโครงการกิจการสาธารณูปโภคเป็นแผนผังหนึ่งในผังเมืองรวม สาธารณูปโภคเป็นการจัดการบริการสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันไปยังเคหะสถานด้วยระบบโครงข่ายเส้นสาย ได้แก่ ประปา ไฟฟ้า การระบายน้ำ การป้องกันน้ำท่วม การบำบัดน้ำเสีย การกำจัดขยะ การป้องกันอัคคีภัยและ ฯลฯ การวางและจัดทำแผนผังแสดงโครงการกิจการสาธารณูปโภค มีขอบเขตการดำเนินงานเกี่ยวกับการคาดประมาณความต้องการบริการจากกิจการสาธารณูปโภคแต่ละประเภท การกำหนดที่ตั้งและเขตบริการ การเลือกใช้เทคนิควิธีการจัดบริการให้เหมาะกับลักษณะชุมชนและงบประมาณ การดำเนินการด้านสาธารณูปโภครัฐเป็นผู้ดำเนินการ หรืออาจจัดจ้างเอกชนเป็นผู้ดำเนินการ หลักการวางและจัดทำแผนผังแสดงโครงการกิจการสาธารณูปโภคภายในพื้นที่เมือง จะต้องมีความสอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทและระบบโครงข่ายถนน ตามแนวทางที่กำหนดเพื่อรองรับการขยายตัวเติบโตของเมือง กิจการสาธารณูปโภคที่ออกแบบเตรียมการมากเกินความต้องการ จะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการลงทุน หากน้อยเกินไปไม่เพียงพอกับความต้องการ จะทำให้เกิดความขาดแคลนและขาดประสิทธิภาพของเมือง การวางและจัดทำแผนผังแสดงกิจการสาธารณูปโภค มีงานในส่วนของการออกแบบเชิงระบบ ซึ่งเป็นงานด้านเทคนิคที่ต้องใช้ผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านวิศวกรรม ดังนั้น แผนผังแสดงโครงการกิจการสาธารณูปโภคในผังเมืองรวมที่ดำเนินการโดยกรมโยธาธิการและผังเมือง จึงจัดทำในรูปแบบข้อเสนอแนะการพัฒนากิจการที่สมควรจัดทำขึ้นใหม่ ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงเพื่อขยายกิจการที่มีอยู่เดิม ข้อเสนอแนะดังกล่าวมีลักษณะแก้ปัญหาความขาดแคลน บกพร่อง ไม่เพียงพอ และเป็นข้อเสนอแนะเพื่อเตรียมให้เหมาะกับความจำเป็นในอนาคต (กรมโยธาธิการและผังเมือง.2549:46)

การจัดการมูลฝอย จัดเป็นสาธารณูปโภคในชุมชนเมือง (urban utilities) ประกอบด้วย การรวบรวมจัดเก็บ และการนำไปกำจัด การจัดการขยะมูลฝอยทางด้านการผังเมือง เป็นเรื่องเกี่ยวกับการจัดหาสถานที่ การเลือกวิธีการรวบรวมจัดเก็บและการนำไปกำจัด ซึ่งมีความสัมพันธ์กับจำนวนประชากร และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นแหล่งมูลฝอยแต่ละประเภท (กรมโยธาธิการและผัง-เมือง.2549:83)

2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับขยะมูลฝอย (Solid Waste)

ขยะมูลฝอย (Solid Waste) หมายถึง สิ่งต่างๆที่ใช้ในกิจกรรมการดำเนินชีวิตของมนุษย์แล้วถูกทิ้งขว้าง เนื่องจากไม่สามารถใช้งานได้อีกต่อไป หรือไม่เป็นที่พึงประสงค์ของผู้ใช้ หรืออาจด้วยเหตุผลอื่นๆ ที่ทำให้สิ่งเหล่านั้นกลายสภาพเป็นสิ่งที่หมดคุณค่า หรือไม่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตอีกต่อไป (Shah.2000:110 อ้างโดย อาณัติ ต๊ะปินตา.2553:2)

จากคำนิยามข้างต้นทำให้เข้าใจได้ว่า ขยะมูลฝอยจะมีความหมายถึง กากของเสียที่เกิดขึ้นภายในชุมชนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งในภาษาอังกฤษก็คือ “Municipal Solid Waste: MSW” แต่หากเป็นขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนินอื่นๆ เช่น จากสถานพยาบาล จะใช้คำว่า “มูลฝอยติดเชื้อ” (infectious waste) สำหรับกฎหมายของประเทศไทยโดยพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ.2535 ได้ให้คำ

นิยามของคำว่า “มูลฝอย” ไว้ในมาตรา 4 ว่าหมายถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า เศษวัตถุ ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ หรือซากสัตว์ รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่น ส่วนพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 ได้กล่าวถึงคำว่า “ของเสีย” ไว้ว่า หมายถึง ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล น้ำเสีย อากาศเสีย มลสารหรือวัตถุอันตรายอื่นใด ซึ่งถูกปล่อยทิ้งหรือมีที่มาจากแหล่งกำเนินมลพิษ ตลอดจนกากตะกอนซึ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น (อาณัติ ต๊ะปินตา. 2553:3-4)

2.2.1 การจำแนกประเภทของขยะมูลฝอย

อาณัติ ต๊ะปินตา (2553:7-9) ขยะมูลฝอยอาจถูกจำแนกออกได้ตามลักษณะทางกายภาพ เช่น เป็นขยะเปียกหรือขยะแห้ง ฯลฯ หรือจำแนกตามองค์ประกอบ เช่น เป็นขยะอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้หรือขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ ฯลฯ หรืออาจจำแนกตามแหล่งกำเนิดของขยะมูลฝอย เช่น ขยะที่เกิดจากชุมชน จากภาคอุตสาหกรรมหรือภาคเกษตรกรรม เป็นต้น การจำแนกตามลักษณะทางกายภาพเป็นการจำแนกขยะมูลฝอยตามลักษณะที่ปรากฏและมองเห็นจากภายนอก ซึ่งสามารถจำแนกออกได้ ดังนี้

1) ขยะเปียก (garbage) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่เป็นสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ และมีความชื้นสูง สามารถย่อยสลายได้ง่าย โดยขบวนการทางชีวภาพ เช่น เศษอาหาร เศษพืชผักและผลไม้ เศษหญ้า เป็นต้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทำการเก็บขนและนำไปกำจัดทำลายอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันกลิ่นเหม็นจากการเน่าเสียของขยะประเภทนี้

2) ขยะแห้ง (rubbish and trash) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ซึ่งมีความชื้นต่ำย่อยสลายด้วยขบวนการทางชีวภาพได้ยาก เช่น เศษกระดาษ กล่องกระดาษ เศษกิ่งไม้ใบไม้ เศษยาง เศษผ้า เศษแก้วหรือขวดแก้ว เศษหนัง หรือผลิตภัณฑ์หนัง เศษกระป๋องโลหะ เศษพลาสติก เป็นต้น

3) เถ้า (ash) หมายถึง ซากของแข็งที่เหลือหลังจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงประเภทฟืนหรือถ่านหินที่ใช้สำหรับเป็นแหล่งให้พลังงานความร้อนทั้งในบ้านพักอาศัย ในอาคาร หรือในโรงงานต่างๆ ฯลฯ

4) เศษสิ่งก่อสร้าง (demolition and construction waste) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่เกิดจากการก่อสร้างหรือการรื้อถอนอาคาร เช่น เศษเหล็ก เศษอิฐ เศษปูนซีเมนต์ เศษกระเบื้องเซรามิก เศษท่อพีวีซี เศษสายไฟ และเศษไม้เป็นต้น

5) ซากสัตว์ต่างๆ (dead animals) หมายถึง ซากสัตว์ต่างๆ ทั้งที่เกิดในชุมชน เช่น สัตว์เลี้ยงตามบ้านเรือนที่ตายลงจากภาคเกษตรกรรม เช่น ซากสัตว์ในฟาร์มปศุสัตว์ต่างๆ ที่อาจตายลงจากการเกิดโรคระบาด และจากภาคอุตสาหกรรม เช่น เศษชิ้นส่วนของสัตว์ที่เหลือจากโรงงานผลิตอาหารสำเร็จรูปหรืออาหารกระป๋อง เป็นต้น

6) ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย (sludge) หมายถึง กากตะกอนที่เกิดจากการบำบัดน้ำเสียในระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชนหรือภายในโรงงานทั้งหลาย โดยอาจมีลักษณะเป็นของแข็งหรือกึ่งของแข็ง มีทั้งส่วนที่สามารถย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้ด้วยขบวนการทางชีวภาพ กากตะกอนเหล่านี้หากปล่อยทิ้งไว้โดยไม่กำจัดก็อาจถูกชะล้างสู่แหล่งน้ำหรือไหลซึมลงสู่แหล่งน้ำใต้ดินได้

7) ซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Waste from Electrical and Electronic Equipment, WEEE) หมายถึง ขยะที่เกิดขึ้นจากภาคธุรกิจซึ่งผลิตสินค้าประเภทผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้า และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ออกมาจำหน่ายในตลาด และเมื่อสินค้าเหล่านั้นเสื่อมสภาพหรือหมดอายุการใช้งานลงก็จะกลายเป็นขยะที่ต้องนำไปกำจัดทำลาย ซึ่งส่วนใหญ่มักจะมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก ขยะประเภทนี้ได้แก่ ซากตู้เย็น เครื่องรับโทรทัศน์ เครื่องเสียง เครื่องซักผ้า เครื่องปรับอากาศ เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

2.2.2 เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย

เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย สามารถแบ่งออกเป็น 3 ระบบใหญ่ คือ

2.2.2.1 ระบบหมักทำปุ๋ย

เป็นการย่อยสลายอินทรีย์สารโดยขบวนการทางชีววิทยาของจุลินทรีย์เป็นตัวการย่อยสลายให้แปรสภาพเป็นแร่ธาตุที่มีลักษณะค่อนข้างคงรูป มีสีดำค่อนข้างแห้ง และสามารถใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของดิน ขบวนการหมักทำปุ๋ยสามารถแบ่งเป็น 2 ขบวนการคือ ขบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Decomposition) ซึ่งเป็นการสร้างสภาวะที่จุลินทรีย์ชนิดที่ดำรงชีพโดยใช้ออกซิเจนย่อยสารอาหารแล้วเกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และกลายสภาพเป็นแร่ธาตุเป็นขบวนการที่ไม่เกิดก๊าซกลิ่นเหม็น ส่วนอีกขบวนการเป็นขบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Decomposition) เป็นการสร้างสภาวะให้เกิดจุลินทรีย์ชนิดที่ดำรงชีพโดยใช้ออกซิเจนเป็นตัวช่วยย่อยสารอาหาร และแปรสภาพกลายเป็นแร่ธาตุขบวนการนี้มักจะเกิดก๊าซที่มีกลิ่นเหม็น เช่น ก๊าซไข่เน่า (Hydrogen Sulfide: H2S) แต่ขบวนการนี้จะมีผลดีที่เกิดก๊าซมีเทน (Methane gas) ซึ่งเป็นก๊าซที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิง

วัตถุประสงค์หลักและข้อดีของการทำ composting

1) การปรับเสถียรของของเสีย (waste stabilization)

2) การทำลายเชื้อโรค (pathogen inactivation)

3) ธาตุอาหารและการปรับมาใช้ในการปรับปรุงพื้นที่ (nutrient and reclamation)

4) การทำกากตะกอนให้แห้ง (sludge drying)

หลักการออกแบบในการทำ composting

1) ขนาดของขยะที่ใช้ มักจะผ่านกระบวนการ shredding ให้มีขนาดเล็กกว่า 2 นิ้ว เพิ่มความหนาแน่นรวม (bulk density) เพิ่มความเสียดทานภายในและคุณลักษณะของการไหล เพิ่มแรงฉุดของวัสดุ เพิ่มอัตราของปฏิกิริยาชีวเคมีในกระบวนการ

2) อัตราส่วนของคาร์บอนและไนโตรเจน (C/N ratio) อัตราส่วนดังกล่าวมีความสำคัญที่สุดในการออกแบบ ค่าที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 20 และ 25

3) การเติมเชื้อ (seeding) เป็นการเติมจุลินทรีย์เพื่อช่วยการย่อยสลายให้ดีขึ้นและมีอัตราการย่อยสลายที่เร็วขึ้น

4) ปริมาณความชื้นที่เหมาะสมคือ 50-60 % การปรับความชื้นให้เหมาะสมอาศัยผลที่ได้จากการผสมวัสดุที่มีความชื้นแตกต่างกันและการกลับกองหมัก (mixing and turning)

5) อุณหภูมิ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกองขยะเป็นชนิดที่ให้ความร้อน (exothermic reaction) และเป็นเมแทโบลิซึมของการหายใจ อุณหภูมิช่วง mesophillic 30-38°C ส่วนในช่วง thermophillic 55-60°C

6) การควบคุมเชื้อโรคที่เกิดขึ้น

7) ความต้องการอากาศ

8) การควบคุม pH ในกรณีที่การถ่ายเทของอากาศไม่ดี จะเกิดสภาวะไร้อากาศ (anaerobic condition) pH จะลดลงถึง 4.5 ทำให้กระบวนการชะงักหรือช้าลง

9) การควบคุมกลิ่นที่เกิดขึ้น กลิ่นที่ได้คือกรดอินทรีย์เนื่องจากมีกระบวนการประเภทไม่ต้องการอากาศเกิดขึ้น แก้ไขโดยการลดขนาดของขยะลง หรือแยกขยะที่ไม่สามารถย่อยสลายโดยกระบวนการทางชีววิทยาได้เช่น พลาสติก ออกจากกอง

10) ความต้องการพื้นที่ในการทำงาน ตัวอย่างเช่น windrow: composting มีความต้องการพื้นที่ 2.5 เอเคอร์ สำหรับโรงงานที่มีกำลังผลิต 50 ตันต่อ วัน ทั้งนี้ พื้นที่1.5 เอเคอร์จะเสียไปกับ อาคาร โรงเรือนของเครื่องมือ และถนน

2.2.2.2 ระบบการเผาในเตาเผา

เป็นการทำลายขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเผาทำลายในเตาเผาที่ได้รับการออกแบบก่อสร้างที่ถูกต้องและเหมาะสม จะต้องมีระบบควบคุมมลพิษทางอากาศและดักมิให้อากาศที่ผ่านปล่องออกสู่บรรยากาศมีค่าเกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศจากเตาเผาที่กำหนด

จุดประสงค์หลักของการเผาขยะ

เพื่อลดปริมาณขยะ และเพื่อให้ได้พลังงานความร้อนกลับมาใช้ใหม่ ประโยชน์ที่ได้จากเตาเผา ได้แก่

1) ลดปริมาณ และน้ำหนักของขยะ โดยเฉพาะของแข็งที่มีขนาดใหญ่เทอะทะ ที่มีค่าความสามารถในการเผาไหม้สูง ช่วยลดปริมาณขยะที่ต้องนำไปทิ้งในหลุมฝังกลบได้ถึง 90 % และ ลดน้ำหนักขยะได้ 75%

2) ทำลายของเสียบางอย่างและใช้ในการลดพิษ (detoxification) ได้ทำให้อยู่ในรูปง่ายต่อการที่จะไปบำบัดขั้นสุดท้ายต่อไป เช่นสารก่อมะเร็งที่เผาไหม้ได้ วัสดุที่ปนเปื้อนด้วยเชื้อโรค สาร อินทรีย์ที่เป็นพิษ หรือสารที่ออกฤทธิ์ทางชีววิทยาที่อาจมีผลเสียต่อการบำบัดของเสียในขั้นตอนต่อไป

3) ทำลายองค์ประกอบประเภทอินทรีย์ของขยะ ที่สามารถย่อยสลาย ด้วยกระบวนการทางชีววิทยา ที่ก่อให้เกิดก๊าซเมื่อนำไปฝังกลบได้แก่ก๊าซมีเทนปล่อยออกสู่บรรยากาศ

4) การนำพลังงานกลับมาใช้ได้อีกจากขยะอินทรีย์ที่มีค่าความร้อน (calorific value) เพียงพอ

5) ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล เป็นผลดีตามมาที่ช่วยแก้ปัญหาก๊าซเรือนกระจก (green house gases)

หลักการของเตาเผาขยะ

เป็นกระบวนการทางเคมีที่ออกซิไดซ์วัสดุอย่างรวดเร็วมีลำดับขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการดังนี้

1) ขยะถูกทำให้แห้งเนื่องจากเกิดการระเหยของความชื้นที่มีอยู่ในขยะ

2) เกิดการระเหยของสารประกอบอินทรีย์

3) เมื่อมีออกซิเจนจะเกิดการติดไฟของสารระเหย

4) ผลผลิตที่ได้คือก๊าซเผาไหม้ที่มีอุณหภูมิสูงได้แก่ไนโตรเจน ออกซิเจน และไอน้ำ รวมทั้งกากที่ไม่ไหม้ไฟได้แก่เถ้าและพลังงานความร้อน

2.2.2.3 ระบบฝังกลบอย่างถูกสุขาภิบาล (Sanitary Landfill)

เป็นการกำจัดขยะมูลฝอยโดยการนำไปฝังกลบในพื้นที่ที่ได้จัดเตรียมไว้ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับการคัดเลือกตามหลักวิชาการทั้งทางด้าน เศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม วิศวกรรม สถาปัตย-กรรม และการยินยอมจากประชาชน จากนั้นจึงทำการออกแบบและก่อสร้าง โดยมีการวางมาตรการป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น เช่น การปนเปื้อนของน้ำเสียจากกองขยะมูลฝอยที่เรียกว่าน้ำชะขยะมูลฝอย (Leachate) ซึ่งถือว่าเป็นน้ำเสียที่มีค่าความสกปรกสูงไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน ทำให้คุณภาพน้ำใต้ดินเสื่อมสภาพลงจนส่งผลกระทบต่อประชาชนที่ใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค นอกจากนี้ยังต้องมีมาตรการป้องกันน้ำท่วม กลิ่นเหม็น และผลกระทบต่อสภาพภูมิทัศน์รูปแบบการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลอาจใช้วิธีขุดให้ลึกลงไปในชั้นดินหรือการถมให้สูงขึ้นจากระดับพื้นดิน หรืออาจจะใช้ผสมสองวิธีซึ่งจะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ

ตารางที่ 2.1 สรุปข้อเปรียบเทียบวิธีการกำจัดขยะมูลฝอย

ข้อพิจารณา	วิธีการกำจัดมูลฝอย		
	การเผา	การหมักปุ๋ย	การฝังกลบ
1. ด้านเทคนิค 1.1 ความยากง่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุง	ยอดแย่ - ใช้เทคโนโลยีค่อนข้างสูงการเดินเครื่องยุ่งยาก	ยอดแย่ - ใช้เทคโนโลยีสูงพอควร	ยอดแย่ - ใช้เทคโนโลยีไม่สูงนัก
	ยอดแย่ - เจ้าหน้าที่ควบคุมต้องมีความชำนาญสูง	ยอดแย่ - เจ้าหน้าที่ควบคุมต้องมีระดับความรู้สูงพอควร	ยอดแย่ - เจ้าหน้าที่ควบคุมระดับความรู้ธรรมดา
1.2. ประสิทธิภาพในการกำจัด - ปริมาณมูลฝอยที่กำจัดได้	ยอดแย่ - ลดปริมาตรได้ 60 -65% ที่เหลือต้องนำไปฝังกลบ	ยอดแย่ - ลดปริมาตรได้ 30 -35% ที่เหลือต้องนำไปฝังกลบหรือเผา	ยอดแย่ - สามารถกำจัดได้ 100%
- ความสามารถในการฆ่าเชื้อโรค	- กำจัดได้ 100 %	- กำจัดได้ 70 %	- กำจัดได้เพียงเล็กน้อย
1.3. ความยืดหยุ่นของระบบ	ยอดแย่ - ต่ำหากเกิดปัญหาเครื่องจักรกลชำรุดไม่สามารถปฏิบัติการได้	ยอดแย่ - ต่ำหากเครื่องจักรกลชำรุดไม่สามารถปฏิบัติการได้	ยอดแย่ - สูงแม้ว่าเครื่องจักรกลจะชำรุดยังสามารถกำจัดหรือรอการกำจัดได้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ข้อพิจารณา	วิธีการกำจัดมูลฝอย		
	การเผา	การหมักปุ๋ย	การฝังกลบ
1.4. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม - น้ำผิวดิน	- ไม่มี	- อาจมีได้	- มีความเป็นไปได้สูง
- น้ำใต้ดิน	- ไม่มี	- อาจมีได้	- มีความเป็นไปได้สูง
- อากาศ	- มี	- ไม่มี	- อาจมีได้
- กลิ่น แมลง พาหนะนำโรค	- ไม่มี	- อาจมีได้	- มี
1.5. ลักษณะสมบัติของมูลฝอย	ข้อเสีย - ต้องเป็นสารที่เผาไหม้ได้มีค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 4.500 kl/kg และความชื้นไม่มากกว่า 40%	ข้อเสีย - ต้องเป็นสารที่ย่อยสลายได้มีความชื้น 50 - 70%	ข้อดี - รับมูลฝอยได้เกือบทุกประเภท ยกเว้นมูลฝอยติดเชื้อหรือสารพิษ
1.6. ขนาดที่ดิน	ข้อดี - ใช้เนื้อที่น้อย	ข้อดี - ใช้เนื้อที่ปานกลาง	ข้อเสีย - ใช้เนื้อที่มาก
2. ด้านเศรษฐกิจ 2.1 เงินลงทุนในการก่อสร้าง	**ข้อด้อย** - สูงมาก	**ข้อด้อย** - ค่อนข้างสูง	**ข้อดี** - ค่อนข้างต่ำ
2.2. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุง	ข้อเสีย - สูง	ข้อเสีย - ค่อนข้างสูง	ข้อดี - ค่อนข้างต่ำ
2. 3 ผลพลอยได้จากการกำจัด	ข้อดี - ได้พลังงานความร้อนจากการเผา	ข้อดี - ปุ๋ยอินทรีย์จากการหมักและพวดโลหะที่แยกก่อนหมัก	ข้อดี - ได้ก๊าซมีเทนเป็นเชื้อเพลิง - ปรับพื้นที่เป็นสวนสาธารณะ

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2336)

2.2.3 การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

อาณัติ ต๊ะปินตา (2553:154-161) การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (sanitary landfill) เป็นวิธีการที่ใช้สำหรับกำจัดขยะมูลฝอยซึ่งมีแหล่งกำเนิดจากชุมชน หรือที่เรียกว่า “Municipal Solid Waste, MSW” นับว่าเป็นวิธีที่นำมาใช้ในการกำจัดขยะซึ่งได้รับการยอมรับจากประเทศต่างๆ อย่างแพร่หลายรวมทั้งประเทศไทย เนื่องจากการฝังกลบมีผลดีในหลายๆด้าน เช่น ป้องกันปัญหามลพิษที่จะเกิดขึ้น ซึ่งมีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ในรูปของน้ำเสียและอากาศเสียได้ และเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่ำกว่าวิธีอื่นเมื่อเทียบต่อหน่วยน้ำหนักของขยะที่นำไปกำจัดทำลาย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ สามารถรองรับขยะได้ทีละมากๆ เมื่อเทียบกับวิธีการเผาขยะในเตาเผา นอกจากนี้ยัง

มีผลพลอยได้ในรูปของก๊าซบางชนิดที่เกิดจากการฝังกลบ ซึ่งสามารถใช้เป็นพลังงานได้อีกด้วย การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลนี้นับว่าเป็นวิธีกำจัดขยะขั้นสุดท้าย โดยแตกต่างจากการกำจัดแบบอื่น ซึ่งมีสารมลพิษตกค้างที่จะต้องนำไปกำจัดหรือทำลายต่อไปอีก

2.2.3.1 รูปแบบของการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล มีวัตถุประสงค์สำหรับใช้เพื่อการกำจัดขยะที่ไม่เป็นอันตราย (non-hazardous waste) ไม่ว่าจะมีแหล่งกำเนิดจากชุมชน จากภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรม โดยการฝังกลบสามารถกระทำได้ 2 รูปแบบด้วยกันดังนี้ คือ

1) แบบขุดเป็นร่อง

การฝังกลบแบบขุดเป็นร่อง (trench method) เป็นการกำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบบนพื้นที่ราบ ซึ่งปกติเป็นที่สูงอยู่แล้วและไม่ต้องการที่จะให้พื้นที่แห่งนั้นสูงเพิ่มขึ้นไปอีกหรือสูงขึ้นได้บ้างแต่ไม่มากนัก ขณะเดียวกันก็ต้องการใช้พื้นที่ฝังกลบขยะให้ได้จำนวนมากที่สุด ดังนั้น จึงต้องใช้วิธีขุดดินให้เป็นร่องลึกลงไปโดยมีความกว้างประมาณ 2 เท่าของขนาดเครื่องจักรที่ใช้ เพื่อความสะดวกต่อการทำงานของเครื่องจักร และอาจมีความยาวตลอดพื้นที่ที่จะทำการฝังกลบขยะ ส่วนความลึกของร่องจะขึ้นอยู่กับระดับน้ำใต้ดินบริเวณดังกล่าวว่าอยู่ต่ำจากก้นหลุมที่ขุดลงไปมากน้อยเพียงใด โดยส่วนใหญ่จะขุดลึกที่ระดับประมาณ 2-3 เมตร และต้องทำให้ลาดเอียงไปทางด้านใดด้านหนึ่งเพื่อไม่ทำให้น้ำขังในร่องเวลาฝนตก สำหรับดินที่ขุดขึ้นมาจากร่องจะถูกกองไว้ด้านใดด้านหนึ่งแล้วนำกลับมาใช้เป็นดินสำหรับการกลบขยะต่อไป นอกจากนั้นยังสามารถใช้ทำเป็นคันดินสำหรับกั้นมิให้ลมพัดขยะออกไปนอกบริเวณได้อีกด้วย วิธีการฝังกลบขยะแบบขุดเป็นร่องก็คือ เมื่อรถขนถ่ายขยะนำขยะมาเทลงในร่องแล้วก็จะใช้รถแทรกเตอร์บดทับและเกลี่ยให้กระจาย จากนั้นจึงใช้ดินกลบและบดทับอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งข้อได้เปรียบของวิธีนี้ก็คือ สามารถใช้ดินจากการขุดร่องมาใช้ในการบดทับขยะได้เลยโดยไม่ต้องจัดหามาจากแหล่งอื่น และเมื่อทำการฝังกลบขยะมูลฝอยจนเต็มพื้นที่แล้วอาจนำพื้นที่ดังกล่าวนั้นมาใช้ให้เป็นประโยชน์อย่างอื่นต่อไป เช่น ใช้ก่อสร้างเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ สนามเทนนิส สนามกอล์ฟ ที่จอดรถ สนามกีฬา หรือศูนย์การค้า เป็นต้น

2) แบบถมที่

การฝังกลบแบบถมที่ (area method) เป็นการฝังกลบขยะในสภาพพื้นที่ที่เป็นหลุมเป็นบ่อ หรือเป็นพื้นที่ที่ต่ำอยู่ก่อนแล้วและต้องการปรับหรือถมให้พื้นที่แห่งนั้นสูงกว่าระดับเดิม เช่น บริเวณบ่อดินลูกรัง ริมตลิ่ง เหมืองร้าง หรือ พื้นที่ที่ดินถูกขุดไปทำประโยชน์อย่างอื่นมาก่อนแล้ว เป็นต้น ในการฝังกลบจะใช้วิธีการที่ไม่แตกต่างไปจากวิธีแรกเท่าใดนัก กล่าวคือ ขยะที่นำมาเททิ้งจะถูกเกลี่ยให้กระจายทั่วพื้นที่พร้อมกับบดทับให้แน่นด้วยรถแทรกเตอร์ จากนั้นจึงใช้ดินกลบแล้วบดทับให้แน่นอีกครั้งหนึ่ง และเมื่อสถานที่ฝังกลบถูกใช้งานจนเต็มพื้นที่แล้ว พื้นที่แห่งนั้นก็จะมีการปรับสภาพเป็นพื้นราบและไม่เป็นหลุมเป็นบ่อหรือเป็นพื้นที่ต่ำเหมือนสภาพเดิมอีกต่อไป

จะเห็นได้ว่า การฝังกลบขยะแบบถูกหลักสุขาภิบาลทั้งแบบขุดเป็นร่องและแบบถมที่มีวิธีการทำงานที่คล้ายคลึงกัน และในบางพื้นที่ก็ได้นำเอาวิธีการทั้งสองแบบมาผสมผสานเข้าด้วยกัน

โดยขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศของพื้นที่นั้นๆ ด้วย สำหรับการฝังกลบขยะทั้ง 2 วิธีนี้ จะมีลักษณะการฝังกลบแบบเรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ ตามแนวดิ่ง

2.2.3.2 ขั้นตอนการฝังกลบขยะมูลฝอย

เมื่อขยะมูลฝอยถูกลำเลียงและขนถ่ายจากชุมชนมาเททิ้งในหลุมฝังกลบแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การใช้เครื่องจักรกลหรือรถแทรกเตอร์ทำการเกลี่ยและบดอัดขยะให้แน่น จากนั้นจึงทับขยะด้วยดินให้มีลักษณะเป็นห้องๆ ซึ่งเรียกว่า เซลล์(Cell) และเป็นแถวๆ ซึ่งเรียกว่า ชั้น (Lift) โดยในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

1) การเกลี่ยและบดอัดขยะ

เป็นการใช้รถแทรกเตอร์หรือเครื่องจักรกลประเภทอื่นๆ เกลี่ยขยะที่เทกองไว้ให้กระจายไปทั่วบริเวณพร้อมทั้งบดและอัดขยะไปมาให้ทับกันจนแน่น ทั้งนี้ เพื่อให้หลุมฝังกลบสามารถรองรับขยะได้มากขึ้นและมีอายุการใช้งานนานขึ้นด้วย ในการเกลี่ยและบดอัดขยะนี้ควรกำหนดให้มีความหนาประมาณ 40-60 เซนติเมตร ก่อนที่จะทำการปิดทับด้วยดินหรือวัสดุอย่างอื่นในขั้นตอนต่อไป

2) การปิดทับรายวัน

การปิดทับรายวัน (daily cover) เป็นการปิดทับขยะที่ถูกบดอัดจนแน่นแล้วด้วยดินหรือวัสดุปิดทับอย่างอื่น โดยจะทำการปิดทับภายหลังจากที่ทำงานแล้วเสร็จในแต่ละวันด้วยชั้นดินหรือวัสดุอย่างอื่นที่มีความหนาประมาณ 15 เซนติเมตร หรือ 6 นิ้ว ทำให้มีลักษณะเป็นห้องหรือเซลล์ (Cell) เรียงต่อกันไปตามความยาวของหลุมฝังกลบในแนวราบ ซึ่งวัตถุประสงค์ในการปิดทับก็เพื่อป้องกันแมลงวัน หนู และความชื้น รวมทั้งป้องกันไม่ให้เศษขยะกระจัดกระจายโดยปลิวไปตามกระแสลมด้วย

3) การปิดทับชั้นกลาง

เมื่อทำการปิดทับขยะเป็นห้องหรือเป็นเซลล์ในแต่ละวันและเรียงต่อกันในแนวราบจนสุดความยาวของหลุมฝังกลบแล้ว ด้านบนของเซลล์เหล่านี้ก็จะถูกปิดทับด้วยดินหรือวัสดุอย่างอื่นอีกชั้นหนึ่ง เรียกว่า การปิดทับชั้นกลาง (intermediate cover) ซึ่งในการปิดทับชั้นนี้จะมีความยาวตั้งแต่เซลล์แรกไปจนถึงเซลล์สุดท้ายที่มีการฝังกลบตามแนวราบ ลักษณะเช่นนี้ทำให้เกิดการฝังกลบเป็นชั้นๆ (Lift) โดยดินที่ใช้ปิดทับแต่ละชั้นมีความหนาประมาณ 30 เซนติเมตร หรือ 12 นิ้ว ชั้นดินดังกล่าวนี้จะทำหน้าที่เป็นถนนสำหรับใช้รถขนถ่ายขยะวิ่งเข้าไปทิ้งขยะลงในหลุมฝังกลบได้ ซึ่งจะเป็นการเริ่มต้นการบวนการฝังกลบขยะในชั้นต่อๆไปจนกระทั่งเต็มพื้นที่ของหลุมฝังกลบแห่งนั้น

4) การปิดทับขั้นสุดท้าย

เป็นการปิดทับครั้งสุดท้าย (final cover) ภายหลังจากที่มีการฝังกลบขยะจนเต็มพื้นที่ของหลุมฝังกลบแล้ว ซึ่งสถานที่ฝังกลบแต่ละแห่งจะมีอายุการใช้งานต่างกันตามขนาดของพื้นที่ ในการปิดทับขั้นสุดท้ายนี้ จำเป็นต้องใช้ดินที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร หรือ 24 นิ้ว ขึ้นไป ทั้งนี้ เพื่อป้องกันการกัดเซาะและการไหลบ่าของน้ำฝน รวมทั้ง เพื่อทำการปลูกพืชปกคลุมภายหลังจากสถานที่ฝังกลบถูกปิดลงเนื่องจากหมดอายุการใช้งาน จากนั้นพื้นที่ดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านอื่นต่อไป

2.3 อัตราการเกิดมูลฝอย (Generation Rate) และการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอย (Solid Waste Forecasting)

ธเรศ ศรีสถิต (2553:122) อัตราการเกิดมูลฝอย หมายถึง อัตราการผลิตมูลฝอยต่อหนึ่งหน่วยเวลาต่อประชากร ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ภาวะการผลิตมูลฝอยภายในพื้นที่นั้นๆ เช่น 1 กิโลกรัม/คน/วัน ในการคำนวณหาอัตราการเกิดมูลฝอย สามารถดำเนินการได้ 2 แบบ คือ การหาอัตราการเกิดมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด (at source) และการหาอัตราการเกิดมูลฝอย ณ สถานที่กำจัดมูลฝอยของเมือง (at disposal site)

อัตราการเกิดยะมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด (Generation Rate Source) เป็นอัตราการเกิดมูลฝอยโดยแยกตามแหล่งที่เกิดมูลฝอย เช่น บ้านเรือน ร้านค้า ตลาดสด สถานธุรกิจการค้า ร้านอาหาร โรงแรม สวนสาธารณะ โรงพยาบาล สถานที่อื่นๆ ซึ่งสามารถหาได้โดยการชั่งน้ำหนักมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแหล่งกำเนิดเทียบกับหน่วยของแหล่งกำเนิดนั้นๆ เช่น บ้าน ห้องพัก เตียง คน พื้นที่ของสถานที่ ตัวอย่างอัตราการเกิดมูลฝอยของโรงแรม ประมาณ 0.013 กิโลกรัม/ตารางเมตร/วัน เป็นต้น อัตราการเกิดมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดประเภทเดียวกันจะแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของเมือง ตลอดจนภาวะการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมของเมือง เมืองที่มีการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมของเมืองสูงจะมีอัตราการเกิดขยะมูลฝอยสูงกว่าเมืองที่มีการพัฒนาที่น้อยกว่า

อัตราการเกิดมูลฝอย ณ สถานที่กำจัดมูลฝอยของเมือง (Generation Rate at Disposal Site) สามารถหาได้จากน้ำหนักของมูลฝอย ณ บริเวณที่กำจัดในแต่ละวัน (ปริมาณมูลฝอยที่รถเก็บขนมูลฝอยนำมากำจัด ณ สถานที่กำจัด) แล้วหารด้วยจำนวนประชากรของเมืองหรือเขตที่ให้บริการ วิธีการหาอัตราการเกิดขยะมูลฝอย ณ สถานที่กำจัดสามารถทำได้ ดังนี้

1) การช่างน้ำหนักของมูลฝอยที่บรรทุกมาบนรถเก็บขนมูลฝอย ซึ่งมีวิธีการดังนี้ คือ ในช่วงที่ทำการศึกษาจะทำการช่างน้ำหนักรถยนต์เก็บขนมูลฝอยทุกคันและทุกเที่ยวที่บรรทุกมูลฝอยมายังสถานที่กำจัด อาจทำได้โดยใช้เครื่องช่างขนาดใหญ่ซึ่งช่างได้ทั้งคันรถ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาใช้คำนวณหาอัตราการเกิดมูลฝอยต่อคนต่อวันของประชากรในพื้นที่บริการ และความหนาแน่นของมูลฝอยที่บรรทุกมาในรถเก็บมูลฝอย จากสูตรคำนวณ

$$\text{อัตราการเกิดมูลฝอย (กก/คน/วัน)} = \frac{\text{น้ำหนักของมูลฝอยที่ชั่งได้ (กก/วัน)}}{\text{จำนวนประชากรที่ได้รับบริการเก็บขยะมูลฝอย (คน)}} \quad (2.1)$$

ที่มา: ธเรศ ศรีสถิตย์ (2550:146)

2) การตรวจวัดปริมาตรของมูลฝอยที่บรรทุกมาในรถเก็บขนมูลฝอย วิธีนี้ใช้ในกรณีที่ไม่สามารถหาเครื่องช่างน้ำหนักได้ ดังนั้น การประเมินจึงต้องทำโดยการตรวจวัดปริมาตรของมูลฝอยที่ถูกนำมายังที่กำจัดในช่วงระยะเวลาที่กำหนดไว้ ดังนี้

- กำหนดพื้นที่เทมูลฝอยที่ทราบพื้นที่(ตารางเมตร) แน่นอน แล้วให้รถเก็บขนมูลฝอยทำการเทมูลฝอยที่นำมา ลงบนพื้นที่ดังกล่าวทุกเที่ยวทุกคันตลอดเวลาที่ทำการศึกษา จากนั้นวัดความสูง

เฉลี่ยของกองมูลฝอยซึ่งอยู่ในพื้นที่ที่กำหนดไว้นั้น ทำการบันทึกช่างเวลาจากที่เริ่มต้นกระทั้งเสร็จสิ้นการศึกษา(วัน) ปริมาตรมูลฝอยที่เกิดขึ้นในเวลาหนึ่งวันคำนวณได้จาก

$$\text{ปริมาตรมูลฝอยในเวลาหนึ่งวัน} = \frac{\text{พื้นที่กองมูลฝอย (ม.}^2\text{)} \times \text{ความสูงของกองมูลฝอย (ม.)}}{\text{ช่วงเวลาที่ทำการศึกษา (วัน)}} \qquad (2.2)$$

ที่มา: ธเรศ ศรีสถิตย์ (2553:147)

- จากนั้นใช้ปริมาตรมูลฝอยที่คำนวณได้ มาคำนวณหาน้ำหนักของมูลฝอยนั้นอีกครั้งหนึ่ง โดยใช้ค่าความหนาแน่นของมูลฝอยในกอง(ซึ่งได้มาจากการสำรวจ) ช่วยในการคำนวณดังกล่าว โดยคิดจากสูตร

$$\underset{\text{(ตัน/วัน)}}{\text{น้ำหนักมูลฝอยใน 1 วัน}} = \underset{\text{(ลบ.ม./วัน)}}{\text{ปริมาตรมูลฝอยใน 1 วัน}} \times \underset{\text{(ตัน/ลบ.ม.)}}{\text{ความหนาแน่น}} \qquad (2.3)$$

ที่มา: ธเรศ ศรีสถิตย์ (2553:147)

จากนั้นเมื่อทราบน้ำหนักมูลฝอยที่เกิดขึ้นต่อวันแล้วให้นำจำนวนประชากรที่ได้รับบริการของเมืองมาหาร จะได้อัตราการเกิดมูลฝอย ณ สถานที่กำจัดของเมือง วิธีการนี้อาจไม่แม่นยำเท่ากับการช่างน้ำหนัก แต่ยังมีความเป็นไปได้ในการใช้ทำงานเบื้องต้น

ตามรายงานโครงการสำรวจและวิเคราะห์องค์ประกอบมูลฝอยชุมชนของเทศบาลทั่วประเทศ โดยกรมควบคุมมลพิษ พบว่าเทศบาลในเขตสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 6 มีอัตราการเกิดมูลฝอย ดังนี้

ตารางที่ 2.2 อัตราการเกิดมูลฝอยของเทศบาลต่างๆ

จังหวัด	เทศบาล	อัตราการเกิดมูลฝอย (กก/คน/วัน)
นนทบุรี	เทศบาลนครนนทบุรี	0.96
นนทบุรี	เทศบาลนครปากเกร็ด	1.20
สมุทรปราการ	เทศบาลนครสมุทรปราการ	1.19
ปทุมธานี	เทศบาลนครปทุมธานี	1.80
พระนครศรีอยุธยา	เทศบาลนครศรีอยุธยา	0.90
อ่างทอง	เทศบาลเมืองอ่างทอง	1.53
สิงห์บุรี	เทศบาลเมืองสิงห์บุรี	2.01

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ 2546

ปัจจุบันอัตราการผลิตขยะต่อหัวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตามรายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อมปี 2556 ของกรมควบคุมมลพิษ ระบุว่าอัตราการผลิตขยะต่อหัวของประเทศไทยเพิ่มขึ้นจากปี 2551 เท่ากับ 1.03 กิโลกรัม/คน/วัน เป็น 1.15 กิโลกรัม/คน/วัน ในปี 2556 (กรมควบคุมมลพิษ.2556)

ตามตารางที่ 2.2 จะเห็นได้ว่าเทศบาลนครสมุทรปราการมีอัตราการเกิดขยะมูลฝอย 1.19 กก/คน/วัน ซึ่งเป็นข้อมูลเฉพาะในเขตเมือง และมากกว่าอัตราการเกิดขยะมูลฝอยของประเทศไทย 0.04 กก/คน/วัน แต่เนื่องจากพื้นที่ในการศึกษานี้ครอบคลุมพื้นที่เขตเทศบาลและพื้นที่นอกเขตเทศบาล ดังนั้นในการศึกษานี้จึงเลือกใช้อัตราการเกิดขยะต่อหัวของประเทศไทย 1.15 กก/คน/วัน ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวแทนอัตราการเกิดขยะในเขตเมืองและนอกเขตเมืองของจังหวัดสมุทรปราการได้

2.3.1 การคำนวณหาปริมาณมูลฝอยในอนาคต สามารถทำได้ ดังนี้

$$\text{ปริมาณมูลฝอยปีที่ n} = \text{จำนวนประชากรปีที่ n} \times \text{อัตราการเกิดมูลฝอยในปีที่ n} \quad (2.4)$$

เมื่อ n มีค่า 1,2,3,...,n ปี

ดังนั้นในการคำนวณหาปริมาณมูลฝอยที่จะเกิดขึ้นในแต่ละปี ต้องทราบจำนวนประชากรและอัตราการเกิดมูลฝอยในปีนั้นๆ หากจะหาอัตราการเกิดมูลฝอยในปีต่อๆไป จะต้องพิจารณาถึงอัตราการเพิ่มขึ้นของอัตราการเกิดมูลฝอยเพื่อนำมาคำนวณหาอัตราการเกิดมูลฝอยในปีต่อไป สำหรับการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเกิดมูลฝอยในประเทศไทยในช่วงระยะเวลา 15 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2536-2550) พบว่าในบางปีมีอัตราการเกิดมูลฝอยลดลง ในขณะที่บางปีมีอัตราการเกิดของอัตราขยะมูลฝอยสูงขึ้น แต่โดยเฉลี่ยแล้วตลอดระยะเวลา 15 ปี ประเทศไทยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเกิดมูลฝอยเฉลี่ยอยู่ที่ 0.008 กิโลกรัม/คน/วัน (ธเรศ ศรีสถิตย์. 2553) ตามตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 อัตราการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเกิดมูลฝอยของประเทศไทย

พ.ศ.	ปริมาณมูลฝอย	จำนวนประชากร (คน)	อัตราการเกิดมูลฝอย (กก./คน/วัน)	อัตราการเปลี่ยนแปลง
2536	30,640	58,336,072	0.525	
2537	33,008	59,095,419	0.559	0.033
2538	34,492	59,460,382	0.580	0.022
2539	36,029	60,116,182	0.599	0.019
2540	37,102	60,816,227	0.610	0.011
2541	37,246	61,466,178	0.606	-0.004
2542	37,879	61,661,701	0.614	0.008
2543	38,170	61,878,746	0.617	0.003
2544	38,643	62,308,887	0.620	0.003
2545	39,225	62,799,872	0.625	0.004
2546	39,240	63,079,765	0.622	-0.003
2547	39,956	61,973,621	0.645	0.023

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

พ.ศ.	ปริมาณมูลฝอย	จำนวนประชากร (คน)	อัตราการเกิดมูลฝอย (กก./คน/วัน)	อัตราการเปลี่ยนแปลง
2548	39,221	62,418,054	0.628	-0.016
2549	40,012	62,828,706	0.637	0.008
2550	40,332	63,038,247	0.640	0.003
เฉลี่ย				0.008

ที่มา: ธเรศ ศรีสถิตย์. (2553)

ตัวอย่างการคาดการณ์ขยะมูลฝอยในอนาคต 10 ปี (พ.ศ.2550-2560) ตามตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างการคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยชุมชน

พ.ศ.	ประชากร (คน)	อัตราการเพิ่มขึ้นของอัตราการเกิดมูลฝอย(%)	อัตราการเกิดมูลฝอย (กก./คน/วัน)	ปริมาณมูลฝอย (ตัน/วัน)	ปริมาณมูลฝอย (ตัน/ปี)	ปริมาณมูลฝอยสะสม (ตัน)
2550	20,000	-	0.800	16,000	5,840	5,840
2551	20,500	1.0%	0.808	16,564	6,046	11,886
2552	20,700	1.0%	0.816	16,893	6,166	18,052
2553	21,000	1.0%	0.824	17,309	6,318	24,370
2554	21,630	1.0%	0.823	18,007	6,573	30,942
2555	21,800	0.5%	0.837	18,239	6,657	37,599
2556	22,000	0.5%	0.841	18,498	6,752	44,351
2557	22,500	0.5%	0.845	19,013	6,940	51,291
2558	22,800	0.5%	0.849	19,363	7,067	58,358
2559	23,000	0.5%	0.853	19,631	7,165	65,524
2560	23,500	0.25%	0.855	20,107	7,339	72,863

หมายเหตุ : ให้มีอัตราการเกิดมูลฝอยเฉลี่ยอยู่ที่ 0.800 กิโลกรัม/คน/วัน

2.4 ความรู้เกี่ยวกับหลักเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบทางกายภาพ

เพื่อให้การก่อสร้างหลุมฝังกลบมูลฝอยดำเนินการไปด้วยดี มีความเหมาะสมหลายๆด้าน จำเป็นต้องพิจารณาคัดเลือกสถานที่ให้ดีที่สุด โดยคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ หลายปัจจัยนำมาพิจารณาร่วมกัน ซึ่งเกณฑ์ในการคัดเลือกที่ได้มีการกำหนดไว้มี ดังนี้

2.4.1 หลักเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่สำหรับกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบตามเกณฑ์และมาตรฐานผังเมืองรวม พ.ศ. 2549

กรมโยธาธิการและผังเมือง (2549:84)

1) เป็นพื้นที่ที่มีขนาดเพียงพอในการให้บริการระยะ 5-20 ปี มีความสะดวกในการเข้าถึง

2) ระยะทางจากจุดรวบรวมจัดเก็บมายังสถานที่กำจัดไม่น้อยกว่า 15 กิโลเมตร

3) ห่างจากแหล่งน้ำ ลำคลอง อย่างน้อย 300 เมตร

4) ห่างจากบ่อน้ำบาดาล อย่างน้อย 160 เมตร

5) ห่างจากบ้านพักอาศัยและชุมชน อย่างน้อย 65 เมตร

6) ห่างจากสนามบิน ประมาณ 3 กิโลเมตร

7) ไม่มีแหล่งน้ำใต้ดินตื้น ซึ่งจะทำให้สารพิษละลายปนเปื้อนได้

8) ไม่มีปัญหาน้ำท่วมขัง น้ำไหลผ่าน รองรับการไหลของน้ำ

9) ไม่อยู่ในทิศทางที่กระแสลมพัดกลิ่น และแมลงรบกวนชุมชน

10) ต้องมีการออกแบบพื้นที่ฉนวนรอบสถานที่ฝังกลบห่างจากแนวที่ดินไม่น้อยกว่า 25 เมตร เพื่อลดมลภาวะ

2.4.2 เกณฑ์การคัดเลือกสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยของกรมควบคุมมลพิษ

กรมควบคุมมลพิษ (2552) กรมควบคุมมลพิษได้ประกาศหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่สถานที่ฝังกลบกากของเสีย พ.ศ. 2552 โดยกำหนดให้มีลักษณะ ดังนี้

1) ไม่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ตามมติคณะรัฐมนตรีที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2528

2) ตั้งอยู่ห่างจากแนวเขตโบราณสถานตามพระราชบัญญัติโบราณสถาณโบราณวัตถุศิลปวัตถุและพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติไม่น้อยกว่า 1 กิโลเมตร

3) ตั้งอยู่ห่างจากแนวเขตสนามบินไม่น้อยกว่า 5 กิโลเมตร

4) ตั้งอยู่ห่างจากบ่อน้ำดื่มหรือโรงผลิตน้ำประปาในปัจจุบันไม่น้อยกว่า 700 เมตร

5) อยู่ห่างจากแหล่งน้ำสาธารณะ และแหล่งน้ำที่ใช้เพื่อประโยชน์ของแผ่นดินโดยเฉพาะไม่น้อยกว่า 100 เมตร ในกรณีที่อยู่ห่างน้อยกว่า 100 เมตร ควรมีการป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพของแห่งน้ำดังกล่าว

6) เป็นพื้นที่ที่มีสภาพธรณีวิทยาหรือลักษณะใต้พื้นดินมั่งคงแข็งแรงพอที่จะรองรับขยะมูลฝอย

7) ควรเป็นพื้นที่ดอนในกรณีเป็นพื้นที่ลุ่มที่มีโอกาสเกิดน้ำท่วมฉับพลันหรือน้ำป่าไหลหลากจะต้องมีมาตรการป้องกันแก้ไข

8) ควรเป็นพื้นที่ซึ่งระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกในกรณีที่ระดับน้ำใต้ดินอยู่สูงจะต้องมีมาตรการป้องกันแก้ไข

2.4.3 เกณฑ์การคัดเลือกสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยตามหลักวิศวกรรม

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 3 (2557: ออนไลน์) ในด้านวิศวกรรมมีแนวทางในการคัดเลือกสถานที่ที่เหมาะสมในการฝังกลบทั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการดำเนินการฝัง

กลบมีการลงทุนที่ต่ำแต่ให้ผลตอบแทนสูงมีความมั่นคงแข็งแรง ไม่เป็นที่เสี่ยงภัยจากธรรมชาติ รวมทั้งการเกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดแนวทางการคัดเลือกสถานที่ฝังกลบมูลฝอยให้เหมาะสมที่สุดควรครอบคลุมทั้งด้านวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม

ในการคัดเลือกสถานที่ฝังกลบมูลฝอย ควรมุ่งการเกิดผลประโยชน์สูงสุดและส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมที่อยู่ใกล้เคียงน้อยที่สุดสิ่งที่ขาดไม่ได้ก็คือการมีส่วนร่วมของประชาชนซึ่งจะต้องจัดทำเพื่อรับฟังความคิดเห็นจากประชาชนแล้วนำข้อคิดเห็นเหล่านั้นมาแก้ไขให้ดีขึ้นเพื่อให้เกิดความไว้วางใจของประชาชนและในที่สุดการตกลงร่วมกันก็จะนำมาซึ่งการเลือกสถานที่ที่เหมาะ สมในการกำจัดมูลฝอยได้สำเร็จ ปัจจัยที่นำมาพิจารณาร่วมกัน มีดังต่อไปนี้

1) ระยะทางในการขนส่งมูลฝอยไปกำจัด

ระยะทางในการขนส่งเป็นสิ่งแรกที่ผู้ออกแบบต้องพิจารณา โดยทั่วไประยะทางในการขนส่งยิ่งสั้นยิ่งดี เพราะเป็นการประหยัดพลังงาน ประหยัดเวลาในการทำงานและลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุจากการขนส่ง ระยะทางในการขนส่งไปยังบ่อฝังกลบไม่ควรเกิน 20 กิโลเมตรหากมากกว่านี้จะมีปัญหาเรื่องค่าใช้จ่ายการขนส่ง การเลือกสถานที่ใกล้ที่สุดเป็นกรณีที่เหมาะสม แต่อาจประสบปัญหาอื่นตามมา เช่นการเลือกสถานที่ใกล้เขตเมืองมากอาจได้รับการต่อต้านจากประชาชนซึ่งเป็นเหตุผลทางสังคม ในกรณีที่เลือกสถานที่ที่ไกลเกินไปย่อมส่งผลต่อการสูญเสียเวลาในการเดินทางที่ยาวนานและไม่เป็นการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลงรวมทั้งมีผลต่อการเก็บขนมูลฝอยในรอบต่อๆไป

2) พื้นที่หวงห้าม

พื้นที่หวงห้าม หมายถึงบริเวณที่ไม่สามารถใช้เป็นทางเลือกได้ เพราะบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่มีผลต่อหลุมฝังกลบหรืออาจจะได้รับผลกระทบจากการดำเนินการฝังกลบมูลฝอย เช่น

- หลุมฝังกลบไม่ควรอยู่ในบริเวณพื้นที่น้ำท่วม
- ไม่เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีน้ำท่วมขังตลอดปี
- ไม่เป็นพื้นที่ที่อยู่แนวรอยเลื่อนของพื้นดินหรือแนวที่เกิดแผ่นดินไหวรุนแรง
- ไม่เป็นพื้นที่ที่ไม่มีเสถียรภาพของที่ดินสามารถรองรับน้ำหนักของมูลฝอยที่ฝังกลบได้

นอกจากนี้ยังมีพื้นที่ที่ไวต่อการได้รับผลกระทบจากการฝังกลบคือสนามบินที่อาจจะได้รับผลกระทบจากการที่มีนกมาหาอาหารบริเวณกองมูลฝอยแล้วบินผ่านไปสู่สนามบินอาจทำให้เครื่องบินตกได้

3) ความพร้อมของขนาดที่ดิน

ในการออกแบบหลุมฝังกลบจะวางแผนไว้ 10-20 ปี รวมทั้งต้องมีการลงทุนก่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ อีกหลายอย่าง ย่อมต้องการพื้นที่จำนวนมาก ดังนั้นขนาดของที่ดินที่เพียงพอจะใช้ในการก่อสร้างก็เป็นสิ่งสำคัญหากสถานที่ใดที่มีข้อจำกัดเรื่องขนาดของที่ดินที่ใช้ในการออกแบบย่อมเป็นทางเลือกที่มีความเหมาะสมน้อย

4) การเข้าถึงพื้นที่

การเข้าถึงพื้นที่หลุมฝังกลบเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกประการ เพราะการเข้าถึงหรือทางเข้าหลุมฝังกลบต้องสะดวก ไม่วกวน ควรเป็นเส้นตรงเข้าไปได้ง่าย บางครั้งที่ดินที่เหมาะสมอาจจะอยู่ไกล ทางเข้า-ออกลำบาก ก็เป็นเหตุให้บริเวณนี้ไม่เหมาะสม ทางเลือกที่ดีไม่ควรอยู่ไกลถนนสายหลักมากนัก แต่ก็ไม่อยู่ติดกับถนนสายหลัก ควรคำนวณถึงรูปแบบการขนส่งด้วย หากใช้ทางรถไฟได้ยิ่งดี แล้วลากมูลฝอยเข้ามาในหลุมฝังกลบได้สะดวก การเข้าถึงที่ดินลำบากหรือมีระยะทางยาวย่อมเปิดโอกาสให้เกิดผลกระทบมากขึ้นโดยเฉพาะการวิ่งผ่านชุมชนที่พร้อมจะร้องเรียนทางเลือกนี้อาจไม่เหมาะสมก็เป็นได้

นอกจากนี้พื้นที่ที่อยู่ใกล้กับถนนสายหลักอาจส่งผลกระทบต่อประชาชนที่สัญจรไปมาและอาจได้รับผลกระทบจากกลิ่นแมลงวัน และทัศนียภาพไม่สวยงาม พื้นที่นั้นจะมีความเหมาะสมน้อยลงไปการเข้าถึงพื้นที่ต้องสามารถเข้าถึงได้ทุกฤดูกาล ไม่ว่าจะเป็นฤดูฝน ฤดูร้อน ฤดูหนาว เพราะการกำจัดมูลฝอยต้องดำเนินการทุกๆวัน ไม่สามารถหยุดการกำจัดได้สำหรับการเข้าถึงพื้นที่ฝังกลบจะต้องเป็นทางที่ปลอดภัย ไม่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุอันเนื่องมาจากสภาพทางกายภาพของพื้นที่ เช่น เป็นเนินสูงที่ต้องมีโค้งหลายโค้ง วกวน

5) สภาพของดินและภูมิประเทศ

การพิจารณาพื้นที่ที่เหมาะสม ควรพิจารณาลักษณะของดินบริเวณดังกล่าวด้วยรวมไปถึงสภาพภูมิประเทศบริเวณที่สามารถหาดินมาใช้ในการกลบมูลฝอยที่ดำเนินการแล้วเสร็จ ลักษณะของดินที่จะถูกนำมาใช้ในการกลบมูลฝอยควรเป็นดินร่วนปนทราย เพื่อให้การทำงานและการขนย้ายสามารถดำเนินการได้ง่าย และสามารถกลบปิดมูลฝอยได้ดี สภาพภูมิประเทศที่เอื้ออำนวยในการหาแหล่งดินกลบมูลฝอยย่อมเป็นพื้นที่ที่เหมาะสม ในปัจจุบันการหาดินกลบทับเป็นประเด็นรองลงไป เพราะว่าสามารถหาแผ่นพลาสติกชนิดบางมาคลุมทับมูลฝอยได้สะดวกกว่า แต่อาจมีอายุการใช้งานได้ไม่นานเท่าดิน ซึ่งพบว่าหลุมฝังกลบหลายแห่งในประเทศได้นำวิธีการนำแผ่นพลาสติกมาคลุมทับกองมูลฝอยและรักษาสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าการใช้ดินกลบทับที่มีการทำงานยุ่งยากมากกว่าและราคาค่าดินเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนั้น การเลือกสถานที่ที่เป็นหุบเขาหรือหน้าผาเป็นสิ่งที่ไม่เหมาะสมเพราะในหุบเขาหรือร่องเขามักมีลำธารเล็กๆไหลอยู่ข้างๆ หากเลือกเป็นที่ฝังกลบต้องหาวิธีการระบายน้ำทดแทนซึ่งเป็นการลงทุนที่สูงมาก

6) สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศบริเวณสถานที่ที่จะเลือกมาเป็นสถานที่ฝังกลบมูลฝอยเป็นประเด็นในการพิจารณาอีกประเด็นหนึ่งเพราะฤดูกาลต่างๆมีผลต่อการทำงานฝังกลบมูลฝอย เช่น ฤดูฝนหากฝนตกหนักมากจนไม่สามารถดำเนินการฝังกลบได้ ต้องหยุดรับมูลฝอยเข้ามาฝังกลบหรือแม้แต่ในฤดูที่ลมเปลี่ยนทิศทางอาจมีผลต่อผู้อยู่ท้ายลมจะได้รับผลกระทบจากกลิ่นและเศษมูลฝอยที่ปลิวไปตามลม

7) ลักษณะน้ำผิวดิน

ประเด็นของน้ำผิวดินเป็นประเด็นที่สำคัญเช่นกัน ซึ่งควรพิจารณาสภาพการไหลของน้ำผิวดิน ทิศทางการไหลผ่านหลุมฝังกลบและความรุนแรงของน้ำผิวดิน โดยผู้ออกแบบต้องให้ความ

สำคัญเพราะอาจเป็นปัญหาการเกิดน้ำท่วมหลุมฝังกลบได้ ทิศทางการไหลของน้ำพิจารณาได้จากลักษณะของลุ่มน้ำและแม่น้ำสายหลัก สายรอง หากพื้นที่ที่เลือกไม่อยู่ในบริเวณทิศทางน้ำไหลผ่านย่อมเป็นทางเลือกที่ดี หากมีความจำเป็นที่ต้องเลือกบริเวณดังกล่าวผู้ออกแบบต้องลงทุนสูงมากกว่าพื้นที่ที่ไม่อยู่ในแนวน้ำผิวดินไหลผ่าน

8) สภาพธรณีวิทยา และอุทกธรณีวิทยา

สภาพธรณีวิทยาด้านล่างของหลุมฝังกลบเป็นสิ่งสำคัญ เพราะการขุดหลุมฝังกลบลงไปบริเวณที่มีสภาพใต้ดินไม่เอื้ออำนวยย่อมเป็นเหตุให้หลุมฝังกลบส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อาทิการปนเปื้อนของน้ำชะมูลฝอยในน้ำใต้ดินและแพร่กระจายไปถึงบ่อน้ำตื้นของชาวบ้านที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงหรือก๊าซมีเทนที่เกิดจากหลุมฝังกลบแพร่กระจายไปตามช่องว่างใต้ดินไปสู่ที่ดินของชาวบ้าน ความมั่นคงของหลุมฝังกลบไม่ดี มีการยุบตัวตามชั้นดินด้านล่างเป็นต้น

หากจะทำการป้องกันการไหลของน้ำใต้ดินเข้ามาสู่ก้นหลุมฝังกลบย่อมทำได้ แต่อาจมีราคาสูงเกินความจำเป็น จึงควรพิจารณาพื้นที่อื่นๆ ที่มีความเหมาะสมมากกว่าโดยค่าก่อสร้างไม่สูงมากหากพบว่าระดับน้ำใต้ดินอยู่ตื้นมากๆผู้ออกแบบควรหลีกเลี่ยงและให้ความสำคัญพื้นที่นั้นเป็นทางเลือกสุดท้าย

9) สภาพแวดล้อมของท้องถิ่น

สภาพแวดล้อมของทางเลือกเป็นสิ่งสำคัญเช่นกันอาทิ ชุมชน เขตอุตสาหกรรมธุรกิจการค้า หากต้องพิจารณาเลือกย่อมเป็นการเสี่ยงอย่างมากเพราะผู้ได้รับผลกระทบเป็นผู้ร้องเรียนจนทำให้เกิดการคัดค้านและต่อต้าน ควรเลือกพื้นที่ที่ห่างไกลประชาชนรวมทั้งการมีแนวกันชนรอบๆไว้อย่างแน่นหนาแม้ว่าการดำเนินการฝังกลบจะกระทำได้ดี แต่อาจมีบางประเด็นที่ผู้ดำเนินการไม่สามารถควบคุมได้ อาทิ กลิ่น ฝุ่น เสียงดัง แมลงวัน เป็นต้น ดังนั้น ในการเลือกที่ดินไม่ควรเลือกบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมเป็นชุมชนมีประชาชนอาศัยอยู่เด็ดขาด

10) การใช้ที่ดินหลังจากฝังกลบเต็มแล้ว

การวางแผนใช้ที่ดินหลังจากฝังกลบเต็มแล้ว เป็นประเด็นที่ผู้คัดเลือกสถานที่จะต้องพิจารณาให้ความสำคัญว่าเมื่อมูลฝอยเต็มหลุมแล้วจะใช้ที่ดินบริเวณนี้ให้ได้ประโยชน์อย่างไร จึงควรเริ่มต้นตั้งแต่การวางแผน ออกแบบ ก่อสร้างและเตรียมการเมื่อมูลฝอยเต็มหลุมฝังกลบเช่นการใช้เป็นส่วนสาธารณะให้ประชาชนได้ไปพักผ่อนได้อย่างสะดวกและมีความสวยงาม

ตารางที่ 2.5 ลักษณะของพื้นที่ที่ใช้พิจารณาคัดเลือกสถานที่ก่อสร้างหลุมฝังกลบ

ลักษณะของพื้นที่	กรมควบคุมมลพิษ	กรมโยธาธิการฯ	Simone Leao ,Ian Bishop, David Evans 2004	อาณัติ ต๊ะปินตา อ้างจาก: Shah,2000
1.ความลึกของน้ำใต้ดิน (grounddwater depth)	√	√	-	≥3 เมตร
2.คุณสมบัติของดิน (soil properties)	√	-	√	clay
3. ความลาดชัน (slop)	-	-	≤20%	≤15%
4.ระห่างจากแหล่งน้ำ	≥100 เมตร	≥300 เมตร	≥300 เมตร	≥300 เมตร
5.ระยะทางระบบเครือข่ายถนน	-	-	≥100 เมตร	-
6.ระยะห่างจากสวนสาธารณะ	-	-	≥300 เมตร	-
7.ระยะห่างจากชุมชน	≥1 กิโลเมตร	≥65 เมตร	√	-
8.ระยะห่างจากโบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ	≥1 กิโลเมตร	-	-	-
9.แนวเขตสนามบิน	≥5 กิโลเมตร	≥3 กิโลเมตร	-	-

หมายเหตุ √ มีการกล่าวถึงแต่ไม่ได้ระบุเป็นตัวเลข

\- ไม่มีการระบุถึง

ที่มา : กรมโยธาธิการและผังเมือง (2549:84), กรมควบคุมมลพิษ (2552), Simone Leao.et.al (2004), อาณัติ ต๊ะปินตา (2553)

2.4.4 วิธีการในการคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบ

ในการคัดเลือกสถานที่โดยการจัดลำดับความสำคัญมีหลายวิธีที่ขึ้นอยู่กับความสะดวก ความสามารถของผู้ออกแบบเองว่าจะเลือกใช้วิธีใดโดยอาศัยหลักการประเมินผลกระทบเป็นสำคัญ

1) วิธีการแบบ Ad Hoc Committee

เป็นวิธีการประชุมหารือกันระหว่างผู้ทรงคุณวุฒิ หรือคณะบุคคลที่มีความสามารถในการแนะนำหรือชี้ประเด็นต่างๆของแต่ละทางเลือก โดยอาจร่วมกันให้คะแนนหรือจัดกลุ่มความเหมาะสมของแต่ละทางเลือก เพื่อให้ที่ประชุมลงความเห็นคัดเลือกสถานที่ตามความรู้ของผู้ทรงคุณวุฒิ อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ยังมีข้อจำกัดในการทำงาน คือ

- ไม่มีหลักประกันว่าผู้ทรงคุณวุฒิจะประเมินความเหมาะสมด้วยหลักเกณฑ์เดียวกัน ดังนั้นจึงเกิดความแตกต่างทางความเห็น แต่หากคณะกรรมการพิจารณามีความคิดเห็นไปในทางเดียวกันในประเด็นนี้อาจจะไม่ใช่ข้อจำกัดของวิธีการนี้ก็ได้

- ไม่มีหลักประกันว่าจะพิจารณาครอบคลุมประเด็นด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อมอย่างครบถ้วนทั้งนี้เพราะเป็นข้อจำกัดของคณะกรรมการร่วมพิจารณา

- ไม่มีหลักประกันว่าในการพิจารณาได้ให้ความสำคัญของประชาชนผู้อยู่ใกล้เคียงหรือไม่

- วิธีการนี้ไม่สามารถสอบย้อนกลับคืนไปตั้งแต่ต้นได้และไม่สามารถเข้าไปตรวจ สอบในรายละเอียดได้เพราะล้วนแต่เป็นความคิดความสามารถของผู้ทรงคุณวุฒิ

แม้ว่าวิธีการนี้ไม่สามารถให้ความกระจ่างแก่ประชาชนทั่วไปและมีความยุ่งยากในการนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้ แต่ก็มีส่วนดีอยู่บ้าง คือ ในกรณีที่สรุปประเด็นเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจโดยเฉพาะความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิ

2) วิธีการใช้รายงานตรวจสอบ (Checklist method)

เป็นวิธีการเปรียบเทียบและประเมินผลทางเลือกต่างๆ ด้วยการตรวจสอบรายการที่ถูกกำหนดไว้สำหรับเปรียบเทียบแต่ไม่ได้บังคับให้เปรียบเทียบ ซึ่งผลที่ได้จากการประเมินแบบนี้จะแสดงเพียงแต่ว่าทางเลือกใดยอมรับได้หรือยอมรับไม่ได้รายการตรวจ สอบนี้จะสามารถพิจารณาได้หลายวิธีเพื่อให้เราสามารถเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งมีการตรวจสอบ 2 ส่วน

2.1) รายการตรวจสอบแบบการประเมิน

- ประเมินแบบไม่จัดลำดับทุกๆทางเลือกมีความสำคัญเท่ากันการประเมินแบบนี้จะใช้หลักการง่ายๆว่าทางเลือกใดมีความโดดเด่นและเหมาะสมมากที่สุดตามบัญชีรายการตรวจสอบ

- การประเมินแบบการให้คะแนนความสำคัญของแต่ละรายการที่ถูกนำมาใช้ในการตัดสินใจ ทั้งนี้การให้คะแนนหรือน้ำหนักตามรายการตรวจสอบของแต่ละทางเลือกโดยคะแนนหรือน้ำหนักที่ให้จะเป็นตัวบ่งชี้ความสำคัญของทางเลือกได้ดี บางครั้งการจัดลำดับการให้คะแนนอาจมีตัวคูณเพื่อให้เห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน เพราะในรายการตรวจสอบแต่ละข้ออาจมีคะแนนหรือ

ความสำคัญไม่เท่ากันและการให้น้ำหนักหรือคะแนนของแต่ละรายการก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของทางเลือกเป็นสำคัญด้วย

- การกำหนดระดับการยอมรับของแต่ละทางเลือกด้วยรายการตรวจสอบซึ่งการประเมินแบบนี้อาศัยหลักเกณฑ์มาตรฐานหรือค่าที่ยอมรับได้ของแต่ละรายการตรวจสอบ แล้วนำมาพิจารณาในแต่ละทางเลือกถ้าหากทางเลือกใดมีผลการประเมินผ่านเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนดไว้ก็ถือว่าทางเลือกนั้นอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และสมควรนำไปพิจารณาต่อไปในทางตรงกันข้าม หากทางเลือกใดไม่เป็นที่ยอมรับจะถูกกำจัดออกไป ไม่ต้องนำมาพิจารณาเพราะไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

2.2) การบ่งชี้ผลกระทบของรายการตรวจสอบ สามารถดำเนินการด้วยรายการตรวจ สอบด้านสิ่งแวดล้อมเศรษฐกิจ และสังคม ซึ่งการประเมินผลกระทบนี้ต้องมั่นใจว่าผู้ดำเนินการได้ประเมินครอบคลุมทุกประเด็นที่เกี่ยวข้อง นอกจากนั้นยังมีการตรวจสอบโดยใช้แบบสอบถามที่สัมพันธ์กับผลกระทบสิ่งแวดล้อมของทางเลือกต่างๆ

สำหรับวิธีการใช้รายการตรวจสอบนี้เป็นการคัดเลือกทางเลือกต่างๆที่สามารถบ่งชี้ทางเลือกที่ดีหรือเหมาะสมได้ในระดับที่ดี เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจคัดเลือกซึ่งในปัจจุบันนี้วิธีการนี้เป็นที่นิยมแพร่หลาย สามารถนำไปใช้ได้กับการคัดเลือกโครงการอื่นได้เช่นกัน

2.3) การประเมินด้วยหลักการทางเศรษฐกิจ

เป็นการประเมินที่ใช้หลักเศรษฐศาสตร์เข้ามาประกอบการตัดสินใจซึ่งต้องพยายามที่จะแสดงแต่ละประเด็นของการพิจารณาออกมาเป็นเงินหรือตีค่าเป็นเงิน เช่น ค่าลงทุน ผลตอบแทน รวมไปถึงค่าดำเนินการและบำรุงรักษา แต่ละทางเลือกจะถูกประเมินในประเด็นทางเศรษฐกิจออกมาเป็นเงินทางเลือกใดที่มีราคาสูงจะถูกกำจัดออกไปไม่นำมาพิจารณา วิธีการนี้มีข้อด้อยตรงที่การเอาเงินมาเป็นหลักในการตัดสินใจ ย่อมไม่ยุติธรรมกับผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมหรือด้านสังคม และมีความยุ่งยากที่จะอธิบายให้ประชาชนเข้าใจโดยเฉพาะบางประเด็นก็ไม่สามารถตีค่าออกมาเป็นเงินได้

2.5 การคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบขยะด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.5.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)

2.5.1.1 ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึง ขบวนการของการใช้คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซอฟต์แวร์ (Software) ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic Data) และการออกแบบ (Personal Design) ในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของการจัดเก็บข้อมูลการปรับปรุงข้อมูลการคำนวณและการวิเคราะห์ข้อมูลให้แสดงผลในรูปข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ในทางภูมิศาสตร์ หรือหมายถึง การใช้สมรรถนะของคอมพิวเตอร์ในการจัดเก็บและการใช้ข้อมูล เพื่ออธิบายสภาพต่างๆ บน

พื้นผิวโลก โดยอาศัยลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ นั่นเอง สุระ(2546) อ้างโดยวีรศักดิ์ เสียงหวาน (2551)

2.5.1.2 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System Component)

สามารถแบ่งได้ออกเป็น 5 ส่วนหลักๆโดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Computer Hardware) คือ เครื่องคอมพิวเตอร์รวมไปถึงอุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆ เช่น ดิจิไทเซอร์ (Digitizer) สแกนเนอร์ (Scanner) เครื่องพิมพ์ (Plotter, Printer) เป็นต้น เพื่อใช้ในการนำเข้าข้อมูลประมวลผลและแสดงผลจากการทำงาน

2) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer Software) คือ ชุดของคำสั่งสำเร็จรูป เช่น โปรแกรม ArcGIS, ArcView, Arc/Info เป็นต้น ซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชั่นการทำงานหรือเครื่องมือที่จำเป็นต่างๆ สำหรับนำเข้าและปรับแต่งข้อมูลจัดการระบบฐานข้อมูลเรียกค้นวิเคราะห์และจำลองภาพ

3) ข้อมูล (Data) คือ ข้อมูลต่างๆ ที่จะใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และถูกจัดเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูลโดยได้รับการดูแลจากระบบจัดการฐานข้อมูล (Database management)

4) บุคลากร (People) คือ ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น ผู้นำเข้าข้อมูลช่างเทคนิค ผู้ดูแลระบบฐานข้อมูล ผู้เชี่ยวชาญสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล ผู้บริหารที่ต้องใช้ข้อมูลในการตัดสินใจ บุคลากรจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในระบบ เนื่องจากถ้าขาดบุคลากรข้อมูลที่มีอยู่ก็จะไม่มีคุณค่าใดๆเลยเพราะไม่ได้ถูกนำไปใช้งาน

5) กระบวนการในการดำเนินการ (Procedure) คือ วิธีการที่องค์กรนั้นๆนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไปใช้งานโดยแต่ละระบบแต่ละองค์กรย่อมมีความแตกต่างกันออกไป ฉะนั้นผู้ปฏิบัติงานต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดกับปัญหาของหน่วยงานนั้นๆ

2.5.1.3 ลักษณะโครงสร้างของข้อมูล (Data Structure) ในระบบ GIS

แบ่งออกได้ 2 ลักษณะคือ

1) ลักษณะโครงสร้างแบบเวกเตอร์ (Vector Structure) ข้อมูลในระบบเวกเตอร์นั้นใช้ลักษณะของจุดและเส้นในการแสดงลักษณะทางภูมิศาสตร์ โดยจุดที่เชื่อมโยงต่อกันเป็นเส้นตรงเรียกว่า “อาร์ค” (Arc) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของข้อมูล รูปแบบเส้น เช่น ถนน แม่น้ำ เป็นต้น ส่วนอาร์คที่ต่อกันเป็นขอบเขตหรือพื้นที่เรียกว่า Polygon โดยจะใช้คู่ของพิกัด X และ Y เป็นตัวชี้ตำแหน่งและลักษณะของสิ่งต่างๆ แล้วผ่านการจัดการเพื่อให้ได้รูปร่าง ลักษณะและรายละเอียดตามที่ต้องการ ซอฟท์แวร์ตัวหลักที่ใช้กับระบบนี้ได้แก่ ARC/INFO เป็นต้น

2) ลักษณะโครงสร้างแบบราสเตอร์ (Raster Structure) จะประกอบด้วยลักษณะของช่องสี่เหลี่ยมที่เรียกว่า “กริด” (Grid Cell or Pixels) โดนส่วนใหญ่จะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดของกริดขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้หรือรายละเอียด(Resolution) ของข้อมูลนั้น เช่น ข้อมูลดาวเทียม เป็นต้น ในแต่ละกริดจะบรรจุตัวเลข ซึ่งแทนค่าหรือชนิดของข้อมูลที่จะนำมาทำแผนที่โดยมีแถวแนวนอน (Row) และแถวแนวตั้ง (Column) เป็นตัวกำหนดตัวตำแหน่งและทิศทาง ลักษณะของข้อมูลแบบจุดจะถูกแทนค่าด้วยกริดเดียว ข้อมูลแบบเส้นแทนค่าด้วยจำนวนกริดที่อยู่ใกล้เคียงและอยู่ต่อเนื่องกันตามแนวที่กำหนด และข้อมูลแบบพื้นที่จะแทนค่าด้วยความสัมพันธ์และปริมาณการกระจายไปยังกริดใกล้เคียง ซึ่งลักษณะโครงสร้างแบบราสเตอร์นี้จะง่าย

สำหรับการใช้กับคอมพิวเตอร์ในการจัดเก็บ การคำนวณและการแสดงผล ตัวอย่างซอฟท์แวร์ ของระบบนี้ ได้แก่ ILWIS (Integrated Land and Watershed Management Information System), SPANS, IDRISI, ERDAS เป็นต้น (จุมพล,2557:23)

2.5.1.4 กระบวนการในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System Procedure)

สามารถแบ่งได้ออกเป็น 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การวิเคราะห์ปัญหาและการกำหนดวัตถุประสงค์ (Objective and Problem Recognition) การวิเคราะห์ปัญหาและการกำหนดวัตถุประสงค์เป็นขั้นตอนแรกและสำคัญที่สุดในการดำเนินงานที่เกี่ยวกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทั้งนี้นักจัดการและนักวิเคราะห์ที่ต้องการนำระบบ GIS เพื่อไปประยุกต์ใช้นั้นจะต้องทราบวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนก่อนการดำเนินงานในขั้นตอนต่างๆ

2) การจัดเตรียมฐานข้อมูล (Database Preparation) ในการจัดเตรียมฐานข้อมูลประกอบด้วนส่วนต่างๆ ที่สำคัญ ดังนี้

2.1) การนำเข้าข้อมูล (Data Capture) การนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นการแปลงข้อมูลเชิงพื้นที่ให้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Data) วิธีการที่ใช้ในการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่นั้นมีหลายรูปแบบด้วยกัน

2.2) การตรวจสอบและแก้ไขข้อมูล (Data Verification and Correction) ถือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ เนื่องจากข้อมูลต่างๆที่จะนำไปดำเนินการในการวิเคราะห์จะต้องมีความถูก ต้องตามมาตรฐานที่กำหนด ไม่เช่นนั้นแล้วข้อมูลที่ไม่ถูกต้องก็จะส่งผลให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์หรือคำนวณมีความคลาดเคลื่อนไปจากสิ่งที่ควรจะเป็น

2.3) การจัดเก็บข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Data Storage in GIS Format) การจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบจุด เส้น หรือโพลีกอน จะถูกจัดเก็บโดยอ้างอิงจากค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์เสมอ

2.4) การสร้างความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial Topology) ข้อมูลเชิงพื้นที่โดยทั่วไปจะมีลักษณะเฉพาะของแต่ละข้อมูล (Each Graphic Object) ข้อมูลจะสามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละข้อมูลได้อย่างสมบูรณ์จะต้องมีการเชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลเชิงเฉพาะ (Attribute Data) ที่เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละข้อมูลนั้นๆเข้าด้วยกันหลังจากการสร้างความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แล้วข้อมูลต่างๆ จะสามารถนำมาวิเคราะห์เชิงพื้นที่ได้ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นไปอย่างสมบูรณ์และรวดเร็ว

2.5) การจัดการฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System Database Management) ในการจัดเก็บข้อมูลจะดำเนินการโดยจัดสร้างเป็นฐานข้อมูล (Database) ที่ประกอบไปด้วยข้อมูลเชิงพื้นที่จะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้งานที่ต้องการโดยการจัดเก็บจะอยู่ในรูปแบบและลักษณะที่เชื่อมโยง และมีความสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงเฉพาะ (Attribute Data) หรือข้อมูลเชิงบรรยาย (Descriptive Data) ข้อมูลจะมีความถูกต้องสะดวกและรวดเร็วต่อการปรับแก้และเรียกใช้

3) การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีความสามารถในการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่หลายชั้นข้อมูลมาซ้อนทับกัน (Overlay) เพื่อทำการวิเคราะห์โดยใช้คอมพิวเตอร์ตามวัตถุประสงค์หรือตามแบบจำลอง (Model) ซึ่งอาจเป็นการเรียกค้นข้อมูลอย่างง่าย

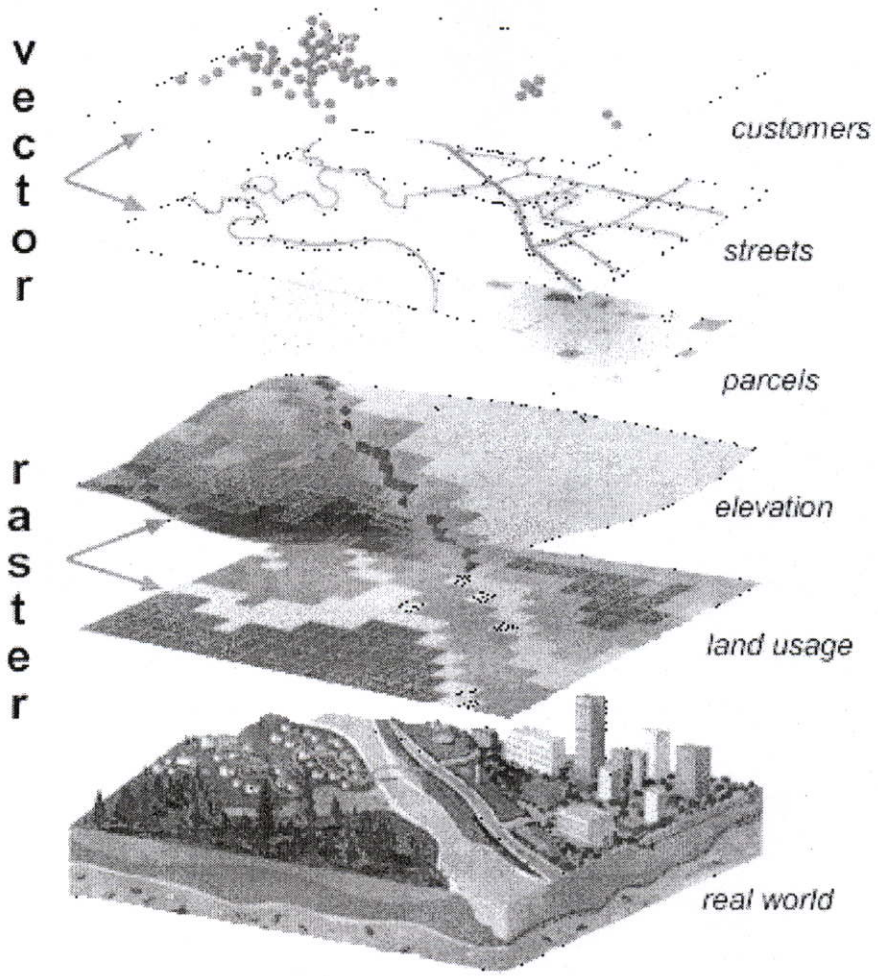
หรือซับซ้อนตามเงื่อนไขของโมเดลทางสถิติ หรือโมเดลทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากชั้นข้อมูลต่างๆ ถูกจัดเก็บโดยอ้างอิงค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์

4) การแสดงผลข้อมูล (Data Presentation) การแสดงผลจากการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มักจะแสดลงผลด้วยตัวอักษร (Texts) และรูปภาพ (Images) หรือใช้แสดงร่วม กันนอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลในรูปของตาราง (Tables) และแผนภาพ (Charts) ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์มักจะนำไปใช้ในการทำแผนที่ต่างๆ

2.5.2 วิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่

2.5.2.1 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

GIS เป็นเทคโนโลยีที่เป็นที่นิยมกันมาก พื้นฐานของ GIS คือ เป็นเครื่องมือทางคอมพิวเตอร์สำหรับแก้ไขปัญหาต่าง ๆ สามารถที่จะประมวลข้อมูลจากหลายแหล่ง และนำมาเสนอให้เราได้เข้าใจและค้นหาปัญหา จากข้อมูลพื้นโลกจริงก็จะถูกจัดเก็บลงเป็นฐานข้อมูลแล้วถูกนำมาเสนอผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลของ GIS จะจัดเก็บข้อมูลเป็นกลุ่มของ Layers หรือ Themes โดยทุกๆ Layer จะเชื่อมโยงกันโดยค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดยในแต่ละ Layer จะประกอบ ด้วยข้อมูลที่มีลักษณะเดียวกัน เช่น ถนน ขอบเขตจังหวัด เป็นข้อมูลเส้น รูปแบบการจัดเก็บแบบง่ายๆนี้ เป็นแนวทางที่มีประโยชน์มากในการแก้ไขปัญหาของพื้นโลกจริง หลักการสำคัญของการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) คือ ข้อมูลที่นำเข้ามาวิเคราะห์ควรมีความถูกต้อง หากข้อมูลที่นำมาใช้เป็นข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง การวิเคราะห์ก็จะไม่เกิดประโยชน์ใดๆ ตัวอย่างชั้นข้อมูลต่างๆ ที่เชื่อมโยงกันโดยค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ ตามภาพที่ 2.1

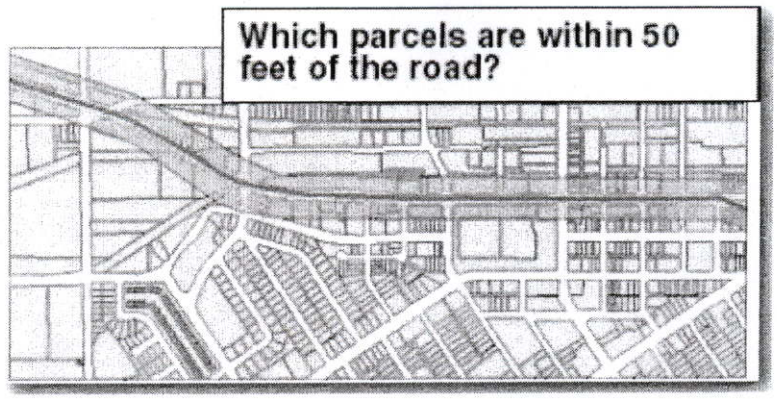


ภาพที่ 2.1 ชั้นข้อมูลต่างๆ ที่เชื่อมโยงกันโดยค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์

ที่มา: Geographic Information System in Urban and Environmental Planning.(ออนไลน์). สืบค้นเมื่อวันที่ 28 พฤศจิกายน พ.ศ.2557 เวลา 13.00 น. .(ออนไลน์).
แหล่งที่มา : http://www.dnp.go.th

การวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ส่วนมากจะใช้มากกว่า 1 ชุดข้อมูล และทำการวิเคราะห์ตามขั้นตอนไปจนถึงผลสุดท้ายที่ต้องการ ในระบบ GIS จะต้องสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อที่ตอบคำถามและแก้ไขปัญหาที่กำหนดขึ้นไว้ การวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์มีหลายประเภท ในบทเรียนชุดนี้ไม่สามารถครอบคลุมทั้งหมดได้ การวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์โดยทั่วไปมีอยู่ 2 ประเภทหลักดังต่อไปนี้

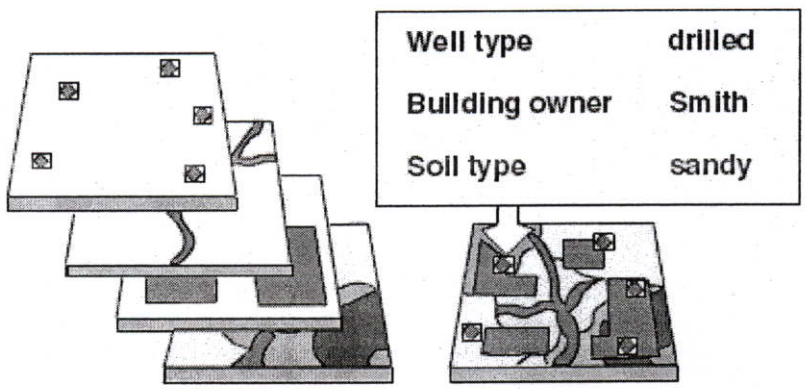
1) การวิเคราะห์สิ่งใกล้เคียง (Proximity analysis) การวิเคราะห์สิ่งใกล้เคียง ใช้สำหรับหาสิ่งที่ต้องการภายในระยะของบริเวณที่ตั้งคำถาม เช่น มีบ้านอยู่เท่าไรที่อยู่ภายในระยะทาง 100 เมตร จากแม่น้ำหลักมีลูกค้าอยู่เท่าไรที่อยู่ภายในระยะทาง 10 กิโลเมตร จากร้านค้า พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกถั่วภายใน 500 เมตร ในการวิเคราะห์สิ่งใกล้เคียงบ่อยครั้งจะใช้เทคนิคทาง GIS ที่เรียกว่าบัฟเฟอร์ (Buffering) เพื่อตรวจหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล



ภาพที่ 2.2 การวิเคราะห์สิ่งใกล้เคียงเพื่อตรวจหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

ที่มา: Geographic Information System in Urban and Environmental Planning.(ออนไลน์). สืบค้นเมื่อวันที่ 28 พฤศจิกายน พ.ศ.2557 เวลา 13.00 น..(ออนไลน์).
แหล่งที่มา : http://www.dnp.go.th

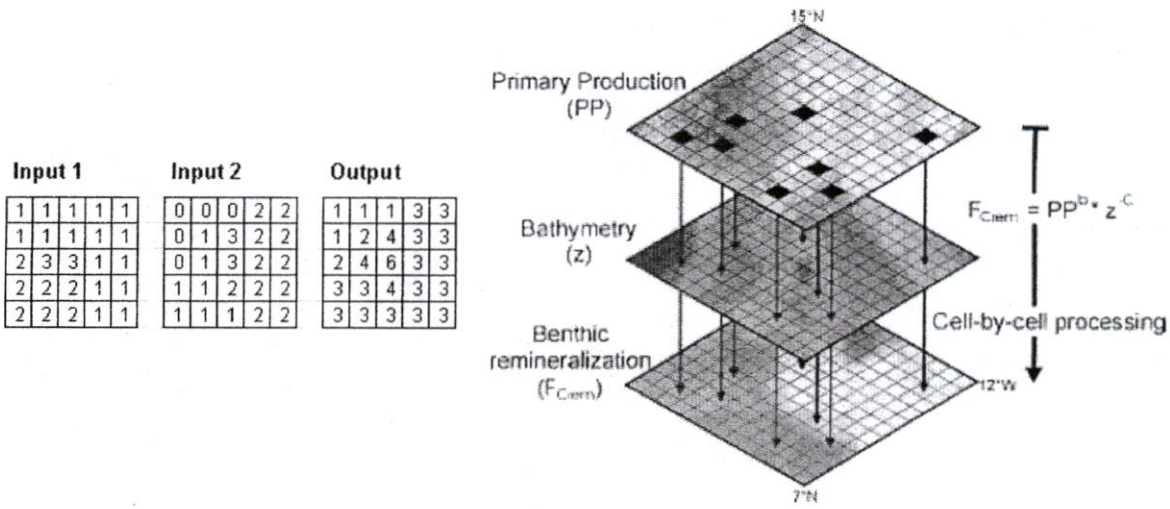
2) การวิเคราะห์การซ้อนทับ (Overlay analysis) เป็นการวิเคราะห์โดยนำข้อมูลต่างชั้นข้อมูลกันมาประมวลผลโดยการซ้อนทับกัน ซึ่งสามารถทำวิธีการง่ายๆ ด้วยการซ้อนทับกันบนแผ่นใส การวิเคราะห์การซ้อนทับจำเป็นต้องใช้หลายชั้นข้อมูลมาวิเคราะห์จนได้ผลที่ต้องการเป็นชั้นข้อมูลหนึ่ง เช่น การซ้อนทับระหว่าง ข้อมูลดิน ความลาดชัน และ พืชพรรณ ข้อมูลเจ้าของที่ดินกับข้อมูลการประเมินภาษีที่ดิน



ภาพที่ 2.3 การวิเคราะห์โดยนำข้อมูลต่างชั้นข้อมูลกันมาประมวลผลโดยการซ้อนทับกัน

ที่มา: Geographic Information System in Urban and Environmental Planning.(ออนไลน์). สืบค้นเมื่อวันที่ 28 พฤศจิกายน พ.ศ.2557 เวลา 13.00 น..(ออนไลน์).
แหล่งที่มา : http://www.dnp.go.th

3) การวิเคราะห์เชิงคำนวณ (Map Algebra) เป็นการวิเคราะห์โดยนำข้อมูลมาประมวล ผลโดยการใช้การคำนวณทางคณิตศาสตร์ สถิติ พีชคณิต ตามแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เช่น Space Syntax model, cellular automata



ภาพที่ 2.4 การวิเคราะห์เชิงคำนวณ (Map Algebra)

ที่มา: Geographic Information System in Urban and Environmental Planning.(ออนไลน์). สืบค้นเมื่อวันที่ 28 พฤศจิกายน พ.ศ.2557 เวลา 13.00 น..(ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.dnp.go.th

ตัวอย่างงานศึกษาที่ประยุกต์ใช้ระบบสาระสนเทศภูมิศาสตร์ในการคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชมัยพร กันกง : ศึกษาหาพื้นที่ที่มีศักยภาพในการตั้งศูนย์ฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ในเขตตำบลทุ่งทอง อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี โดยใช้ปัจจัยทางด้านกายภาพ สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคมมาประเมินด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และการศึกษาความคิดเห็นของประชาชนในพื้นที่ในการตั้งศูนย์ฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล โดยการสัมภาษณ์ครัวเรือนกลุ่มตัวอย่างที่อาศัยในพื้นที่ที่มีศักยภาพในการตั้งศูนย์ฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

Simone Leao , Ian Bishop , David Evans 2004: สร้างแบบจำลองภูมิศาสตร์เชิงพื้นที่ สำหรับความต้องการและการจัดสรรของพื้นที่ฝังกลบขยะในเมืองที่กำลังเจริญเติบโต โดยบูรณาการระหว่าง ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS และ หลักการ Cellular automata (CA) ใช้ CA ในการคาดการณ์การขยายตัวของเมืองในอนาคต และ GIS ในการหาความเหมาะสมของพื้นที่ฝังกลบเมื่อเวลาผ่านไป โดยกำหนดให้แบบจำลองมีความแตกต่างของรูปแบบการเจริญเติบโตของเมือง การจัดการของเสีย และการประเมินค่าของที่ดิน และหลักเกณฑ์ทางสิ่งแวดล้อมสำหรับที่ตั้งที่เหมาะสมในการคัดเลือกเป็นพื้นที่ฝังกลบ มาเป็นปัจจัยในการคาดการณ์สถานที่ที่เหมาะสมในการจัดทำเป็นพื้นที่ฝังกลบกรณีตัวอย่างเมือง Porto Alegre ประเทศบราซิล ในช่วงเวลาระหว่างปี 2000 - 2050

จุมพล วิเชียรศิลป์ และคณะ (2557) : ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อศึกษาหาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการฝังกลบขยะมูลฝอย กรณีศึกษาอำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ โดยการวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพ และใช้ AHP ในการเปรียบเทียบน้ำหนักของปัจจัยที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ

2.5.2.2 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process: AHP)

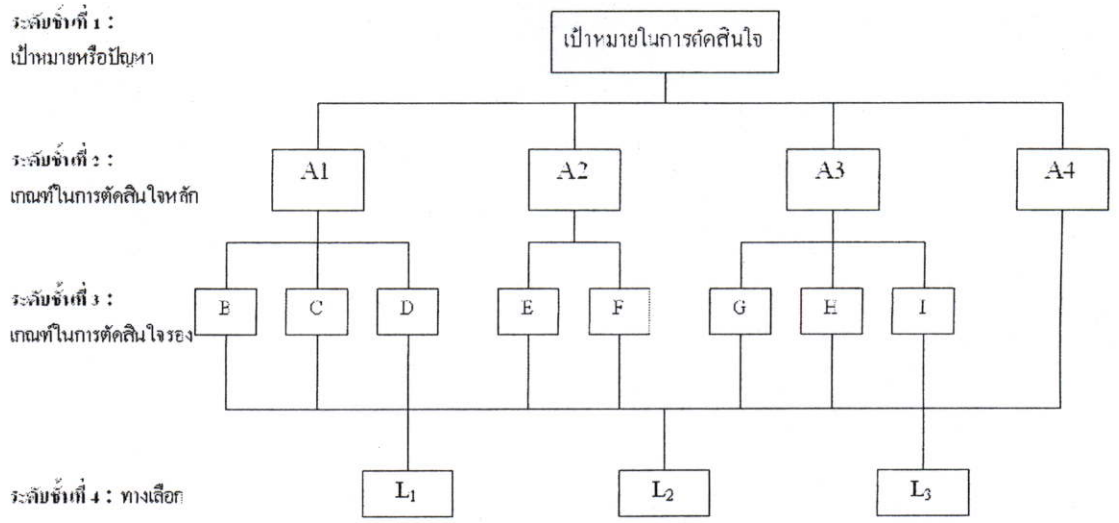
สุธรรม อรุณ (2557) กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process: AHP) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการ "วัดค่าระดับ" ของการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและให้ผลการตัดสินใจที่ถูกต้องตรงกับเป้าหมายของการตัดสินใจได้มากที่สุด กระบวนการที่ว่านี้ได้รับการคิดค้นเมื่อปลายทศวรรษที่ 1970 โดยศาสตราจารย์ Thomas Saaty แห่งมหาวิทยาลัยเพนซิลวาเนีย ตั้งแต่กระบวนการนี้ได้รับการคิดค้นขึ้นมา ก็มีการนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องที่เกี่ยวกับการตัดสินใจต่างๆมากมาย เช่น การตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินงานทางธุรกิจ ได้แก่ การสั่งซื้อวัตถุดิบการเลือกสถานที่ในการประกอบการ การกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดฯลฯ รวมถึงการประยุกต์ใช้ในเรื่องของการบริหารทรัพยากรบุคคลในองค์กร เช่น การจัดลำดับความสามารถของพนักงานการประเมินทางเลือกของสายอาชีพ การสำรวจทัศนคติของพนักงานฯลฯ ซึ่งจุดเด่นของกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์มี ดังนี้

- ให้ผลการสำรวจน่าเชื่อถือกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจากใช้วิธีการเปรียบเทียบเชิงคู่ในการตัดสินใจก่อนที่จะลงมือตอบคำถาม
- มีโครงสร้างที่เป็นแผนภูมิลำดับขั้นเลียนแบบกระบวนความคิดของมนุษย์ทำให้ง่ายต่อการใช้และการทำความเข้าใจ
- ผลลัพธ์ที่ได้เป็นปริมาณตัวเลขทำให้ง่ายต่อการจัดลำดับความสำคัญ และยังสามารถนำผลลัพธ์ดังกล่าวไปเปรียบเทียบ(Benchmarking) กับหน่วยงานอื่นๆได้
- สามารถขจัดการตัดสินใจแบบมีอคติหรือลำเอียงออกไปได้
- ใช้ได้ทั้งกับการตัดสินใจแบบคนเดียว และแบบที่เป็นกลุ่มหรือหมู่คณะก่อให้เกิดการประนีประนอมและการสร้างประชามติ
- ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษมาคอยควบคุม

ขั้นตอนการตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

AHP (Analysis Hierarchy Process) เป็นกระบวนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพมากเริ่มต้นด้วยการเปรียบเทียบ "ความสำคัญ" ของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเพื่อหา "น้ำหนัก" ของแต่ละเกณฑ์ก่อนหลังจากนั้นจึงนำ "ทางเลือก" ที่มีทั้งหมดมาประเมินผ่านเกณฑ์ดังกล่าวเพื่อจัดลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือกโดยมีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้

1) สร้างแผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจโดยมีรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างของแผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ
ที่มา: สุธรรม อรุณ (2557)

ภาพที่ 2.5 เป็นการแสดงแบบจำลองหรือแผนภูมิลำดับชั้นของ “กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์” ซึ่งเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ช่วยในการตัดสินใจโครงสร้างของแผนภูมินี้ ประกอบไปด้วย “องค์ประกอบ” หรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจต่างๆ แผนภูมินี้มีลักษณะเป็นระดับชั้น จำนวนของลำดับชั้นจะขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของการตัดสินใจซึ่งอธิบายได้ ดังนี้

- ระดับชั้นที่ 1 หรือระดับบนสุดแสดงจุดโฟกัสหรือเป้าหมายของการตัดสินใจ
- ระดับชั้นที่ 2 แสดงถึงเกณฑ์การตัดสินใจหลักที่มีผลต่อเป้าหมายในการตัดสินใจนั้น
- ระดับชั้นที่ 3 ลงมาแสดงถึงเกณฑ์ย่อยของการตัดสินใจซึ่งจะมีจำนวนเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับความชัดเจนของเกณฑ์หลัก (อาจไม่จำเป็นต้องมีถ้าเกณฑ์หลักมีความชัดเจนเพียงพอ)
- ส่วนระดับชั้นล่างสุดหรือระดับชั้นสุดท้ายคือทางเลือกที่เราจะนำมาพิจารณาผ่านเกณฑ์การตัดสินใจตามที่เรากำหนดไว้

2) การให้น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน เนื่องจากเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจแต่ละเกณฑ์นั้นมีความสำคัญต่อเป้าหมายในการตัดสินใจไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงจำเป็นที่เราจะต้องหาน้ำหนัก “ความสำคัญ” ของแต่ละเกณฑ์ก่อนที่จะทำการประเมินทางเลือกโดยมีขั้นตอนดังนี้

- สร้างตารางเมตริกซ์เปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่ดังตารางที่ 1

เกณฑ์ตัดสินใจ		ปัจจัย			
		A1	A2	A3	A4
ปัจจัย	A1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}
	A2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}
	A3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}
	A4	a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}

ภาพที่ 2.6 ตารางเมตริกซ์เปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ

โดยที่คือสมาชิกในแถวที่หลักที่ของเมตริกซ์ หมายถึง ผลการเปรียบเทียบความสำคัญระหว่างปัจจัย A_i และ A_j

- กำหนดมาตราส่วนในการวินิจฉัยเปรียบเทียบ เช่น

  ถ้า a_{ij}= 1 หมายถึงปัจจัย A_i และ A_j มีความสำคัญเท่ากัน

  ถ้า a_{ij}= 3 หมายถึงปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j เล็กน้อย

  ถ้า a_{ij}= 5 หมายถึงปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j ปานกลาง

  ถ้า a_{ij}= 7 หมายถึงปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j มากที่สุด

จำนวนระดับของมาตราส่วนในการเปรียบเทียบนี้ขึ้นอยู่กับตัวผู้ทำการวิเคราะห์เองว่าต้องการรายละเอียดในการเปรียบเทียบมากแค่ไหน ถ้าต้องการรายละเอียดมากขึ้น ก็อาจจะกำหนดระดับการเปรียบเทียบหลายระดับมากขึ้น เช่น อาจจะเพิ่มจำนวนระดับขึ้นไปอีกคือถ้า a_{ij} = 9 หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j อย่างยิ่งยวด หรือถ้าคิดว่าระดับของมาตราส่วนดังกล่าวมีความแตกต่างเกินไปก็อาจจะกำหนดใหม่ให้มาตราส่วนในการเปรียบเทียบมีความแตกต่างกันน้อยลงก็ได้ เช่น ให้ a_{ij} = 2 หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j เล็กน้อย และ a_{ij} = 3 หมายถึง ปัจจัยA_i มีความสำคัญมากกว่า A_j ปานกลาง เป็นต้น

- คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน
- วัดค่าอคติของเกณฑ์การประเมิน

3) นำ“ทางเลือก” ที่กำหนดไว้ในตอนแรกมาทำการประเมินผ่าน “เกณฑ์” ที่ใช้ในการตัดสินใจเพื่อจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก

วิธีการคำนวณค่าน้ำหนักโดยวิธี AHP

ตาราง A Pairwise Comparison Matrix

	soil	slope	stream	landuse	forest	village
soil	1					
slope		1				
stream			1			
landuse				1		
forest					1	
village						1

สำคัญน้อยสุด	
1/9	น้อยกว่าสุดๆ
1/7	อย่างเห็นได้ชัด
1/5	ปานกลาง
1/3	เล็กน้อย
1	สำคัญเท่ากัน
3	เล็กน้อย
5	ปานกลาง
7	อย่างเห็นได้ชัด
9	มากกว่าสุดๆ
สำคัญมากสุด	

ภาพที่ 2.7 ตารางเมตริกซ์เปรียบเทียบและการให้ค่าคะแนน

ให้ผู้เชี่ยวชาญใส่ค่าตัวเลขเฉพาะในช่องว่างสีขาวเท่านั้น ส่วนช่องว่างสีส้มอ่อน ผู้วิเคราะห์จะมาใส่ค่าเอง โดยค่าจะเป็นสัดส่วนที่จับคู่เหมือนกันแต่ใส่ค่าตรงกันข้าม เช่น ช่องว่างแรกที่ต้องใส่คือ soil (row) กับ slope (column) มีค่าเป็น 5 ส่วนในช่องของ slope (row) กับ soil (column) จะต้องใส่ค่า 1/5 หรือช่องว่าง slope (row) กับ stream (column) มีค่าเป็น 1/3 ส่วนในช่องของ stream (row) กับ slope (column) จะต้องใส่ค่า 3

ตาราง B ตัวอย่างการใส่ค่าใน Pairwise Comparison Matrix

	soil	slope	stream	landuse	forest	village
soil	1	5				
slope	1/5	1	1/3			
stream		3	1			
landuse				1		
forest					1	
village						1

ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างการให้ค่าคะแนน

การพิจารณาให้ค่ามี 2 นัย คือ

1) ค่าปัจจัยไหน (row หรือ column) มีความสำคัญมากกว่าหรือน้อยกว่า

2) มากกว่าหรือน้อยกว่าเป็นค่าตัวเลขเท่าไร

ถ้าปัจจัยทางด้านแถว (row) มีความสำคัญมากกว่าปัจจัยทางด้านคอลัมน์ (column) ใส่ตัวเลข 2 - 9

ถ้าปัจจัยทางด้านแถว (row) มีความสำคัญน้อยกว่าปัจจัยทางด้านคอลัมน์ (column) ใส่ตัวเลข 1/9 - 1/2

ตัวอย่างการคำนวณหาค่าน้ำหนักโดยวิธี AHP

ตาราง C ค่าน้ำหนักจากผู้เชี่ยวชาญ

	soil	slope	stream	landuse	forest	village
soil	1	5	3	4	6	1
slope	1/5	1	1/3	1/2	1	1/4
stream	1/3	3	1	2	4	1
landuse	1/4	2	1/2	1	3	1/3
forest	1/6	1	1/4	1/3	1	1/5
village	1	4	1	3	5	1

ตาราง D ผลรวมแต่ละคอลัมน์

	soil	slope	stream	landuse	forest	village
soil	1.000	5.000	3.000	4.000	6.000	1.000
slope	0.200	1.000	0.333	0.500	1.000	0.250
stream	0.333	3.000	1.000	2.000	4.000	1.000
landuse	0.250	2.000	0.500	1.000	3.000	0.333
forest	0.167	1.000	0.250	0.333	1.000	0.200
village	1.000	4.000	1.000	3.000	5.000	1.000
	2.950	**16.000**	**6.083**	**10.833**	**20.000**	**3.783**

ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างการคำนวณหาค่าน้ำหนักโดยวิธี AHP

- เอาผลรวมของคอลัมน์ไปหารกับค่าของทุกแถวในคอลัมน์นั้นๆ
- รวมค่าในแต่ละแถว
- คำนวณค่า Eigenvector (ค่าน้ำหนัก)
- ตรวจสอบค่าความสอดคล้องของข้อมูล (CR) ว่าค่าปัจจัยที่ใส่ให้กับตัวแปรซึ่งนำไปใช้คำนวณ

ค่า eigenvector มีความสมเหตุสมผลหรือไม่

ถ้า CR < 0.1 แสดงว่าค่าปัจจัยมีความสอดคล้องกันสามารถนำ eigenvector ไปใช้เป็นค่าน้ำหนักได้

ถ้า CR > 0.1 แสดงว่าค่าปัจจัยไม่มีความสอดคล้องกันต้องปรับหรือให้ค่าปัจจัยใหม่เพื่อคำนวณ CR < 0.1 ถึงจะนำค่า eigenvector ไปใช้งานได้

คำนวณค่าความสอดคล้องของข้อมูล (CR)

CR = CI / RI
CI = (L - n)/(n - 1)
L = sum(consistency vector) / n
consistency vector = Weighted Sum/Critiria Weights

L = sum(consistency vector) / n
= 36.751/6
= 6.125

CI = (L - n)/(n - 1)
= (6.125 - 6) / (6 - 1)
= 0.0250

ตารางเทียบมาตรฐานค่า RI

n	RI	n	RI	n	RI
1	0.00	6	1.24	11	1.51
2	0.00	7	1.32	12	1.48
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.90	9	1.45	14	1.57
5	1.12	10	1.49	15	1.59

CR = CI/RI
= 0.000

CR < 0.1 แสดงว่าค่าปัจจัยมีความสอดคล้องกันสามารถนำ eigenvector ไปใช้เป็นค่าน้ำหนักได้

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำ AHP จะได้ค่าน้ำหนักที่มีการจัดลำดับความสำคัญอย่างถูกต้องในที่นี้ได้แก่

soil	0.346
village	0.257
stream	0.186
landuse	0.104
slope	0.058
forest	0.049

ซึ่ง soil มีความสำคัญมากที่สุดส่วน forest มีความสำคัญน้อยที่สุด

2.5.2.3 เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique)

มนชัย เทียนทอง (2557: ออนไลน์) เทคนิคเดลฟาย เป็นวิธีการหรือกระบวนการรวบรวมความคิดเห็นหรือการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ในอนาคตจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้อง เพื่อสรุปมติจากข้อค้นพบที่ได้ให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน และมีความถูกต้อง โดยที่ผู้วิจัยไม่ต้องนัดหมายกลุ่มผู้เชี่ยวชาญให้มาประชุมกันเหมือนกับการระดมสมอง (Brain Stroming) แต่ให้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนแสดงความคิดเห็นจากการตอบแบบสอบแต่ละรอบ ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้สามารถระดมความคิดเห็น จากผู้เชี่ยวชาญที่อยู่ในสถานที่และเวลาแตกต่างกันได้โดยไม่มีข้อจำกัด ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่และอิสระ สามารถกลั่นกรองความคิดเห็นของตนเองได้อย่างรอบคอบ ปราศจากการชี้นำจากกลุ่มและไม่ตกอยู่ภายใต้อิทธิพลทางความคิดของผู้อื่น ทำให้ได้ข้อมูลน่าเชื่อถือ รวมทั้งประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการวิจัยเทคนิคการวิจัยแบบเดลฟาย พัฒนาขึ้นเป็นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1960 โดยโอลาฟเฮลเมอร์ (Olaf Helmer) และนอร์แมน ดาลกี้ (Norman Dalkey) การวิจัยของบริษัท แรนด์ (Rand Cooperation) เพื่อระดมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการพยากรณ์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในอนาคต หลังจากนั้นจึงได้มีการใช้เทคนิคเดลฟายอย่างแพร่ หลายทางด้านต่างๆ โดยเฉพาะการวิจัยในสถานศึกษา มีการใช้เทคนิคเดลฟายกันอย่างแพร่หลายเพื่อหาข้อสรุปในอนาคตเกี่ยวกับประเด็นต่างๆ ที่ต้องการศึกษา เนื่องจากยอมรับกันโดยทั่วไปถึงประโยชน์ที่ได้รับจากเทคนิคการวิจัยแบบเดลฟาย ซึ่งได้ข้อสรุปเกี่ยวกับอนาคตที่น่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

ลักษณะทั่วไปของเทคนิคเดลฟาย มีดังต่อไปนี้

1) เทคนิคเดลฟาย เป็นวิธีการที่มุ่งแสวงหาข้อมูลจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยใช้แบบสอบถาม ผู้เชี่ยวชาญจึงจำเป็นต้องตอบแบบสอบถามที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นในแต่ละรอบๆ ข้อค้นพบที่ได้จากมติของผู้เชี่ยวชาญจะมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือก็ต่อเมื่อผู้เชี่ยวชาญกลุ่มดังกล่าวเป็นที่ผู้ที่มีความรู้และเชี่ยวชาญ ในประเด็นที่ผู้วิจัยสนใจศึกษาอย่างแท้จริง

2) เทคนิคเดลฟาย เป็นวิธีที่ไม่ต้องการให้ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนอื่นๆ มีอิทธิพลต่อการตอบแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน ผู้เชี่ยวชาญจึง ไม่ทราบว่ามีผู้ใดบ้างที่อยู่ในกลุ่มของผู้ตอบแบบสอบถามและจะไม่ทราบว่าแต่ละคนมีความคิดเห็นแต่ละข้อคำถามอย่างไร จะทราบเฉพาะคำตอบของตนเองเท่านั้น การเสนอความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจึงมีความเป็นอิสระและเป็นความคิดเห็นส่วนตัวมากที่สุด

3) เป็นการวิจัยที่ใช้วิธีการเก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญโดยใช้แบบสอบถาม โดยหลีกเลี่ยงไม่ให้ผู้เชี่ยวชาญมาเผชิญหน้ากันโดยตรง ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะต้องตอบแบบสอบถามครบทุกขั้นตอน เพื่อให้ได้ความคิดเห็นที่ถูกต้องและเชื่อถือได้จึงต้องมีการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามหลายรอบ โดยทั่วไปรอบแรกมักเป็นแบบสอบถามแบบปลายเปิด รอบต่อไปจะเป็นแบบสอบถามปลายปิด และแบบมาตราส่วนประเมินค่าในรอบสุดท้าย

4) ในการตอบแบบสอบถามแต่ละรอบ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนตอบแบบสอบถามด้วยการกลั่นกรองอย่างละเอียดและรอบคอบ และเพื่อให้ได้คำตอบเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจะแสดงความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดที่เห็นสอดคล้องกันในแบบสอบถามแต่ละข้อที่ตอบกลับไปยังผู้วิจัยในรอบที่ผ่านมาเพื่อนำเสนอในรูปของสถิติ แล้วส่งกลับไปยังผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งหนึ่ง เพื่อพิจารณาว่าจะยืนยันคำตอบเดิม หรือจะเปลี่ยนแปลงคำตอบใหม่พร้อมระบุเหตุผล

5) การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย จะใช้สถิติเบื้องต้น เช่น การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง ได้แก่ฐานนิยม มัธยฐาน ค่าเฉลี่ย และการวัดการกระจายของข้อมูล

กระบวนการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย มีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดประเด็นปัญหาของการวิจัย

ประเด็นปัญหาของการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย ควรเป็นปัญหาที่ไม่มีคำตอบถูกต้องและสามารถทำวิจัยได้โดยอาศัยมติจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับอนาคต เพื่อนำผลจากการวิจัยไปใช้ในการวางแผนการตัดสินใจหรือวางแผนการดำเนินการ โดยเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2) คัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย จะต้องเป็นผู้ที่รู้จริงและมีความเชี่ยวชาญในสาขาที่ผู้วิจัยสนใจศึกษา นอกจากนี้ยังจะต้องคัดเลือกเฉพาะผู้เชี่ยวชาญที่ยินดีเสียสละเวลาให้ สามารถตอบแบบสอบถามได้จนเสร็จสิ้นกระบวนการวิจัย และสามารถติดต่อได้สะดวกสำหรับจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ตอบแบบสอบถาม จะไม่มีข้อกำหนดตายตัวว่ามีจำนวนเท่าใดแต่จากผลการประชุมประจำปีของ California Junior Colleges Association เมื่อปี พ.ศ. 2514 ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟายว่าถ้าใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 17 คนขึ้นไป อัตราการลดลงของความคลาดเคลื่อนจะน้อยมาก การวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย จึงใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 17 คนเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามสามารถใช้ผู้เชี่ยวชาญน้อยกว่านี้ก็ได้ แต่อัตราการลดลงของความคลาดเคลื่อนจะสูงขึ้นตามตารางที่ปรากฏ

ตารางที่ 2.6 จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย

จำนวนผู้เชี่ยวชาญ	ช่วงของความคลาดเคลื่อน	ความคลาดเคลื่อนลดลง
1 – 5	1.02 – .70	.50
5 – 9	.70 – .58	.12
9 – 13	.58 – .54	.04
13 - 17	.54 - .50	.04
17 - 21	.50 - .48	.02
21 - 25	.48 - .46	.02
25 – 28	.46 - .44	.02

3) สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟายก็คือแบบสอบถาม โดยแบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 3 - 4 รอบ ขึ้นอยู่กับผลการวิจัยในแต่ละรอบที่ได้รับโดยทั่วไปจะใช้เวลาในการส่งและตอบกลับแบบสอบถามแต่ละรอบไม่เกิน 2 สัปดาห์ ดังนั้น การวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟายทั้งกระบวนการจะใช้เวลาประมาณ 2 - 3 เดือน ในแต่ละรอบประกอบด้วยแบบสอบถามแบบต่างๆ ดังนี้

รอบที่ 1 : แบบสอบถามแบบปลายเปิด

แบบสอบถามรอบที่ 1 จะเป็นแบบสอบถามแบบปลายเปิด (Opened End) ซึ่งเป็นการถามอย่างกว้างๆ ให้ครอบคลุมประเด็นปัญหาของการวิจัย เพื่อต้องการเก็บรวบรวมความคิดเห็นจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน กำหนดเวลาในการส่งแบบสอบถามกลับคืนภายในเวลา 2 สัปดาห์

สำหรับการวิเคราะห์คำตอบแบบสอบถามรอบนี้ ผู้วิจัยจะต้องรวบรวมความคิดเห็นและวิเคราะห์คำตอบโดยละเอียดแล้วนำมาสังเคราะห์เป็นประเด็นต่างๆ เพื่อกำหนดกรอบของปัญหาในรอบต่อไป

รอบที่ 2 : แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า

แบบสอบถามรอบที่ 2 พัฒนาจากคำตอบของแบบสอบถามในรอบที่ 1 โดยการรวบรวมความคิดเห็นที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดเข้าด้วยกัน รวมทั้งตัดข้อมูลที่ซ้ำซ้อนกันออก หลังจากนั้นจึงสร้างแบบสอบถามรอบที่ 2 ส่งกลับไปยังผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดิมอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งรอบที่ 2 นี้จะเป็นแบบ สอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญออกความคิดเห็นในลักษณะของการจัดระดับความสำคัญในคำถามแต่ละข้อ รวมทั้งระบุเหตุผลที่เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยลงในช่องว่างท้ายข้อคำถาม นอกจากนี้ยังสามารถเขียนคำแนะนำเพิ่มเติมได้อีกด้วย สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลของแบบสอบถามรอบนี้ ส่วนใหญ่จะหาค่ามัธยฐาน ฐานนิยม หรือพิสัยระหว่างควอไทล์หรือค่า IR (Interquartile Range)

รอบที่ 3 : แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า

แบบสอบถามรอบที่ 3 เป็นการพัฒนาคำตอบจากแบบสอบถามรอบที่ 2 โดยพิจารณาจากค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ ถ้าพบว่าค่า IR มีค่าน้อย แสดงว่าความคิดเห็นที่ได้จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญค่อนข้างสอดคล้องกัน สามารถสรุปความได้ แต่ถ้าค่า IR มีค่ามาก แสดงว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยว ชาญทั้งหมดค่อนข้างกระจัดกระจาย ยังไม่สามารถสรปุความใดๆได้ จะต้องสร้างแบบสอบถามฉบับใหม่เป็นรอบที่ 3 โดยมีข้อคำถามเดียวกันกับแบบสอบถามรอบที่ 2 แต่เพิ่มตำแหน่งของค่ามัธยฐาน ค่า IR และเขียนเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่ผู้เชี่ยวชาญ ผู้นั้นได้ตอบในแบบสอบถามรอบที่ 2 ลงไป แล้วส่งกลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญคนเดิมอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ยืนยันคำตอบเดิมหรือเปลี่ยนแปลงคำตอบใหม่การเก็บข้อมูลรอบที่ 3 นี้ จึงมีความสำคัญมาก เนื่องจากเป็นการยืนยันคำตอบของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในประเด็นคำถามเดิม ผู้วิจัยจะต้องมีความรอบคอบและไม่มีอคติใดๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการระบุเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 17 คนได้ตอบแบบสอบถามในรอบที่ 2 ที่ผ่านมาแล้ว

รอบที่ 4 : แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า

แบบสอบถามรอบที่ 4 กระทำตามขั้นตอนเดียวกันกับรอบที่ 3 ซึ่งถ้าผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในรอบนี้ได้คำตอบที่สอดคล้องกัน กล่าวคือ ถ้าได้ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์หรือค่า IR น้อยแสดงว่าความคิดเห็นที่ได้จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันก็สามารถยุติกระบวนการวิจัยและสรุปผลการวิจัยได้ โดยทั่วไปการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในรอบที่ 3 และรอบที่ 4 จะมีความแตกต่างกันน้อยมาก ดังนั้น จึงอาจจะสรุปผลการวิจัยได้ตั้งแต่แบบสอบถามรอบที่ 3 ถ้าพบว่าค่า IR ที่ได้ในแต่ละข้อคำถามมีค่าน้อยๆ แสดงว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในวงแคบๆ ก็ไม่จำเป็นต้องเก็บข้อมูล ในรอบที่ 4

4) สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากได้คำตอบจากผู้เชี่ยวชาญที่สอดคล้องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน จากแบบสอบถามรอบที่ 3 หรือรอบที่ 4 โดยพิจารณาจากค่าพิสัยระหว่างควอไทล์เป็นหลักแล้ว ผู้วิจัยก็จะสามารถสรปุ คำตอบที่ได้ทีละประเด็นๆ จากแบบสอบถาม เพื่อสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลและรายงานข้อค้นพบภาพในอนาคตของปัญหาการวิจัยเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

2.6 กฎหมายและข้อกำหนดเกี่ยวกับการจัดการมูลฝอยที่สำคัญ

2.6.1 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

พระราชบัญญัตินี้เป็นกฎหมายแม่บทเกี่ยวกับการคุ้มครองสิ่งแวดล้อม และการควบคุมมลพิษที่มีการปรับปรุงมาจากพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2518 มาตราสำคัญของพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอย เช่น

มาตรา 39 แผนปฏิบัติการเพื่อการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมในระดับจังหวัดที่จะได้รับการพิจารณาจากคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ในลำดับแรกจะต้องเสนอประมาณการเงินงบประมาณแผ่นดิน และเงินกองทุนสำหรับการก่อสร้างหรือดำเนินการ เพื่อให้มีระบบบำบัดน้ำเสียรวมหรือระบบกำจัดของเสียรวมตามมาตรา 38(2) ด้วย ในกรณีที่จังหวัดใดยังไม่พร้อมที่จะดำเนินการเพื่อให้มีระบบบำบัดน้ำเสียรวมตามมาตรา 38(2) ด้วย ในกรณีที่จังหวัดใดยังไม่พร้อมที่จะดำเนินการเพื่อให้มีระบบบำบัดน้ำเสียรวมหรือระบบกำจัดของเสียรวม เพื่อให้บริการในเขตจังหวัดนั้นแทนการจัดทำแผนปฏิบัติการตามวรรคหนึ่งจะต้องมีแบบแปลน รายการละเอียด และประมาณการราคาของโครงการก่อสร้าง ติดตั้ง ปรับปรุง ดัดแปลง ซ่อมแซม บำรุงรักษา รวมทั้งกระบวนการและวิธีดำเนินการระบบบำบัดน้ำเสียรวม หรือระบบการกำจัดของเสียรวมที่เสนอขอจัดสรรงบประมาณและเงินกองทุนดังกล่าวประกอบคำขอด้วย เพื่อประโยชน์ในการให้ความเห็นชอบแผนปฏิบัติการเพื่อการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมในระดับจังหวัด ซึ่งจะต้องมีการจัดสรรเงินงบประมาณแผ่นดินตามวรรคหนึ่งให้สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อมมีหน้าที่ในการรวบรวมและวิเคราะห์แผนปฏิบัติการเพื่อการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมในระดับจังหวัด เพื่อขอตั้งเป็นงบประมาณรายจ่ายประจำปีของสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อมไว้เพื่อการนี้โดยเฉพาะ

มาตรา 78 การเก็บรวบรวม การขนส่ง และการจัดการด้วยประการใดๆ เพื่อบำบัดและกำจัดขยะมูลฝอยและของเสียที่เป็นของแข็ง การป้องกันและควบคุมมลพิษที่เกิดจากหรือมีที่มาจากการทำเหมืองแร่ ทั้งบนบกและในทะเล การป้องกันและควบคุมมลพิษที่เกิดจากหรือมีที่มาจากการการสำรวจและขุดเจาะน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติและสารไฮโดรคาร์บอนทุกชนิด ทั้งบนบกและในทะเล หรือการป้องกันและควบคุมมลพิษที่เกิดจากหรือมีที่มาจากการปล่อยทิ้งน้ำมันและการทิ้งเทของเสียและวัตถุอื่นๆ จากเรือเดินทะเล เรือบรรทุกน้ำมัน และเรือประเภทอื่น ให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการนั้น

มาตรา 79 ในกรณีที่ไม่มีกฎหมายใดบัญญัติไว้โดยเฉพาะ ให้รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษ มีอำนาจออกกฎกระทรวงกำหนดชนิดและประเภทของของเสียอันตรายที่เกิดจากการผลิต การใช้สารเคมี หรือวัตถุอันตรายในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม เกษตรกรรม การสาธารณสุข และกิจการอย่างอื่นให้อยู่ในความควบคุมในการนี้ให้กำหนดหลักเกณฑ์มาตรการและวิธีการเพื่อควบคุมการเก็บ รวบรวม การรักษาความปลอดภัย การขนส่งเคลื่อนย้าย การนำเข้ามาในราชอาณาจักร การส่งออกไปนอกราชอาณาจักร และการจัดการบำบัดและกำจัดของเสียอันตรายดังกล่าวด้วยวิธีการที่เหมาะสมและถูกต้องตามหลักวิชาการที่เกี่ยวข้อง

สำหรับบทกำหนดโทษของพระราชบัญญัติดังกล่าว จะขึ้นอยู่กับความผิดที่กระทำ เช่นตามมาตรา 91 เจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษซึ่งมีระบบบำบัดน้ำเสียหรือระบบกำจัดของ

เสียรวมของทางราชการ จะต้องเสียค่าปรับรายวันในอัตราสี่เท่าของจำนวนเงินค่าใช้จ่ายประจำวันสำหรับการเปิดเดินเครื่องทำงานระบบบำบัดน้ำเสียหรือระบบกำจัดของเสียของตน ตลอดเวลาที่ดำเนินการเช่นว่านั้น และมีหน้าที่ต้องชดเชยค่าเสียหายหากการปล่อยทิ้งน้ำเสีย หรือของเสียนั้นก่อให้ความชำรุดเสียหาย หรือความบกพร่องแก่ระบบบำบัดน้ำเสียรวมหรือระบบกำจัดของเสียรวมของทางราชการ

นอกจากมาตราที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยข้างต้นแล้ว ในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ยังได้มีการกำหนดรายละเอียดของกองทุน สิ่งแวดล้อม ในหมวด 2 มาตรา 22-31 ซึ่งมีรายละเอียดตั้งแต่การจัดตั้งกองทุน ที่มาของเงินทุนรวม ทั้งการให้เป็นเงินกู้ยืมสำหรับส่วนราชการหรือราชการส่วนท้องถิ่นและเอกชน สำหรับการลงทุนและดำเนินงานระบบบำบัดน้ำเสียรวม หรือระบบการกำจัดของเสียรวม รวมทั้งการจัดหา จัดซื้อที่ดิน วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือและเครื่องใช้ที่จำเป็นสำหรับการดำเนินงานและบำรุงรักษาระบบ และรายละเอียดการส่งเงินคืนกองทุนภายหลังการกู้ยืม

โดยหลังจากได้มีการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวม หรือระบบกำจัดของเสียรวมในพระราชบัญญัติดังกล่าวได้กำหนดไว้ในมาตรา 93 ให้เจ้าพนักงานท้องถิ่น หรือพนักงานเจ้าหน้าที่ของส่วนราชการที่จัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียรวมหรือระบบกำจัดของเสียรวมของทางราชการ มีอำนาจหน้าที่จัดเก็บค่าบริการ ค่าปรับ และเรียกร้องค่าเสียหายตามที่บัญญัติไว้ในส่วนนี้

ในพระราชบัญญัติฉบับดังกล่าวมีเจตนาที่จะควบคุมการจัดการมูลฝอย โดยเฉพาะการสร้างระบบกำจัดที่มีประสิทธิภาพ ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งกำหนดให้เป็นหน้าที่ของรัฐที่จะต้องให้การสนับสนุนในการดำเนินการ ทั้งที่เป็นความรู้ด้านวิชาการและงบประมาณ นอกจากนั้นยังได้มีการนำหลักการผู้ก่อมลภาวะต้องเป็นผู้จ่าย (Polluter Pays Principle, PPP) โดยให้คิดค่าบริการดำเนินการกำจัดมูลฝอยและกำหนดให้กองทุนสิ่งแวดล้อมสนับสนุนการก่อสร้าง

2.6.2 ประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่สถานที่ฝังกลบกากของเสีย พ.ศ. 2552

จากประกาศดังกล่าว ได้กำหนดนิยาม “สถานที่ฝังกลบกากของเสีย” หมายความว่า พื้นที่ใดๆ ซึ่งขุดหรือถมให้เป็นบ่อเพื่อเทกอง คัดแยกหรือฝังกลบกากของเสีย ไม่ว่าจะมีระบบกำจัดหรือป้องกันก๊าซ น้ำชะกาก และกลิ่นจากการฝังกลบหรือไม่ก็ตาม โดยได้กำหนดพื้นที่ที่ไม่ควรใช้เป็นสถานที่ฝังกลบกากของเสีย ได้แก่

1) พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติ และระดับชาติ
2) พื้นที่ห้ามก่อสร้างโรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน
3) พื้นที่ห้ามก่อสร้างอาคารตามกฎหมายว่าด้วยควบคุมอาคาร
4) พื้นที่ห้ามก่อสร้างสถานที่ฝังกลบกากของเสียตามกฎหมายว่าด้วยการผังเมือง
5) พื้นที่ซึ่งมีลักษณะกีดขวางการไหลของทางน้ำ
6) พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากตามที่กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกำหนด
7) พื้นที่ราบท่วมถึง โดยพิจารณาจากการเกิดซ้ำในช่วงระยะเวลา 30 ปีที่ผ่านมา เว้นแต่การจัดทำระบบฝังกลบกากของเสียในพื้นที่ดังกล่าว จะมีระบบหรือมาตรการป้องกันไม่ให้เกิดการพัดพาของเสียออกจากพื้นที่ฝังกลบ

สถานที่ฝังกลบกากของเสียวัดจากขอบนอกของบ่อฝังกลบ ควรอยู่ห่างจากสถานที่หรือพื้นที่ต่างๆ ดังนี้

1) อยู่ห่างจากแนวเขตสนามบินไม่น้อยกว่า 5,000 เมตร

2) อยู่ห่างไม่น้อยกว่า 1,000 เมตร จาก

(ก) แนวเขตที่ดินของโบราณสถาน

(ข) พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ตามมติคณะรัฐมนตรี

(ค) เขตอนุรักษ์

(ง) แหล่งธรรมชาติอันควรอนุรักษ์ตามมติคณะรัฐมนตรี

(จ) เขตชุมชนหรืออยู่ในระยะที่ชุมชนให้ความยินยอม

3) อยู่ห่างจากบ่อน้ำดื่มของประชาชนและโรงผลิตน้ำประปา ไม่น้อยกว่า 700 เมตร ในกรณีที่อยู่ห่างน้อยกว่า 700 เมตร ควนมีวิธีแจ้งเตือนการรั่วไหลจากสถานที่ฝังกลบกากของเสียให้ประชาชนสามารถรับรู้ได้ตลอดเวลาเมื่อมีการรั่วไหลเกิดขึ้น และควรจัดหาแหล่งน้ำจากแห่งอื่นทดแทนในทันที

4) อยู่ห่างจากแหล่งน้ำสาธารณะ และแหล่งน้ำที่ใช้เพื่อประโยชน์ของแผ่นดินโดยเฉพาะไม่น้อยกว่า 100 เมตร ในกรณีที่อยู่ห่างน้อยกว่า 100 เมตร ควรมีการป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพของแห่งน้ำดังกล่าว

ส่วนสภาพทางธรณีวิทยาของพื้นที่ซึ่งจะจัดทำสถานที่ฝังกลบกากของเสียควรมีลักษณะควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1) อยู่ห่างจากรอยแตก รอยเลื่อนขนาดใหญ่ โพรงหิน และพื้นที่ที่มีสภาพไม่มั่นคงไม่น้อยกว่า 100 เมตร

2) ชั้นดินหรือชั้นหินตามธรรมชาติ มีอัตราการซึมผ่านของน้ำต่ำถึงต่ำมาก โดยควรมีคุณสมบัติการซึมผ่านของน้ำได้เทียบเท่ากับหรือต่ำกว่า $1x10^{-5}$ เซนติเมตร/วินาที ตลอดช่วง ความหนาที่ 3 เมตร และมีขนาดกว้างกว่าพื้นที่ของสถานที่ฝังกลบกากของเสียไม่น้อยกว่า 50 เมตร

3) ชั้นดินหรือชั้นหินตามธรรมชาติ ควรมีความมั่นคงแข็งแรงเพียงพอที่จะสามารถรองรับปริมาณกากของเสียได้ตามหลักวิศวกรรม

จากการมีประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่ตั้งสถานที่ฝังกลบกากของเสีย พ.ศ. 2552 ดังกล่าว จะทำให้วิศวกรผู้ออกแบบสามารถตัดสินใจได้ง่ายขึ้น เนื่องจากมีเกณฑ์ที่ชัดเจนในการคัดเลือกสถานที่สำหรับก่อสร้างหลุมฝังกลบมูลฝอย โดยถ้าพื้นที่ใดอยู่ในเกณฑ์ดังกล่าวก็ถือได้ว่าเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมทางกายภาพในการพิจารณานำมาก่อสร้างสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย

2.6.3 กฎกระทรวงผังเมืองรวมสมุทรปราการ พ.ศ.2556

กฎกระทรวงผังเมืองรวมสมุทรปราการ พ.ศ.2556 ได้กำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในกิจกรรมกำจัดมูลฝอยหรือสิ่งปฏิกูล สรุปได้ว่า ห้ามดำเนินกิจกรรมกำจัดมูลฝอยหรือสิ่งปฏิกูลในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของชุมชนสูง เช่น ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง ที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก ที่ดินประเภทพาณิชยกรรม และที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรมที่มีน้ำหลาก และอนุญาตให้ดำเนินการได้ในกรณีที่อยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของราชการส่วนท้องถิ่นหรือได้รับอนุญาตให้

ดำเนินการจากเจ้าพนักงานท้องถิ่นตามกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุข และไม่มีข้อห้ามในการดำเนินการในที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า และที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม ดังนี้

2.6.3.1 ไม่มีข้อห้ามในการดำเนินกิจกรรมกำจัดมูลฝอยหรือสิ่งปฏิกูล

ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้าและที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม บริเวณ อ.1 อ.2 อ.4 และ ก.2 ไม่มีข้อห้ามในการดำเนินกิจกรรมกำจัดมูลฝอยหรือสิ่งปฏิกูล

2.6.3.2 เป็นกิจการที่อยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของราชการส่วนท้องถิ่น

ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย บริเวณ ย.1 ย.2 ย.3 และที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม บริเวณ ก.1 ห้ามดำเนินกิจกรรมกำจัดมูลฝอยหรือสิ่งปฏิกูล เว้นแต่เป็นกิจการที่อยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของราชการส่วนท้องถิ่นหรือได้รับอนุญาตให้ดำเนินการจากเจ้าพนักงานท้องถิ่นตามกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุข

2.6.3.3 ห้ามดำเนินกิจกรรมกำจัดมูลฝอยหรือสิ่งปฏิกูล

ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง บริเวณ ย.4 ย.5 ย.6 ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก บริเวณ ย.7 ย.8 ที่ดินประเภทพาณิชยกรรม บริเวณ พ.1 พ.2 พ.3 พ.4 และที่ดินประเภทคลังสินค้า อ.3 ห้ามดำเนินกิจกรรมกำจัดมูลฝอยหรือสิ่งปฏิกูล

2.7 การจำลองพื้นที่รูปแบบการขยายตัวของเมืองด้วยแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Cellular Automata Markov)

การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีรายละเอียด ดังนี้

แบบจำลอง CA_MARKOV เป็นแบบจำลองที่ใช้สำหรับการตัดสินใจโดยเป็นการทำงานร่วมกันของแบบจำลอง Cellular Automata ที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งใช้ผลการคาดการณ์การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินเชิงปริมาณที่ได้จากแบบจำลอง Markov Chain และทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเซลล์รอบข้างที่มีผลต่อสถานะของเซลล์ตรงกลางโดยใช้แบบจำลอง Cellular Automata ในการอธิบายข้อมูลเชิงพื้นที่

2.7.1 แบบจำลองของมาร์คอฟ (Markov Chain Model)

สถิต วัชรกิตติ (2523) อ้างโดยวสันต์ ออวัฒนา (2554) แบบจำลองของมาร์คอฟ เป็นทฤษฎีที่นิยมใช้ในการศึกษาเพื่อคาดการณ์การเปลี่ยน แปลงของข้อมูลที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ในการวิเคราะห์การใช้วิธีนี้จะต้องทราบสัดส่วนของการใช้ที่ดิน (land use proportion, v) ใน 2 ช่วงระยะห่างกันพอประมาณแล้วพิจารณาความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลง (probability, P) ของการใช้ที่ดินรูปแบบต่างๆ จากเวลาหนึ่งไปอีกช่วงหนึ่ง โดยเอาค่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลง (P) ของการใช้ที่ดินรูปแบบต่างๆ จากเวลาหนึ่งไปอีกช่วงหนึ่ง โดยนำเอาค่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลง (P) ซึ่งอยู่ในรูปของ Matrix คูณกับสัดส่วน (V) ของเนื้อที่ของการใช้ที่ดินในระยะที่ 2 จะได้เนื้อที่การใช้ที่ดินรูปแบบต่างๆ ในระยะที่ 3 ซึ่งมีเวลาห่างกับระยะ 2 เท่ากับระยะที่ 2 ห่างกับระยะที่ 1 ปฏิบัติเช่นนี้ต่อไปจะได้ระยะที่ 4,5 จนถึงช่วงเวลาที่ต้องการ

สำหรับการประเมินการใช้ที่ดินรูปแบบต่างๆ ตามวิธีการของมาร์คอฟ มีรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สัดส่วนของการใช้ที่ดินในช่วงเวลาถัดไป $= V_j \times P_{jk}$

$$V_j \times P_{jk} = [\, V_1\ V_2\ V_3 \ldots\ V_m \,]_2 \times \begin{pmatrix} P_{1,1}\ P_{1,2}\ P_{1,3} \ldots\ P_{1,m} \\ P_{2,1}\ P_{2,2}\ P_{2,3} \ldots\ P_{2,m} \\ P_{3,1}\ P_{3,2}\ P_{3,3} \ldots\ P_{3,m} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ P_{m,1}P_{m,2}P_{m,3} \ldots\ P_{m,m} \end{pmatrix} \quad (2.5)$$

$$= [\, V_1\ V_2\ V_3 \ldots\ V_m \,]_3$$

เมื่อ $V_j \times P_{jk}$ = สัดส่วนของการใช้ที่ดินในช่วงเวลาถัดไป

P_{jk} = ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากระยะที่ 1 เป็นระยะที่ 2 ซึ่งอยู่ในรูปของ matrix

V_j = สัดส่วนของการใช้ที่ดินในระยะที่2 ซึ่งอยู่ในรูปของ Vecter

j = ชนิดของการใช้ที่ดินระยะที่ 1

k = ชนิดของการใช้ที่ดินระยะที่ 2

ที่มา: จตุรงค์ พะยอมแย้ม และคณะ (2554)

2.7.2 แบบจำลองเซลลูลาออโตมาตา (Cellular Automata Model)

วสันต์ ออวัฒนา (2554) เซลลูลาออโตมาตา คือ เซลล์ที่อยู่อย่างอิสระสามารถเปลี่ยนรูปแบบได้ โดยปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง คือ เซลล์แวดล้อมตามกฎ “The game of life” ที่สร้างโดย Jonh Conway ใน ค.ศ. 1970 การคาดการณ์ตามหลักเซลลูลาออโตมาตา ใช้ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลง เช่นเดียวกับกระบวนการ มาร์คอฟ แตกต่างกันตรงที่ เซลลูลาออโตมาตาคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงโดยใช้ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงรวมกับข้อมูลของพื้นที่แวดล้อมและสามารถแสดงผลลัพธ์ในรูปของแผนที่หรือแบบจำลองได้

เซลลูลาออโตมาตาเป็นการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ร่วมกับแนวคิดทางด้านฟิสิกส์เป็นหลักในการปฏิบัติ และให้คำจำกัดความว่า เซลลูลาออโตมาตา คือ เซลล์ย่อยๆ ที่อยู่ร่วมกันแสดงพื้นที่ในรูปของตารางสี่เหลี่ยมเรียกว่า กริดหรือเซลล์ แต่ละเซลล์ คือ หนึ่งหน่วยข้อมูลสามารถเปลี่ยนรูปแบบได้ รูปแบบของเซลล์ใหม่ จะถูกกำหนดจากเซลล์แวดล้อมที่มีลักษณะเป็นตารางขนาด 3X3 หรือ 5X5 ซึ่งจะเคลื่อนที่ไปทีละเซลล์จนครบทั้งพื้นที่ และจะคำนวณซ้ำตามจำนวนระยะเวลาที่กำหนด จากการศึกษาลักษณะการทำงานดังกล่าว เซลลูลาออโตมาตา จึง

ถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นทฤษฎีในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ในอนาคต

การทำงานของแบบจำลองเซลลูลาออโตมาตา เป็นแบบจำลองพลวัตที่มีลักษณะเชิงพื้นที่และมิติของเวลา โดยมีองค์ประกอบของส่วนต่างๆ ด้วยกัน 5 ส่วน ดังนี้

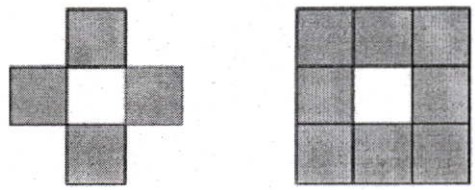
1) พื้นที่เซลล์ (cell space) ประกอบไปด้วยด้านสองด้านเป็นรูปเซลล์สี่เหลี่ยมจัตุรัสโดยที่ความละเอียด (resolution) ของเซลล์นั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแบบจำลองและข้อมูลที่มีอยู่รวมไปถึงความต้องการเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีด้วย ซึ่งจะต้องเลือกความละเอียดของเซลล์ให้เหมาะสม

2) สถานะเซลล์ (cell states) สถานะของแต่ละเซลล์จะแสดงถึงสถานภาพของแต่ละพื้นที่ในแต่ละเซลล์เช่นความหลากหลายของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งจะแทนด้วยรหัสในแต่ละเซลล์ว่าแทนการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทใด

3) ช่วงเวลา (time steps) แบบจำลอง Cellular Automata จะแสดงถึงช่วงเวลาระหว่างเหตุการณ์ในแต่ละเวลาในแต่ละสมัยที่ใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงซึ่งการกำหนดช่วงเวลานั้นอยู่ที่ผู้ใช้งานจะกำหนดและจะทำงานไปพร้อมกับกฎการเปลี่ยนแปลง

4) กฎการเปลี่ยนแปลง (transition rules) กฎการเปลี่ยนแปลงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุดในการใช้แบบจำลอง Cellular Automata ในการวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลง เพื่อที่จะกำหนดลักษณะการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นพลวัตกฎ การเปลี่ยนแปลงนี้โดยปกติจะระบุถึงสถานะของเซลล์ก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงซึ่งได้รับอิทธิพลจากเซลล์รอบข้าง

5) เซลล์รอบข้าง (neighborhood) แบบจำลอง Cellular Automata มี 2 แนวคิดที่ได้กล่าวถึงเซลล์รอบข้างไว้โดย Neumann ได้เสนอไว้ว่ามี 4 เซลล์รอบข้างล้อมรอบในขณะที่ Moore เสนอไว้ว่ามี 8 เซลล์รอบข้างล้อมรอบ



ภาพที่ 2.9 ลักษณะของเซลล์รอบข้างตามแนวคิดของ Neumann และ Moore
ที่มา: Singh (2003) อ้างโดย ชุติพงศ์ ร่มสนธิ์ (2551)

2.7.3 แบบจำลอง CA Markov

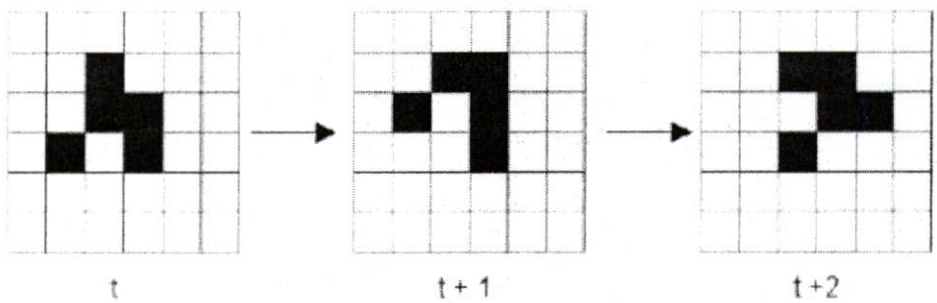
วสันต์ ออวัฒนา (2554) การนำหลักการของ Cellular Automata และ Markov Chain มาประยุกต์ใช้ร่วมกันเพื่อคาดการณ์รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ด้วยโปรแกรมประมวลผลข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละเซลล์ จะพิจารณาจากสัดส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดิน (The transition areas) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยกระบวนการ Markov

ร่วมกับ CA filterของพื้นที่แวดล้อมที่อยู่ติดกัน (ขนาด 5X5 neighborhood) ซึ่งหลักการทำงานของ CA Markov มีดังนี้

1) กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลของ CA Markov จะใช้ข้อมูลโอกาสของการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย Markov Chain Analysis ร่วมกับ CA filter ขนาด 5X5 neighborhood เพื่อหาความน่าจะเป็นของประเภทสิ่งปกคลุมดินในช่วงเวลาที่ต้องการศึกษา

2) CA filter จะเคลื่อนที่ซ้อนทับกับข้อมูลของปีที่เริ่มทำการศึกษาไปทีละเซลล์จนครบทั้งพื้นที่ศึกษา จากนั้นจะเริ่มเคลื่อนที่ซ้อนทับทีละเซลล์อีกครั้ง และจะเคลื่อนที่วนซ้ำไปเรื่อยๆ เป็นจำนวนรอบเท่ากับช่วงระยะเวลาที่ต้องการศึกษา เช่น ต้องการคาดการณ์ในระยะเวลาอีก 10 ปีข้างหน้า กระบวนการพิจารณาจะเริ่ม และทำการวนซ้ำจนครบ 10 รอบ เป็นต้น

3) การวนซ้ำแต่ละครั้ง ประเภทของสิ่งปกคลุมดินจะมีการเปลี่ยนแปลง หรือคงสภาพเดิมนั้น ขึ้นอยู่กับประเภทสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่โดยรอบตามทฤษฎี “The game of life” และโอกาสของการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย Markov Chain Analysis



ภาพที่ 2.10 การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเซลล์ในแต่ละช่วงเวลาตามกฎการเปลี่ยนแปลง “Game of Life” ของ Conway
ที่มา: Feoli (2004) อ้างโดย ชุติพงศ์ ร่มสนธิ์ (2551)

4) เมื่อสิ้นสุดกระบวนการผลลัพธ์ที่ได้ คือ แผนที่สิ่งปกคลุมดินซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงและพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งสามารถบอกลักษณะการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำให้สามารถวางแผนการใช้ที่ดินในอนาคตได้

สรุปได้ว่า กระบวนการทำงาน CA Markov ประกอบด้วยสองส่วนที่สำคัญ คือ CA filter ขนาด 5X5 neighborhood และสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการวิเคราะห์ ด้วยMarkov Chain Analysis ซึ่งใช้คาดการณ์ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยพิจารณาทีละ pixel ภายในพื้นที่ศึกษา กระบวนการพิจารณาเริ่มและทำการวนซ้ำจนครบจำนวนรอบที่กำหนดการเปลี่ยน แปลงหรือคงสภาพเดิมของพื้นที่ขึ้นอยู่กับประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่โดยรอบตามทฤษฎี “The game of life” ร่วมกับสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย Markov Chainซึ่งผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้จะแสดงเป็นแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ตัวอย่างงานศึกษาที่ใช้กระบวนการทำงานของ CA Markov มีดังนี้

ชุติพงศ์ ร่มสนธิ์ (2551) คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยใช้แบบจำลอง CA_MARKOV บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ข้อมูลปีตั้งต้นและข้อมูลแต่

ละช่วงปี คาบเวลารายปีราย 2 ปี และราย 3 ปี โดยเลือกพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม อำเภอแม่แจ่มจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระหว่างปี พ.ศ. 2531–2540 จากการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียมเป็นพื้นที่ศึกษา

วสันต์ ออวัฒนา (2554) คาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินในจังหวัดภูเก็ต โดยนำข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลมาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และแบบจำลอง Markov Chain และ Cellular Automata เพื่อศึกษารูปแบบการใช้ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ.2544 - 2554 และคาดการณ์รูปแบบการใช้ที่ดินในอีก 10 ปี ข้างหน้าคือปี พ.ศ.2564

จตุรงค์ พยอมแย้ม และคณะ : คาดการณ์ปริมาณขยะจากข้อมูลการขยายตัวของพื้นที่เมืองในเขตเทศบาลตำบลเจ้าพระยาสุรศักดิ์ จังหวัดชลบุรี โดยการหาขนาดเมืองที่เปลี่ยนแปลงไปโดยใช้การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 - ปี พ.ศ. 2570 ด้วยแบบจำลอง Cellular Automata Markov

2.8 การคาดการณ์จำนวนประชากร (Population Forecasting)

ธเรศ ศรีสถิตย์ (2553:119) ในการวางแผนจัดการมูลฝอยสิ่งสำคัญที่ต้องทำหรือทราบคือจำนวนประชากรที่ผลิตมูลฝอยในอนาคตหรือในแต่ละปี ดังนั้น จำนวนประชากรในอนาคตจะเป็นตัวชี้ถึงปริมาณมูลฝอยที่ผู้ออกแบบต้องนำมาพิจารณารวมถึงการก่อสร้างระบบเพื่อให้สามารถรองรับปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในอนาคต

2.8.1 ประเภทของประชากร (Types of Population)

การจำแนกประชากรที่มีผลต่อการเกิดมูลฝอยได้แก่

1) ประชากรตามทะเบียนราษฎร์ (Register population) หมายถึง ประชากรที่มีการจดทะเบียนไว้กับท้องถิ่น หรือเป็นประชากรตามทะเบียนบ้านที่ท้องถิ่นได้มีการบันทึกไว้เป็นหลักฐานในทะเบียนราษฎร

2) ประชากรแฝง (Nonregister population) หมายถึง ประชากรที่เข้ามาพำนักอาศัย ไม่ใช่เป็นการชั่วคราวอยู่ในพื้นที่หนึ่งโดยไม่มีชื่ออยู่ในทะเบียนของพื้นที่นั้น

3) ประชากรจร (Day-timepoputionn) หมายถึง ผู้ที่มาเยี่ยมหรือทำงานแล้วจากไป หรือหมายถึง ผู้ที่เดินทางมายังพื้นที่ในระยะเวลาหนึ่งๆเป็นการชั่วคราว อาจหมายถึงนักเรียนหรือคนทำงานแล้วกลับออกไปจากบริเวณนั้นในเวลาที่คงที่ กล่าวคือ ไม่ได้นอนค้างหรือพักอาศัยตลอด 24 ชั่วโมง

4) นักท่องเที่ยว (Tourist) คือผู้ที่เดินทางไปอยู่ในสถานที่อันมิใช้ที่พำนักถาวรของตน ซึ่งเป็นการเดินทางชั่วคราวตั้งแต่ 24 ชั่วโมงขึ้นไป (มีการค้างคืนอย่างน้อย 1 คืน แต่ไม่เกิน 90 วัน) เป็นการเดินทางโดยสมัครใจ ด้วยวัตถุประสงค์ใดๆก็ตามที่มิใช่การไปประกอบอาชีพ หรือหารายได้

5) นักทัศนาจรหรือนักท่องเที่ยวแบบไม่ค้างคืน (Excursionist) ได้แก่ ผู้ที่เดินทางไปอยู่ในสถานที่อันมิใช่ที่พำนักถาวรของตน ซึ่งเป็นการเดินทางไปอยู่ชั่วคราวในระยะเวลาสั้นๆ ไม่ถึง 24 ชั่วโมง (ไม่ได้ค้างคืน) และเดินทางไปโดยสมัครใจด้วยวัตถุประสงค์ใดๆ ก็ตามที่มิใช่การไปประกอบอาชีพหรือหารายได้ เช่น กลุ่มนักทัศนาจรจากกรุงเทพมหานครไปเที่ยวชายหากบางแสนในเวลาเช้าและกลับออกจากชายหาดบางแสนในเวลาเย็นเพื่อกลับกรุงเทพมหานคร

6) ผู้มาเยือน (Visitor) หมายถึง ผู้ที่จากถิ่นพำนักของตนเอง เพื่อวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง อาจพักค้างแรมหรือไม่ก็ได้ เป็นผลรวมของนักท่องเที่ยวและนักทัศนาจร

7) ประชากรจริง หมายถึง ประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่หนึ่งๆ ในช่วงระยะเวลาหนึ่งอย่างแท้จริงซึ่งรวมทั้งประชากรที่มีชื่ออยู่ในทะเบียนบ้านและไม่มีชื่ออยู่ในทะเบียนบ้านในบางกรณี เราอาจเรียกประชากรที่พบในลักษณะนี้ว่าเป็น Night-time population คือมีวิถีชีวิตอยู่อาศัยในเขตพื้นที่และมักยึดการนอนพักเป็นปัจจัยสำคัญ

ประชากรกลุ่มที่กล่าวมาเป็นผู้ก่อให้เกิดมูลฝอยในพื้นที่ แต่สัดส่วนการพิจารณาหาอัตราการเกิดมูลฝอยจะแตกต่างกันไปตามเวลาที่ประชากรเหล่านั้นอาศัยอยู่ในพื้นที่ที่ทำการศึกษา อาทิ กลุ่มประชากรประเภทนักเรียนหรือคนทำงาน มักจะคิดเวลาที่ผลิตมูลฝอยเป็น 1 ใน 3 ของประชากรตามทะเบียนราษฎร์ เพราะใช้เวลาในการอาศัยอยู่ในพื้นที่ประมาณ 8 - 10 ชั่วโมงต่อวัน

2.8.2 การคาดการณ์จำนวนประชากร (Population Forecasting)

การคาดการณ์ไม่มีวิธีการหรือคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ดังนั้น จึงเป็นการคาดการณ์อย่างมีวิธีการหรือมีข้อมูลที่ผู้ทำการคาดการณ์ได้ดำเนินไปด้วยความชำนาญและเหมาะสมเท่านั้น ดังนั้นความถูกต้องหรือใกล้เคียงกับความเป็นจริงย่อมมาจากประสบการณ์ในตัวผู้คาดการณ์มากกว่า

ลักษณะของการคาดการณ์แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

- แบบ short-term 1-10 ปี เป็นการคาดการณ์ในช่วงเวลาสั้นๆ ที่มีความจำเป็นต้องการใช้ข้อมูลที่ไม่นานเกินไปหรืออาจมีข้อจำกัดเรื่องที่ดินในการกำจัดมูลฝอย หรือต้องการวางแผนนโยบายการจัดการมูลฝอยในช่วงเวลาสั้นๆ ดังนั้น ผู้ทำการคาดการณ์ต้องเลือกการคาดการณ์ให้เหมาะสมกับความต้องการของงานที่ต้องทำ

- แบบ long – term 10 - 50 ปี เป็นการคาดการณ์ในช่วงเวลานาน ซึ่งพบในการจัดทำแผนหลักของเมืองหรือของธุรกิจต่างๆ ดังนั้น ผู้คาดการณ์มุ่งวางแผนระยะยาวโดยต้องให้ความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงในอนาคตให้มาก เพราะในช่วงเวลานานๆ ในอนาคตมีความไม่แน่นอนเกิดขึ้นได้มากมาย

ส่วนมากแล้วในด้านการออกแบบระบบกำจัดมูลฝอยเป็นประเภท long-term เพราะเป็นการวางแผนในระยะยาวที่ต้องการจัดการกับปัญหาที่จะเกิดตามมาในอนาคตที่ไกลออกไปโดยอาจรวมไปถึงการคำนึงถึงเงินลงทุนและผลตอบแทนในอนาคตด้วย (Cost and benefit)

วิธีการคาดการณ์จำนวนประชากรสามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

1) การคาดการณ์ประชากรแบบ Graphic Method

คือ การรวบรวมจำนวนประชากรที่มีในแต่ละปี ประมาณ 10-15 ปีขึ้นไป แล้วนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนประชากรกับเวลา แล้วลากเส้นกราฟหาแนวโน้มของประชากรในปีที่ต้องการคาดการณ์ โดยการเพิ่มสมมติฐานของการเปลี่ยนแปลงตามความชำนาญของผู้คาดการณ์ซึ่งอาศัยปัจจัยอื่นๆเข้ามาร่วมตั้งสมมติฐาน เช่น การขยายตัวทางเศรษฐกิจการเมืองและการปกครองเป็นต้น

2) การคาดการณ์ประชากรแบบ Linear Regression

คือ การรวบรวมจำนวนประชากรในแต่ละปี ประมาณ 10-15 ปีขึ้นไป เพื่อนำมาเขียนกราฟ แล้วหาแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นที่มีความสัมพันธ์ของจำนวนประชากรกับเวลา แล้วลากเส้นที่ตรงที่สุด เพื่อหาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงหรือจะคำนวณหาสมการเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่างประชากรกับเวลาโดยใช้สมการ

$$Y = a + bx \qquad (2.6)$$

เมื่อ Y = จำนวนประชากรในปีที่ 0,1,2,3,...n
x = จำนวนปีที่เริ่มนับ ตั้งแต่ 0,1,2,3,...n
a,b = ค่าคงที่

3) การคาดการณ์ประชากรแบบ Exponential Rate of Growth

ในทางปฏิบัตินิยมใช้วิธี Exponential Rate of Growth เพราะว่าเป็นวิธีการที่อัตราการเพิ่มของประชากรไม่ช้าหรือรวดเร็วเกินไป เหมาะกับสังคมของประเทศไทยที่มีลักษณะการเพิ่มขึ้นของประชากรแบบค่อยๆเพิ่ม หรือค่อยๆลดลง (ธเรศ ศรีสถิตย์. 2553:132) ซึ่งมีสมการคำนวณ คือ

$$P_n = P_0 e^{rn} \qquad (2.7)$$

เมื่อ r = อัตราการเพิ่มของประชากร
P_n = จำนวนประชากรทั้งสิ้น ณ เวลาหนึ่ง (เมื่อปลายช่วงเวลาที่ทำการศึกษา)
P_0 = จำนวนประชากรทั้งสิ้น ณ เวลาหนึ่ง (เมื่อต้นช่วงเวลาที่ทำการศึกษา)
n = จำนวนปีระหว่างต้นช่วงเวลาและปลายช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

ตัวอย่าง กรุงเทพมหานครมีประชากร ดังนี้

พ.ศ. 2531 = 5,716,779 คน
พ.ศ. 2550 = 5,716,248 คน

P_n = 5,716,248 คน
P_0 = 5,716,779 คน
n = 20 ปี

$$r = [\log(P_n / P_0)] / n \log e$$
$$= [\log(5{,}716{,}248 / 5{,}716{,}779)] / 20 \times 0.4342945$$
$$= -0.0000403411/8.68589$$
$$= -0.0000046444$$

พบว่าอัตราการเพิ่มของประชากรลดลง เนื่องจากประชากรใน พ.ศ.2550 น้อยกว่าประชากรใน พ.ศ.2531

คากดารณ์ r = - 0.0000046444
P_n (2550) = 5,716,248 คน
P_0 (2560) = ... คน
P_0 (2570) = ... คน
P_0 (2580) = ... คน

ดังนั้น จึงอาจจะผิดกับความเป็นจริง เพราะประชากรลดลงตลอด ทั้งนี้เกิดจากข้อมูลที่นำมาใช้ของช่วงต้น (พ.ศ.2531) สูงกว่าช่วงปลาย(พ.ศ. 2550) จึงได้ค่า "r" ติดลบ ดังนั้น ต้องระวังเป็นพิเศษ การคาดการณ์ประชากรแบบ Exponential Rate of Growth ควรใช้วิธีการหาอัตราการเพิ่มของประชากรเป็นช่วงในแต่ละปี แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยจึงจะมีความเหมาะสมมากกว่า และการคาดการณ์โดยใช้วิธี Exponential Rate of Growth มีข้อจำกัด คือ

1) ควรเลือกข้อมูลที่ทันสมัยไม่เกิน 10 ปี

2) ควรพิจารณาอัตราการเพิ่ม (r) ตามสภาพความเหมาะสม เช่น การตั้งสมมติฐานแนวโน้มของการลดลงของ r ด้วย เช่น r ตลอด 10 ปี ได้ค่า +0.04 ต่อปี จากปีที่ 1,2,3,...,10 ปี มีแนวโน้มลดลงในอีก 10 ปี ต่อมาอาจใช้ค่า r เป็น +0.02 เพื่อให้ข้อมูลการคาดการณ์ไม่สูงหรือต่ำจนเกินไป

3) การตั้งสมมติฐานการเพิ่มขึ้นของประชากรตามสภาวะการขยายตัวทางเศรษฐกิจ การเมือง การปกครอง เพราะปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของประชากรทั้งสิ้น

2.9 แนวทางการจัดการขยะและกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่

การนำขยะกลับมาใช้ใหม่มีความจำเป็นและเป็นประโยชน์ต่อสังคมปัจจุบันมาก โดย เฉพาะในภาวะที่ทรัพยากรธรรมชาติไม่เหลือให้มนุษย์ใช้กันอย่างฟุ่มเฟือย โดยก่อให้เกิดประโยชน์ในการลดปริมาณขยะที่ต้องกำจัดหรือเก็บขน สามารถลดทั้งปริมาณและปริมาตร เป็นการใช้ทรัพยากรต่างๆ อย่างคุ้มค่า ลดปริมาณของเสียที่ถูกทิ้งไปในสิ่งแวดล้อม ตามหลักการนำมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่สามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งสามารถสรุปได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ที่มีความเหมาะสมในแต่ละขั้นตอนที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้

2.9.1 การนำวัสดุที่ได้จากมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ (Materrial recovery)

เป็นการนำมูลฝอยที่สามารถคัดแยกได้ เช่น พลาสติก กระดาษ ไม้ โลหะ หรือเศษอาหารต่างๆ กลับมาใช้ใหม่ โดยผ่านกระบวนการเปลี่ยนรูปใหม่หรือไม่เปลี่ยนรูปก็ได้ อาทิ

- ไม่ผ่านกระบวนการเปลี่ยนรูป เช่น ขวดแก้วที่ล้างทำความสะอาดแล้วนำกลับมาใช้ใหม่
- ผ่านกระบวนการเปลี่ยนรูป เช่น พวกเศษกระดาษ พลาสติก โลหะ เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมไปถึงเศษอาหารที่นำไปเลี้ยงสัตว์ในโรงสัตว์เลี้ยงต่างๆ ที่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคก่อนให้สัตว์เลี้ยงกิน

2.9.2 การแปรรูปเพื่อหาพลังงาน (Energy recovery)

ได้แก่ การนำมูลฝอยที่สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน หรือเปลี่ยนเป็นรูปก๊าซชีวภาพ เช่น การเผามูลฝอยให้เกิดความร้อนเพื่อนำมาผลิตกระแสไฟฟ้า การตัดมูลฝอยให้เป็นชิ้นเล็กๆ เพื่ออัดให้เป็นแหล่งเชื้อเพลิงแล้วนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม การหมักมูลฝอยที่ย่อยสลายได้ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพโดยเฉพาะก๊าซมีเทน(CH_4) การนำพลาสติกเก่ามาหลอมเป็นแท่งเชื้อเพลิงให้กับโรงงานอุตสาหกรรม

2.9.3 การนำมูลฝอยไปปรับสภาพให้มีประโยชน์ต่อการบำรุงรักษาดิน หรือการถมที่ลุ่มต่างๆ (Composting and land reclamation)

ได้แก่ การทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอย แม้ว่าคุณภาพดินอาจไม่ดีเท่ากับปุ๋ยเคมี แต่เป็นส่วน ช่วยปรับปรุงดิน (Soil conditioner) ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยมักมีสารอาหารไม่ครบตามที่เกษตรกรต้องการ ถ้าต้องการให้เป็นปุ๋ยที่มีคุณสมบัติครบต้องมีการเติมสารอาหารบางตัวลงไปด้วย หรือการนำมูลฝอยถมที่ต่างๆ ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายที่สามารถนำมูลฝอยกลับมาใช้ได้

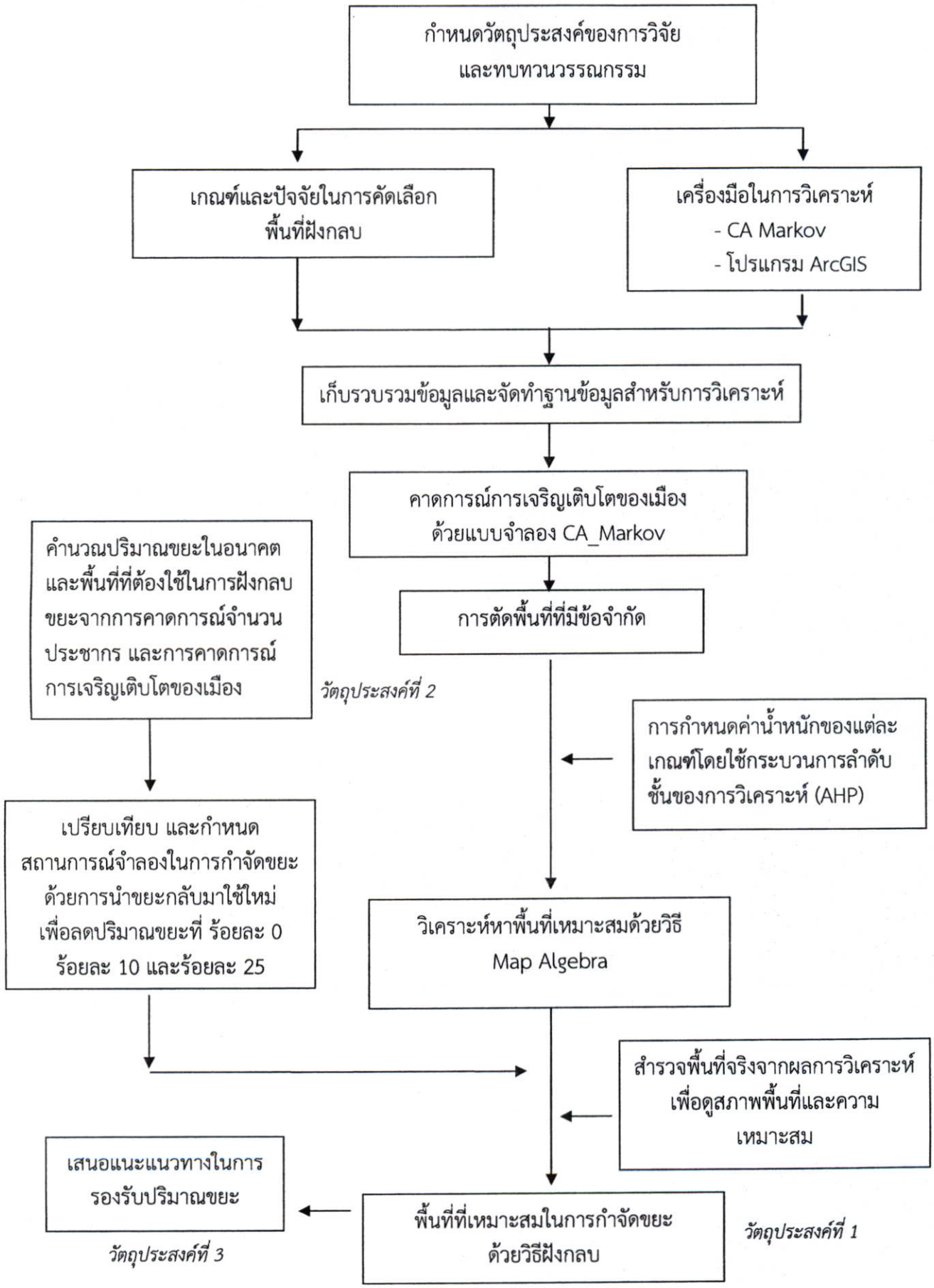
บทที่ 3
วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จัดเป็นการวิจัยที่พยายามชี้ให้เห็นหรือคาดคะเนเหตุการณ์ในอนาคตว่าจะเป็นอย่างไร โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา การวิจัยนี้ทำการศึกษาจากการทบทวนวรรณกรรม และงานวิจัยที่เคยมีการศึกษามาแล้ว รวบรวมองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์และใช้เครื่องมือวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ โดยใช้ความรู้จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับเกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่ และประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ ซึ่งผลการศึกษาที่ได้แสดงในรูปแบบเชิงปริมาณและเชิงพื้นที่ โดยการศึกษาจะทำการคาดการณ์ปริมาณขยะในอนาคตจากการคำนวณการขยายตัวของประชากรและการขยายตัวของเมืองในอนาคต เพื่อหาขอบเขตพื้นที่ที่คาดว่าจะเกิดเป็นเมือง และนำมาเป็นปัจจัยในการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยต่างๆ ที่เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบ ด้วยโปรแกรม ArcGIS และให้ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยด้วยวิธี AHP (Analysis Hierarchy Process) โดยมีวิธีการและขั้นตอนการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ ตามภาพที่ 3.1 และมีหัวข้อตามขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

3.1 การจัดเตรียมข้อมูล

3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

3.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพที่ 3.1 วิธีการและขั้นตอนการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ

3.1 การจัดเตรียมข้อมูล

ในการวิจัยนี้ มีข้อมูลพื้นฐานที่จะต้องเก็บรวบรวมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์โดยแบ่งได้ ดังนี้

3.1.1 ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

รวบรวมข้อมูลสภาพทั่วๆไปของพื้นที่ศึกษา ขนาด ที่ตั้ง ลักษณะทางภูมิศาสตร์ สภาพพื้นที่ ภูมิอากาศ ลักษณะโครงข่ายการคมนาคม จำนวนประชากร ลักษณะทางสังคม ฯลฯ โดยการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งที่ได้มีการจัดเก็บรวบรวมไว้

3.1.2 ข้อมูลประชากร

ข้อมูลจำนวนประชากรจากทะเบียนราษฎร์ กรมการปกครอง และจากสำมะโนประชากร ในปี 2548 ถึงปี 2557 มาใช้ในการคำนวณ การคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคต โดยใช้การคาดการณ์จำนวนประชากรแบบ Exponential Rate of Growth เนื่องจากเป็นวิธีการที่อัตราการเพิ่มของประชากรไม่ช้าหรือรวดเร็วเกินไป เหมาะกับสังคมของประเทศไทยที่มีลักษณะการเพิ่มขึ้นของประชากรแบบค่อยๆเพิ่ม หรือค่อยๆลดลง (ธเรศ ศรีสถิตย์.2553:132)

3.1.3 ข้อมูลปริมาณขยะในอนาคต

ข้อมูลปริมาณขยะและอัตราการผลิตขยะต่อหัว จากกรมควบคุมมลพิษมาคาดการณ์ปริมาณขยะที่จะเกิดขึ้นในอนาคตโดยใช้ผลของการคาดการณ์จำนวนประชากรที่ได้จากข้อ 3.1.2

1) หาอัตราการผลิตขยะมูลฝอยเฉลี่ยของประชากรรายหัวเพื่อใช้ในการคำนวณคาดการณ์ปริมาณขยะในอนาคต

2) หาอัตราการเพิ่มขึ้นของอัตราการเกิดขยะมูลฝอยเพื่อใช้ในการคำนวณคาดการณ์ปริมาณขยะในอนาคต

3) ข้อมูลการนำขยะไปรีไซเคิล นำไปใช้ในการกำหนดสถานการณ์จำลองในการนำขยะกลับมาใช้ใหม่ เพื่อลดปริมาณขยะในกรณีศึกษากำหนดไว้ที่ ร้อยละ 0 กรณีไม่มีการนำกลับมาใช้ใหม่ ร้อยละ 10 และร้อยละ 25 กรณีมีการนำขยะกลับมาใช้ใหม่

3.1.4 การขยายตัวของพื้นที่เมือง

ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของปี 2545 และ 2554 เป็นฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์จากองค์การบริหารส่วนจังหวัดสมุทรปราการ มาหาการขยายตัวของเมืองในอนาคต ด้วยหลักการ Cellular Atomata Markov เพื่อจำลองการขยายตัวของเมือง ช่วงเวลาล่ะ 9 ปี ไปจนถึงปี 2572

3.1.5 หลักเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบ

การศึกษาได้ประยุกต์ใช้หลักเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบของกรมควบคุมมลพิษร่วม กับการอ้างอิงตามบทความวิชาการที่เกี่ยวข้อง โดยมีปัจจัยในการวิเคราะห์ และแหล่งที่มาของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ปัจจัยในการวิเคราะห์และแหล่งที่มาของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data)

ที่	ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์	แหล่งข้อมูล
1	ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ข้อมูลคุณลักษณะชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	กรมทรัพยากรธรณี
2	เขตทหาร แผนที่แสดงเขตทหาร	สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสมุทรปราการ
3	เขตสนามบิน แผนที่แสดงเขตสนามบิน	สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสมุทรปราการ
4	ระดับน้ำใต้ดิน ข้อมูลคุณลักษณะแสดงระดับน้ำใต้ดิน	กรมโยธาธิการและผังเมือง
5	ชนิดของดิน ข้อมูลคุณลักษณะแสดงสมรรถนะของดิน	กรมพัฒนาที่ดิน
6	ความชัน แผนที่แสดงเส้นชั้นความสูง	สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสมุทรปราการ
7	ระยะห่างจากแหล่งน้ำ แผนที่แสดงแหล่งน้ำผิวดิน	กรมพัฒนาที่ดิน
8	ระยะห่างจากถนน แผนที่แสดงเส้นทางคมนาคม	สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสมุทรปราการ
9	ระยะห่างจากสวนสาธารณะ แผนที่แสดงที่ตั้งสวนสาธารณะ	สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสมุทรปราการ
10	ระยะห่างจากชุมชน แผนที่แสดงที่ตั้งหมู่บ้านและชุมชน	สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสมุทรปราการ
11	พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม ข้อมูลคุณลักษณะพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม	สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสมุทรปราการ
12	แหล่งโบราณสถาน สถานที่ท่องเที่ยว แผนที่แสดงที่ตั้งแหล่งโบราณสถานสถานที่ท่องเที่ยว	สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสมุทรปราการ

3.1.6 การจัดทำแบบสอบถาม AHP ด้วยเทคนิคเดลฟาย

หลังจากได้เกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบทั้ง 12 เกณฑ์ (หาค่าน้ำหนักจำนวน 9 เกณฑ์) นำเกณฑ์ดังกล่าวมาหาค่าน้ำหนักระหว่างปัจจัยโดยการศึกษาได้ประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ Analytical Hierarchical Process (AHP) โดยจัดทำแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่างๆ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านผังเมือง จำนวน 17 คน โดยใช้เทคนิคเดลฟาย จำนวนสองรอบมากำหนดค่าคะแนนความสำคัญแต่ละปัจจัย (Weighting Factor) เพื่อคำนวณค่าคะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighting Linear Total) ที่ใช้ในการศึกษาความเหมาะสมของการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบในพื้นที่

จังหวัดสมุทรปราการ วิธีการ AHP เปรียบเทียบสำหรับปัจจัยหลักทีละคู่ โดยมีค่าระดับความสำคัญตั้งแต่ สำคัญเท่ากัน มีค่าเท่ากับ 1 จนถึง สำคัญกว่าที่สุดมีค่าเท่ากับ 9 ดังตารางที่ 3.2 (ตัวอย่างแบบสอบถามแสดงในภาคผนวก ก)

ตารางที่ 3.2 มาตราส่วนในการวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยรายคู่

ระดับความเข้มข้นของความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้ง 2 ปัจจัย ส่งผลกระทบต่อวัตถุประสงค์ เท่าๆ กัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ประสบการณ์และการวินิจฉัยแสดงถึงความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งปานกลาง
5	สำคัญมากกว่า	ประสบการณ์และการวินิจฉัยแสดงถึงความพึงพอใจ
7	สำคัญกว่ามากที่สุด	ปัจจัยหนึ่งได้รับความพึงพอใจมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีกปัจจัยหนึ่ง ในทางปฏิบัติปัจจัยนั้น ได้มีอิทธิพลเหนือกว่าอย่างเห็นได้ชัด
9	สำคัญกว่าสูงที่สุด	มีหลักฐานยืนยันความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งในระดับที่สูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้
2,4,6,8	สำหรับในกรณีประนีประนอมเพื่อลดช่องว่างระหว่างระดับความรู้สึก	บางครั้งผู้ทำการตัดสินใจต้องการวินิจฉัยในลักษณะที่ก้ำกึ่งกันและไม่สามารถอธิบายด้วยคำพูดที่เหมาะสมได้

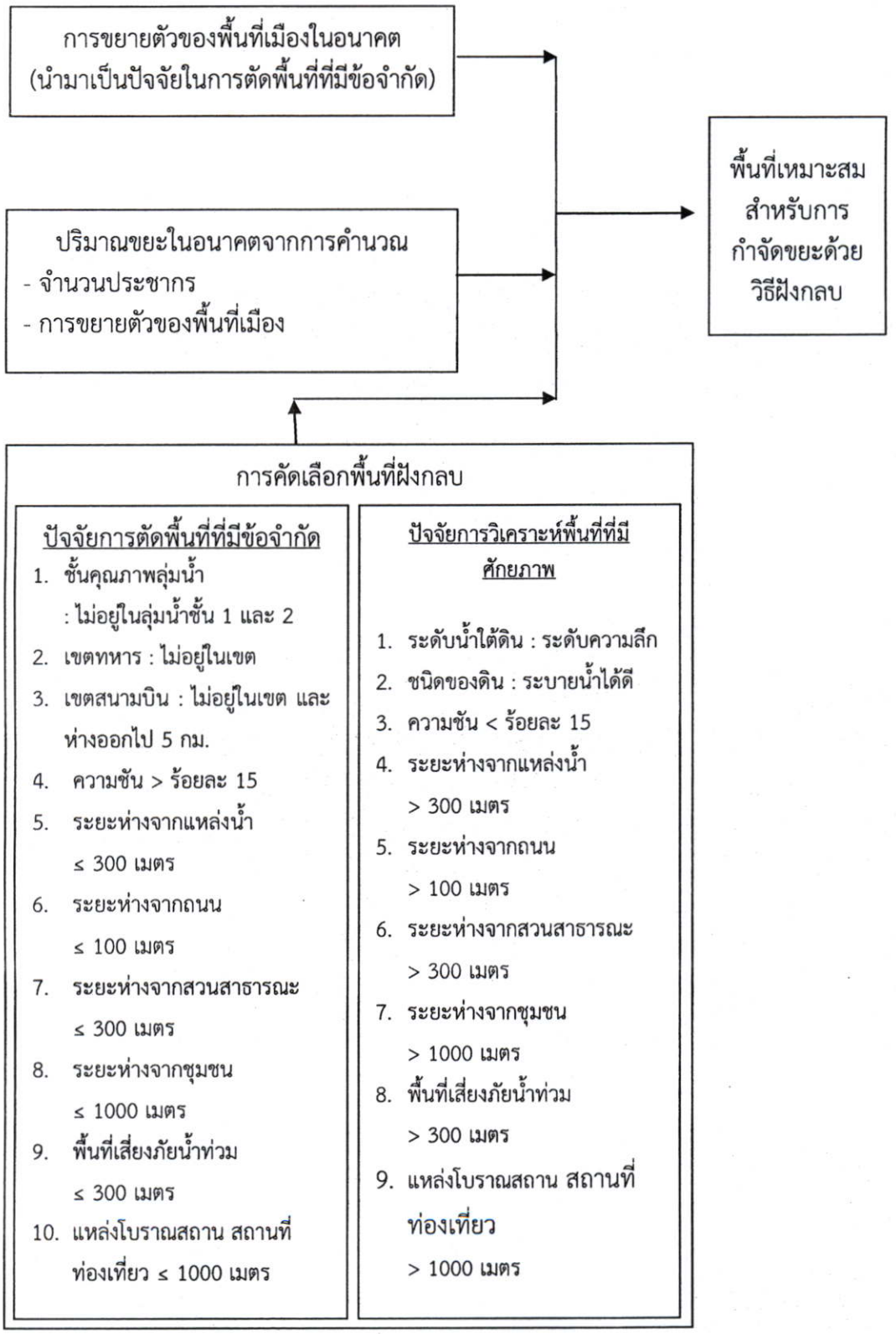
3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

3.2.1 ตัวแปรอิสระ คือ ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ ดังนี้

1) การขยายตัวของพื้นที่เมืองในอนาคต
2) ปริมาณขยะในอนาคต
3) หลักเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบ

ระดับน้ำใต้ดิน ชนิดของดิน ความชัน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากสวนสาธารณะ ระยะห่างจากชุมชน พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ เขตทหาร เขตสนามบิน แหล่งโบราณสถาน และสถานที่ท่องเที่ยว ปัจจัยดังกล่าวนี้จะใช้ในการการตัดพื้นที่ที่มีข้อจำกัด และใช้วิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพ

3.2.2 ตัวแปรตาม คือ พื้นที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ ความเชื่อมโยงตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม ตามภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ความเชื่อมโยงตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม

3.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

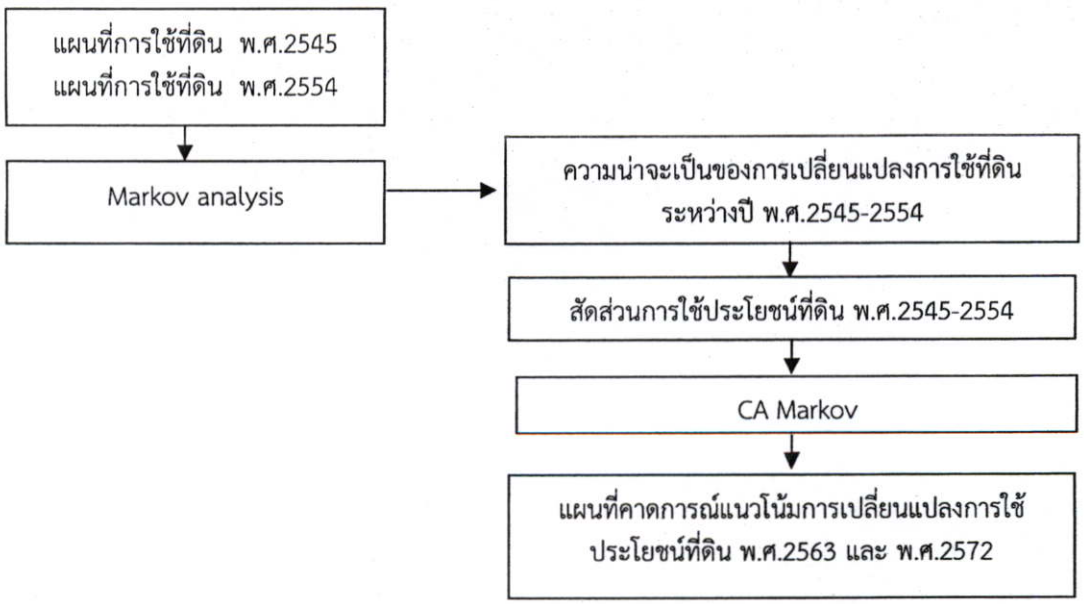
การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบจะนำปัจจัยที่เป็นหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่สถานที่ฝังกลบกากของเสีย พ.ศ.2552 ของกรมควบคุมมลพิษร่วมกับการอ้างอิงตามบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง มาประเมินโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โปรแกรม ArcGIS และใช้การวิเคราะห์ AHP (Analysis Hierarchy Process) เปรียบเทียบความสำคัญของหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสม เพื่อหาค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย โดยต้องดำเนินการจัดเตรียมชั้นข้อมูลของปัจจัยต่างๆ ที่จะนำมาวิเคราะห์เพื่อให้ได้พื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

3.3.1 การคาดการณ์การขยายตัวของเมืองในอนาคตด้วยแบบจำลอง CA Markov

การคาดการณ์การขยายตัวของเมืองในอนาคตคาดการณ์จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยใช้แบบจำลอง CA Markov โดยมีวิธีการ ดังนี้

1) นำเข้าข้อมูลการใช้ที่ดิน พ.ศ.2545 และ พ.ศ.2554 เพื่อหาแนวโน้มการใช้ที่ดินในอนาคตด้วยแบบจำลอง Markov ผลลัพท์ที่ได้ คือ ค่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Probability of changing) และค่าสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Transition of changing)

2) นำค่าสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่ได้จากการวิเคราะห์มาสร้างแบบจำลองการใช้ที่ดิน ช่วงเวลาละ 9 ปี คือ พ.ศ.2563 และ พ.ศ. 2572 ด้วยแบบจำลอง CA Markov โดยมีขั้นตอนการคาดการณ์การขยายตัวของเมืองด้วยแบบจำลอง CA Markov ตามภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 การคาดการณ์การขยายตัวของเมืองด้วยแบบจำลอง CA Markov

3.3.2 การวิเคราะห์ค่าถ่วงน้ำหนักโดยAHP

การเปรียบเทียบค่าน้ำหนักของปัจจัยเราต้องการทราบว่าปัจจัยแต่ละปัจจัยมีความ สำคัญต่อการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบอย่างไร มีค่าน้ำหนักเท่าใด จึงได้เลือกใช้วิธี Analytical Hierarchical Process: AHP ในการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักของปัจจัยต่างๆ ซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากสำหรับการตัดสินใจด้านต่างๆ ค่าถ่วงน้ำหนักคำนวณจาก Eigenvector ของเมตริกซ์ที่สร้างขึ้นจากการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ทีละคู่ก่อนที่จะนำไปคำนวณค่าคะแนนความเหมาะสมของแต่ละทางเลือก โดยได้ความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในการใส่ค่าตัวเลขความสำคัญ และตรวจสอบค่าความสอดคล้องของข้อมูล (CR) คำนวณค่า eigenvector ว่าค่าปัจจัยที่ใส่ให้กับตัวแปร ซึ่งนำไปใช้มีความสมเหตุสมผลหรือไม่

การวิเคราะห์ค่าถ่วงน้ำหนักโดย AHP จากขั้นตอนการรวบรวมจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการเปรียบเทียบปัจจัยที่มีผลกับการเลือกพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอย ซึ่งต้องทำการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย ดังนี้

1) ทำการเปรียบเทียบเกณฑ์แต่ละคู่ในรูปของตารางเมตริกซ์ ทำได้โดยเปรียบเทียบทุกๆเกณฑ์ ทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง

2) รวมค่าตัวเลขการเปรียบเทียบทุกตัวที่อยู่ในแนวตั้งของตาราง

3) นำผลที่ได้จากข้อ 2 หารด้วยตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบในแถวแนวตั้งของตนเอง

4) ทำการบวกตัวเลขที่ได้จากการดำเนินการตามข้อ 3 ในแถวแนวนอน

5) ทำการหารผลรวมที่ได้จากข้อ 4 ด้วยตัวเลขที่ได้จากจำนวนของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ ซึ่งมีค่าเท่ากับจำนวนปัจจัย คือ 9 โดยการคำนวณในขั้นตอนที่เป็นการทำ Normalize และค่าที่ได้จะเป็นค่า Eigenvector ซึ่งนำไปใช้เป็นค่าน้ำหนักปัจจัย

6) การตรวจสอบความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio: C.R.) ว่าค่าการเปรียบเทียบเกณฑ์ของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งนำไปใช้คำนวณค่า Eigenvector มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยที่

ถ้า C.R ≤ 0.1 แสดงว่าค่าปัจจัยมีความสอดคล้องกัน สามารถนำ Eigenvector ไปใช้เป็นค่าน้ำหนักได้

ถ้า C.R > 0.1 แสดงว่าค่าปัจจัยไม่มีความสอดคล้องกัน ต้องปรับหรือให้ค่าปัจจัยใหม่ เพื่อคำนวณค่า C.R ≤ 0.1 จึงจะนำค่า Eigenvector ไปใช้งานได้

ซึ่งคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$CR = CI/RI \qquad (3.1)$$

เมื่อ CI คือ ดรรชนีความสมเหตุสมผล (Consistency Index)

CR คือ สัดส่วนความสมเหตุสมผล (Consistency Ratio)

RI คือ ดรรชนีค่าสุมของความไม่สมเหตุสมผล (Random Inconsistency Index) ขึ้นอยู่กับขนาดของสแควร์เมตริก ดังตารางที่ 3.4

$$CR = max\text{-}n/n\text{-}1$$

เมื่อ n คือ ขนาดของสแควร์เมตริก
max คือ ค่าไอเกน (Eigen Value) สูงสุด สัมประสิทธิ์เฉพาะ

ตารางที่ 3.3 ดรรชนีค่าสุ่มของความไม่สมเหตุสมผล (Random Inconsistency Index)

n	RI	n	RI	n	RI
1	0	6	1.24	11	1.51
2	0	7	1.32	12	1.48
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.90	9	1.46	14	1.57
5	1.12	10	1.49	15	1.59

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำ AHP จะได้ค่าน้ำหนักที่มีการจัดลำดับความสำคัญแล้ว และทำการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบโดยอาศัยสมการข้างล่างนี้

$$S = (R_1xW_1)+ (R_2xW_2)+((R_3xW_3) \quad (3.2)$$

S = พื้นที่มีความเหมาะสม
R = ชั้นข้อมูลปัจจัยที่ทำการ reclassify และกำหนดค่าคะแนนแล้ว
W = ค่าถ่วงน้ำหนักที่ได้จากการเปรียบเทียบคู่ปัจจัย โดยวิธี AHP

3.3.3 การคาดการณ์จำนวนประชากรและปริมาณขยะ

คำนวณปริมาณขยะที่จะเกิดขึ้นโดยใช้การคาดการณ์จำนวนประชากรและอัตราการเกิดมูลฝอยต่อหน่วยหรือต่อประชากร

1) การคาดการณ์จำนวนประชากรจะใช้ข้อมูลจากกรมการปกครองและสำมะโนประชากรในปี 2548 ถึงปี 2557 โดยใช้วิธีการคำนวณแบบ Exponential Rate of Growth ซึ่งมีสมการการคำนวณคือ

$$P_n = P_0e^{rn} \quad (3.3)$$

ที่มา: ธเรศ ศรีสถิตย์ (2553)

2) การคาดการณ์ปริมาณขยะการวิจัยที่ได้ศึกษาหาปริมาณขยะในอนาคตจาก 2 วิธี คือ คำนวณจากจำนวนประชากร และคำนวณจากการคาดการณ์การขยายตัวของพื้นที่เมือง

2.1) อัตราการเกิดมูลฝอย เฉลี่ยเท่ากับ 1.15 กิโลกรัม/คน/วัน โดยประเทศไทยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของมูลฝอยเฉลี่ยเท่ากับ 0.008 กิโลกรัม/คน/วัน (ธเรศ, 2553) ในรอบ15 ปีที่ผ่านมา(พ.ศ.2536-2550) โดยอัตราการเกิดมูลฝอยต่อหัวในปีที่ n ได้จากอัตราการเกิดมูลฝอยต่อหัวในปีตั้งต้น คูณกับ อัตราการเพิ่มขึ้นของการเกิดมูลฝอยในแต่ละปี และสามารถคำนวณหาปริมาณมูลฝอยในอนาคตได้จากสมการข้างล่างนี้

ปริมาณมูลฝอยปีที่ n = จำนวนประชากรปีที่ n x อัตราการเกิดมูลฝอยในปีที่ n (3.4)

เมื่อ n มีค่า 1,2,3,...,n ปี

ที่มา: ธเรศ ศรีสถิตย์ (2553)

2.2) คำนวณจากการคาดการณ์การขยายตัวของพื้นที่เมือง โดยใช้ขนาดของพื้นที่เมืองในการคำนวณร่วมกับข้อมูลปริมาณขยะในพื้นที่

อัตราการเกิดขยะต่อวันต่อตารางกิโลเมตร

$$Rwu_n = Qwu_n / u_n \quad (3.5)$$

เมื่อ Rwu_n = อัตราการเกิดขยะต่อวันต่อตารางกิโลเมตรในปีที่ n
Qwu_n = ปริมาณขยะต่อวันในพื้นที่เทศบาลในปีที่ n
u_n = ขนาดของพื้นที่เมืองในปีที่ n

หาค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดขยะต่อวันต่อตารางกิโลเมตรโดยนำข้อมูลอัตราการเกิดขยะต่อวันต่อตารางกิโลเมตรใน ปีพ.ศ.2550 และพ.ศ.2553 มาคำนวณ ดังนี้

$$ARwu = Rwu_1 + ... + Rwu_n / Y \quad (3.6)$$

เมื่อ ARwu = ค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดขยะต่อวันต่อตารางกิโลเมตร
$Rwu_{(1,...,n)}$ = อัตราการเกิดขยะต่อวันต่อตารางกิโลเมตรในปีที่ 1 ถึง n
Y = จำนวนปีที่ใช้ในการคำนวณ

ปริมาณขยะในอนาคตหาได้จากนำค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดขยะต่อวันต่อตารางกิโลเมตรมาคำนวณร่วมกับขนาดของพื้นที่เมืองในอนาคตจะได้ปริมาณขยะจากการขยายตัวของเมือง ดังนี้

$$Qwu_n = ARwu \times U_n \quad (3.7)$$

โดย Qwu_n = ปริมาณขยะต่อวันในพื้นที่เทศบาลในปีที่ n
ARw_u = ค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดขยะต่อวันต่อตารางกิโลเมตร

Un = ขนาดของพื้นที่เมืองในปีที่ n

ที่มา: วารสารวิทยาศาตร์และเทคโนโลยี (2554:51-61)

3.3.4 การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสม

การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ จะใช้โปรแกรม ArcGIS ในการวิเคราะห์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การตัดพื้นที่ที่มีข้อจำกัดในการดำเนินการ และการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพ

1) การตัดพื้นที่ที่มีข้อจำกัด

การตัดพื้นที่ที่มีข้อจำกัด คือ การตัดพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมในการดำเนินการออก เช่น พื้นที่ที่มีข้อห้ามตามกฎหมาย หรือเป็นบริเวณที่ไม่ควรจัดทำพื้นที่ฝังกลบ พื้นที่ที่มีข้อจำกัดที่นำมาพิจารณาในการศึกษานี้ประกอบด้วย พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ พื้นที่เขตทหาร พื้นที่เขตสนามบิน พื้นที่ที่มีความลาดชันเกิน ร้อยละ15 พื้นที่แหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ พื้นที่ถนน พื้นที่สวนสาธารณะ พื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม พื้นที่โบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยว และพื้นที่ที่คาดว่าจะเป็นเมืองใน พ.ศ.2563 ที่ได้จากแบบจำลอง CA Markov โดยจะตัดพื้นที่ดังกล่าวและบริเวณที่ห่างออกไปตามหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่สถานที่ฝังกลบกากของเสีย พ.ศ. 2552 ของกรมควบคุมมลพิษ ร่วมกับการอ้างอิงตามบทความวิชาการที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย กรมโยธาธิการและผังเมือง (2549:84) , Simone Leao et al. (2004), และอาณัติ ต๊ะปินตา(2553) ตามตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ปัจจัยที่มีข้อจำกัดในการดำเนินการ

ที่	ปัจจัย
1	ไม่อยู่ในพื้นที่คุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2
2	ไม่อยู่ในพื้นที่เขตทหาร
3	ไม่อยู่ในพื้นที่เขตสนามบินและห่างออกไป 5 กิโลเมตร
4	ไม่เป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันเกินร้อยละ 15
5	ไม่อยู่ในพื้นที่แหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำและห่างออก 300 เมตร
6	ไม่อยู่ในแนวเขตถนนและห่างออกไป 100 เมตร
7	ไม่อยู่ในพื้นที่สวนสาธารณะและห่างออกไป 300 เมตร
8	ไม่อยู่ในพื้นที่ชุมชนเมืองและห่างออกไป 1 กิโลเมตร
9	ไม่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมและห่างออกไป 300 เมตร
10	ไม่อยู่ในพื้นที่โบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยว และห่างออกไป 1 กิโลเมตร
11	พื้นที่ชุมชนเมือง พ.ศ.2563

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ(2551 : 3); กรมโยธาธิการและผังเมือง(2549:84);
Simone Leao et al. (2004); อาณัติ ต๊ะปินตา (2553)

2) การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพ

เมื่อทำการตัดพื้นที่ที่มีข้อจำกัดออกแล้ว สามารถนำพื้นที่ที่เหลือไปวิเคราะห์หาความเหมาะสมในการคัดเลือกเป็นพื้นที่กำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบ จำนวน 9 ปัจจัย และค่าคะแนน(rating) ตามตารางที่ 3.5 ได้มาจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบ ของกรมควบคุมมลพิษ (2552) กรมโยธาธิการและผังเมือง (2549) , จุมพล วิเชียรศิลป์ และคณะ(2557), อาณัติ ต๊ะปินตา (2553) และ Simone Leao et al. (2004) (ปัจจัยส่วนใหญ่ในการหาพื้นที่ที่มีศักยภาพจะทำระยะแนวกันชน ในระยะที่ไกลกว่าปัจจัยที่มีข้อจำกัดในตารางที่ 1) ประกอบด้วย

- ปัจจัยระดับน้ำใต้ดิน หมายถึง พื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินสูงหรืออยู่ใกล้ระดับผิวดินมาก อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนของน้ำชะขยะ
- ชนิดของดิน หมายถึง ความสามารถของดินในการป้องกันน้ำใต้ดินจากการปนเปื้อนการรั่วไหลของน้ำชะขยะ เช่น ดินเหนียว มีความสามารถป้องกันการรั่วซึมของน้ำชะขยะได้
- ความชัน หมายถึง พื้นที่ที่มีความชันมากเกินไปอาจพาน้ำชะขยะลงสู่แหล่งน้ำ
- ระห่างจากแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ เพื่อป้องกันแหล่งน้ำจากการปนเปื้อนการรั่วไหลของน้ำชะขยะ
- ระยะห่างจากระบบเครือข่ายถนน ระยะห่างขั้นต่ำจากเครือข่ายถนนที่จะหลีกเลี่ยงมลพิษทางสายตา
- ระยะห่างจากสวนสาธารณะ เพื่อหลีกเลี่ยงมลพิษทางสายตาและป้องกันปัญหากลิ่นรบกวน
- ระยะห่างจากชุมชน เพื่อป้องกันกลิ่นรบกวน เชื้อโรค การปนเปื้อน และมลพิษทางสายตา
- พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม เป็นอุปสรรคในการปฏิบัติงานกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบและมีปัญหาการระบายน้ำออกจากพื้นที่
- ระยะห่างจากพื้นที่โบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ เพื่อป้องกันกลิ่นรบกวน เชื้อโรค การปนเปื้อน มลพิษทางสายตา และป้องกันผลกระทบด้านการท่องเที่ยว

เมื่อได้ชุดค่าคะแนนของปัจจัยทั้งหมดแล้วจึงนำชั้นข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงพื้นที่แบบราสเตอร์(Raster spatial analysis) ด้วยโปรแกรม Arc GIS และการวิเคราะห์แบบหลายกฎเกณฑ์(Multiple Criteria analysis : MCA) ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ Analytical Hierarchical Process: AHP โดยการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยใช้เทคนิคเดลฟาย (Delphi technique) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 17 คน ตอบแบบสอบถามจำนวน 2 รอบ เฉลี่ยค่าน้ำหนักที่ได้จากแบบสอบถามที่ได้รับใส่ในตาราง AHP ได้เป็นค่าน้ำหนักของปัจจัย จากนั้นตรวจสอบความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio: C.R.) ว่าค่าการเปรียบเทียบเกณฑ์ของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งนำไปใช้คำนวณค่า Eigenvector มีความสมเหตุสมผลสามารถนำไปใช้เป็นค่า

น้ำหนักของปัจจัยได้ ผลลัพธ์ที่ได้ คือ พื้นที่เหมาะสมในการฝังกลบขยะ แบ่งเป็น 5 ระดับ โดยจะเลือกพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดมาใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 3.5 แสดงปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ศักยภาพ

ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์	ประเภท/ระดับข้อมูล	ค่าคะแนน 1-4		ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์	ประเภท/ระดับข้อมูล	ค่าคะแนน 1-4
1.ระดับน้ำใต้ดิน	ระดับน้ำใต้ดินต่ำมาก ระดับน้ำใต้ดินต่ำ ระดับน้ำใต้ดินปานกลาง ระดับน้ำใต้ดินลึก	.....1..... .....2..... .....3..... .....4.....		6.ระยะห่างจากสวนสาธารณะ	300 – 600 เมตร 601 – 900 เมตร 901 – 1200 เมตร > 1200 เมตร	.....1..... .....2..... .....3..... .....4.....
2.ชนิดของดิน	การระบายน้ำดี การระบายน้ำปานกลาง การระบายน้ำช้า การระบายน้ำเลว	.....1..... .....2..... .....3..... .....4.....		7.ระยะห่างจากชุมชน	1000 – 1500 เมตร 1501 – 2000 เมตร 2001 – 2500 เมตร > 2500 เมตร	.....1..... .....2..... .....3..... .....4.....
3.ความชัน	ร้อยละ 10 - 15 ร้อยละ 5 - 10 ร้อยละ 3 - 5 ต่ำกว่าร้อยละ 3	.....1..... .....2..... .....3..... .....4.....		8.พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม	เสี่ยงมาก เสี่ยงปานกลาง เสี่ยงน้อย เสี่ยงน้อยมาก	.....1..... .....2..... .....3..... .....4.....
4.ระห่างจากแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ	300 – 600 เมตร 601 – 900 เมตร 901 – 1200 เมตร > 1200 เมตร	.....1..... .....2..... .....3..... .....4.....		9.ระยะห่างจากพื้นที่โบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ	1001 – 1500 เมตร 1501 – 2000 เมตร 2001 – 2500 เมตร > 2500 เมตร	.....1..... .....2..... .....3..... .....4.....
5.ระยะห่างจากระบบเครือข่ายถนน	100 – 500 เมตร 501 – 1000 เมตร 1001 – 1500 เมตร > 1500 เมตร และไม่เกิน 10 กม.	.....1..... .....2..... .....3..... .....4.....				

3.3.5 เปรียบเทียบความต้องการพื้นที่ในการฝังกลบ

นำปริมาณขยะในอนาคตมาคำนวณหาพื้นที่ที่ต้องใช้ในการฝังกลบขยะ และเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ โดยกำหนดสถานการณ์การนำขยะกลับไปใช้ใหม่(Recycle) 3 สถานการณ์ คือ 1.ไม่มีการนำขยะไปใช้ใหม่ 2.มีการนำขยะไปใช้ใหม่ ร้อยละ 10 และ 3.มีการนำขยะไปใช้ใหม่ ร้อยละ 25

ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ

การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ ผู้ศึกษาได้แยกเสนอผลการศึกษาดังนี้

4.1 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ

4.2 การกำจัดขยะมูลฝอยในปัจจุบัน

4.3 การคาดการณ์การเจริญเติบโตของเมือง

4.4 การคาดการณ์ปริมาณขยะในอนาคตจากจำนวนประชากรและการเจริญเติบโตของเมือง

4.5 การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมทางกายภาพในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ

4.6 สำรวจพื้นที่จริงจากผลการวิเคราะห์เพื่อดูสภาพพื้นที่และความเหมาะสม

4.7 ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับความต้องการพื้นที่ในการฝังกลบขยะ และแนวทางในการรองรับปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในอนาคต

4.1 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ

4.1.1 ที่ตั้งและขนาดพื้นที่

จังหวัดสมุทรปราการตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาตอนปลายสุดของแม่น้ำเจ้าพระยาและเหนืออ่าวไทย มีเนื้อที่ประมาณ 1,004.09 ตารางกิโลเมตรหรือประมาณ 627,557 ไร่ ตั้งอยู่ภาคกลางของประเทศไทย ห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 29 กิโลเมตร (ภาพที่ 4.1)

- ทิศเหนือติดกับกรุงเทพมหานคร ระยะทาง 55.00 กิโลเมตร
- ทิศใต้ติดกับอ่าวไทย (พื้นที่ชายฝั่งทะเล) ระยะทาง 47.20 กิโลเมตร
- ทิศตะวันออกติดกับจังหวัดฉะเชิงเทรา ระยะทาง 42.60 กิโลเมตร
- ทิศตะวันตกติดกับกรุงเทพมหานคร ระยะทาง 34.20 กิโลเมตร

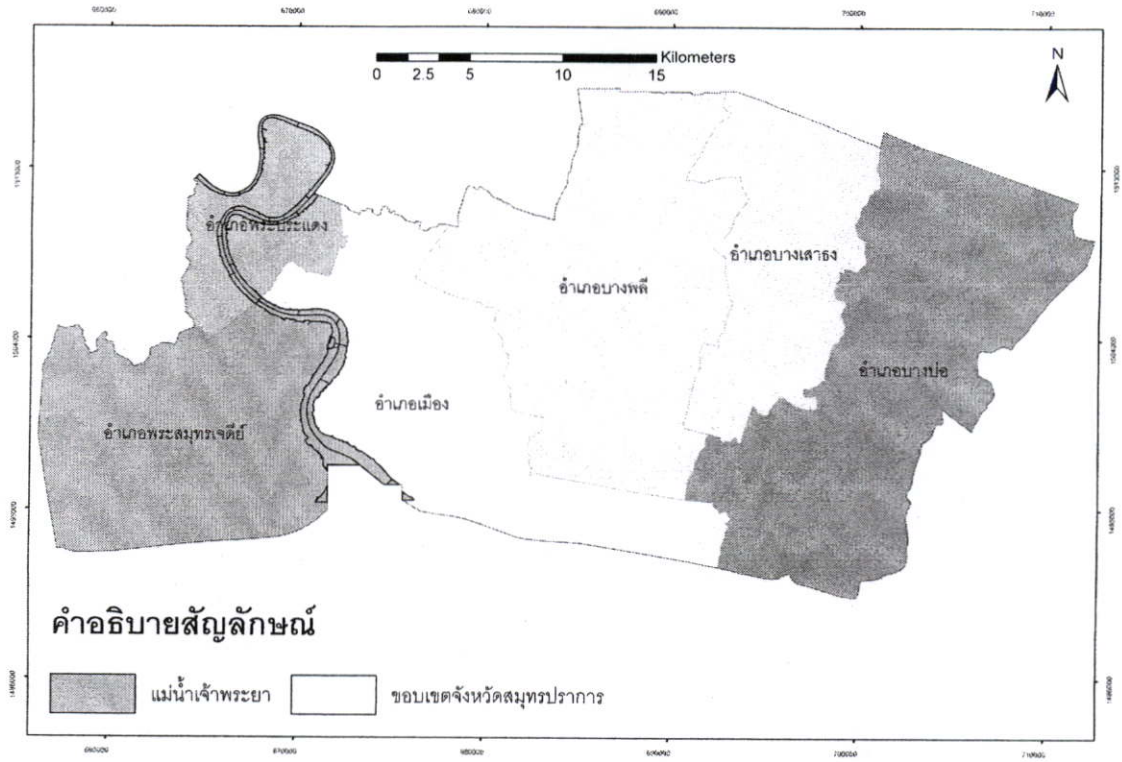
4.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ

ส่วนใหญ่พื้นที่เป็นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านกลางแยกพื้นที่ออกเป็นด้านตะวัน ตกและด้านตะวันออกและมีลำคลองรวม 95 สาย โดยเป็นคลองชลประทาน 14 สาย คลองธรรมชาติ 81 สาย ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไป สามารถแบ่งพื้นที่ออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

1) บริเวณแม่น้ำเจ้าพระยาทั้งสองฝั่ง ซึ่งเป็นที่ราบลุ่มทั้งหมด

2) บริเวณตอนใต้ใกล้ชายฝั่งทะเล น้ำทะเลท่วมถึงและที่ดินจะเค็มจัดในฤดูแล้ง

3) บริเวณที่ราบกว้างใหญ่ทางตอนเหนือและทางตะวันออก ซึ่งจะเป็นที่ราบลุ่มติดต่อกันตลอด มีคลองชลประทานหลายแห่ง



ภาพที่ 4.1 จังหวัดสมุทรปราการ

4.1.3 สภาพภูมิอากาศ

เป็นอากาศแบบชายทะเล อากาศเย็นไม่ร้อนจัด ในฤดูร้อนมีความชื้นในอากาศสูง เนื่อง จากอิทธิพลของลมทะเลและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ฤดูฝนมีฝนตกมาก ฤดูหนาวก็ไม่หนาวจนเกิน ไป อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 30.60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 26.60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ย 28.90 องศาเซลเซียส

4.1.4 การปกครอง

แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 6 อำเภอ มี 50 ตำบล 394 หมู่บ้าน โดยการบริหารราชการส่วนท้องถิ่น ประกอบด้วยองค์การบริหารส่วนจังหวัด 1 แห่ง เทศบาล จำนวน 18 แห่ง (1 เทศบาลนคร 4 เทศบาลเมือง และ 13 เทศบาลตำบล) และองค์การบริหารส่วนตำบล จำนวน 30 แห่ง (ตาราง 4.1)

ตารางที่ 4.1 จำนวนหมู่บ้าน ตำบล เทศบาลและองค์การบริหารส่วนตำบล

อำเภอ	ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.)	จำนวน ตำบล(แห่ง)	จำนวน หมู่บ้าน(แห่ง)	จำนวน เทศบาล (แห่ง)	จำนวน อบต.(แห่ง)
เมืองสมุทรปราการ	190.55	13	90	7	5
พระประแดง	73.37	15	67	3	6
บางพลี	243.89	6	83	1	6
พระสมุทรเจดีย์	120.38	5	42	2	4

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

อำเภอ	ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.)	จำนวน ตำบล(แห่ง)	จำนวน หมู่บ้าน(แห่ง)	จำนวน เทศบาล (แห่ง)	จำนวน อบต.(แห่ง)
บางบ่อ	245.01	8	74	4	6
บางเสาธง	130.89	3	38	1	3
รวม	**1,004.09**	**50**	**394**	**18**	**30**

ที่มา: สำนักงานจังหวัดสมุทรปราการ

4.1.5 ประชากรและโครงสร้างประชากร

1) ประชากร

จังหวัดสมุทรปราการมีประชากรเป็นอันดับ 2 ของภาคกลาง รองจากกรุงเทพ มหานคร ทั้งนี้ ด้วยเหตุที่เป็นจังหวัดรองรับการขยายตัวจากกรุงเทพมหานคร และสนามบินนานาชาติสุวรรณภูมิ ทั้งในด้านการผลิตภาคอุตสาหกรรม การค้า การบริการและการกระจายตัวของประชากร ทำให้จังหวัดมีประชากรที่ย้ายถิ่นจากที่อื่นมาอาศัยอยู่ในพื้นที่เป็นจำนวนมาก ซึ่งมีทั้งประชากรที่เคลื่อนย้ายเข้ามาโดยแจ้งย้ายที่อยู่อย่างถูกต้อง และไม่ย้ายทะเบียนราษฎร์เข้ามา ทำให้จำนวนประชากรที่มีอยู่จริงสูงกว่าจำนวนประชากรในทะเบียนราษฎร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่อยู่ในวัยทำงานจะมีรายชื่ออยู่ในทะเบียนราษฎร์ต่ำกว่ากลุ่มอื่นโดยข้อมูล ณ เดือนพฤศจิกายน 2557 มีประชากรตามทะเบียนราษฎร์ทั้งสิ้น 1,260,400 คน แยกเป็นชาย 605,309 คน หญิง 655,091 คน (ตาราง 4.2)

ตารางที่ 4.2 จำนวนประชากรแยกตามอำเภอ

อำเภอ	ชาย	หญิง	รวม	จำนวนบ้าน
เมืองสมุทรปราการ	251,132	274,719	525,851	226,721
พระประแดง	97,006	103,139	200,145	84,093
บางพลี	108,436	120,509	228,945	133,461
พระสมุทรเจดีย์	62,240	65,766	128,006	55,822
บางบ่อ	50,390	52,621	103,011	39,291
บางเสาธง	36,105	38,337	74,442	50,525
รวม	**605,309**	**655,091**	**1,260,400**	**589,913**

ที่มา: ที่ทำการปกครองจังหวัดสมุทรปราการ ณ เดือนพฤศจิกายน 2557

2) สัดส่วนประชากรแฝง

จากการสำรวจข้อมูลสัดส่วนประชากรของจังหวัดสมุทรปราการ โดยสำนักวิจัยเศรษฐกิจและการประเมินผลของบริษัท เอกเซลเลนท์บิสเนส จำกัด เมื่อเดือนธันวาคม 2550 พบว่าจังหวัดฯ มีสัดส่วนประชากรที่มีชื่อในทะเบียนราษฎร์ คิดเป็นร้อยละ 51 ของจำนวนประชากรที่เข้ามาอาศัยอยู่จริง และมีสัดส่วนประชากรที่ไม่มีชื่อในทะเบียนราษฎร์ คิดเป็นร้อยละ 48 โดยสัดส่วนของประชากร ที่เดินทางเข้าไป-กลับเย็น ประมาณร้อยละ 1 ของประชากรทั้งหมด

4.2 การกำจัดขยะมูลฝอยในปัจจุบัน

4.2.1 อัตราการผลิต ปริมาณของขยะมูลฝอย

กรมควบคุมมลพิษ โดยสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 6 ร่วมกับสำนักงานทรัพยากรธรรม ชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดสมุทรปราการ ได้ดำเนินการสำรวจข้อมูลด้านการจัดการขยะมูลฝอยของจังหวัดสมุทรปราการ ในปี 2556 พบว่า มีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณ 0.707 ล้านตันต่อปี หรือประมาณ 1,935.75 ตันต่อวัน แบ่งเป็นปริมาณมูลฝอยที่รวบรวมไปกำจัด 1,751.29 ตันต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 90.47 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด และปริมาณขยะที่นำมาใช้ประโยชน์ 184.45 ตันต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 9.53 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด

4.2.2 องค์ประกอบของขยะมูลฝอย

องค์ประกอบของขยะมูลฝอยชุมชนในจังหวัดสมุทรปราการ ประกอบด้วย เศษอาหารมากที่สุด (เฉลี่ยร้อยละ 46.64) รองลงมา คือ พลาสติก (เฉลี่ยร้อยละ 13.31) กระดาษ (เฉลี่ยร้อยละ 8.31) แก้ว (เฉลี่ยร้อยละ 7.79) โลหะ (เฉลี่ยร้อยละ 4.59) หนัง/ยาง (เฉลี่ยร้อยละ 4.24) เศษผ้า (เฉลี่ยร้อยละ 4.17) อลูมิเนียม/โลหะ (เฉลี่ยร้อยละ 7.16) (ตาราง 4.3)

ตารางที่ 4.3 องค์ประกอบของขยะมูลฝอย

องค์ประกอบของขยะมูลฝอย	ร้อยละ
เศษอาหาร	46.46
พลาสติก	13.31
กระดาษ	8.31
แก้ว	7.79
โลหะ	4.59
หนัง/ยา	4.24
เศษผ้า	4.17
อลูมิเนียม/โลหะ	3.97
อื่นๆ(ไม้/ใบไม้ หิน กระเบื้อง เศษผัก ผลไม้ โฟม)	7.16
รวมทั้งหมด	100

ที่มา : สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดสมุทรปราการ (2558)

4.2.3 การเก็บขนและขนส่งขยะมูลฝอย

จังหวัดสมุทรปราการ มีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (เทศบาลนคร เทศบาลเมือง เทศบาลตำบล และองค์การบริหารส่วนตำบล) ในพื้นที่ จำนวน 48 แห่ง มีการดำเนินการเก็บขนขยะมูลฝอยทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 100 โดยหน่วยงานท้องถิ่นจะดำเนินการเก็บรวมรวมและขนส่งขยะมูลฝอยเอง และมีบางส่วนที่ทำการจัดจ้างบริษัทเอกชนเข้ามาดำเนินการเก็บขนในพื้นที่

4.2.4 การกำจัดขยะมูลฝอยในปัจจุบัน

สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของจังหวัดสมุทรปราการ มีจำนวน 3 แห่ง ซึ่งดำเนินการโดยภาคเอกชนทั้งหมด แต่ในปัจจุบันมีเพียงแห่งเดียวที่ยังเปิดรับกำจัดขยะใหม่รายละเอียด ดังนี้

1) สถานที่กำจัดมูลฝอยตำบลบางปลา ตั้งอยู่ที่ 134/5 หมู่ที่ 9 ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ มีพื้นที่สำหรับฝังกลบขยะมูลฝอยประมาณ 90 ไร่ มีขยะเก่าสะสมจำนวน 490,000 ตัน การบริหารจัดการเป็นการกำจัดแบบเทกองกลางแจ้ง (Open Dump) ปัจจุบันถูกระงับการต่อใบอนุญาต เนื่องจากมีปัญหามลพิษ แต่มีการดำเนินการในส่วนของขยะมูลฝอยตกค้างสะสม ดังนี้

1.1) เจ้าของกรรมสิทธิ์รายที่ 1 ให้บริษัท ช. สุวรรณภูมิ เช่าที่ดินเพื่อนำไปสร้างโรงงานผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก (Pyrolysis Oil System)

1.2) เจ้าของกรรมสิทธิ์รายที่ 2 ขายที่ดินให้กับบริษัท สมุทรปราการรีนิวเอเบิ้ล เอเนอร์จี้ จำกัด เพื่อจะทำการสร้างศูนย์บริหารจัดการขยะชุมชนโดยวิธีเปลี่ยนเป็นพลังงานทดแทนแบบครบวงจรเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

2) สถานที่กำจัดมูลฝอยตำบลแพรกษา ตั้งอยู่ที่ซอยแพรกษา 8 หมู่ 4 ตำบลแพรกษา อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ มีพื้นที่สำหรับฝังกลบขยะมูลฝอยประมาณ 150 ไร่ พบว่ามีขยะสะสม 4,000,000 ตัน การบริหารจัดการ เป็นการกำจัดแบบเทกองกลางแจ้ง (Open Dump) โดยบริษัท เด่นชัย ปากน้ำ ปัจจุบันไม่มีการรับกำจัดขยะใหม่ เนื่องจากเกิดเหตุไฟไหม้

3) สถานที่กำจัดมูลฝอยตำบลแพรกษาใหม่ ตั้งอยู่ที่ 137 หมู่ 5 ถนนพุทธรักษา ตำบลแพรกษาใหม่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ มีพื้นที่ประมาณ 161 ไร่ พบว่ามีขยะเก่าสะสมจำนวน 1,600,000 ตัน การบริหารจัดการ เป็นการกำจัดแบบเทกองกลางแจ้ง (Open Dump) มีบริษัท อีสเทิร์น เอเนอร์จี้ พลัส จำกัด เป็นเจ้าของ ปัจจุบันได้มีการติดตั้งเครื่องรื้อร่อนขยะเก่า โดยการแยกพลาสติกออกจากขยะ ซึ่งสามารถลดปริมาณขยะฝังกลบได้และกำลังดำเนินการสร้างโรงผลิตกระแสไฟฟ้าจากเชื้อเพลิง RDF เป็นสถานที่กำจัดมูลฝอยเพียงแห่งเดียวของจังหวัดสมุทรปราการที่ยังเปิดรับกำจัดขยะใหม่

4.2.4 ปัญหาอุปสรรคในการบริหารจัดการขยะมูลฝอย

1) เนื่องจากจังหวัดสมุทรปราการมีการก่อตั้งโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมาก ส่งผลให้มีประชากรแฝงเข้ามาอยู่อาศัยเป็นจำนวนมาก ชุมชนเมืองเกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดปัญหาขยะมูลฝอยจำนวนมากขึ้นตามไปด้วย

2) การดำเนินการจัดการของเสียอันตรายยังไม่ได้รับการจัดการอย่างถูกต้อง

3) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นขาดงบประมาณและบุคลากรที่มีองค์ความรู้ด้านการจัดการขยะมูลฝอย รวมทั้งยังไม่มีการรวมกลุ่มกันขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่เพื่อจัดการขยะมูลฝอยรวมแบบศูนย์รวม

4) การจัดเก็บขยะมูลฝอยดำเนินการโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ส่วนการกำจัดขยะมูลฝอยดำเนินการโดยเอกชน (บ่อขยะเป็นของเอกชน) ส่งผลให้การดำเนินการจัดการขยะมูลฝอยแยกเป็นเอกเทศซึ่งกันและกัน ขาดการบูรณาการร่วมกัน

4.3 การคาดการณ์การเจริญเติบโตของเมือง

การศึกษาคาดการณ์การเจริญเติบโตของเมือง เป็นการนำแบบจำลอง CA Markov ที่เป็นการประยุกต์การทำงานร่วมกันของแบบจำลอง Markov Chain และแบบจำลอง Cellular Automata โดยใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ดินในอดีตมาคาดการณ์ มีรายละเอียดของผลการศึกษา ดังนี้

4.3.1 การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2545 และ พ.ศ.2554

จากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ.2545 พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ร้อยละ 60.35 รองมาเป็นพื้นที่ชุมชน ร้อยละ 29.67 และในปี พ.ศ.2554 มีพื้นที่เกษตรกรรมลดลงเหลือ ร้อยละ 48.45 และมีพื้นที่ชุมชนเพิ่มมากขึ้นเป็นร้อยละ 36.20 ตามตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.2 -4.3

ตารางที่ 4.4 การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2545 และ พ.ศ.2554

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พ.ศ.2545		พ.ศ.2554	
	ตร.กม.	ร้อยละ	ตร.กม.	ร้อยละ
พื้นที่เกษตรกรรม	584.15	60.35	468.93	48.45
พื้นที่ป่าไม้	20.58	2.13	20.87	2.16
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	54.63	5.64	62.09	6.41
พื้นที่ชุมชน	287.20	29.67	350.32	36.20
พื้นที่แหล่งน้ำ	21.41	2.21	65.66	6.78

4.3.2 ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

เมื่อนำข้อมูลการใช้ประโยชน์ดินในปี พ.ศ.2545 และ พ.ศ.2554 มาคาดการณ์แนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต พ.ศ.2563 และ พ.ศ.2572 ด้วยแบบจำลอง Markov chain ได้ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ คือ ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินตามตารางที่ 4.5 และ 4.6

ตารางที่ 4.5 ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ.2563

	Class1	Class2	Class3	Class4	Class5
Class1	0.6228	0.0263	0.0846	0.2144	0.0520
Class2	0.0598	0.0699	0.0053	0.0220	0.8431
Class3	0.2963	0.1046	0.1545	0.4107	0.0338
Class4	0.1344	0.0150	0.1011	0.7062	0.0433
Class5	0.1586	0.0244	0.0280	0.0718	0.7172

หมายเหตุ Class 1= พื้นที่เกษตรกรรม Class 2= พื้นที่ป่าไม้ Class 3= พื้นที่เบ็ดเตล็ด
Class 4= พื้นที่ชุมชน Class 5= พื้นที่แหล่งน้ำ

ตารางที่ 4.6 ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ.2572

	Class1	Class2	Class3	Class4	Class5
Class1	0.4846	0.0276	0.0771	0.3156	0.0951
Class2	0.1245	0.0168	0.0191	0.0640	0.7756
Class3	0.3055	0.0364	0.0632	0.4550	0.1399
Class4	0.1963	0.0218	0.0895	0.6174	0.0751
Class5	0.2051	0.0224	0.0329	0.1208	0.6188

หมายเหตุ Class 1= พื้นที่เกษตรกรรม Class 2= พื้นที่ป่าไม้ Class 3= พื้นที่เบ็ดเตล็ด
Class 4= พื้นที่ชุมชน Class 5= พื้นที่แหล่งน้ำ

4.3.3 การคาดการณ์การเจริญเติบโตของเมืองด้วยแบบจำลอง CA Markov

เมื่อได้ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงแล้ว นำมาคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตด้วยแบบจำลอง CA Markov เพื่อสร้างแบบจำลองการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ.2563 และ พ.ศ.2572 ได้ผลตามภาพที่ 4.4 และ 4.5

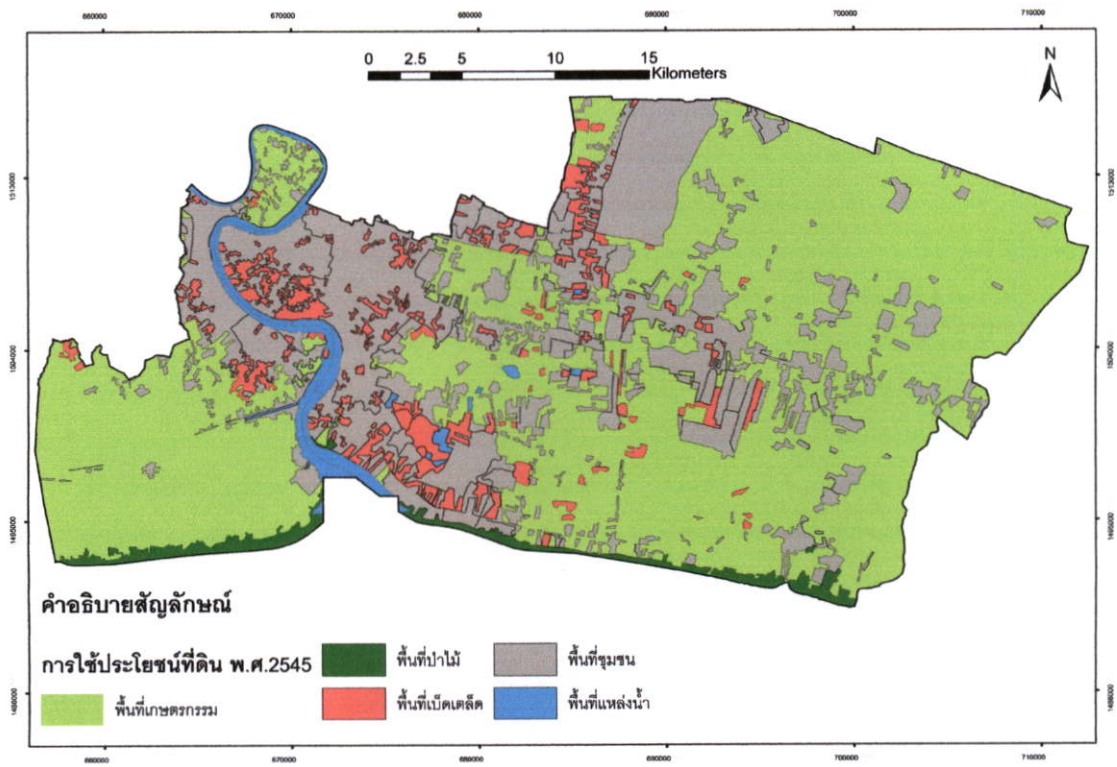
ผลการคาดการณ์การเจริญเติบโตของพื้นที่เมืองด้วยแบบจำลอง CA Markov พบว่าในปี พ.ศ.2563 มีพื้นที่ชุมชน 382.17 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ.2572 มีพื้นที่ชุมชน 401.76 ตารางกิโลเมตร เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ.2554 จำนวน 31.85 และ 51.44 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ สำหรับพื้นที่เกษตรกรรมในปี พ.ศ.2563 มีพื้นที่เกษตรกรรม 370.15 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ.2572 มีพื้นที่เกษตรกรรม 331.04 ตารางกิโลเมตร ลดลงจากปี พ.ศ.2554 จำนวน 98.78 และ 137.89 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าตั้งแต่ปี พ.ศ.2554 - พ.ศ.2572 มีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ชุมชนอย่างต่อเนื่องในขณะที่พื้นที่เกษตรกรรมมีขนาดลดลง จังหวัดสมุทรปราการมีการพัฒนาไปสู่ความเป็นเมืองสูงขึ้น ประกอบกับเป็นพื้นที่ปริมณฑลซึ่งมีการขยายตัวของที่อยู่อาศัยสูง จึงมีผลต่อจำนวนประชากรที่เข้ามาอาศัยและปริมาณขยะที่เพิ่มขึ้น รายละเอียดตามตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2545 และ พ.ศ.2554

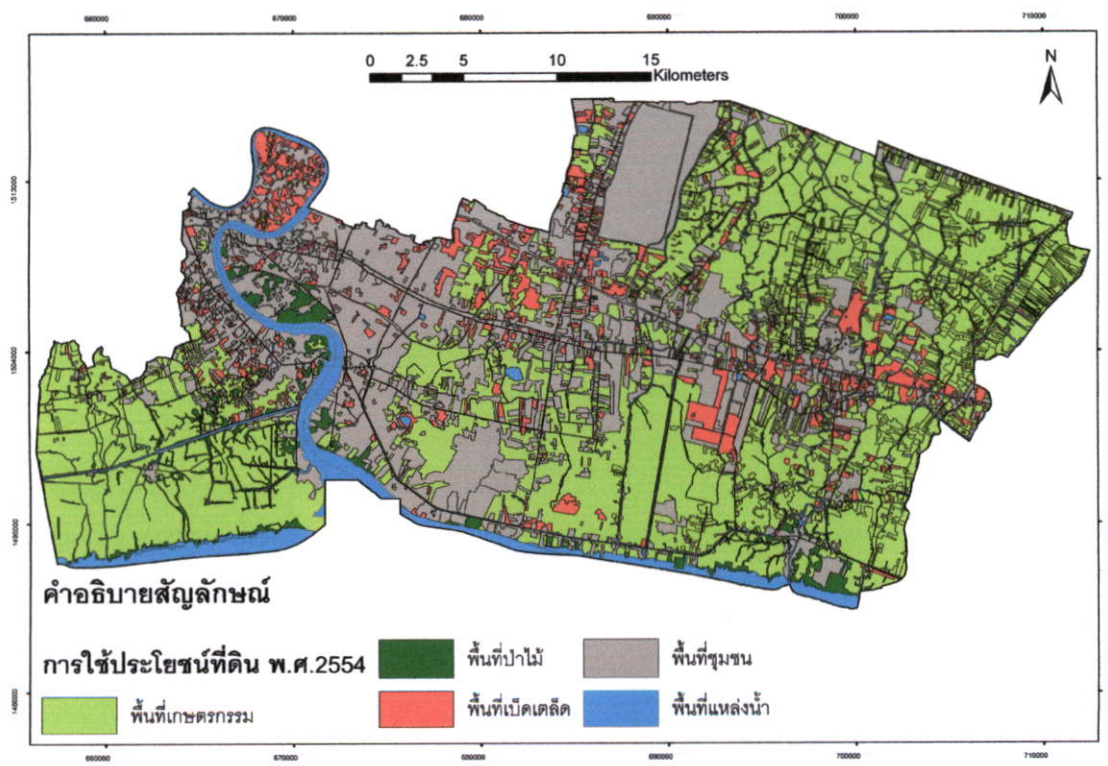
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พ.ศ. 2545		พ.ศ. 2554		พ.ศ. 2563		พ.ศ. 2572	
	ตร.กม.	ร้อยละ	ตร.กม.	ร้อยละ	ตร.กม.	ร้อยละ	ตร.กม.	ร้อยละ
พื้นที่เกษตรกรรม	584.15	60.35	468.93	48.45	370.15	38.12	331.04	34.20
พื้นที่ป่าไม้	20.58	2.13	20.87	2.16	27.31	2.81	24.74	2.56
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	54.63	5.64	62.09	6.41	87.00	8.96	73.98	7.64
พื้นที่ชุมชน	287.20	29.67	350.32	36.20	382.17	39.36	401.76	41.51
พื้นที่แหล่งน้ำ	21.41	2.21	65.66	6.78	104.28	10.74	136.42	14.09

จากการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดสมุทรปราการในอนาคต เมื่อได้จำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน และแยกพื้นที่ประเภทชุมชนและสิ่งก่อสร้างได้ผลลัพธ์เป็น พื้นที่เมือง ในปี พ.ศ.2563 จำนวน 382.17 ตารางกิโลเมตร และปี พ.ศ.2572 จำนวน 401.76 ตารางกิโลเมตร ตามภาพที่ 4.6 และ 4.7

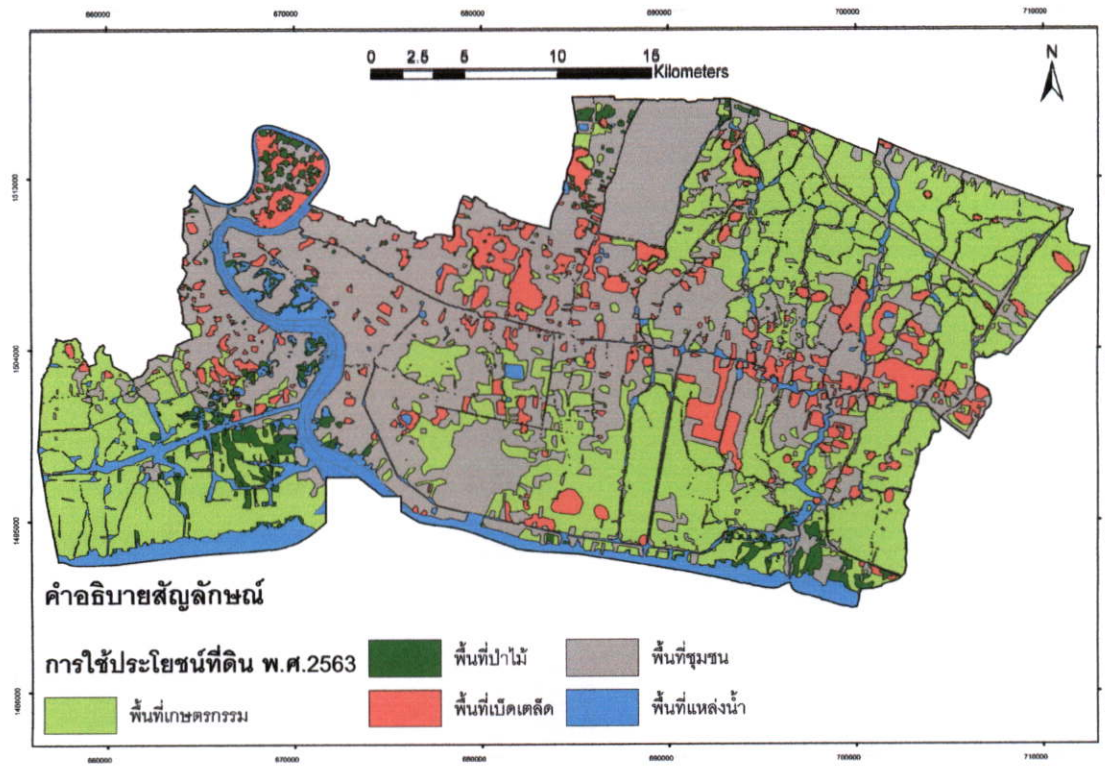
จากการศึกษาพบว่าการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2563 มีพื้นที่แหล่งน้ำสูงขึ้น (ภาพที่ 4.4) โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2572 (ภาพที่ 4.5) มีแหล่งน้ำเพิ่มสูงถึง 136.42 ตร.กม. ซึ่งปรากฏอยู่ทางทิศเหนือของพื้นที่ศึกษา ใกล้สนามบินสุวรรณภูมิ และขยายตามเส้นทางน้ำ ทั้งนี้อาจเนื่องจากการกำหนดค่าคุณลักษณะ (Attribute value) ให้กับการใช้ประโยชน์ที่ดินของฐานข้อมูลในปี พ.ศ. 2545 และปี พ.ศ. 2554 ไม่ตรงกัน ตัวอย่างเช่น การกำหนดคุณลักษณะให้กับพื้นที่บริเวณชายฝั่งติดกับอ่าวไทยในปี พ.ศ. 2545 กำหนดให้เป็นป่าไม้ (ภาพที่ 4.2) ในขณะที่ข้อมูลดังกล่าวถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่แหล่งน้ำในปี พ.ศ.2554 (ภาพที่ 4.3) ซึ่งเมื่อนำชุดข้อมูลทั้ง 2 ช่วงเวลามาคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต จึงทำให้มีแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามอาจมีความเป็นไปได้เนื่องจากพื้นที่บริเวณดังกล่าวอยู่ในพื้นที่น้ำท่วม เมื่อปี พ.ศ.2554 หากไม่มีการบริหารจัดการหรือป้องกันน้ำท่วมที่เหมาะสม อาจเกิดปัญหาน้ำท่วมในอนาคตได้



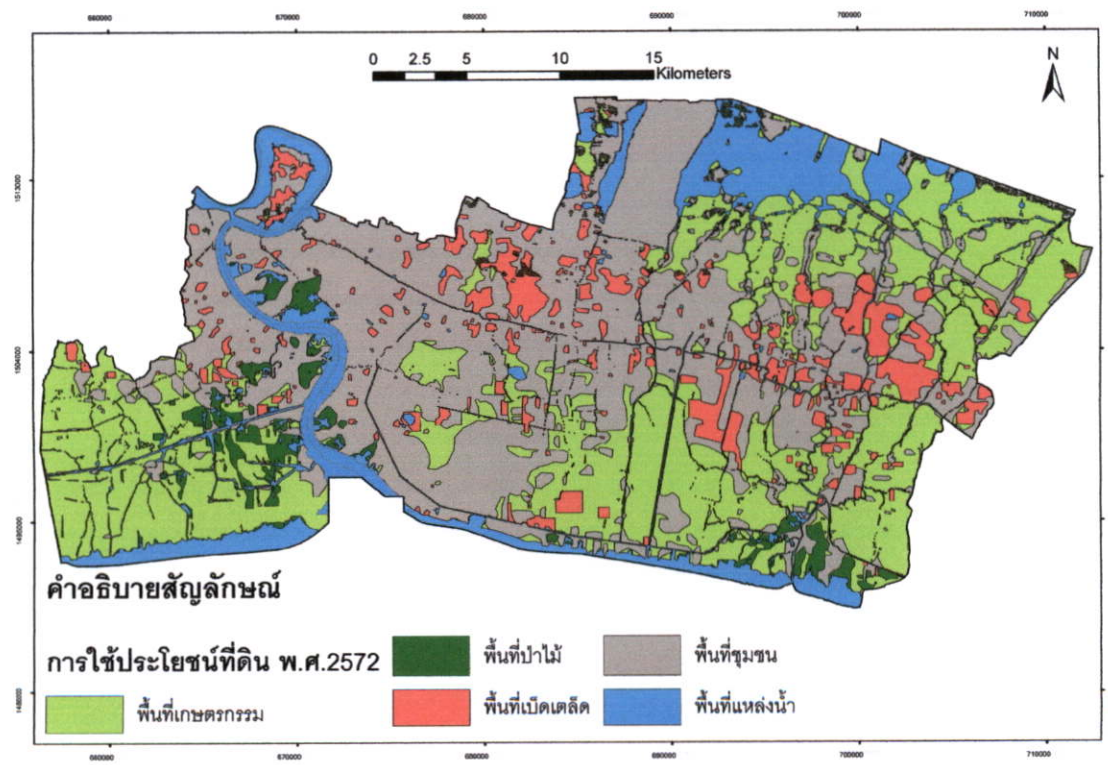
ภาพที่ 4.2 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ.2545



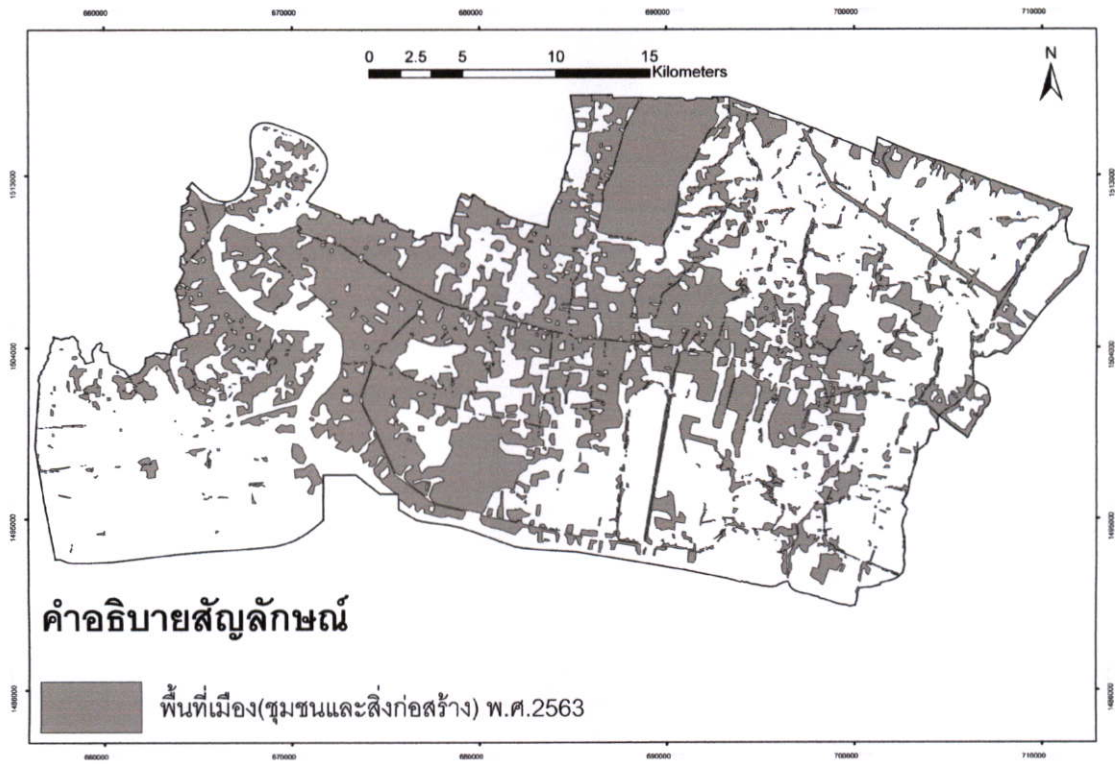
ภาพที่ 4.3 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ.2554



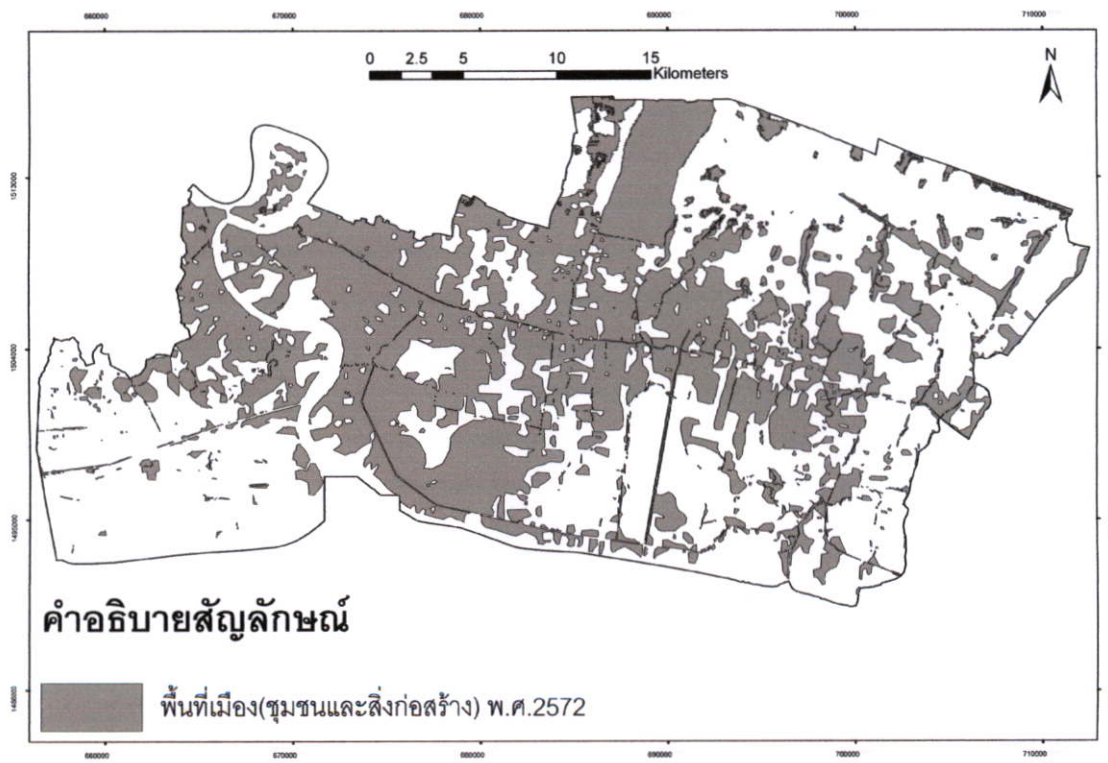
ภาพที่ 4.4 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ.2563 จากการคาดการณ์



ภาพที่ 4.5 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ.2572 จากการคาดการณ์



ภาพที่ 4.6 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดสมุทรปราการ ประเภทพื้นที่ชุมชนฯ พ.ศ.2563



ภาพที่ 4.7 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดสมุทรปราการ ประเภทพื้นที่ชุมชนฯ พ.ศ.2572

4.4 การคาดการณ์ปริมาณขยะในอนาคตจากจำนวนประชากรและการเจริญเติบโตของเมือง

4.4.1 การคาดการณ์จำนวนประชากร

ในการคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคตจะใช้ข้อมูลจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร์ในปี พ.ศ.2548 ถึงปี พ.ศ.2557 มาหาอัตราการเพิ่มของประชากร และใช้การคาดการณ์แบบ Exponential Rate of Growth เพื่อคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคต พ.ศ.2558 - พ.ศ.2572 เนื่องจากเป็นวิธีการที่อัตราการเพิ่มของประชากรไม่ช้าหรือรวดเร็วเกินไป เหมาะกับสังคมของประเทศไทยที่มีลักษณะการเพิ่มขึ้นของประชากรแบบค่อยๆเพิ่ม หรือค่อยๆลดลง (ธเรศ ศรีสถิตย์.2553:132) ซึ่งมีสมการการคำนวณดังสมการ ดังนี้

$$P_n = P_0 e^{rn} \qquad (4.1)$$

ที่มา: ธเรศ ศรีสถิต (2553)

เมื่อ r = อัตราการเพิ่มของประชากร

P_n = จำนวนประชากรทั้งสิ้น ณ เวลาหนึ่ง (เมื่อปลายช่วงเวลาที่ทำการศึกษา)

P_0 = จำนวนประชากรทั้งสิ้น ณ เวลาหนึ่ง (เมื่อต้นช่วงเวลาที่ทำการศึกษา)

n = จำนวนปีระหว่างต้นช่วงเวลาและปลายช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

4.4.1.1 อัตราการเพิ่มของประชากร

เมื่อนำข้อมูลประชากรในปี พ.ศ.2548 ถึงปี พ.ศ.2557 มาหาค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มของจำนวนประชากร ได้เท่ากับ 0.017517819 ซึ่งจะได้นำไปใช้ในการคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคตต่อไป (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.8 อัตราการเพิ่มของจำนวนประชากร

พ.ศ.	ประชากร(คน)	อัตราการเพิ่ม
2548	1,077,523	
2549	1,107,626	0.027554097
2550	1,126,940	0.017287008
2551	1,147,224	0.017839115
2552	1,164,105	0.014607440
2553	1,185,180	0.017942110
2554	1,203,223	0.015109127

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

พ.ศ.	ประชากร(คน)	อัตราการเพิ่ม
2555	1,223,302	0.016549970
2556	1,241,610	0.014855164
2557	1,261,530	0.015916345
ค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มเท่ากับ		**0.017517819**

4.4.1.2 ผลการคาดการณ์จำนวนประชากรด้วยวิธี Exponential Rate of Growth

ผลการคาดการณ์จำนวนประชากรด้วยวิธี Exponential Rate of Growth โดยใช้จำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2557 เป็นปีฐาน และใช้ค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มของจำนวนประชากร (พ.ศ.2548 ถึง พ.ศ.2557) ได้ผลการคาดการณ์จำนวนประชากร พ.ศ. 2572 จำนวน 1,640,650 คน (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9 ผลการคาดการณ์จำนวนประชากรด้วยวิธี Exponential Rate of Growth

พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)
2558	1,283,824
2559	1,306,512
2560	1,329,601
2561	1,353,098
2562	1,377,010
2563	1,401,345
2564	1,426,109
2565	1,451,312
2566	1,476,960
2567	1,503,061
2568	1,529,623
2569	1,556,655
2570	1,584,164
2571	1,612,160
2572	1,640,650

4.4.1.3 จำนวนประชากรแฝง

ตามที่ได้ศึกษาจำนวนประชากรของจังหวัดสมุทรปราการ สัดส่วนประชากรที่ไม่มีชื่อในทะเบียนราษฎร์ คิดเป็นร้อยละ 48 โดยสัดส่วนของประชากร ที่เดินทางเข้าไป-กลับเย็น ประมาณร้อยละ 1 ของประชากรทั้งหมด จึงนำมาคำนวณรวมได้ ดังนี้ (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.10 จำนวนประชากร

พ.ศ.	ผลการคาดการณ์จำนวนประชากรด้วยวิธี Exponential Rate of Growth (คน)	ประชากรที่ไม่มีชื่ออยู่ในทะเบียน (คน)	เดินทาง เช้าไป – เย็นกลับ (คน)	จำนวนประชากรรวม (คน)
2558	1,283,824	1,208,305	25,173	2,517,302
2559	1,306,512	1,229,658	25,618	2,561,788
2560	1,329,601	1,251,389	26,071	2,607,061
2561	1,353,098	1,273,504	26,531	2,653,133
2562	1,377,010	1,296,009	27,000	2,700,019
2563	1,401,345	1,318,913	27,477	2,747,735
2564	1,426,109	1,342,220	27,963	2,796,292
2565	1,451,312	1,365,941	28,457	2,845,710
2566	1,476,960	1,390,080	28,960	2,896,000
2567	1,503,061	1,414,646	29,472	2,947,179
2568	1,529,623	1,439,645	29,993	2,999,261
2569	1,556,655	1,465,087	30,523	3,052,265
2570	1,584,164	1,490,978	31,062	3,106,204
2571	1,612,160	1,517,327	31,611	3,161,098
2572	1,640,650	1,544,141	32,170	3,216,961

4.4.2. การคาดการณ์ปริมาณขยะในอนาคต

4.4.2.1 การคาดการณ์ปริมาณขยะจากจำนวนประชากร

ตารางที่ 4.11 การคาดการณ์ปริมาณขยะจากจำนวนประชากร

พ.ศ.	ประชากร (คน)	อัตราการเพิ่มขึ้นของอัตราการเกิดมูลฝอย (กก/คน/วัน)	อัตราการเกิดมูลฝอย (กก/คน/วัน)	ปริมาณมูลฝอย (ตัน/วัน)	ปริมาณมูลฝอย (ตัน/ปี)	ปริมาณมูลฝอยสะสม (ตัน)
2558	2,517,302	0.008	1.150	2,894.90	1,056,638.50	1,056,638.50
2559	2,561,788	0.008	1.158	2,966.55	1,082,790.75	2,139,429.25
2560	2,607,061	0.008	1.166	3,039.83	1,109,537.95	3,248,967.20
2561	2,653,133	0.008	1.174	3,114.78	1,136,894.70	4,385,861.90
2562	2,700,019	0.008	1.182	3,191.42	1,164,868.30	5,550,730.20
2563	2,747,735	0.008	1.190	3,269.80	1,193,477.00	6,744,207.20

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

พ.ศ.	ประชากร (คน)	อัตราการเพิ่มขึ้นของอัตราการเกิดมูลฝอย (กก/คน/วัน)	อัตราการเกิดมูลฝอย (กก/คน/วัน)	ปริมาณมูลฝอย (ตัน/วัน)	ปริมาณมูลฝอย (ตัน/ปี)	ปริมาณมูลฝอยสะสม (ตัน)
2564	2,796,292	0.008	1.198	3,349.96	1,222,735.40	7,966,942.60
2565	2,845,710	0.008	1.206	3,431.93	1,252,654.45	9,219,597.05
2566	2,896,000	0.008	1.214	3,515.74	1,283,245.10	10,502,842.1
2567	2,947,179	0.008	1.222	3,601.45	1,314,529.25	11,817,371.4
2568	2,999,261	0.008	1.230	3,689.09	1,346,517.85	13,163,889.2
2569	3,052,265	0.008	1.238	3,778.70	1,379,225.50	14,543,114.7
2570	3,106,204	0.008	1.246	3,870.33	1,412,670.45	15,955,785.2
2571	3,161,098	0.008	1.254	3,964.02	1,446,867.30	17,402,652.5
2572	3,216,961	0.008	1.262	4,059.80	1,481,827.00	18,884,479.5

4.4.2.2 การคาดการณ์ปริมาณขยะจากการขยายตัวของเมือง

ในการคาดการณ์ปริมาณขยะจากการขยายตัวของเมือง เมื่อนำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง (ตามการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งจะประกอบไปด้วยพื้นที่ตัวเมือง ย่านการค้า หมู่บ้าน สถานที่ราชการ สถาบัน ท่าเรือ นิคมอุตสาหกรรม โรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ) พ.ศ.2550 และ 2554 มาเทียบกับข้อมูลปริมาณขยะชุมชนในพื้นที่ ณ ปีนั้น จะได้ค่าเฉลี่ยอัตราการเกิดขยะ 4.87 ตัน/วัน/ตารางกิโลเมตร จากนั้นนำมาคูณกับเนื้อที่ชุมชนเมืองที่ได้จากแบบจำลอง CA Markov ในปี 2563 จะได้ปริมาณขยะ 679,327.05 ตัน/ปี และในปี 2572 จะได้ปริมาณขยะ 714,148.05 ตัน/ปี ดังแสดงในตารางที่ 4.12

เมื่อนำขยะในอนาคตจากจำนวนประชากรและการขยายตัวของพื้นที่เมืองมาเปรียบเทียบ ตามตารางที่ 4.13 จะเห็นได้ว่าปริมาณขยะในอนาคตที่คำนวณได้จากจำนวนประชากรจะมีปริมาณมากกว่าปริมาณขยะที่คำนวณได้จากการขยายตัวของเมือง อาจเนื่องจากสาเหตุ ดังนี้

- การเก็บข้อมูลปริมาณขยะประจำปีที่ไม่ครบถ้วนทำให้ได้ค่าเฉลี่ยอัตราการเกิดขยะ/วัน/ตารางกิโลเมตรน้อยกว่าความเป็นจริง
- อนาคตพื้นที่ชุมชนเมืองอาจจะไม่ขยายตัวมากแต่จะมีการเจริญเติบโตของที่อยู่อาศัยแนวตั้ง ทำให้มีความหนาแน่นสูงมากขึ้น
- จำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร์อาจไม่ใช่ประชากรที่อยู่อาศัยจริงในพื้นที่ทั้งหมด ผลการคาดการณ์ปริมาณขยะจากจำนวนประชากรจึงสูงกว่า
- สมการในการคำนวณจำนวนประชาการ เป็น Exponential ซึ่งมีลักษณะการเพิ่มแบบเลขชี้กำลัง เมื่อนำมาคำนวณหาปริมาณขยะ จึงทำให้ได้ปริมาณมากกว่าการคาดการปริมาณขยะจากการขยายตัวของเมือง ซึ่งมีสมการคำนวณแบบเส้นตรง Linear

อย่างไรก็ตามการนำข้อมูลไปเปรียบเทียบในลำดับต่อไปจะเลือกใช้ข้อมูลปริมาณขยะที่คำนวณได้จากจำนวนประชากร

ตารางที่ 4.12 อัตราการเกิดขยะต่อวันต่อตารางกิโลเมตรและการคาดการณ์ปริมาณขยะจากการขยายตัวของเมือง

พ.ศ.	พื้นที่เมือง (ตร.กม.)	ปริมาณขยะ (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ ตัน/วัน/ตร.กม.	การคาดการณ์ปริมาณขยะ	
				ปริมาณขยะ (ตัน/วัน)	ปริมาณขยะ (ตัน/ปี)
2550	328.30	1,920.00	5.85		
2554	350.32	1,362.00	3.89		
ค่าเฉลี่ย			**4.87**		
2563	382.17		4.87	1,861.17	679,327.05
2572	401.76		4.87	1,956.57	714,148.05

ตารางที่ 4.13 สรุปการคาดการณ์ปริมาณขยะในอนาคตจากจำนวนประชาการและการขยายตัวของพื้นที่เมือง

พ.ศ.	คาดการณ์ปริมาณขยะจากจำนวนประชากร Exponential Rate of Growth			คาดการณ์ปริมาณขยะจากการขยายตัวของเมือง แบบจำลอง CA Markov		
	จำนวนประชากร (คน)	ปริมาณขยะ (ตัน/วัน)	ปริมาณขยะ (ตัน/ปี)	พื้นที่เมือง (ตร.กม.)	ปริมาณขยะ (ตัน/วัน)	ปริมาณขยะ (ตัน/ปี)
2563	2,747,735	3,269.80	1,193,477.00	382.17	1,861.17	679,327.05
2572	3,216,961	4,059.80	1,481,827.00	401.76	1,956.57	714,148.05

4.5 การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมทางกายภาพในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ

การพิจารณาเกณฑ์หรือปัจจัยในการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมในการฝังกลบขยะมูลฝอย แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

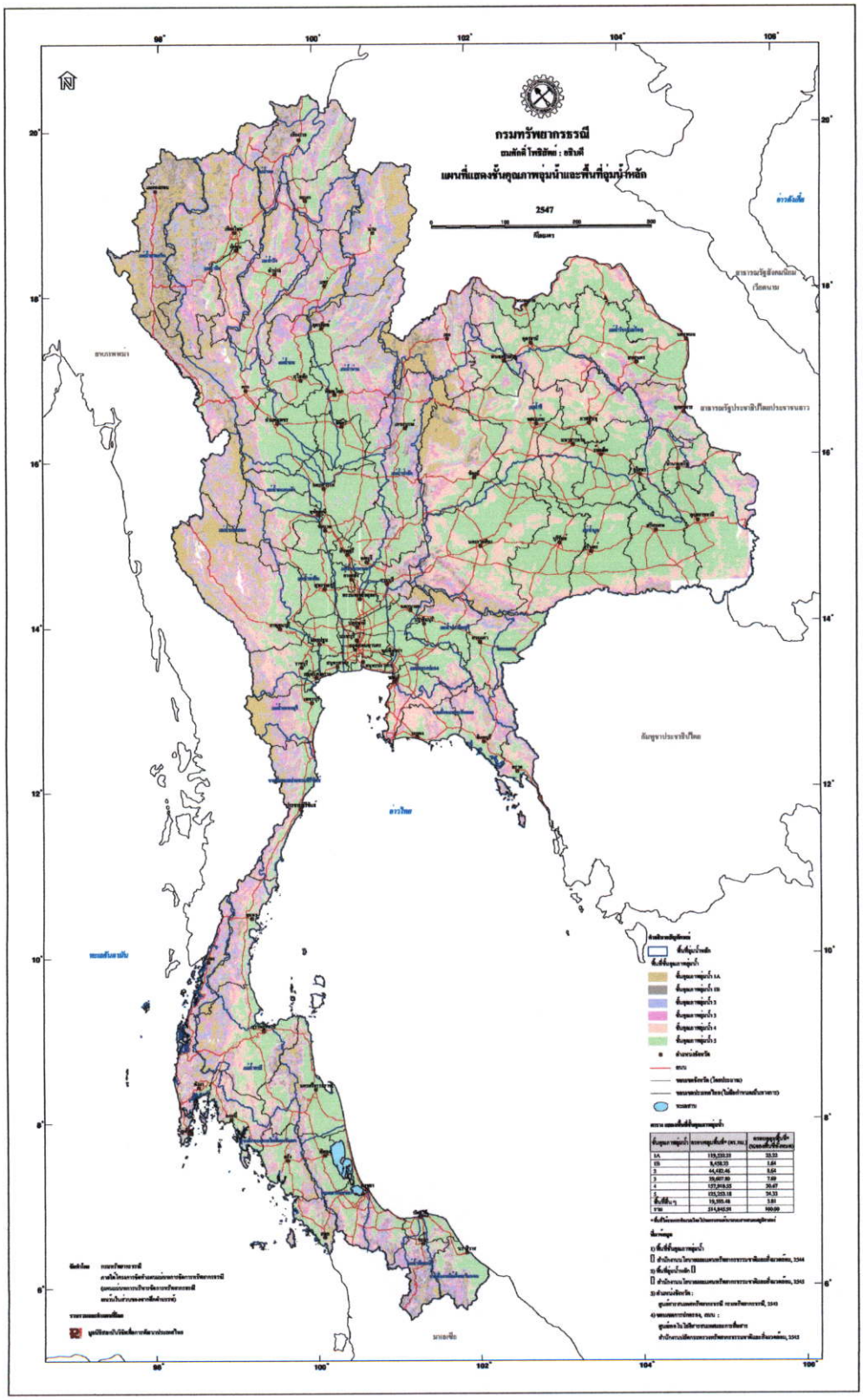
1) การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีข้อจำกัด
2) การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพ

4.5.1 การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีข้อจำกัด

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีข้อจำกัด คือ การกันพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมในการดำเนินการออกจากการวิเคราะห์หาความเหมาะสม เช่น มีข้อห้ามตามกฎหมายหรือไม่เหมาะสมตามหลักวิชาการ โดยปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์จะพิจารณาจากหลักเกณฑ์ของกรมควบคุมมลพิษร่วมกับการอ้างอิงตามบทความวิชาการที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

4.5.1.1 พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ตามมติคณะรัฐมนตรีที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2528 เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำที่ควรสงวนรักษาไว้เป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารโดยเฉพาะ พื้นที่จังหวัดสมุทรปราการตั้งอยู่ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 5 จึงไม่มีพื้นที่ที่ต้องกันออกตามปัจจัยนี้ ตามภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 แผนที่แสดงชั้นคุณภาพลุ่มน้ำและพื้นที่ลุ่มน้ำหลัก
ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี

4.5.1.2 พื้นที่เขตทหาร

พื้นที่เขตทหารในจังหวัดสมุทรปราการมี จำนวน 3 แห่ง ได้แก่ ป้อมพระจุลจอมเกล้า สถานตากอากาศบางปู และโรงเรียนนายเรือ เป็นพื้นที่ที่ต้องกันออกไม่นำมาวิเคราะห์ ตามภาพที่ 4.9

4.5.1.3 พื้นที่เขตสนามบิน

สนามบินสุวรรณภูมิเป็นสนามบินหลักของประเทศไทย ตั้งอยู่ที่ ตำบลราชาเทวะ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ มีเนื้อที่ประมาณ 20,000 ไร่ ข้อจำกัดพื้นที่ที่เหมาะสมในการฝังกลบควรอยู่ห่างจากพื้นที่สนามบินไม่ต่ำกว่า 5 กิโลเมตร ตามภาพที่ 4.10

4.5.1.4 พื้นที่ความลาดชัน

พื้นที่มีความลาดชันเกินร้อยละ 15 ไม่เหมาะสมในการทำพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอย ในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการเป็นพื้นที่ราบไม่มีพื้นที่ลาดชันเกินร้อยละ 15 จึงไม่มีพื้นที่ที่ต้องกันออกตามปัจจัยนี้

4.5.1.5 พื้นที่แหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ

พื้นที่ที่เหมาะสมในการทำพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอย ควรตั้งอยู่ห่างจากแหล่งน้ำธรรมชาติ หรือพื้นที่ชุ่มน้ำ (wetland) ไม่น้อยกว่า 300 เมตร จึงต้องกันพื้นที่แหล่งน้ำและที่ห่างออกไป 300 เมตร ออกไม่นำมาวิเคราะห์ ตามภาพที่ 4.11

4.5.1.6 พื้นที่ถนน

ระยะห่างขั้นต่ำจากเครือข่ายถนนที่จะหลีกเลี่ยงมลพิษทางสายตา ควรห่างออกไป 100 เมตร แต่ไม่ควรห่างเกิน 10 กิโลเมตร เพื่อความสะดวกในการขนส่ง ชั้นข้อมูลถนนที่ใช้ในการวิเคราะห์ กำหนดให้ใช้เฉพาะถนนสายหลักที่มีความสำคัญ ตามภาพที่ 4.12

4.5.1.7 พื้นที่สวนสาธารณะ

ระยะห่างขั้นต่ำจากสวนสาธารณะ พื้นที่นันทนาการ และห่างออกไป 300 เมตร ไม่เหมาะในการดำเนินการ เพื่อหลีกเลี่ยงมลพิษทางสายตาและกลิ่นรบกวน จังหวัดสมุทรปราการมีพื้นที่สวนสาธารณะที่มีความสำคัญและมีขนาดใหญ่ จำนวน 5 แห่ง ได้แก่ สวนสาธารณะและสวนพฤกษชาติศรีนครเขื่อนขันธ์ สวนสาธารณะเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา สวนสาธารณะลัดโพธิ์ สวนสาธารณะตำบลแพรกษา และสวนสาธารณะป้อมปีกกา ตามภาพที่ 4.13

4.5.1.8 พื้นที่ชุมชน

พื้นที่ที่เหมาะสมในการฝังกลบขยะ ควรมีระยะห่างขั้นต่ำจากชุมชนไม่ต่ำกว่า 1 กิโลเมตร เพื่อป้องกันกลิ่นรบกวน เชื้อโรค การปนเปื้อน มลพิษทางสายตา ฯลฯ จึงกันพื้นที่รอบบริเวณจุดศูนย์กลางชุมชนออกไปในระยะ 1 กิโลเมตร เนื่องจากชั้นข้อมูลพื้นที่ชุมชนเป็นข้อมูลแบบจุด (point) จึงเป็นข้อจำกัดของชั้นข้อมูลพื้นที่ชุมชน ที่ไม่สามารถเป็นตัวแทนของพื้นที่ชุมชนได้เต็มพื้นที่ ตามภาพที่ 4.14

4.5.1.9 พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

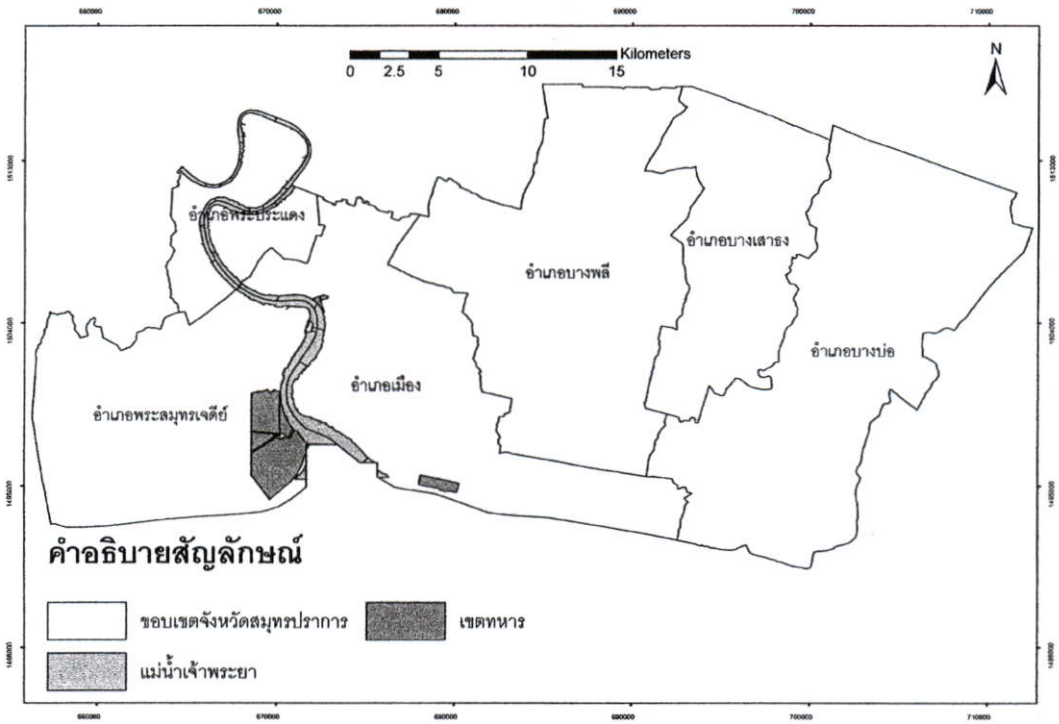
ชั้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมได้จากข้อมูลน้ำท่วมในปี 2554 ได้แก่ บริเวณด้านบนของจังหวัดสมุทรปราการ ในเขตตำบลเปร็ง ตำบลคลองสวน ตำบลบางบ่อ อำเภอบางบ่อ และบางส่วนของอำเภอบางเสาธง และอำเภอบางพลี รวมถึงพื้นที่บริเวณที่เกิดน้ำท่วมจากน้ำทะเลหนุนเป็นประจำ ได้แก่ ริมแม่น้ำเจ้าพระยา ชายฝั่งทะเล สองฝั่งคลองสรรพสามิต โดยมีข้อจำกัด คือ ไม่

ควรเป็นพื้นที่ที่มีน้ำท่วมถึง เนื่องจากจะเป็นอุปสรรคในการปฏิบัติงาน และมีปัญหาการระบายน้ำออกจากพื้นที่ จึงกันพื้นที่น้ำท่วมและที่ห่างออกไป 300 เมตร ตามภาพที่ 4.15

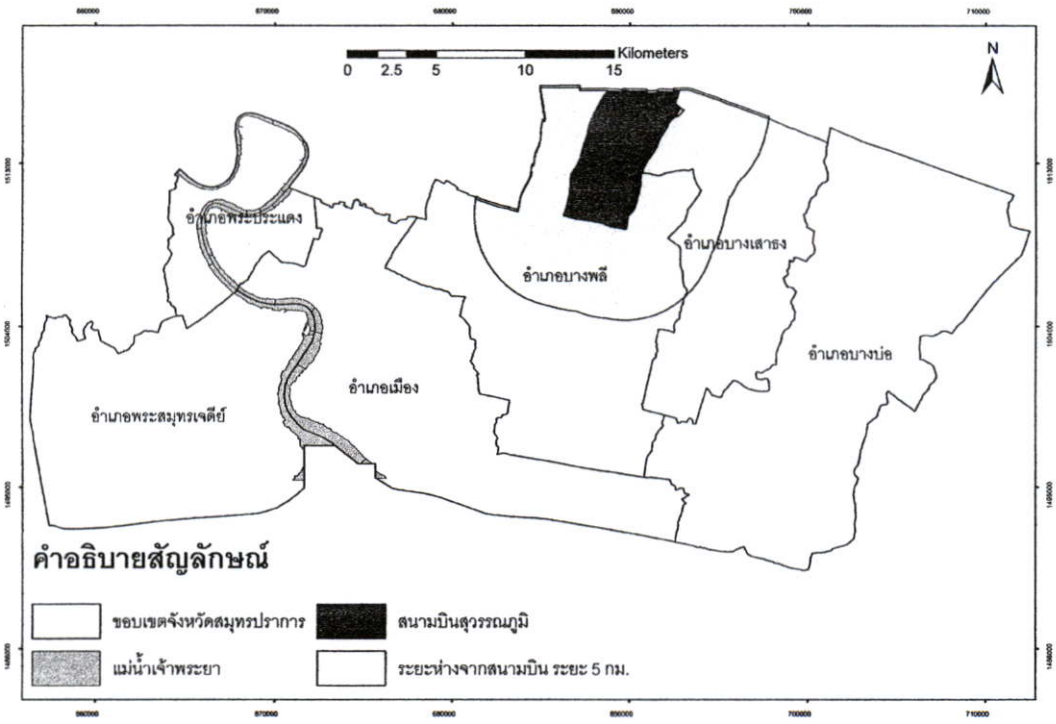
4.5.1.10 พื้นที่โบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยว

พื้นที่ที่เหมาะสมในการฝังกลบขยะ ควรมีระยะห่างขั้นต่ำ 1 กิโลเมตร จากพื้นที่โบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ โดยสถานที่ท่องเที่ยวของจังหวัดสมุทรปราการที่สำคัญมีประมาณ 14 แห่ง ได้แก่ สถานตากอากาศบางปู ป้อมพระจุลจอมเกล้า พระสมุทรเจดีย์ ป้อมผีเสื้อสมุทร หอชมเมือง พิพิธพันธ์ช้างเอราวัณ ฟาร์มจระเข้สมุทรปราการ พิพิธภัณฑ์นายเรือ วัดทรงธรรม วัดขุนสมุทรจีน วัดบางพลีใหญ่ใน ชุมชนบ้านสาขลา ตลาดน้ำบางน้ำผึ้ง เมืองโบราณ วัดอโศการาม สวนศรีนครเขื่อนขันธ์ และตลาดร้อยปีคลองสวน ตามภาพที่ 4.16

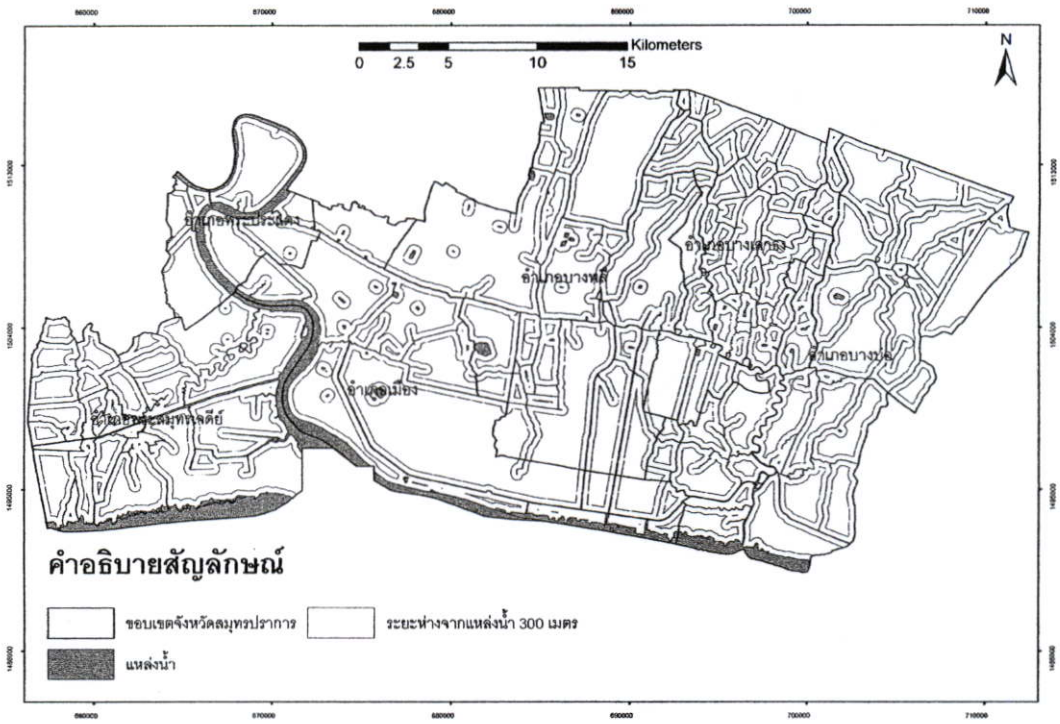
ผลจากการรวมชั้นข้อมูลปัจจัยที่มีข้อจำกัดในการดำเนินการด้วยโปรแกรม ArcGIS ตามตารางที่ 3.4 ซึ่งประกอบไปด้วยปัจจัย ดังนี้ ไม่อยู่ในพื้นที่คุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ไม่อยู่ในพื้นที่เขตทหาร ไม่อยู่ในพื้นที่เขตสนามบินและห่างออกไป 5 กิโลเมตร ไม่เป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันเกินร้อยละ 15 ไม่อยู่ในพื้นที่แหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำและห่างออก 300 เมตร ไม่อยู่ในแนวเขตถนนและห่างออกไป 100 เมตร ไม่อยู่ในพื้นที่สวนสาธารณะและห่างออกไป 300 เมตร ไม่อยู่ในพื้นที่ชุมชนเมืองและห่างออกไป 1 กิโลเมตร ไม่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมและห่างออกไป 300 เมตร ไม่อยู่ในพื้นที่โบราณสถาน, สถานที่ท่องเที่ยว และห่างออกไป 1 กิโลเมตร ไม่อยู่ในพื้นที่คาดว่าจะเป็นเมืองในปี 2563 จะได้พื้นที่รวมที่ต้องตัดออกจากการวิเคราะห์ และเหลือพื้นที่สำหรับนำไปวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพ ตามภาพที่ 4.17



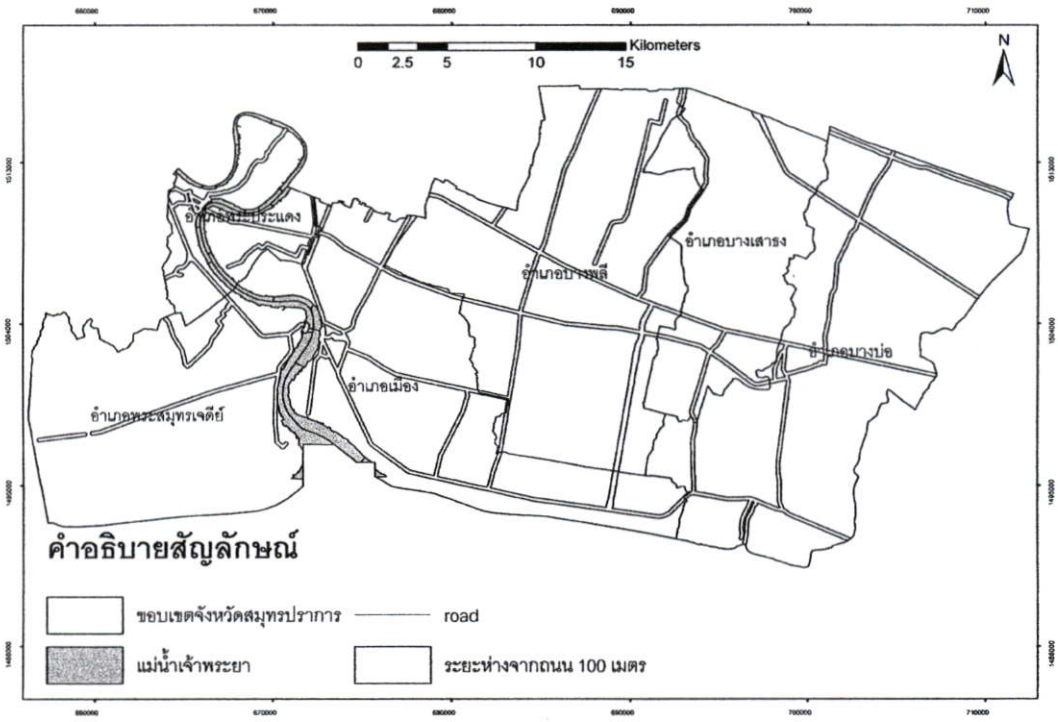
ภาพที่ 4.9 แผนที่แสดงพื้นที่เขตทหาร



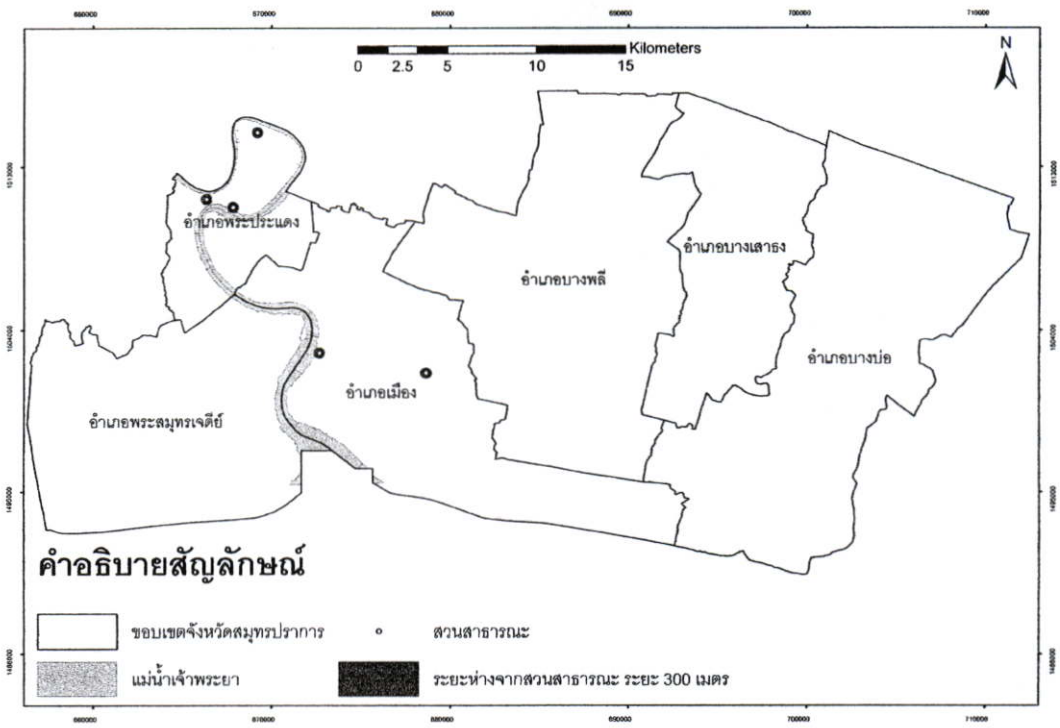
ภาพที่ 4.10 แผนที่แสดงพื้นที่เขตสนามบินและที่ห่างออกไป 5 กิโลเมตร



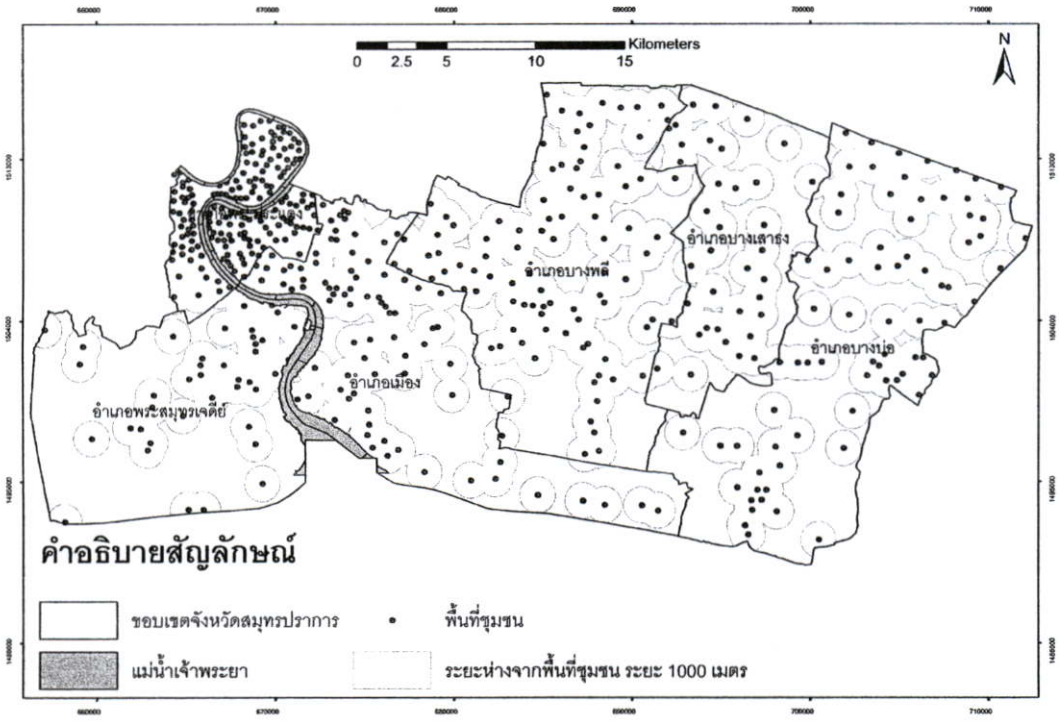
ภาพที่ 4.11 แผนที่แสดงแหล่งน้ำ พื้นที่ชุ่มน้ำ และพื้นที่ที่ห่างออกไป 300 เมตร



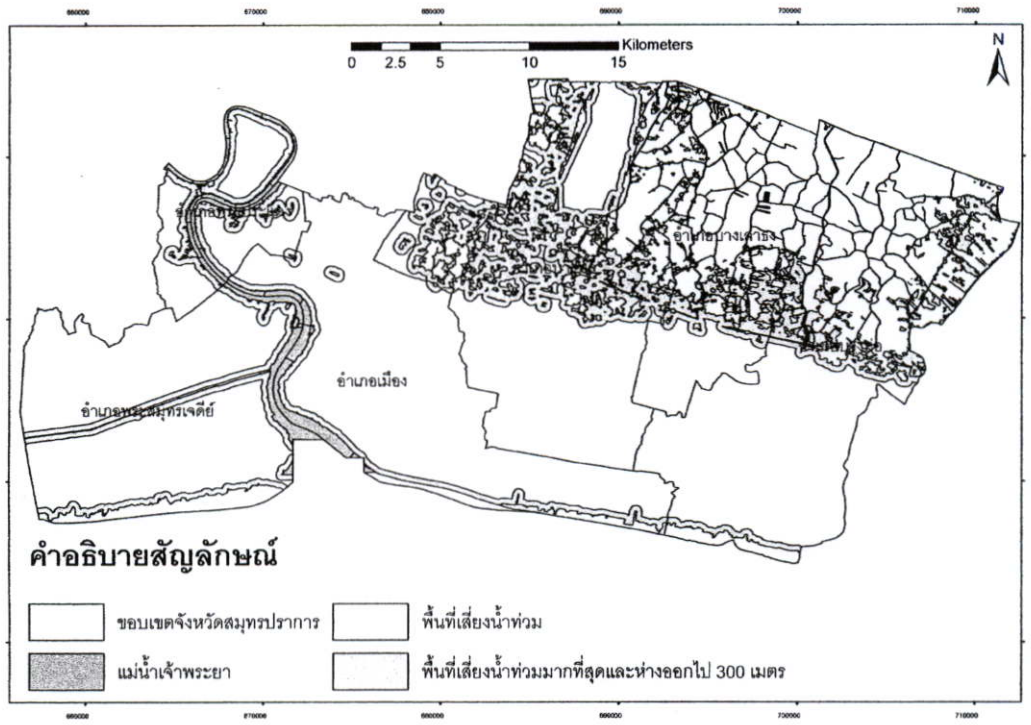
ภาพที่ 4.12 แผนที่แสดงพื้นที่ถนนและที่ห่างออกไป 100 เมตร



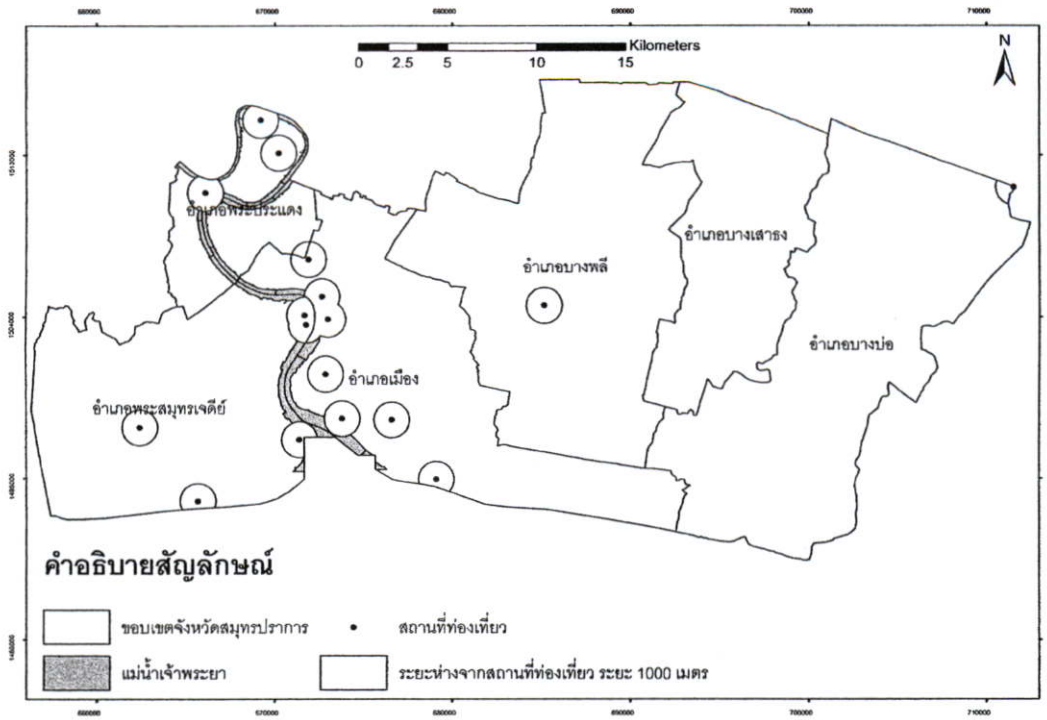
ภาพที่ 4.13 แผนที่แสดงตำแหน่งพื้นที่สวนสาธารณะและที่ห่างออกไป 300 เมตร



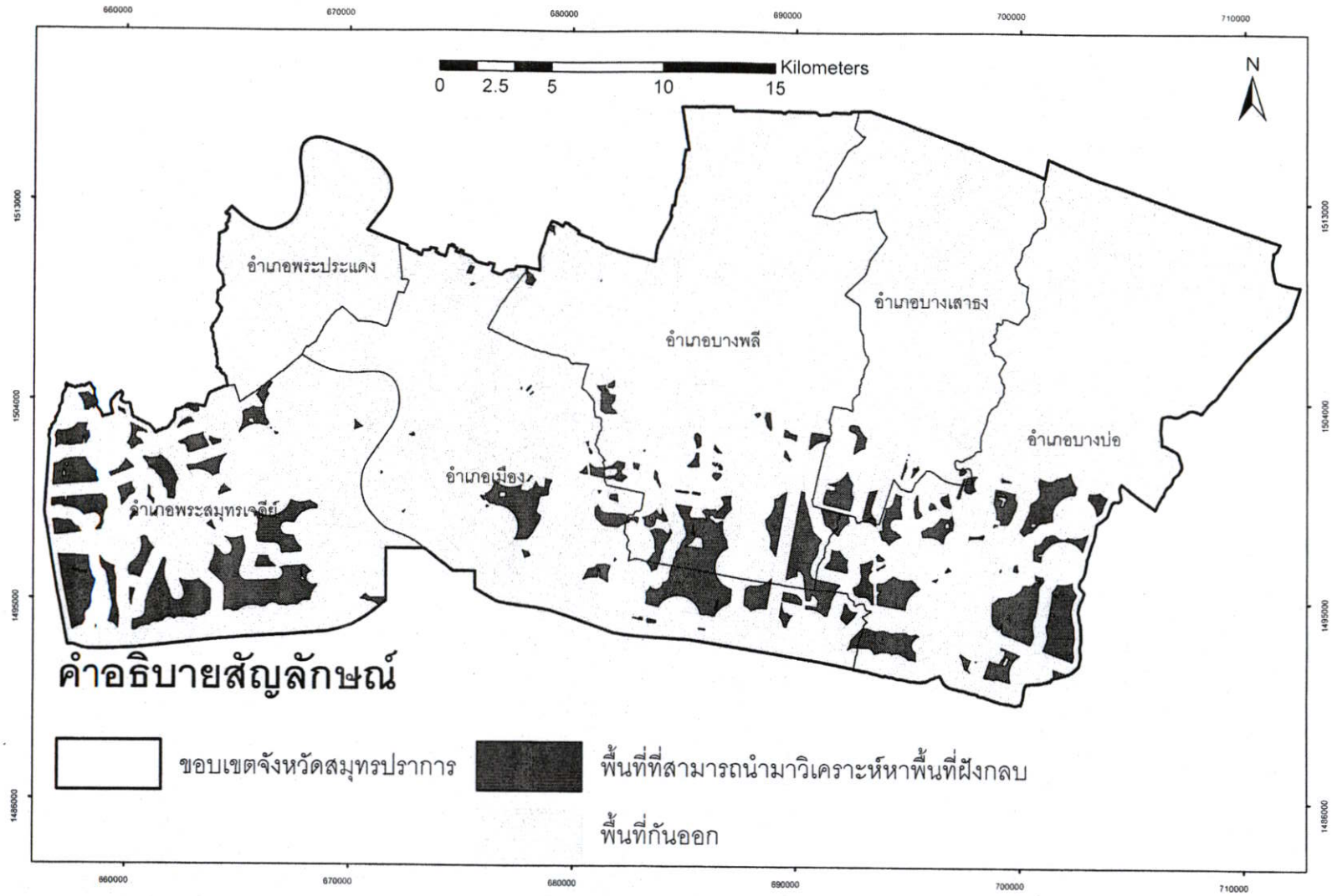
ภาพที่ 4.14 แผนที่แสดงตำแหน่งพื้นที่ชุมชนเมืองและที่ห่างออกไป 1 กิโลเมตร



ภาพที่ 4.15 แผนที่แสดงพื้นที่น้ำท่วมในปี 2554 และที่ห่างออกไป 300 เมตร



ภาพที่ 4.16 แผนที่แสดงพื้นที่โบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยว และที่ห่างออกไป 1 กิโลเมตร



ภาพที่ 4.17 แผนที่แสดงการรวมพื้นที่ที่มีข้อจำกัดในการจัดทำพื้นที่ฝังกลบ

4.5.2 การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพ

4.5.2.1 ระดับน้ำใต้ดิน

เนื่องจากไม่มีหน่วยงานใดที่จัดเก็บข้อมูลระดับน้ำใต้ดินและจัดทำเป็นฐานข้อมูลระดับน้ำใต้ดิน จึงได้ประมาณค่าและสร้างชั้นข้อมูลระดับน้ำใต้ดินจากสภาพทางกายภาพของพื้นที่ และใส่ค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่ จำแนกตามระดับความลึกของน้ำใต้ดิน ตามตารางที่ 3.5 พบว่า พื้นที่ระดับน้ำใต้ดินต่ำ จะอยู่บริเวณชายฝั่งที่เป็นที่ราบน้ำขึ้นถึง และพื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินลึกจะอยู่ถัดเข้ามาด้านในของพื้นที่จังหวัด ดังภาพที่ 4.18

ระดับน้ำใต้ดินต่ำมาก	0.00	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	0.00
ระดับน้ำใต้ดินต่ำ	45.46	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	56.25
ระดับน้ำใต้ดินปานกลาง	3.53	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	4.37
ระดับน้ำใต้ดินลึก	31.83	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	39.38

4.5.2.2 ชนิดของดิน

ชั้นข้อมูลชนิดของดินจำแนกตามชุดดินและความสามารถในการระบายน้ำ โดยใส่ค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่ตามตารางที่ 3.5 พื้นที่ส่วนใหญ่ในพื้นที่วิเคราะห์จะมีการระบายน้ำปานกลางเกือบทั้งหมดของพื้นที่วิเคราะห์ ดังภาพที่ 4.19

การระบายน้ำดี	3.98	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	4.92
การระบายน้ำปานกลาง	73.56	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	90.92
การระบายน้ำช้า	0.09	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	0.11
การระบายน้ำเลว	3.28	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	4.05

4.5.2.3 ความชัน

จังหวัดสมุทรปราการ เป็นพื้นที่ราบลุ่ม มีความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ -0.70 ถึง 2.55 เมตรจากระดับน้ำทะเล (ภาพที่ 4.20) ชั้นข้อมูลความชันได้จากการประมาณค่าจุดความสูง และนำมาหาค่าความชัน slop และใส่ค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่ตามตารางที่ 3.5 ซึ่งในพื้นที่วิเคราะห์ทั้งหมดจะมีความชันต่ำกว่า 3% ดังภาพที่ 4.21

ความชันร้อยละ 10 - 15	0.00	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	0.00
ความชันร้อยละ 5 - 10	0.00	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	0.00
ความชันร้อยละ 3 - 5	0.00	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	0.00
ความชันต่ำกว่าร้อยละ 3	81.16	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	100.00

4.5.2.4 ระยะห่างจากแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ

ชั้นข้อมูลแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ ให้ความเหมาะสมของพื้นที่เพิ่มขึ้นตามระยะห่างจากแหล่งน้ำ โดยใส่ค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่ตามตารางที่ 3.5 จังหวัดสมุทรปราการมีแหล่งน้ำลำคลองจำนวนมาก ในพื้นที่วิเคราะห์พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ใกล้แหล่งน้ำที่ระยะ 300- 600 เมตร สำหรับพื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำมากที่สุดจะอยู่บริเวณเหนือถนนสุขุมวิท ในเขตอำเภอเมือง ดังภาพที่ 4.22

ระยะ 300 – 600 เมตร	48.09	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	59.25
ระยะ 601 – 900 เมตร	21.62	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	26.64
ระยะ 901 – 1200 เมตร	5.82	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	7.17

มากกว่าระยะ 1200 เมตร 5.63 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 6.94

4.5.2.5 ระยะห่างจากระบบเครือข่ายถนน

ชั้นข้อมูลระยะห่างจากระบบเครือข่ายถนน ให้ความเหมาะสมของพื้นที่เพิ่มขึ้นตามระยะห่างจากระบบเครือข่ายถนน และใส่ค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่ตามตารางที่ 3.5 ในพื้นที่วิเคราะห์จะมีระยะห่างจากถนน มากกว่า 1500 เมตร มากที่สุด ส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอพระสมุทรเจดีย์ ดังภาพที่ 4.23

ระยะ 100 – 500 เมตร	7.67	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ 9.45
ระยะ 501 – 1000 เมตร	14.45	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ 17.80
ระยะ 1001 – 1500 เมตร	14.31	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ 17.63
มากกว่าระยะ 1500 เมตร และไม่เกิน 10 กม.	44.74	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ 55.12

4.5.2.6 ระยะห่างจากสวนสาธารณะ

ชั้นข้อมูลระยะห่างจากสวนสาธารณะ ให้ความเหมาะสมของพื้นที่เพิ่มขึ้นตามระยะห่างจากสวนสาธารณะ และใส่ค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่ตามตารางที่ 3.5 พื้นที่สวนสาธารณะของจังหวัดสมุทรปราการ จะอยู่ในเขตอำเภอเมืองสมุทรปราการ และอำเภอพระประแดง ในพื้นที่วิเคราะห์ส่วนใหญ่จึงอยู่ห่างจากสวนสาธารณะมากกว่า 1200 เมตร ดังภาพที่ 4.24

ระยะ 300 – 600 เมตร	0.01	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ 0.10
ระยะ 601 – 900 เมตร	0.00	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ 0.00
ระยะ 901 – 1200 เมตร	0.00	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ 0.00
มากกว่าระยะ 1200 เมตร	81.15	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ 99.99

4.5.2.7 ระยะห่างจากชุมชน

ชั้นข้อมูลระยะห่างจากชุมชน ให้ความเหมาะสมของพื้นที่เพิ่มขึ้นตามระยะห่างจากชุมชน และใส่ค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่ตามตารางที่ 3.5 ในพื้นที่วิเคราะห์พื้นที่ส่วนใหญ่จะอยู่ติดชุมชนที่ระยะ 1000 –1500 เมตร สำหรับบริเวณที่มีระยะห่างจากชุมชนมากที่สุดจะอยู่ในเขตอำเภอพระสมุทรเจดีย์ ดังภาพที่ 4.25

ระยะ 1000 – 1500 เมตร	37.46	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ 46.16
ระยะ 1501 – 2000 เมตร	15.87	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ 19.55
ระยะ 2001 – 2500 เมตร	23.89	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ 29.44
มากกว่าระยะ 2500 เมตร	3.94	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ 4.85

4.5.2.8 พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

ชั้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม จำแนกพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมออกเป็นพื้นที่เสี่ยงมาก พื้นที่เสี่ยงปานกลาง พื้นที่เสี่ยงน้อย และพื้นที่เสี่ยงน้อยที่สุด และใส่ค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่ตามตารางที่ 3.5 ในพื้นที่วิเคราะห์เกือบทั้งหมดเป็นพื้นที่เสี่ยงน้อยมากที่จะเกิดน้ำท่วม ยกเว้นบางพื้นที่ที่มีความเสี่ยงมากจะอยู่บริเวณใกล้ชายฝั่ง ดังภาพที่ 4.26

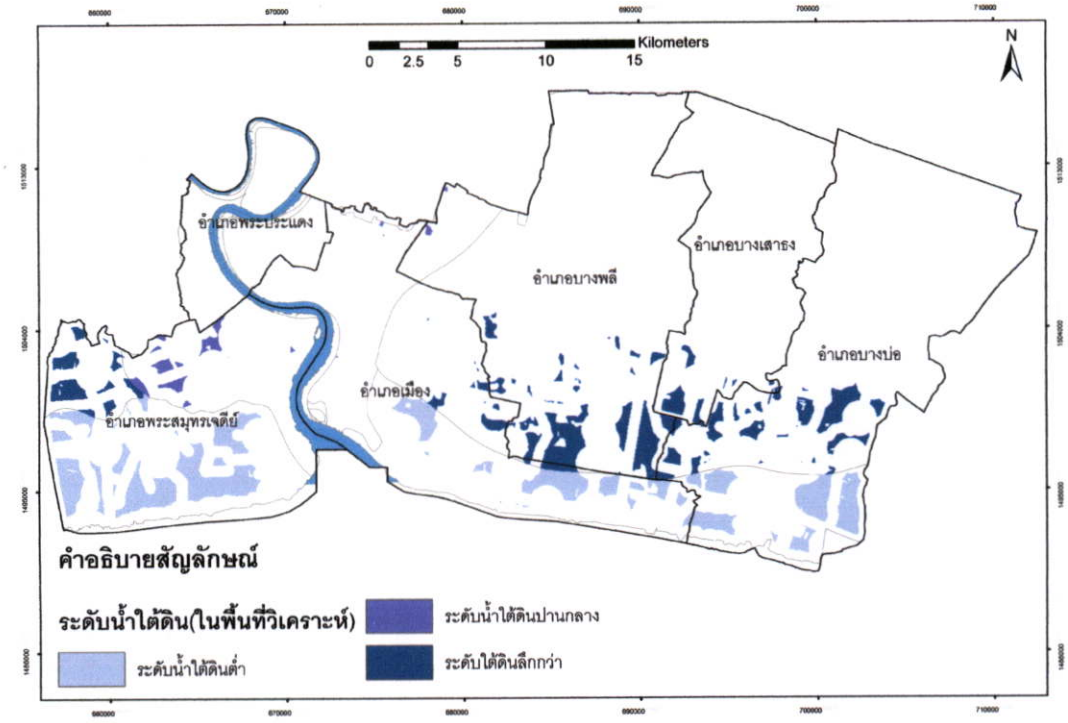
เสี่ยงมาก	3.90	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ 4.80
เสี่ยงปานกลาง	4.98	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ 6.14

เสี่ยงน้อย	5.82	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	7.17
เสี่ยงน้อยมาก	66.47	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	81.89

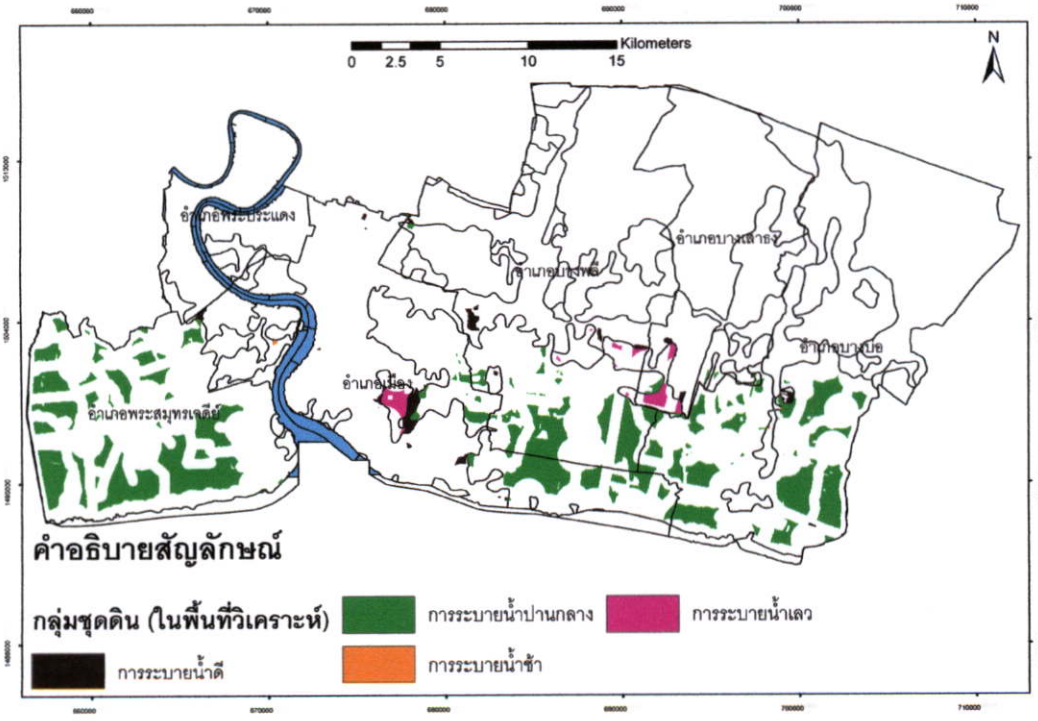
4.5.2.9 ระยะห่างจากพื้นที่โบราณสถาน และสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ

ชั้นข้อมูลระยะห่างจากพื้นที่โบราณสถาน และสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญให้ความเหมาะสมของพื้นที่เพิ่มขึ้นตามระยะห่างจากพื้นที่โบราณสถาน และสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ และใส่ค่าคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่ตามตารางที่ 3.5 แหล่งท่องเที่ยวสำคัญของจังหวัดส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอเมือง ในพื้นที่วิเคราะห์ส่วนใหญ่จึงอยู่ห่างจากพื้นที่โบราณสถาน และสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญมากกว่า 2500 เมตร ดังภาพที่ 4.27

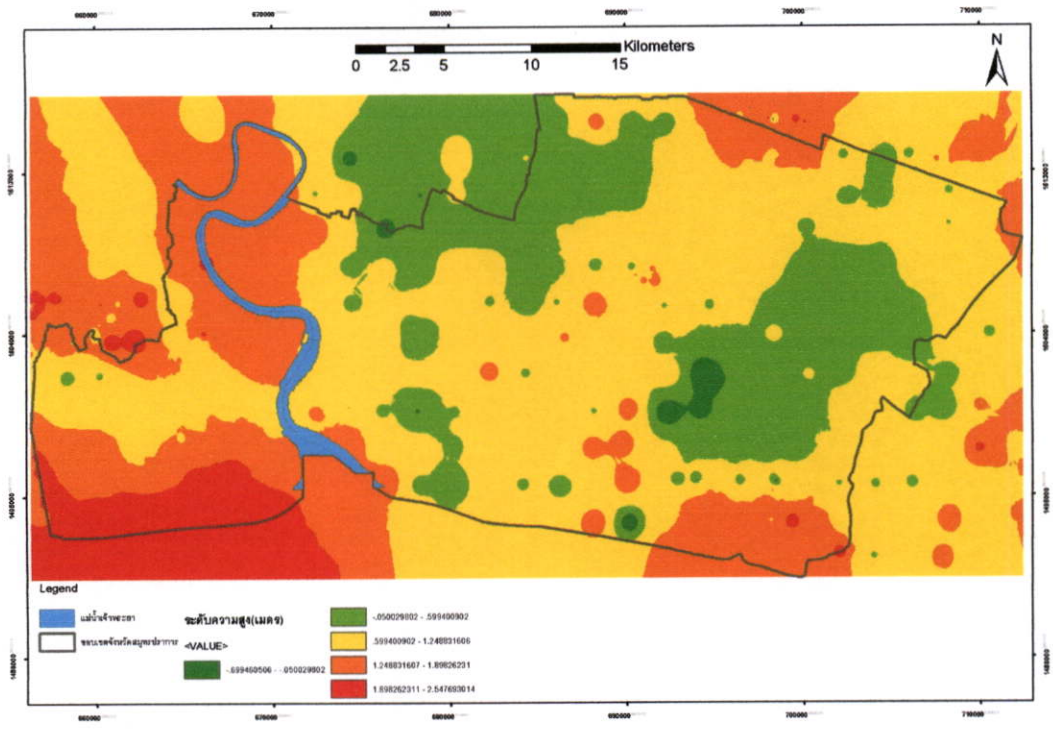
ระยะ 1001 – 1500 เมตร	2.49	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	3.07
ระยะ 1501 – 2000 เมตร	3.76	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	4.63
ระยะ 2001 – 2500 เมตร	4.33	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	5.33
มากกว่าระยะ 2500 เมตร	70.59	ตร.กม.	คิดเป็นร้อยละ	86.97



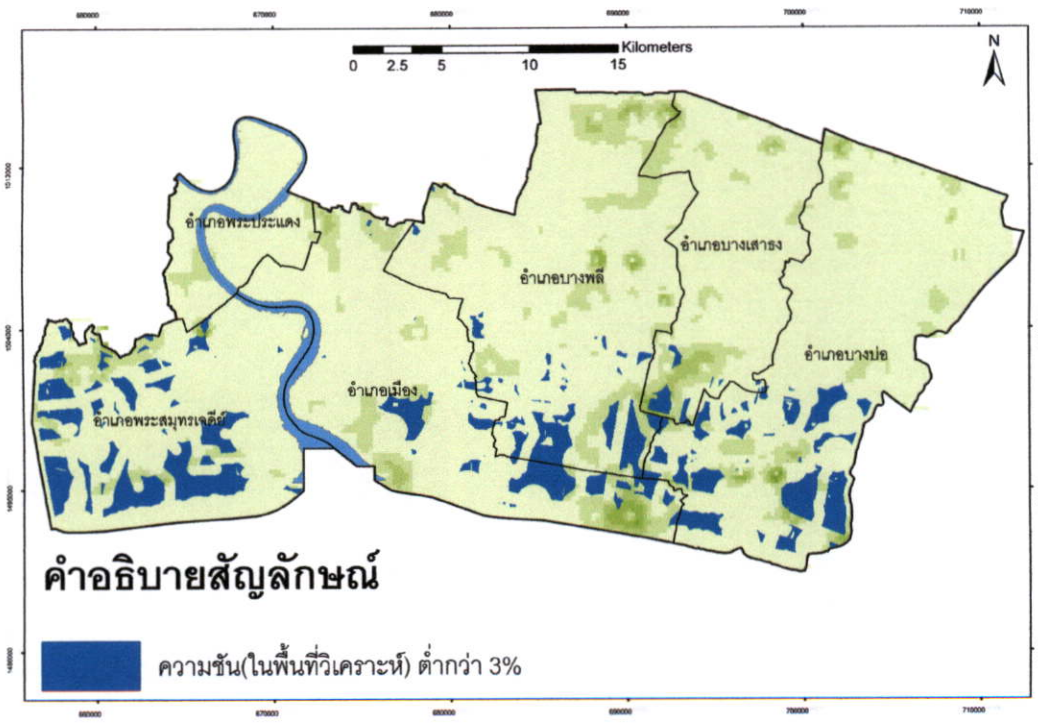
ภาพที่ 4.18 แผนที่แสดงระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่วิเคราะห์



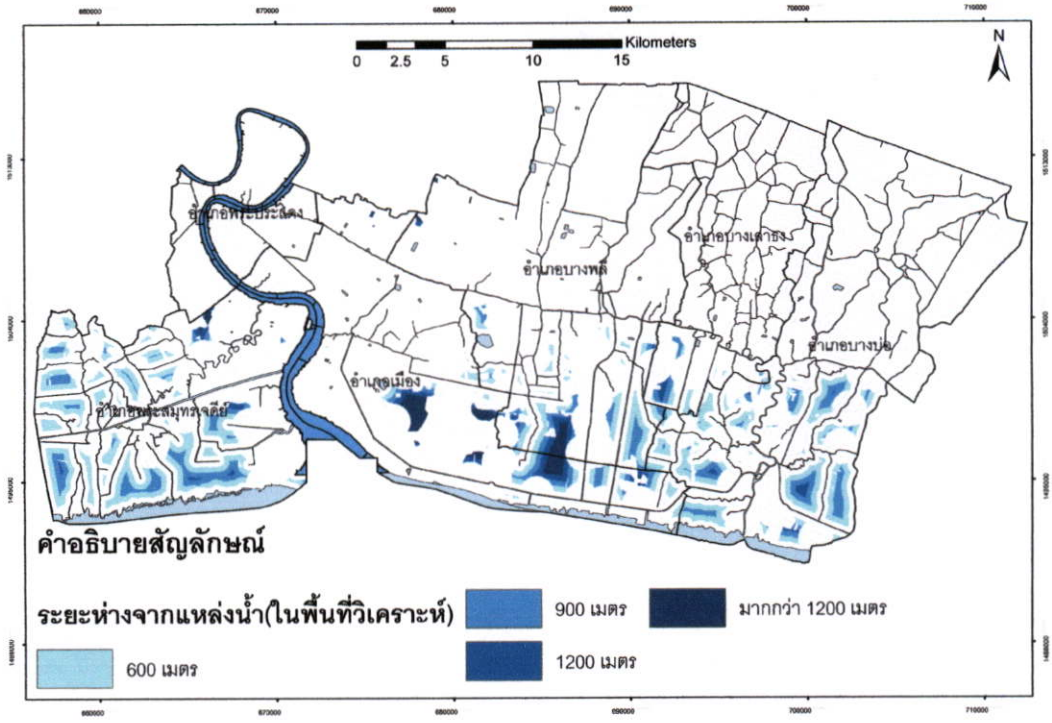
ภาพที่ 4.19 แผนที่แสดงชุดดินและความสามารถในการระบายน้ำในพื้นที่วิเคราะห์



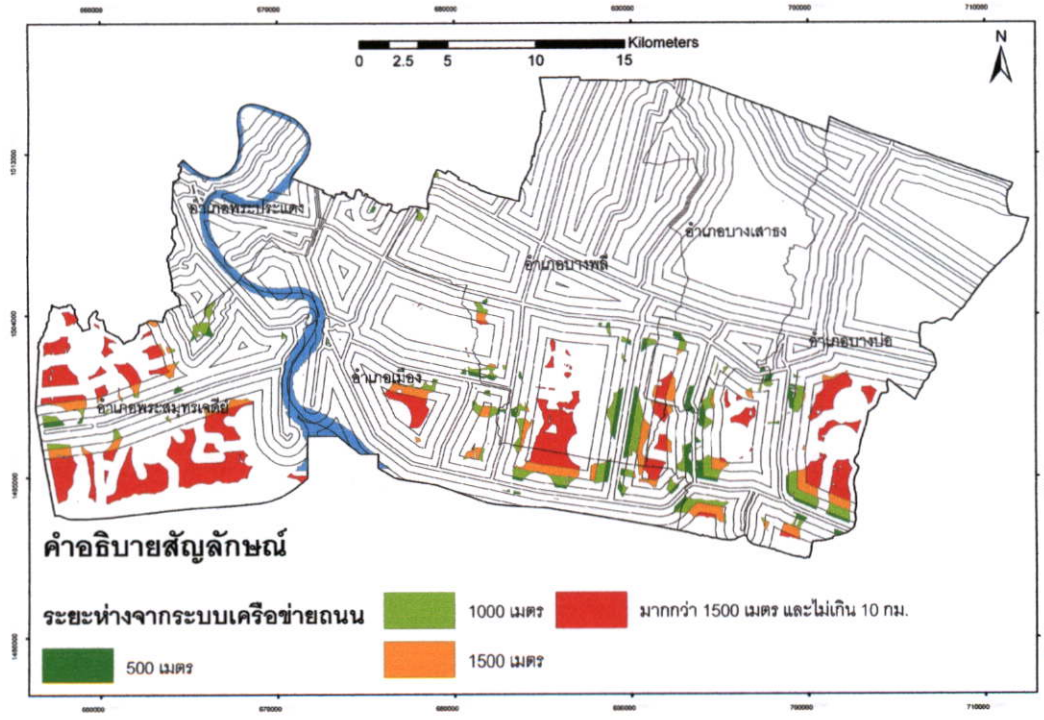
ภาพที่ 4.20 แผนที่แสดงระดับความสูงของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ



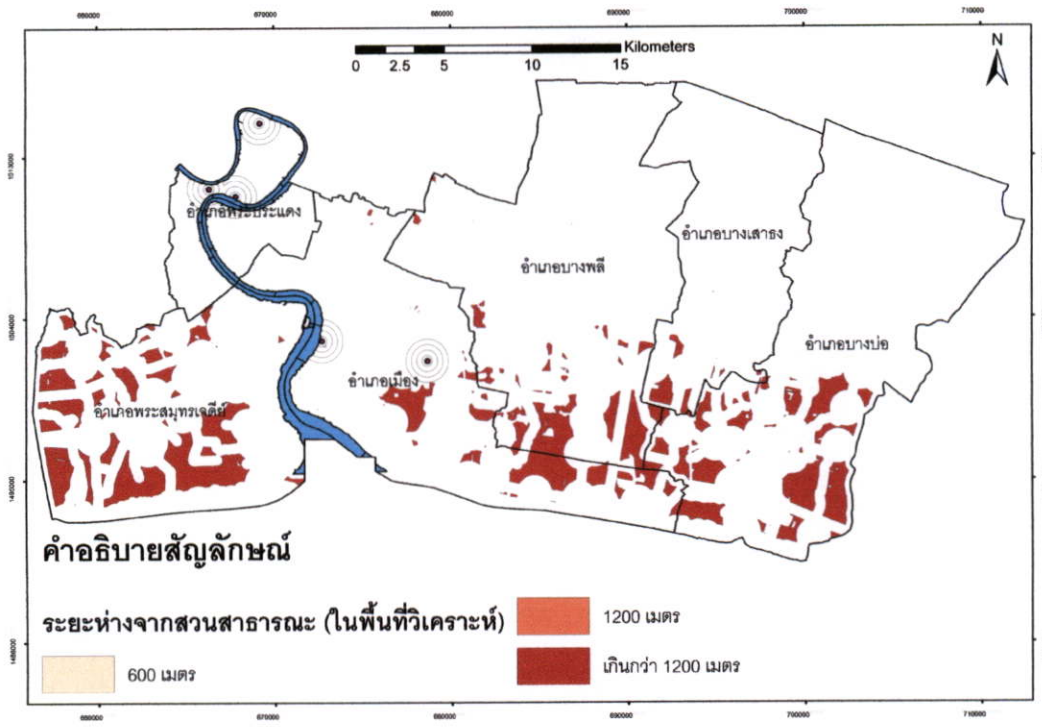
ภาพที่ 4.21 แผนที่แสดงความชันในพื้นที่วิเคราะห์



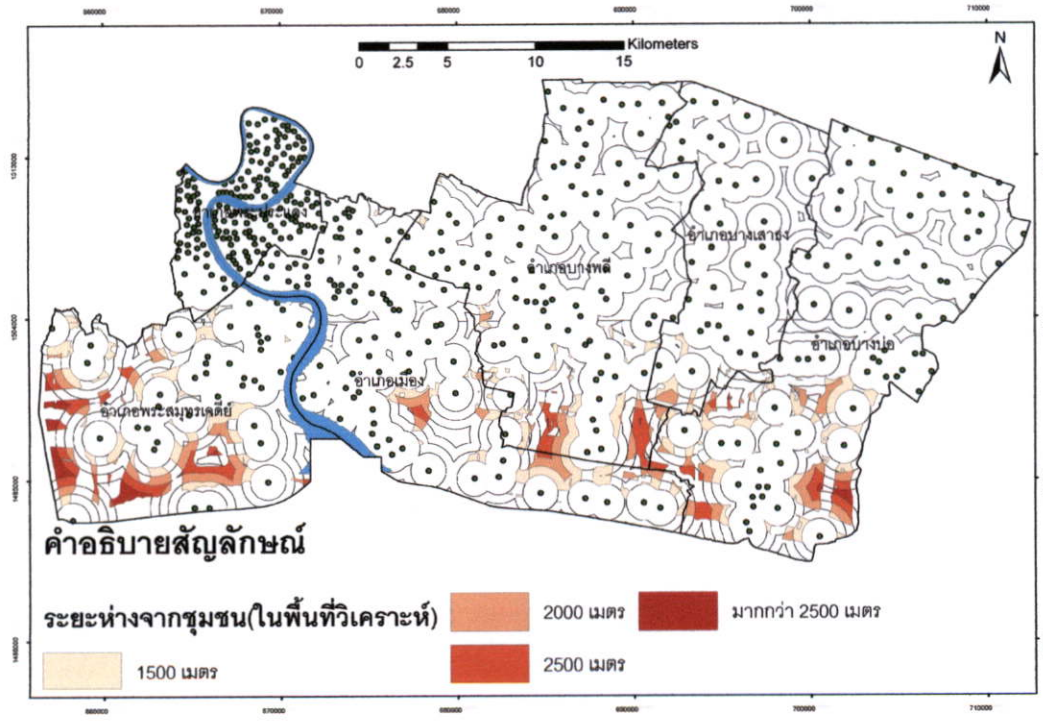
ภาพที่ 4.22 แผนที่แสดงระยะห่างจากแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำในพื้นที่วิเคราะห์



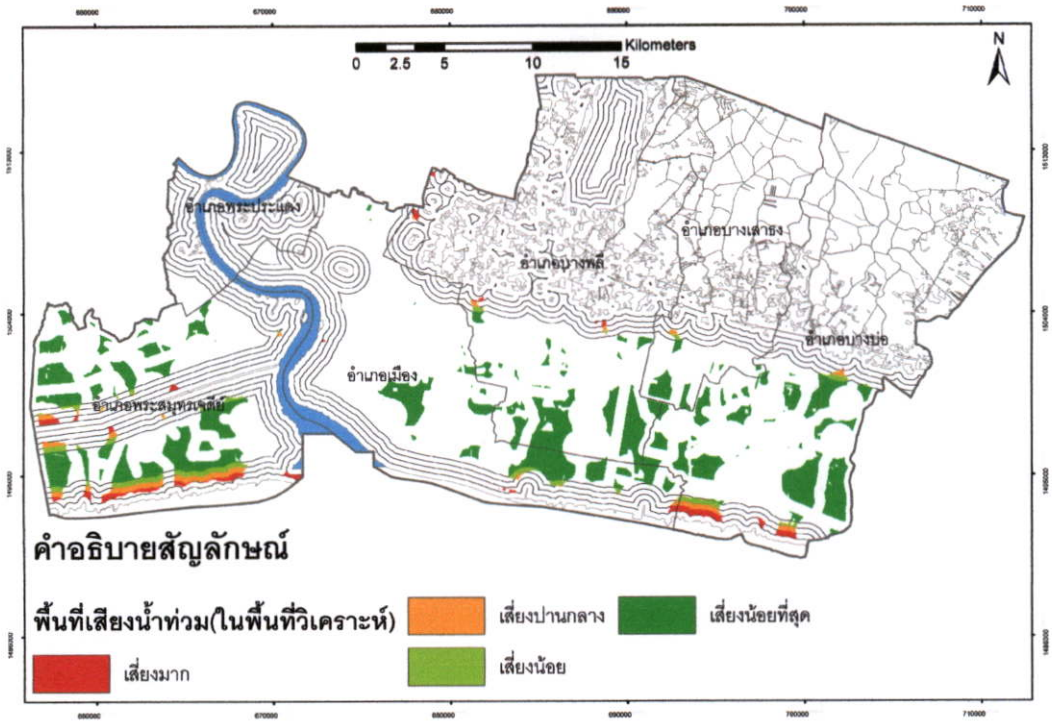
ภาพที่ 4.23 แผนที่แสดงระยะห่างจากระยะห่างจากระบบเครือข่ายถนนในพื้นที่วิเคราะห์



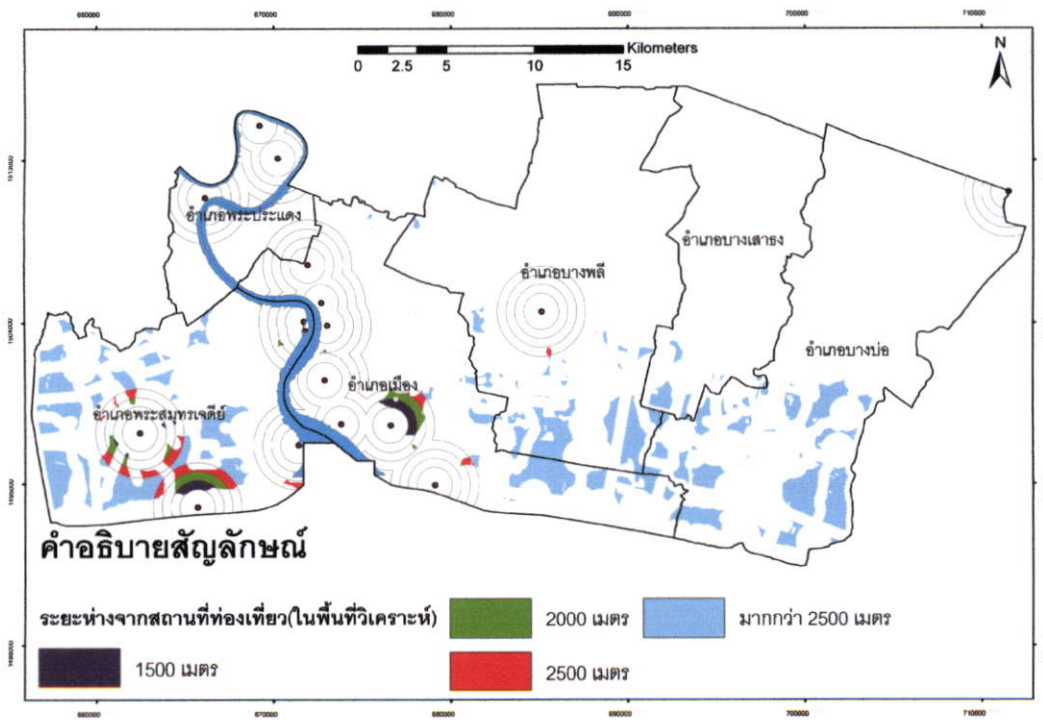
ภาพที่ 4.24 แผนที่แสดงระยะห่างจากสวนสาธารณะในพื้นที่วิเคราะห์



ภาพที่ 4.25 แผนที่แสดงระยะห่างจากชุมชนในพื้นที่วิเคราะห์



ภาพที่ 4.26 แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในพื้นที่วิเคราะห์



ภาพที่ 4.27 แผนที่แสดงระยะห่างจากพื้นที่โบราณสถาน และสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญในพื้นที่วิเคราะห์

ผลการหาค่าน้ำหนักของปัจจัยการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบจากการทำแบบสอบถามการให้ค่าน้ำหนักของปัจจัย โดยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ AHP จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 17 คน และใช้เทคนิคเดลฟาย ได้ค่าน้ำหนักคะแนนความสำคัญของปัจจัย ดังตารางที่ 4.14 และได้ตรวจสอบความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio:C.R.) ค่าการเปรียบเทียบเกณฑ์ของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งนำไปใช้คำนวณค่า Eigenvector แล้วมีความสมเหตุสมผล สามารถนำค่าน้ำหนักที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์

ตารางที่ 4.14 ค่าน้ำหนักคะแนนความสำคัญของปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ

ลำดับ	ปัจจัย	ค่าน้ำหนักคะแนนความสำคัญ
1	ระดับน้ำใต้ดิน	0.2721
2	ชนิดของดิน	0.1570
3	ความชัน	0.1279
4	ระยะห่างจากแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ	0.1474
5	ระยะห่างจากระบบเครือข่ายถนน	0.0644
6	ระยะห่างจากสวนสาธารณะ	0.0607
7	ระยะห่างจากชุมชน	0.0729
8	พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม	0.0534
9	ระยะห่างจากพื้นที่โบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ	0.0441

ที่มา: แบบสอบถามการให้ค่าน้ำหนักของปัจจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ

เมื่อนำชั้นข้อมูลปัจจัยทั้ง 9 ปัจจัย และใส่ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยตามตารางที่ 4.14 ผลลัพธ์จะได้พื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ แบ่งเป็น 5 ระดับความเหมาะสม ตามภาพที่ 4.28 ดังนี้

พื้นที่เหมาะสมน้อยมาก จำนวน 31 แปลง เนื้อที่ 4.57 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 5.72

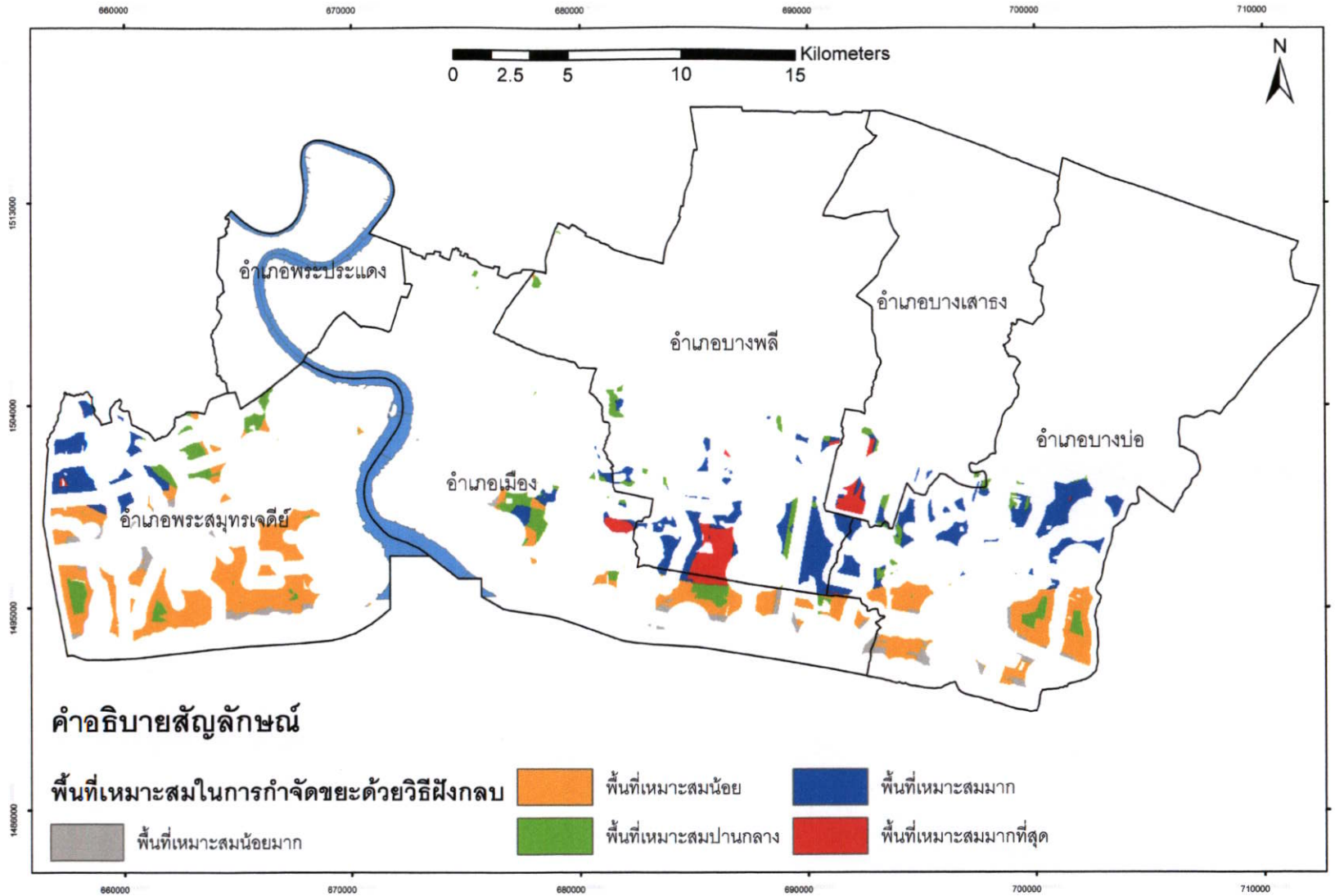
พื้นที่เหมาะสมน้อย จำนวน 43 แปลง เนื้อที่ 35.37 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 44.28

พื้นที่เหมาะสมปานกลาง จำนวน 50 แปลง เนื้อที่ 11.05 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 13.84

พื้นที่เหมาะสมมาก จำนวน 60 แปลง เนื้อที่ 23.32 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 29.20

พื้นที่เหมาะสมมากที่สุด จำนวน 9 แปลง เนื้อที่ 5.56 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 6.96

- พื้นที่เหมาะสมน้อยมากเป็นพื้นที่ที่มีสัดส่วนน้อยที่สุด ส่วนใหญ่อยู่บริเวณใกล้ชายฝั่งทะเล ในเขตอำเภอพระสมุทรเจดีย์ อำเภอเมืองสมุทรปราการ และอำเภอบางบ่อ พื้นที่แต่ละแปลงมีขนาดเล็ก
- พื้นที่เหมาะสมน้อยเป็นพื้นที่ที่มีสัดส่วนมากที่สุดอยู่บริเวณใกล้ชายฝั่งทะเล เช่นเดียวกับพื้นที่เหมาะสมน้อยมาก ส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอพระสมุทรเจดีย์ พื้นที่แปลงมีขนาดใหญ่
- พื้นที่เหมาะสมปานกลางมีพื้นที่กระจายอยู่ในเขตอำเภอพระสมุทรเจดีย์ อำเภอเมืองสมุทรปราการ และอำเภอบางบ่อ อำเภอบางพลี และอำเภอบางเสาธง พื้นที่แปลงมีขนาดปานกลาง
- พื้นที่เหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอบางพลี อำเภอบางเสาธง และอำเภอบางบ่อ พื้นที่แปลงมีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่
- พื้นที่เหมาะสมมากที่สุดมีจำนวนแปลงน้อยที่สุด จำนวน 9 แปลง เนื้อที่รวม 5.56 ตร.กม. แปลงที่มีขนาดพื้นที่มากที่สุด 3.50 ตร.กม. ตั้งอยู่ที่ในเขตติดต่อสองอำเภอ คือ ตำบลบางปูใหม่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ และตำบลบางปลา อำเภอบางพลี ลำดับที่สอง 1.10 ตร.กม. อยู่ในเขตตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง และลำดับที่สาม 0.61 ตร.กม. อยู่ในเขตตำบลแพรกษาใหม่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ



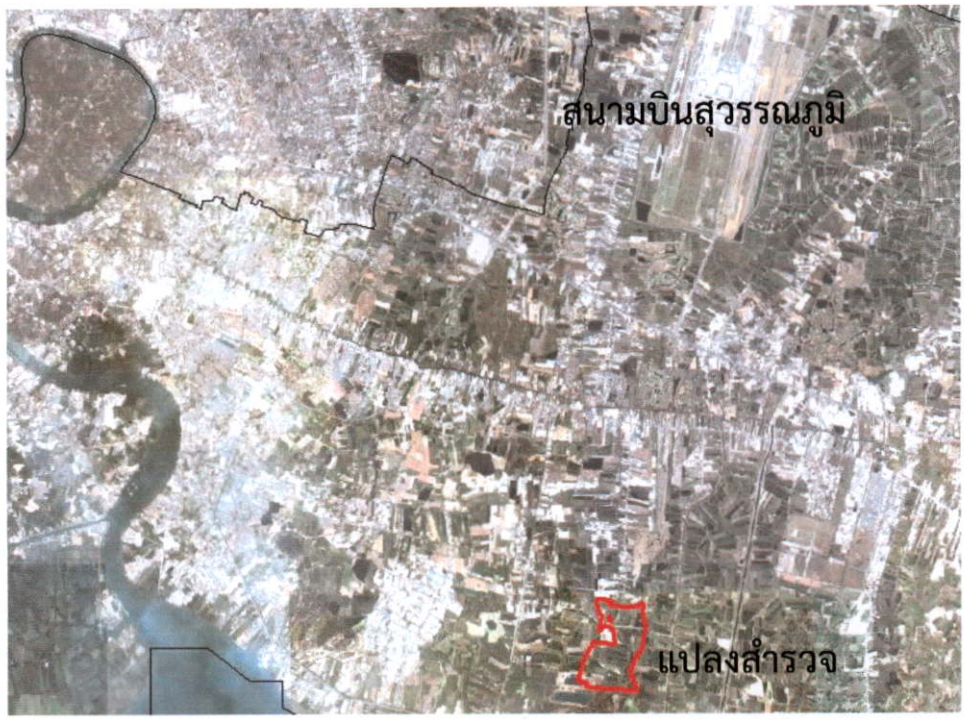
ภาพที่ 4.28 แผนที่แสดงระดับความเหมาะสมของพื้นที่ในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ

4.6 การสำรวจพื้นที่จากผลการวิเคราะห์

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมมากที่สุดมีจำนวน 9 แปลง เนื้อที่รวม 5.56 ตร.กม. ผู้ศึกษาจึงได้เลือกสำรวจแปลงที่มีขนาดพื้นที่มากที่สุดเพื่อสำรวจเบื้องต้นโดยมีรายละเอียด ดังนี้

ที่ตั้ง อยู่ที่ตำบลบางปูใหม่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ และตำบลบางปลา อำเภอบางพลี เนื้อที่ 3.50 ตร.กม. สภาพพื้นที่บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่บ่อปลา และพื้นที่โล่ง บริเวณโดยรอบไม่มีชุมชนหนาแน่น หมู่บ้านที่ใกล้สุดห่างออกไปประมาณ 1.3 กม. มีถนนตัดผ่านพื้นที่แปลงด้านบน ตำแหน่งที่ตั้งอยู่ใต้แนวสนามบินสุวรรณภูมิ ระยะห่างประมาณ 11.5 กิโลเมตร เดิมพื้นที่ตามแนวดังกล่าวถูกกำหนดเป็นพื้นที่ Flood way ต่อจากพื้นที่กรุงเทพฯ ลงมา แต่เนื่องจากปัจจุบันมีการก่อสร้างสนามบินสุวรรณภูมิ และจากเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ในปี พ.ศ.2554 พบว่าไม่มีน้ำท่วม และไม่มีการระบายน้ำผ่านบริเวณนี้ สำหรับนโยบายการระบายน้ำในปัจจุบันจะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มที่จะระบายน้ำออกทางฝั่งตะวันตก ตามแนวขนานแม่น้ำท่าจีน และทางฝั่งตะวันออก ตามแนวคลองระพีพัฒน์ และคลองพระองค์เจ้าไชยานุชิต ด้านจังหวัดฉะเชิงเทรา

ภาพที่ 4.29 ภายถ่ายทางอากาศแสดงพื้นที่แปลงสำรวจ



ภาพที่ 4.30 ภายถ่ายทางอากาศแสดงตำแหน่งพื้นที่แปลงสำรวจ

ภาพที่ 4.31 ภายถ่ายแสดงพื้นที่แปลงสำรวจ (ก)

ภาพที่ 4.32 ภายถ่ายแสดงพื้นที่แปลงสำรวจ (ข)

4.7 ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับความต้องการพื้นที่ในการฝังกลบขยะ และแนวทางในการรองรับปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในอนาคต

4.7.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับความต้องการพื้นที่ในการฝังกลบขยะ

จากการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ ได้ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสม แบ่งเป็น 5 ระดับ ในระดับที่เหมาะสมมากที่สุด มีจำนวน 9 แปลง เนื้อที่รวม 5.56 ตร.กม. และจากการคาดการณ์ปริมาณขยะ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2558 ถึงปี พ.ศ.2563 รวมจำนวน 5 ปี มีปริมาณขยะ 6,744,207.20 ตัน มีความต้องการพื้นที่ในการฝังกลบ 1.95 ตร.กม. และปริมาณขยะสะสมปี พ.ศ.2564 ถึงปี พ.ศ.2572 รวมจำนวน 9 ปี มีปริมาณขยะ 12,140,272.30 ตัน มีความต้องการพื้นที่ฝังกลบ 3.50 ตร.กม. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้มีการลดปริมาณขยะด้วยการนำขยะกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) 3 สถานการณ์ คือ 1.ไม่มีการนำขยะไปใช้ใหม่ 2.มีการนำขยะไปใช้ใหม่จำนวนร้อยละ 10 และ 3.มีการนำขยะไปใช้ใหม่ จำนวนร้อยละ 25 ตามตารางที่ 4.15 พบว่า ในสถานการณ์ที่ 1 กรณีไม่มีการนำขยะไปใช้ใหม่ มีความต้องการพื้นที่ฝังกลบ 5.45 ตร.กม. สถานการณ์ที่ 2 กรณีมีการนำขยะไปใช้ใหม่ จำนวนร้อยละ 10 ซึ่งเป็นสถานการณ์ปัจจุบันของจังหวัดสมุทรปราการ ที่มีการนำขยะกลับไปใช้ใหม่ประมาณร้อยละ 10 (ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดสมุทรปราการ. 2558) มีความต้องการพื้นที่ฝังกลบ 4.90 ตร.กม. และสถานการณ์ที่ 3 กรณีมีการนำขยะไปใช้ใหม่ จำนวนร้อยละ 25 ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่คาดหวัง ควรมีการส่งเสริมให้มีการนำขยะกลับไปใช้ใหม่ตามสถานการณ์นี้ มีความต้องการพื้นที่ฝังกลบ 4.09 ตร.กม. จะเห็นได้ว่า ความต้องการพื้นที่ฝังกลบในสถานการณ์ที่ 1 มีจำนวนใกล้เคียงกับพื้นที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ หากสามารถดำเนินการจัดทำพื้นที่ฝังกลบในพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดที่ได้จากการวิเคราะห์ จะสามารถรองรับปริมาณขยะได้ถึงปี 2572 แต่หากมีการส่งเสริมให้มีการลดปริมาณขยะโดยนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ตามสถานการณ์ที่ 2 และ 3 จะสามารถรองรับปริมาณขยะได้นานมากขึ้น

ตารางที่ 4.15 กำหนดสถานการณ์ให้มีการลดปริมาณขยะลงด้วยการนำขยะกลับมาใช้ใหม่ (Recycle)

พ.ศ.	ปริมาณมูลฝอยสะสม (ตัน)	พื้นที่ที่ต้องการในการทำหลุมฝังกลบ (ตร.กม.)			พื้นที่เหมาะสมมากที่สุดจากการวิเคราะห์ (ตร.กม.)
		สถานการณ์ที่ 1 กรณีไม่มีการนำขยะไปใช้ใหม่	สถานการณ์ที่ 2 กรณีมีการนำขยะไปใช้ใหม่ ร้อยละ 10	สถานการณ์ที่ 3 กรณีมีการนำขยะไปใช้ใหม่ ร้อยละ 25	
2558 - 2563	6,744,207.20	1.95	1.75	1.46	5.56
2564 - 2572	12,140,272.30	3.50	3.15	2.63	-
รวม		5.45	4.90	4.09	5.56

หมายเหตุ คำนวณปริมาตรพื้นที่ฝังกลบโดยประมาณ จากการบดอัดมูลฝอย 550 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความสูงของชั้นมูลฝอยประมาณ 3 เมตร จำนวน 3 ชั้น (กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2549) และเพิ่มส่วนของพื้นที่ดำเนินการอื่นๆ โดยสัดส่วนร้อยละ 30

4.7.2 แนวทางในการรองรับปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในอนาคต

จะเห็นได้ว่าจากการคาดการณ์ปริมาณขยะในอนาคตของจังหวัดสมุทรปราการในปี พ.ศ.2572 ซึ่งมีปริมาณขยะมากถึง 4,059.80 ตัน/วัน และหากไม่มีการดำเนินการกำจัดขยะ จังหวัดสมุทรปราการจะมีปริมาณขยะสะสม ตั้งแต่ปี พ.ศ.2558 - พ.ศ.2572 จำนวน 18,884,479.50 ตัน ถึงแม้ว่าผลการวิเคราะห์จะสามารถหาพื้นที่เหมาะสมทางกายภาพในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ แต่ในทางปฏิบัติการดำเนินการจัดสร้างพื้นที่ฝังกลบยังต้องพิจารณาความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมและความเห็นของประชาชนโดยรอบพื้นที่ โดยเฉพาะการสร้างบ่อฝังกลบที่มีขนาดใหญ่อาจทำได้ยาก ถึงอย่างไรการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบยังมีความจำเป็นเนื่องจากเป็นการกำจัดขยะขั้นสุดท้ายในขณะที่การกำจัดขยะด้วยวิธีอื่นๆ เช่น การทำปุ๋ย หรือการเผา จะเหลือของเสียที่จะต้องนำไปกำจัดหรือฝังกลบต่อไป

ดังนั้น หากมีวิธีที่สามารถช่วยลดปริมาณขยะ หรือช่วยกำจัดขยะให้มีปริมาณน้อยลงก่อนส่งไปฝังกลบจะทำให้ลดปริมาณพื้นที่ในการทำหลุมฝังกลบ สำหรับแนวทางในการรองรับปริมาณขยะที่จะเกิดขึ้นจำนวนมากในอนาคต จะขอเสนอเป็นแนวทางในการลดปริมาณขยะ เทคโนโลยีในการกำจัดขยะ และการสร้างการมีส่วนร่วมของประชาชน ดังนี้

1) การลด คัดแยก และการนำมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่

1.1) การลดการเกิดมูลฝอย

ควรเน้นการลดมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิน(Reduce at Source) เช่น บ้านเรือน อาคารสำนักงาน ตลาด ร้านค้า เป็นต้น โดยให้ความสำคัญต่อการผลิตขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นโดยไม่จำเป็น เช่น การไม่ผลิตขยะมูลฝอยประเภทกระดาษในสำนักงานโดยใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์หรือระบบคอมพิวเตอร์ทดแทน เป็นต้น ส่วนบ้านเรือนใช้วิธีลดการผลิตขยะมูลฝอยลงให้เหลือน้อยที่สุด หลีกเลี่ยงการก่อให้เกิดขยะมูลฝอยที่มาจากบ้านเรือน เช่น จัดเตรียมอาหารที่พอดีรับประทาน การใช้ประดาษหรือพลาสติกซ้ำ หรือซื้อสินค้าประเภทชนิดเติม (Refill) ในกรณีที่ครัวเรือนมีภาชนะที่บรรจุอยู่แล้ว

1.2) การคัดแยกขยะมูลฝอย

เป็นการคัดแยกมูลฝอยที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้หรือมีประโยชน์ในการนำมาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตโดยไม่ทิ้งออกไปให้ท้องถิ่นนำไปกำจัดทั้งหมด และนำขยะมูลฝอยที่คัดแยกไปใช้ให้เป็นประโยชน์ การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิดสามารถดำเนินการได้ง่ายกว่าการคัดแยก ณ บริเวณสถานที่กำจัดซึ่งมีความหลากหลายของประเภทขยะมูลฝอยมากเกินไป การคัดแยกขยะมูลฝอยตามองค์ประกอบทางกายภาพเป็นการช่วยให้ง่ายต่อการเก็บขนและรวบรวม หรือแยกตามวัสดุที่สามารถนำไปแปลงเป็นผลผลิตอย่างอื่นได้ เช่น การคัดแยกเศษอาหารเพื่อนำไปทำปุ๋ยหมักหรือนำไปเลี้ยงสัตว์ หรือแม้แต่การผลิตก๊าซชีวภาพจากสารอินทรีย์ไม่ต้องเสียเวลาในการคัดแยกวัสดุที่ไม่ต้องการออกก่อน การคัดแยกกระดาษบรรจุภัณฑ์สินค้าที่บริโภค เช่น กล่องกระดาษ ห่อสินค้า ผู้ใช้แยกเศษกระดาษเพื่อรวบรวมหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ การคัดแยกขวดแก้ว ขวดพลาสติก เพื่อจำหน่ายหรือนำกลับมาใช้ใหม่ เป็นต้น ข้อสำคัญ การคัดแยกขยะมูลฝอยเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ควรให้ความสำคัญเรื่องความสะอาดของวัสดุเหลือใช้ต่างๆ เพราะจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาดและเพิ่มราคาวัสดุนั้นด้วย

1.3) การนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่

การนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่มีทั้งการใช้ซ้ำ (Reuse) ซึ่งเป็นการนำกลับมาใช้ใหม่โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการแปรรูปหรือขึ้นรูปใหม่ และการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ซึ่งเป็นการแปรเปลี่ยนขยะมูลฝอยที่ได้ทำการคัดแยกแล้วผลิต โดยผ่านกระบวนการใดกระบวนการหนึ่งแล้วเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น การหลอมแก้วขึ้นรูปใหม่โดยใช้ขวดเก่า การทำกระดาษจากเศษกระดาษที่ใช้แล้ว

ประเด็นสำคัญของการลด การคัดแยก และการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่

- ควรมีแผนงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ในการลด คัดแยก และนำมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่
- มีการรณรงค์ประชาสัมพันธ์เรื่อง การลด คัดแยก และนำมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่
- มีการทำกิจกรรมการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ในรูปแบบต่างๆ เช่น ธนาคารขยะ การทำปุ๋ยหมัก น้ำสกัดชีวภาพ ผ้าป่ารีไซเคิล ตลาดนัดซื้อขายของเก่า
- การส่งเสริมให้ใช้สินค้าที่ทำจากวัสดุรีไซเคิล

2) เทคโนโลยีการแปรรูปขยะให้เป็นพลังงาน

ปัจจุบันรัฐบาลและกระทรวงพลังงานมีนโยบายสนับสนุนให้มีการแปรรูปขยะมูลฝอยให้เป็นพลังงาน ดังนั้น จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจเพราะนอกจากจะสามารถกำจัดขยะและได้พลังงานทดแทนแล้ว อาจจะได้รับการสนับสนุนการดำเนินงานหรืองบประมาณจากรัฐบาลด้วย เทคโนโลยีการแปรรูปขยะให้เป็นพลังงาน 5 วิธี ดังนี้

2.1) การเผาในเตา (Incineration)

การกำจัดขยะมูลฝอยโดยใช้เตาเผา เป็นการใช้หลักการเผาไหม้ในการทำลายหรือเปลี่ยนสภาพขยะมูลฝอยที่อยู่ในรูปของแข็งให้กลายเป็นก๊าซ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไอน้ำ (H_2O) รวมทั้งของแข็งที่ไม่มีการติดไฟอีกต่อไป เช่น เถ้าหนัก เถ้าลอย และสุดท้ายคือพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ขยะมูลฝอย นอกจากจะกำจัดขยะมูลฝอยแล้ว การเผาในเตายังสามารถนำพลังงานความร้อนกลับไปใช้ประโยชน์ เช่น การผลิตน้ำร้อน ไอน้ำ หรือแม้แต่พลังงานไฟฟ้า เตาเผามีหลายประเภทและหลายขนาด สามารถกำจัดขยะได้ตั้งแต่ 50 – 1000 ตัน/วัน

2.2) แท่งเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel, RDF)

แท่งเชื้อเพลิงขยะเป็นเชื้อเพลิงในรูปของแข็งที่ผลิตจากขยะมูลฝอยชุมชน โดยจะต้องมีการคัดแยกขยะมูลฝอยที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ออก ก่อนจะมีการนำขยะมูลฝอยไปบดหรือหั่นและผสมด้วยตัวผสานก่อนจะทำให้แห้งและอัดเป็นก้อนหรือแท่ง นอกจากนั้น ยังมีการนำเศษพลาสติกเก่ามาหลอมรวมกันทำเป็นแท่งเชื้อเพลิงได้เช่นกัน

วัสดุที่เหมาะสมทำเป็นแท่งเชื้อเพลิง ได้แก่ กระดาษ กระดาษแข็ง พลาสติก ไม้ และเศษผ้า ซึ่งมีค่าความร้อนต่ำสุด (LHV) ประมาณ 11 – 17 เมกะจูล/กก. โดยอาจผลิตออกมาเป็นเม็ดก้อนหรือแท่ง

การใช้ประโยชน์จากแท่งเชื้อเพลิงมีหลายวิธี เช่น

- ใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยร่วมกับอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนเป็นพลังงานเช่นเตาเผา

- เผาไหม้ร่วมกับเชื้อเพลิงอื่น เช่น ถ่านหินหรือชีวมวล
- เผาไหม้ในเตาผลิตปูนซีเมนต์

2.3) การผลิตก๊าซชีวภาพโดยกระบวรการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน (Biogas Production by Anaerobic Digestion)

เป็นขบวนการหมักขยะมูลฝอยประเภทสารอินทรีย์ในสภาวะที่ไร้ออกซิเจนเพื่อให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ให้กลายเป็นก๊าซชีวภาพสำหรับใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าหรือความร้อน ส่วนกากที่เหลือจากการหมักสามารถนำไปใช้ในการเพาะปลูกพืชได้อีก การผลิตก๊าซชีวภาพโดยกระบวรการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ การผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย และการคัดแยกเฉพาะขยะอินทรีย์และนำไปหมักในถังหมักเฉพาะ เพื่อให้เกิดก๊าซชีวภาพโดยเฉพาะมีเทน (CH_4) ในการนำก๊าซที่รวบรวมได้ไปผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นการนำก๊าซที่รวบรวมได้ทั้งหมดไปสันดาปในห้องเผา แล้วผลิตกระแสไฟฟ้า โดยจะต้องคำนวณหาปริมาตรก๊าซที่สามารถรวบรวมได้ก่อน จากนั้นต้องออกแบบระบบทำความสะอาดก๊าซให้บริสุทธิ์โดยกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ คาร์บอนไดออกไซด์ และไล่น้ำออกให้หมดจะได้ก๊าซมีเทนที่มีความบริสุทธิ์สูงประมาณ 70 – 80% ซึ่งสามารถใช้ในเครื่องสันดาปภายในเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า และช่วยยืดอายุการทำงานของเครื่องยนต์สันดาปได้นานขึ้น

2.4) การแปรรูปขยะมูลฝอยประเภทพลาสติกเป็นน้ำมัน

ขยะมูลฝอยประเภทพลาสติกมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เช่นเดียวกับน้ำมัน เพียงแต่น้ำมันมีจำนวนคาร์บอนน้อยกว่าพลาสติก เช่น ดีเซลจะมีคาร์บอน 12-20 ตัว เบนซิน 6-12 ตัว แต่พลาสติกจะเป็นโซ่ยาวมาก มีคาร์บอนเป็นจำนวนมาก โดยจำนวนคาร์บอนขึ้นอยู่กับชนิดของโพลิเมอร์นั้นๆ การที่จะเปลี่ยนให้เป็นน้ำมันได้จะต้องตัดโซ่ให้สั้นลง พลาสติกทั่วไปมีหลายประเภทที่สามารถนำมาผลิตน้ำมันได้ แต่อาจให้ผลผลิตและปริมาณที่ต่างกัน โดยน้ำมันที่ได้จากขวดใสและถุงอาหารทั่วไปจะให้ดีเซลสีขุ่นดำ แต่หากใช้วัตถุดิบประเภทถุงพลาสติกใหม่จะได้น้ำมันเหลืองใส

2.5) เทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค (Plasma Arc)

เทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค เป็นเทคโนโลยีด้านพลังงานขั้นสูงที่ใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยได้หลายลักษณะ หลักการคือการป้อนขยะมูลฝอยเข้าไปใน plasma arc field ซึ่งมีอุณภูมิสูงประมาณ 5,000 – 15,000 องศาเซลเซียส โดยตรง อุณหภูมิที่สูงระดับนี้จะสามารถแยกอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของขยะมูลฝอยออกได้ ทำให้ขยะมูลฝอยถูกความร้อนเผาทำลายลงหมด ความร้อนที่ได้สามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยใช้เป็นเชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ และนำไอน้ำมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าต่อไป โดย เทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ เครื่องปฏิกรณ์พลาสมา ระบบควบคุมด้านสิ่งแวดล้อม และระบบผลิตพลังงาน สำหรับประเทศไทยยังไม่มีการใช้เทคโนโลยีนี้ในการบำบัดและผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอยชุมชน

สำหรับรายละเอียดของเทคโนโลยีการแปรรูปขยะให้เป็นพลังงานแบบต่างๆ สามารถสอบถามและขอข้อมูลได้ที่กรมควบคุมมลพิษ

3) การสร้างการมีส่วนร่วมของประชาชน

การจัดการมูลฝอยนั้นจะประสบความสำเร็จไม่ได้หากขาดการมีส่วนร่วมของประชาชนมีการต่อต้านหรือการไม่ให้ความร่วมมือของประชนในพื้นที่ ในการจัดการมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น จะต้องให้ความสำคัญในประเด็นที่จะต้องทำให้ประชาชนในท้องถิ่นได้เข้าใจและตระหนัก

ถึงความสำคัญของระบบจัดการขยะมูลฝอย เริ่มตั้งแต่การเก็บขน การรวบรวม การกำจัด รวมทั้งการแปรรูปขยะมูลฝอยให้เป็นพลังงาน

วิธีการสร้างการมีส่วนร่วมของประชาชน ประกอบด้วยวิธีในการรับและให้ข้อมูลข่าวสาร และวิธีการของการมีส่วนร่วม โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1) วิธีการในการรับและให้ข้อมูล มีดังนี้

- การรับฟังปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งจากประชาชนในท้องถิ่น ผู้นำชุมชน หรือผู้นำทางความคิดภายในชุมชน โดยผู้นำขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอาจลงไปเป็นผู้รับฟังข้อมูลข่าวสารหรือปัญหาที่เกิดขึ้นหรือมีตัวแทนลงไปรับฟัง
- การให้ข้อมูลข่าวสารโดยใช้สื่อมวลชน และสื่อต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ และวิทยุ
- การให้ข้อมูลข่าวสารโดยใช้สิ่งพิมพ์และการเผยแพร่ใบปลิวข้อมูล แผ่นพับ และแผ่นป้ายประกาศ
- การไปทัศนศึกษาดูงานโครงการในพื้นที่อื่นๆ ทีมีลักษณะเดียวกัน เพื่อรับทราบความคิดเห็นและเป็นการให้ข้อมูลกับประชาชน
- การจัดนิทรรศการ และการสาธิต
- จัดตั้งศูนย์ข้อมูลข่าวสาร เพื่อรับทราบความคิดเห็นและเป็นการให้ข้อมูลกับประชาชน

3.2) วิธีการของการมีส่วนร่วม มีดังนี้

- การประชุมสาธารณะ และการประชุมกลุ่มย่อย
- การประชุมเชิงปฏิบัติการ
- กิจกรรมในเชิงปฏิบัติ เช่น การลงไปทดลองให้กับชุมชนเห็นภาพ
- การสำรวจทัศนคติของชุมชน และความคิดเห็นของชุมชน
- จัดให้มีโทรศัพท์สายด่วน เพื่อรับฟังความคิดเห็น
- จัดให้มีเจ้าหน้าที่ประสานงานของชุมชนเพื่อทำงานในชุมชน

ปัญหาด้านการมีส่วนร่วมของประชาชนต่อการจัดการมูลฝอยที่พบในปัจจุบัน คือ การที่ประชาชนในท้องถิ่นที่จะก่อสร้างเป็นสถานที่ตั้งของสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยไม่ยินยอมให้มีการก่อสร้าง เนื่องจากเห็นว่ามีการนำขยะมูลฝอยหรือมลพิษจากท้องถิ่นอื่นมากำจัดในท้องถิ่นของตนเอง แนวทางหนึ่งในการดำเนินงานเพื่อเป็นการลดการต่อต้านของประชาชน เช่น

- การให้ท้องถิ่นที่เป็นสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยทิ้งขยะมูลฝอยโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย
- การจ่ายค่าตอบแทนที่เหมาะสมคืนให้กับท้องถิ่นที่เป็นสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย เช่น ในอัตรา 10 บาท/ตัน เพื่อให้ท้องถิ่นที่เป็นสถานที่ตั้ง ได้นำเงินไปพัฒนาด้านอื่นๆ
- กรณีที่สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยแห่งนั้นมีการแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นพลังงาน และมีผลตอบแทนกลับคืนมา ควรมีการจัดตั้งในลักษณะของกองทุนที่ได้จากผลตอบแทนนั้น และส่วนหนึ่งมอบให้กับประชาชนหรือชุมชนโดยรอบสถานที่กำจัด

จากแนวทางในการรองรับปริมาณขยะที่ได้เสนอทั้ง 3 ทางได้แก่ การลด คัดแยก และการนำมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ เทคโนโลยีในการกำจัดขยะ และการสร้างการมีส่วนร่วมของประชาชน ผู้มี

หน้าที่เกี่ยวข้องในการจัดการขยะไม่จำเป็นต้องใช้เพียงวิธีการเดียว อาจจะมีการผสมผสานทางเลือกในการกำจัดขยะหลายวิธีให้เหมาะกับการจัดการขยะในท้องถิ่นของตนเองต่อไป

บทที่ 5
สรุปผลการวิเคราะห์ และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

ผลการศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมทางกายภาพในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ กรณีศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ สามารถสรุปผลที่สำคัญได้ ดังนี้

การหาพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ มาจากปัญหาการขาดแคลนพื้นที่ในการกำจัดขยะ ผู้ศึกษาจึงได้เลือกวิธีการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ โดยได้นำการคาดการณ์การขยายตัวของพื้นที่เมืองในอนาคต ปี พ.ศ.2563 มาเป็นปัจจัยในการคัดเลือก ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ตามหลักเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบ จำนวน 12 ปัจจัย ประกอบด้วย ระดับน้ำใต้ดิน ชนิดของดิน ความชัน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากสวนสาธารณะ ระยะห่างจากชุมชน พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม ระยะห่างจากโบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยว ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ เขตสนามบิน และเขตทหาร โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นสองขั้นตอน คือ การตัดพื้นที่ที่มีข้อจำกัด และการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพ นอกจากนี้ยังคาดการณ์ปริมาณขยะในอนาคต จากจำนวนประชากร และจากการขยายตัวของพื้นที่เมือง เพื่อนำปริมาณพื้นที่ที่ต้องการฝังกลบมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ และเสนอแนะแนวทางในการรองรับปริมาณขยะที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

5.1.1 การคาดการณ์การขยายตัวของเมืองในอนาคต

เมื่อนำการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ.2545 และ พ.ศ.2554 มาเป็นฐานข้อมูลในการคาดการณ์การขยายตัวของพื้นที่เมืองในอนาคต พ.ศ. 2563 และ พ.ศ. 2572 ด้วยแบบจำลอง CA Markov โดยใช้ข้อมูลที่ดินประเภทชุมชนและสิ่งก่อสร้าง ผลที่ได้พบว่ามีพื้นที่เมืองเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 36.20 ในปี พ.ศ.2554 เป็นร้อยละ 39.36 ในปี พ.ศ.2563 และ 41.51 ในปี พ.ศ.2572 พื้นที่เมืองที่มีการขยายตัวส่วนใหญ่จะเป็นการขยายตัวจากพื้นที่ชุมชนเดิมที่อยู่ติดถนนบางนาตราด ถนนเทพารักษ์ ถนนแพรกษา และถนนมอเตอร์เวย์ โดยเฉพาะพื้นที่ในเขตอำเภอบางพลี และบางส่วนในพื้นที่ตำบลในคลองบางปลากด และตำบลบ้านคลองสวน ในเขตอำเภอพระสมุทรเจดีย์ ผลที่ได้จากการคาดการณ์การขยายตัวของเมืองในปี 2563 ได้นำไปเป็นปัจจัยที่มีข้อจำกัดและตัดออกจากพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ เนื่องจากได้คาดการณ์ว่าพื้นที่บริเวณดังกล่าวจะเป็นพื้นที่ชุมชนในอนาคต

5.1.2 การคาดการณ์ปริมาณขยะ

การคาดการณ์ปริมาณขยะในอนาคตในการศึกษานี้ กำหนดไว้ 2 วิธี คือ การคาดการณ์ปริมาณขยะจากจำนวนประชากร และการคาดการณ์ปริมาณขยะจากการขยายตัวของพื้นที่เมืองในปี พ.ศ. 2563 และ ปี พ.ศ. 2572

การคาดการณ์ปริมาณขยะจากจำนวนประชากร ได้จาก การนำข้อมูลจำนวนประชากรของจังหวัดสมุทรปราการ ในปี พ.ศ. 2548 ถึงปี พ.ศ. 2557 มาหาค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มของจำนวนประชากร และทำการคำนวณคาดการณ์จำนวนประชากร ในปี พ.ศ. 2558-2572 ด้วยวิธี Exponential Rate of

Growth รวมกับข้อมูลประชากรแฝง คาดว่าในปี พ.ศ. 2563 จังหวัดสมุทรปราการจะมีประชากรประมาณ 2,747,735 คน และในปี พ.ศ. 2572 จำนวน 3,216,961 คน จากนั้นจึงนำมาคำนวณหาปริมาณขยะในอนาคต โดยใช้อัตราการเกิดขยะมูลฝอย 1.15 กก/คน/วัน และมีอัตราการเพิ่มขึ้นของอัตราการเกิดมูลฝอยในแต่ละปีที่ 0.008 ผลที่ได้พบว่าในปี พ.ศ.2563 จังหวัดสมุทรปราการจะมีปริมาณขยะประมาณ 3,269.80 ตัน/วัน หรือ 1,193,477.00 ตัน/ปี และในปี พ.ศ.2572 จะได้ปริมาณขยะ 4,059.80 ตัน/วัน หรือ 1,481,827.00 ตัน/ปี

การคาดการณ์ปริมาณขยะจากการขยายตัวของพื้นที่เมือง ได้จากการนำข้อมูลปริมาณขยะในปีที่มีข้อมูล คือ พ.ศ.2550 และปี พ.ศ.2554 มาเปรียบเทียบกับพื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้างในปี พ.ศ.2550 และปี พ.ศ.2554 เพื่อหาค่าเฉลี่ยอัตราการเกิดขยะ/วัน/ตารางกิโลเมตร จากนั้นนำมาคำนวณโดยคูณกับพื้นที่พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้างหรือพื้นที่เมือง ในปี พ.ศ.2563 และ พ.ศ.2572 ที่ได้จากการคาดการณ์ด้วยแบบจำลอง CA Markov ผลที่ได้พบว่า ในปี พ.ศ.2563 จังหวัดสมุทรปราการจะมีปริมาณขยะประมาณ 1,861.17 ตัน/วัน หรือ 679,327.05 ตัน/ปี และในปี พ.ศ.2572 จะได้ปริมาณขยะ 1,956.57 ตัน/วัน หรือ 714,148.05 ตัน/ปี

จะเห็นได้ว่าปริมาณขยะที่คำนวณได้จากจำนวนประชากร จะมากกว่าปริมาณขยะที่คำนวณได้จากการขยายตัวของพื้นที่เมือง อาจเนื่องมาจากข้อมูลปริมาณขยะในปี พ.ศ.2550 และปี พ.ศ.2554 ไม่ครบถ้วนปริมาณขยะจริงที่เกิดขึ้นในพื้นที่อาจมีมากกว่าที่ได้บันทึกไว้ จึงทำให้ปริมาณขยะน้อยกว่าที่เป็นจริง และในส่วนของจำนวนประชากรในอนาคตที่คำนวณได้มาจากประชากรตามทะเบียนราษฎร์รวมกับประชากรแฝง ซึ่งไม่สามารถทราบได้ว่าประชากรตามทะเบียนราษฎร์ปัจจุบันเป็นผู้อยู่อาศัยในพื้นที่หรือไม่ จึงอาจทำให้ได้จำนวนประชากรสูงกว่าที่อาศัยอยู่จริง อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ได้เลือกปริมาณขยะที่คำนวณได้จากจำนวนประชากรไปศึกษาเปรียบเทียบความต้องการพื้นที่ในการฝังกลบในลำดับถัดไป

5.1.3 ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ

การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ ประกอบด้วย การตัดพื้นที่ที่มีข้อจำกัด และการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพ ดังนี้

การตัดพื้นที่ที่มีข้อจำกัดในการดำเนินการ โดยนำปัจจัยที่มีข้อจำกัดในการดำเนินการตามเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบ คือ ไม่อยู่ในพื้นที่คุณภาพลุ่มน้ำชั้น 1 และชั้นที่ 2 ไม่อยู่ในพื้นที่เขตทหาร ไม่อยู่ในพื้นที่เขตสนามบินและห่างออกไป 5 กิโลเมตร ไม่เป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันเกิน ร้อยละ15 ไม่อยู่ในพื้นที่แหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ และห่างออกไป 300 เมตร ไม่อยู่ในแนวเขตถนนและห่างออกไป 100 เมตร ไม่อยู่ในพื้นที่สวนสาธารณะและห่างออกไป 300 เมตร ไม่อยู่ในพื้นที่ชุมชนเมืองและห่างออกไป 300 เมตร ไม่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมและห่างออกไป 300 เมตร ไม่อยู่ในพื้นที่โบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยวและห่างออกไป 1,000 เมตร และไม่อยู่ในพื้นที่ที่คาดว่าจะเป็นเมืองใน พ.ศ.2563 เมื่อนำพื้นที่ของทุกปัจจัยมาตัดออก ผลที่ได้คือพื้นที่คงเหลือที่สามารถนำไปวิเคราะห์หาพื้นที่ฝังกลบต่อไป ซึ่งพื้นที่ในจังหวัดสมุทรปราการส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่มีข้อกำจัดไม่สามารถดำเนินการได้ คงเหลือพื้นที่บริเวณใต้แนวถนนบางนาตราดลงไปจนถึงชายฝั่งทางด้านล่างของจังหวัด และในเขตอำเภอพระสมุทรเจดีย์

การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพ ได้ใช้ปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ จำนวน 9 ปัจจัย โดยนำชั้นข้อมูลแต่ละชั้นมาให้ค่าคะแนนความสำคัญของพื้นที่ภายในปัจจัยตามที่ได้กำหนดไว้ และนำไปวิเคราะห์เชิงพื้นที่แบบราสเตอร์ (Raster spatial analysis) ด้วยโปรแกรม ArcGIS และการวิเคราะห์แบบหลายกฎเกณฑ์ (Multiple Criteria analysis : MCA) เพื่อหาบริเวณพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด และให้ค่าคะแนน

ความสำคัญของแต่ละปัจจัย ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ Analytical Hierarchical Process: AHP โดยการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยใช้เทคนิคเดลฟาย (Delphi technique) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 17 คน ตอบแบบสอบถามจำนวน 2 รอบ ได้ค่าน้ำหนักปัจจัย ดังนี้ ระดับน้ำใต้ดิน เท่ากับ 0.2721 ชนิดของดิน เท่ากับ 0.1570 ความชัน เท่ากับ 0.1279 ระยะห่างจากแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ เท่ากับ 0.1474 ระยะห่างจากระบบเครือข่ายถนน เท่ากับ 0.0644 ระยะห่างจากสวนสาธารณะ เท่ากับ 0.0607 ระยะห่างจากชุมชน เท่ากับ 0.0729 พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม เท่ากับ 0.0534 ระยะห่างจากโบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยว เท่ากับ 0.0441

ผลการวิเคราะห์ที่ได้สามารถแบ่งพื้นที่ที่เหมาะสมในการฝังกลบขยะออกเป็น 5 ระดับ คือ พื้นที่เหมาะสมน้อยมาก ร้อยละ 5.72 พื้นที่เหมาะสมน้อย ร้อยละ 44.28 พื้นที่เหมาะสมปานกลาง ร้อยละ 13.84 พื้นที่เหมาะสมมาก ร้อยละ 29.20 พื้นที่เหมาะสมมากที่สุด ร้อยละ 6.96 ในพื้นที่เหมาะสมมากที่สุด มีจำนวน 9 แปลง เนื้อที่รวม 5.56 ตร.กม. แปลงที่มีขนาดพื้นที่มากที่สุด มีขนาด 3.50 ตร.กม. ตั้งอยู่ที่ในเขตติดต่อสองอำเภอ คือ ตำบลบางปูใหม่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ ผลการสำรวจสภาพพื้นที่เบื้องต้น พบว่าบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่บ่อปลา และพื้นที่โล่ง บริเวณโดยรอบไม่มีชุมชนหนาแน่น หมู่บ้านที่ใกล้สุดห่างออกไปประมาณ 1.3 กม. มีถนนตัดผ่านพื้นที่แปลงด้านบน ตำแหน่งที่ตั้งอยู่ใต้แนวสนามบินสุวรรณภูมิ ระยะห่างประมาณ 11.5 กิโลเมตร

5.1.4 ความสามารถในการรองรับปริมาณขยะ

ผลการคาดการณ์ปริมาณขยะจากจำนวนประชากร มีปริมาณขยะสะสมระหว่าง พ.ศ.2558 - 2563 จำนวน 6,744,207.20 ตัน เมื่อนำมาคำนวณหาปริมาณพื้นที่ฝังกลบ โดยใช้การคำนวณปริมาตรพื้นที่ฝังกลบโดยประมาณ จากการบดอัดมูลฝอย 550 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ความสูงของชั้นมูลฝอยประมาณ 3 เมตร จำนวน 3 ชั้น และเพิ่มส่วนของพื้นที่ดำเนินการอื่นๆ โดยสัดส่วนร้อยละ 30 มีความต้องการพื้นที่ 1.95 ตร.กม. ระหว่าง พ.ศ.2564 - 2572 มีปริมาณขยะสะสม 12,140,272.30 ตัน ต้องการพื้นที่ฝังกลบ 3.50 ตร.กม. รวมมีความต้องการพื้นที่ในการฝังกลบ พ.ศ.2563 - พ.ศ.2572 จำนวน 5.45 ตร.กม. และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับจำนวนพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดในการกำจัดขยะจากผลการวิเคราะห์ ซึ่งมีปริมาณพื้นที่ 5.56 ตร.กม. พบว่ามีจำนวนใกล้เคียงกันหากสามารถดำเนินการจัดทำพื้นที่ฝังกลบในพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดที่ได้จากการวิเคราะห์จะสามารถรองรับปริมาณขยะได้ถึงปี 2572 แต่ในทางปฏิบัติการดำเนินการจัดสร้างพื้นที่ฝังกลบยังต้องพิจารณาความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรม และความเห็นของประชาชนโดยรอบพื้นที่ โดยเฉพาะการสร้างบ่อฝังกลบที่มีขนาดใหญ่อาจทำได้ยาก

5.1.5 แนวทางในการรองรับปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในอนาคต

สำหรับแนวทางในการรองรับปริมาณขยะที่จะเกิดขึ้นจำนวนมากในอนาคต นอกเหนือจากการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ ซึ่งมีความจำเป็นเนื่องจากเป็นการกำจัดขยะขั้นสุดท้ายที่สามารถรองรับของเสียจากการกำจัดขยะด้วยวิธีอื่นแล้ว ผู้วิจัยได้เสนอแนวทางในการรองรับปริมาณขยะ 3 แนวทาง ประกอบด้วย 1) การลด คัดแยก และการนำมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ สามารถช่วยให้มีอัตราการเกิดขยะลดลง และมีปริมาณขยะที่ต้องนำไปกำจัดน้อยลง เป็นแนวทางที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องควรมีการส่งเสริมให้เกิดการปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรม 2) เทคโนโลยีการแปรรูปขยะให้เป็นพลังงาน ปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยในการกำจัดขยะและสามารถแปรรูปให้เป็นพลังงานที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ วิธีการนี้จึงน่าจะเป็นทางเลือกสำหรับการกำจัดขยะในอนาคต 3) การสร้างการมีส่วนร่วมของประชาชน การจัดการมูลฝอยจะประสบ

ความสำเร็จไม่ได้หากขาดการมีส่วนร่วมของประชาชน มีการต่อต้าน หรือการไม่ให้ความร่วมมือของประชนในพื้นที่ ดังนั้น การสร้างการมีส่วนร่วมจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ทำให้การดำเนินการจัดการขยะด้วยวิธีต่างๆ ประสบความสำเร็จ

5.2 ข้อเสนอแนะ

- ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีฝังกลบนี้ เป็นการศึกษาปัจจัยทางกายภาพ ไม่มีการรวมปัจจัยเกี่ยวกับมูลค่าทางเศรษฐกิจ เช่น ราคาที่ดิน กรรมสิทธิ์ที่ดิน ในการวิเคราะห์ ดังนั้น หากมีการศึกษาเพิ่มเติมควรนำปัจจัยทางเศรษฐกิจมาพิจารณาร่วมด้วย
- ในการศึกษาเพิ่มเติมควรมีการสำรวจความคิดเห็นประชาชนในพื้นที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ประกอบการพิจารณา
- ควรมีการศึกษาเรื่องทิศทางของลม ประกอบการพิจารณาคัดเลือกพื้นที่ เนื่องจากอาจเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญจากกลิ่นในพื้นที่ชุมชนที่อยู่ห่างออกไปได้
- จากแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญมีการเสนอแนะให้มีการศึกษาด้านการเมือง (Politics) ร่วมในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสม เช่น นโยบายของท้องถิ่นและนักการเมืองในการพัฒนาพื้นที่

ผลที่ได้จากการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ เป็นการหาพื้นที่โดยรวมข้อกำหนดและเงื่อนไขหลายปัจจัยไว้ด้วยกัน ทำให้สามารถประเมินได้ว่าพื้นที่บริเวณใดมีข้อจำกัดในการดำเนินการและพื้นที่ใดมีความเหมาะสม งานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการหาพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะในพื้นที่อื่นๆได้ และในปัจจุบันเทคโนโลยีการกำจัดขยะมีความก้าวหน้าสูง พื้นที่เหมาะสมในการฝังกลบที่ได้จากการวิเคราะห์อาจนำไปประยุกต์ใช้เป็นสถานที่ในการกำจัดขยะรวม หรือศูนย์จัดการมูลฝอยรวมที่มีการกำจัดขยะด้วยวิธีต่างๆ เช่น การแปรรูปขยะให้เป็นพลังงาน การเผาในเตา การทำแท่งเชื้อเพลิงขยะ การผลิตก๊าซชีวภาพ การแปรรูปขยะมูลฝอยพลาสติกเป็นน้ำมัน ฯลฯ เนื่องจากมีปัจจัยในการคัดเลือกสถานที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ในการดำเนินการกำจัดขยะไม่ว่าจะเลือกใช้วิธีใดควรดำเนินการให้เป็นไปตามหลักวิชาการอย่างเคร่งครัด เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และให้คำนึงถึงการยอมรับและมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดตั้งสถานที่ในการกำจัดขยะด้วย

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. 2547. **การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจร คู่มือสำหรับผู้บริหารองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว

กรมควบคุมมลพิษ. 2554. **คู่มือการจัดการขยะมูลฝอยและเทคโนโลยีการแปรรูปขยะมูลฝอยให้เป็นพลังงานสำหรับท้องถิ่น**. ออนไลน์. สืบค้นเมื่อวันที่ 13 พฤศจิกายน พ.ศ.2557 เวลา 10.00 น. แหล่งที่มา : www.pcd.go.th

กรมโยธาธิการและผังเมือง. 2551. **โครงการศึกษาตัวแบบมาตรฐานที่ใช้ในกาวิเคราะห์เพื่อวางผังเมืองรวม**. กรุงเทพฯ : พิฆเณศ พริ้นติ้ง เซ็นเตอร์

กรมโยธาธิการและผังเมือง. 2549. **เกณฑ์และมาตรฐานผังเมืองรวม พ.ศ.2549**. พิมพ์ครั้งที่ 2 : สหายบล็อกและการพิมพ์

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553. **คู่มือแนวทางปฏิบัติที่ดีด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อป้องกันการปนเปื้อนดินและน้ำ ใต้ดินสำหรับสถานประกอบการหลุมฝังกลบของเสียอันตราย** : เอสทีซี มีเดีย & มาร- เก็ตติ้ง

เกรียงศักดิ์ อุดมสิน โรจน์. 2550. **วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม**. พิมพ์ครั้งที่ 4

"โครงการศึกษาความเหมาะสมในการจัดการมูลฝอย" (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อวันที่ 25 พฤศจิกายน พ.ศ.2557 เวลา 14.00 น. แหล่งที่มา : http://182.52.250.44/web-SolidWaste/waste/hw/hw1.doc

จตุรงค์ พะยอมแย้ม และคณะ. 2554. "ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการคาดการณ์ปริมาณขยะจากการขยายตัวของเมือง". วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 19 (3) : 51-61

จุมพล วิเชียรศิลป์ และคณะ. 2557. "การใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อศึกษาหาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการฝังกลบขยะมูลฝอย กรณีศึกษา : อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์." งานวิจัยสาขาภูมิสารสนเทศ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ชุติพงศ์ ร่มสนธิ์. 2551. "คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยใช้แบบจำลอง CA_MARKOV บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่." วิทยานิพนธ์วิทยาสาสตร์มหาบัณฑิต(การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม) สาขาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชมัยพร กันกง. "การเลือกพื้นที่ที่มีศักยภาพการฝังกลบขยะมูลฝอยที่ถูกหลักสุขาภิบาล ในตำบลทุ่งทอง อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี." โครงการบัณฑิตศึกษาสาขาการใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยเกษตร์ศาสตร์

ชลผกา เศรษฐพิทยากุล. 2548. "การลดปริมาณขยะมูลฝอยจากบ้านเรือนในกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษาหมู่บ้านสัมมากร เขตบางกะปิ". วิทยานิพนธ์การวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ธเรศ ศรีสถิต. 2553. **วิศวกรรมการจัดการมูลฝอยชุมชน**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บรรณานุกรม (ต่อ)

วิจิตรา สิงห์หิรัญนุสรณ์. 2543. "การศึกษาผลกระทบของกระบวนการนำขยะกลับมาใช้ใหม่ที่มีต่อวิถีการดำรงชีวิตของผู้ที่อยู่ในเศรษฐกิจแรงงานนอกระบบของเมือง: กรณีศึกษาชุมชนบริเวณกองขยะอ่อนนุช กรุงเทพมหานคร". วิทยานิพนธ์การวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วีรศักดิ์ เสียงหวาน. 2551. "การประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการบุกรุกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสนามเพรียง จังหวัดกำแพงเพชร". งานวิจัยส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 12 กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

วสันต์ ออวัฒนา. 2554. "คาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินในจังหวัดภูเก็ต". วิทยานิพนธ์วิทยาสาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

มนชัย เทียนทอง. " **สถิติและวิธีการวิจัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย.**" ออนไลน์. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ.2557 เวลา 10.00 น. แหล่งที่มา : http://home.dsd.go.th/kamphaengphet/km/information/RESECARCH/

สิทธิพร ภิรมย์รื่น. 2553. **การวางแผนด้านกายภาพ**. กรุงเทพฯ : เจ ปริ้นส์

สำนักงานจังหวัดสมุทรปราการ. 2557. **แผนพัฒนาจังหวัดสมุทรปราการ 4 ปี (พ.ศ.2557 - พ.ศ. 2560)**. สมุทรปราการ

สำราญ มีสมจิตร. 2540. "การวางแผนการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนเมืองขนาดเล็กในภาคใต้ กรณีศึกษา: เทศบาลเมืองพัทลุง". วิทยานิพนธ์การวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อาณัติ ต๊ะปินตา. 2553. **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอย**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

"Geographic Information System in Urban and Environmental Planning." (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อวันที่ 28 พฤศจิกายน พ.ศ.2557 เวลา 13.00 น. แหล่งที่มา : http://www.dnp.go.th

Simone Leao, Ian Bishop, David Evans. 2004. "Spatial-temporal model for demand and allocation of waste landfills in growing urban regions." Computers, Environment and Urban Systems. 28 (2004) : 353-385

Silvia Bamonti, Alessandra Bonoli, Simona Tondelli. (2011). Sustainable waste management criteria for local urban plans. SciVerse ScienceDirect. 21 (2011) : 221-228.

Environmental Services Training and Education Trust. (2004). Land-use Planning for Sustainable Waste Management How the UK Can Become More Resource Efficient. London: Environmental Services Association Ltd.

บรรณานุกรม (ต่อ)

United Nations Development Programme. (2009). Developing Integrated Solid Wasten Management Plan Training Manual. International Environmental Technology Centre. Japan

ภาคผนวก

แบบสอบถาม
การให้ค่าน้ำหนักคะแนนสำหรับผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง
เพื่อประกอบการวิจัย

<u>คำชี้แจง</u>

แบบสอบถามฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบกรณีศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมในการฝังกลบขยะมูลฝอย ในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ ด้วยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ร่วมกับกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ (AnalysisHierarchy Process: AHP) โดยแบบสอบถามจะเป็นการให้ค่าน้ำหนักคะแนนความเหมาะสมของปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา(Weighting) เพื่อนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมในการฝังกลบขยะมูลฝอย ซึ่งการพิจารณาให้ค่าคะแนนความเหมาะสมของปัจจัยจะกำหนดค่าโดยผู้ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ ด้านการจัดการขยะมูลฝอย ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านการผังเมือง คำตอบและข้อเสนอแนะจากดุลยพินิจของท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญ จึงมีคุณค่าอย่างยิ่งต่อการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านช่วยกรุณาตอบแบบสอบถามทุกข้อให้ตรงกับความเป็นจริงตามความเห็นของท่านมากที่สุด เพื่อที่ผู้วิจัยจะได้นำผลที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

อนึ่ง แบบสอบถามนี้ใช้ประโยชน์เพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น

ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

นางสาวพนิศา สังเวียน
นักศึกษาหลักสูตรการวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Weighting คือ การให้ค่าน้ำหนักคะแนนความเหมาะสมของปัจจัยที่นามาใช้ในการศึกษาโดยพิจารณาเปรียบเทียบปัจจัยทีละคู่ และให้คะแนนความสำคัญตามเกณฑ์ ดังนี้

คะแนน 1/9 หมายถึง สำคัญน้อยกว่าที่สุด
คะแนน 1/7 หมายถึง สำคัญน้อยกว่าอย่างเห็นได้ชัด
คะแนน 1/5 หมายถึง สำคัญน้อยกว่าปานกลาง
คะแนน 1/3 หมายถึง สำคัญน้อยกว่าเล็กน้อย
คะแนน 1 หมายถึง สำคัญเท่ากัน
คะแนน 3 หมายถึง สำคัญมากกว่าเล็กน้อย
คะแนน 5 หมายถึง สำคัญมากกว่าปานกลาง
คะแนน 7 หมายถึง สำคัญมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด
คะแนน 9 หมายถึง สำคัญมากกว่าที่สุด

การให้ค่าน้ำหนักคะแนนความเหมาะสมของปัจจัย (Weighting) ที่มีอิทธิพลต่อการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมสำหรับฝังกลบขยะมูลฝอย การคำนวณหาค่าคะแนน วิเคราะห์ดังสมการที่ (1) ต่อไปนี้

$$S = W_1R_{1-j}+W_2R_{2-j}+...+W_nR_{n-j}.....(1)$$

เมื่อ s = ระดับคะแนนรวมของปัจจัย

W_1ถึง W_n= ค่าน้ำหนักคะแนนความเหมาะสมของปัจจัยที่ 1 ถึง n (Weighting)

R_{1-j}ถึงR_{n-j}= ค่าน้ำหนักคะแนนความเหมาะสมของปัจจัยที่ 1 ถึง n (Rating)

จากสมการดังกล่าวจะคำนวณด้วยโปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เมื่อได้ผลรวมออกมาแล้วจะดำเนินการจัดกลุ่มพื้นที่โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการฝังกลบขยะมูลฝอยมากที่สุด
พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการฝังกลบขยะมูลฝอยมาก
พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการฝังกลบขยะมูลฝอยปานกลาง
พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการฝังกลบขยะมูลฝอยน้อย
พื้นที่ที่ไม่มีความเหมาะสมในการฝังกลบขยะมูลฝอย

ตารางแสดงปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ กรณีศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ

ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์	เหตุผล
1. ระดับน้ำใต้ดิน	ระดับน้ำใต้ดินมีความสำคัญ พื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินสูงหรืออยู่ใกล้ระดับผิวดินมาก อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนของน้ำชะขยะ ไม่เหมาะสมในการทำ
2. ชนิดของดิน	ชนิดดินที่เหมาะสมมีความสำคัญ เพื่อป้องกันน้ำใต้ดินจากการปนเปื้อนการรั่วไหลของน้ำชะขยะ ลักษณะดินควรเป็นดินเหนียว เพราะสามารถป้องกันการรั่วซึมของน้ำชะขยะได้
3. ความชัน	ความชันที่มากเกินไปอาจพาน้ำชะขยะลงสู่แหล่งน้ำ พื้นที่ที่มีความชันมากกว่า 15 % ไม่เหมาะสมในการทำ
4. ระยะห่างจากแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ	ระยะห่างขั้นต่ำจากแหล่งน้ำมีความสำคัญ เพื่อป้องกันแหล่งน้ำจากการปนเปื้อนการรั่วไหลของน้ำชะขยะ พื้นที่ภายใน 300 เมตร จากแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ ไม่เหมาะสมในการทำ
5. ระยะห่างจากระบบเครือข่ายถนน	ระยะห่างขั้นต่ำจากเครือข่ายถนนที่จะหลีกเลี่ยงมลพิษทางสายตาและอื่นๆ พื้นที่ถนนและห่างไป 100 เมตร ไม่เหมาะสมในการทำ และไม่ควรห่างออกไปจากถนนสายหลักเกิน 10 กิโลเมตร
6. ระยะห่างจากสวนสาธารณะ	ระยะห่างขั้นต่ำจากสวนสาธารณะ หลีกเลี่ยงมลพิษทางสายตา พื้นที่สวน นันทนาการและรอบออกไป 300 เมตร ไม่เหมาะสมในการทำ
7. ระยะห่างจากชุมชน	ระยะห่างขั้นต่ำจากชุมชน 1 กิโลเมตร เพื่อป้องกันกลิ่นรบกวน เชื้อโรค การปนเปื้อน และมลพิษทางสายตา
8. พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม	ไม่เป็นพื้นที่ที่มีน้ำท่วมถึง เนื่องจากจะเป็นอุปสรรคในการปฏิบัติงาน และมีปัญหาการระบายน้ำออกจากพื้นที่
9. ระยะห่างจากพื้นที่โบราณสถาน และสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ	ระยะห่างขั้นต่ำ 1 กิโลเมตร จากพื้นที่โบราณสถาน และสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ เพื่อป้องกันกลิ่นรบกวน เชื้อโรค การปนเปื้อน และมลพิษทางสายตา

หมายเหตุ พื้นที่ที่มีข้อจำกัดในการดำเนินการและต้องกันพื้นที่ออก อาทิเช่น พื้นที่ลุ่มน้ำ พื้นที่ป่า พื้นที่เขตทหาร และพื้นที่สนามบิน ไม่ได้นำมาให้ค่าน้ำหนักคะแนนความเหมาะสมของปัจจัย

แบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับความเหมาะสมของปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา (Weighting)

ชื่อ-นามสกุล.....

ตำแหน่ง.....

สังกัด.....

วุฒิทางการศึกษา .....

.....

ส่วนที่ 1

<u>การให้ค่าน้ำหนักคะแนนความเหมาะสมของปัจจัย (Weighting) โดยการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยทีละคู่</u>

กรุณาใส่เครื่องหมาย / ในช่องที่ต้องการ

ปัจจัยในการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ		คะแนน สำคัญน้อยกว่าที่สุด → สำคัญมากกว่าที่สุด								
		1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
ระดับน้ำใต้ดิน เทียบกับ	ชนิดของดิน									
ระดับน้ำใต้ดิน เทียบกับ	ความชัน									
ระดับน้ำใต้ดิน เทียบกับ	ระยะห่างจากแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ									
ระดับน้ำใต้ดิน เทียบกับ	ระยะห่างจากระบบเครือข่ายถนน									
ระดับน้ำใต้ดิน เทียบกับ	ระยะห่างจากสวนสาธารณะ									
ระดับน้ำใต้ดิน เทียบกับ	ระยะห่างจากชุมชน									
ระดับน้ำใต้ดิน เทียบกับ	พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม									
ระดับน้ำใต้ดิน เทียบกับ	ระยะห่างจากพื้นที่โบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ									
ชนิดของดิน เทียบกับ	ความชัน									
ชนิดของดิน เทียบกับ	ระยะห่างจากแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ									

ปัจจัยในการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ		คะแนน สำคัญน้อยกว่าที่สุด → สำคัญมากกว่าที่สุด								
		1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
ชนิดของดิน เทียบกับ	ระยะห่างจากระบบเครือข่ายถนน									
ชนิดของดิน เทียบกับ	ระยะห่างจากสวนสาธารณะ									
ชนิดของดิน เทียบกับ	ระยะห่างจากชุมชน									
ชนิดของดิน เทียบกับ	พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม									
ชนิดของดิน เทียบกับ	ระยะห่างจากพื้นที่โบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ									
ความชัน เทียบกับ	ระยะห่างจากแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ									
ความชัน เทียบกับ	ระยะห่างจากระบบเครือข่ายถนน									
ความชัน เทียบกับ	ระยะห่างจากสวนสาธารณะ									
ความชัน เทียบกับ	ระยะห่างจากชุมชน									
ความชัน เทียบกับ	พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม									
ความชัน เทียบกับ	ระยะห่างจากพื้นที่โบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ									
ระยะห่างจากแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ เทียบกับ	ระยะห่างจากระบบเครือข่ายถนน									

ปัจจัยในการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ		คะแนน สำคัญน้อยกว่าที่สุด ⟶ สำคัญมากกว่าที่สุด								
		1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
ระยะห่างจากแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำเทียบกับ	ระยะห่างจากสวนสาธารณะ									
ระยะห่างจากแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำเทียบกับ	ระยะห่างจากชุมชน									
ระยะห่างจากแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำเทียบกับ	พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม									
ระยะห่างจากแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำเทียบกับ	ระยะห่างจากพื้นที่โบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ									
ระยะห่างจากระบบเครือข่ายถนนเทียบกับ	ระยะห่างจากสวนสาธารณะ									
ระยะห่างจากระบบเครือข่ายถนนเทียบกับ	ระยะห่างจากชุมชน									
ระยะห่างจากระบบเครือข่ายถนนเทียบกับ	พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม									
ระยะห่างจากระบบเครือข่ายถนนเทียบกับ	ระยะห่างจากพื้นที่โบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ									
ระยะห่างจากสวนสาธารณะเทียบกับ	ระยะห่างจากชุมชน									
ระยะห่างจากสวนสาธารณะเทียบกับ	พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม									

ปัจจัยในการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ		คะแนน สำคัญน้อยกว่าที่สุด ⟶ สำคัญมากกว่าที่สุด								
		1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
ระยะห่างจากสวนสาธารณะเทียบกับ	ระยะห่างจากพื้นที่โบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ									
ระยะห่างจากชุมชนเทียบกับ	พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม									
ระยะห่างจากชุมชนเทียบกับ	ระยะห่างจากพื้นที่โบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ									
พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมเทียบกับ	ระยะห่างจากพื้นที่โบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ									

หมายเหตุ พื้นที่ที่ไม่เหมาะสมในการดำเนินการและต้องกันพื้นที่ออก อาทิเช่น พื้นที่ลุ่มน้ำ พื้นที่ป่า พื้นที่เขตทหาร และพื้นที่สนามบิน ไม่ได้นำมาให้ค่าน้ำหนักคะแนนความเหมาะสมของปัจจัย

ส่วนที่ 2

1. นอกจากปัจจัยทั้ง 9 ข้อดังกล่าวข้างต้น ท่านคิดว่ามีปัจจัยใดที่ควรนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบกรณีศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

วิธีคำนวณ AHP

การหาค่าน้ำหนักของปัจจัยการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมทางกายภาพในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบจากการทำแบบสอบถามการให้ค่าน้ำหนักของปัจจัย โดยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ AHP จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 17 คน และใช้เทคนิคเดลฟาย ได้ค่าน้ำหนักคะแนนความสำคัญของปัจจัย และตรวจสอบความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio:C.R.) ค่าการเปรียบเทียบเกณฑ์ของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งนำไปใช้คำนวณค่า Eigenvector มีความสมเหตุสมผล สามารถนำค่าน้ำหนักที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ มีรายละเอียดดังนี้

ค่าคะแนนน้ำหนักจากผู้เชี่ยวชาญ และผลรวมแต่ละคอลัมภ์

	ระดับน้ำใต้ดิน	ชนิดของดิน	ความชัน	ระห่างจากแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ	ระยะห่างจากระบบเครือข่ายถนน	ระยะห่างจากสวนสาธารณะ	ระยะห่างจากชุมชน	พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม	ระยะห่างจากพื้นที่โบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ
ระดับน้ำใต้ดิน	1.00	3.84	3.20	3.71	4.21	3.56	3.51	3.04	3.45
ชนิดของดิน	0.26	1.00	3.24	2.33	2.72	2.43	2.34	2.43	2.12
ความชัน	0.31	0.31	1.00	2.43	2.37	2.15	2.57	2.67	2.76
ระห่างจากแหล่งน้ำและพื้นที่	0.27	0.43	0.41	1.00	5.20	4.15	3.48	3.49	2.65
ระยะห่างจากระบบเครือข่าย	0.24	0.37	0.42	0.19	1.00	1.78	1.41	1.62	1.48
ระยะห่างจากสวนสาธารณะ	0.28	0.41	0.47	0.24	0.56	1.00	1.71	1.75	1.17
ระยะห่างจากชุมชน	0.28	0.43	0.39	0.29	0.71	0.58	1.00	3.62	2.70
พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม	0.33	0.41	0.35	0.29	0.62	0.57	0.28	1.00	2.65
ระยะห่างจากพื้นที่	0.29	0.47	0.36	0.35	0.68	0.85	0.37	0.38	1.00
รวม	3.2642	7.6650	9.8406	10.8280	18.0645	17.0770	16.6659	20.2131	20.1806

									เอาผลรวมของคอลัมภ์ไปหารกับค่าของทุกแถวในคอลัมภ์นั้นๆ	ค่าน้ำหนัก eigenvector
0.3064	0.5008	0.3255	0.3429	0.2332	0.2084	0.2106	0.1504	0.1709	**2.4490**	**0.2721**
0.0798	0.1305	0.3290	0.2153	0.1506	0.1426	0.1402	0.1203	0.1052	**1.4134**	**0.1570**
0.0956	0.0403	0.1016	0.2240	0.1310	0.1259	0.1540	0.1420	0.1367	**1.1513**	**0.1279**
0.0825	0.0560	0.0419	0.0924	0.2880	0.2428	0.2090	0.1727	0.1412	**1.3264**	**0.1474**
0.0727	0.0479	0.0429	0.0178	0.0554	0.1043	0.0846	0.0804	0.0734	**0.5794**	**0.0644**
0.0861	0.0536	0.0473	0.0223	0.0311	0.0586	0.1028	0.0867	0.0582	**0.5466**	**0.0607**
0.0873	0.0558	0.0396	0.0265	0.0393	0.0342	0.0600	0.1793	0.1338	**0.6558**	**0.0729**
0.1008	0.0537	0.0354	0.0265	0.0341	0.0334	0.0166	0.0495	0.1312	**0.4810**	**0.0534**
0.0888	0.0615	0.0368	0.0324	0.0374	0.0499	0.0222	0.0187	0.0496	**0.3973**	**0.0441**
1.0000	**1.0000**	**1.0000**	**1.0000**	**1.0000**	**1.0000**	**1.0000**	**1.0000**	**1.0000**	**9.0000**	**1.000**

ตรวจสอบค่าความสอดคล้องของข้อมูล(CR)

0.2721	0.6028	0.4097	0.5472	0.2712	0.2162	0.2557	0.1625	0.1522	2.8896	10.6191
0.0709	0.1570	0.4141	0.3435	0.1752	0.1479	0.1702	0.1299	0.0937	1.7025	10.8408
0.0850	0.0485	0.1279	0.3575	0.1524	0.1305	0.1870	0.1534	0.1218	1.3641	10.6635
0.0733	0.0674	0.0527	0.1474	0.3349	0.2518	0.2538	0.1865	0.1257	1.4936	10.1346
0.0646	0.0577	0.0540	0.0283	0.0644	0.1082	0.1027	0.0868	0.0654	0.6322	9.8198
0.0764	0.0645	0.0595	0.0355	0.0361	0.0607	0.1248	0.0937	0.0518	0.6032	9.9332
0.0775	0.0672	0.0498	0.0423	0.0457	0.0354	0.0729	0.1937	0.1191	0.7037	9.6581
0.0895	0.0646	0.0446	0.0422	0.0396	0.0346	0.0201	0.0534	0.1168	0.5055	9.4599
0.0789	0.0740	0.0464	0.0517	0.0435	0.0517	0.0270	0.0202	0.0441	0.4375	9.9114
									10.3319	**91.0403**

คำนวณค่าความสอดคล้องของข้อมูล

L = 91.0403/9
= 10.1156

CI = (L-n)/(n-1)
= (10.1156-9)/(9-1)
= 0.1395

RI = 1.45 ค่าจากตาราง

CR = CI/RI
= 0.1395/1.45
= 0.0962

CR < 0.1 แสดงว่าค่าปัจจัยมีความสอดคล้องกัน สามารถนำ eigenvector ไปใช้เป็นค่าน้ำหนักได้

ค่าน้ำหนักคะแนนความสำคัญของปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ

ลำดับ	ปัจจัย	ค่าน้ำหนักคะแนนความสำคัญ
1	ระดับน้ำใต้ดิน	0.2721
2	ชนิดของดิน	0.1570
3	ความชัน	0.1279
4	ระยะห่างจากแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ	0.1474
5	ระยะห่างจากระบบเครือข่ายถนน	0.0644
6	ระยะห่างจากสวนสาธารณะ	0.0607
7	ระยะห่างจากชุมชน	0.0729
8	พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม	0.0534
9	ระยะห่างจากพื้นที่โบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ	0.0441

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวพนิศา สังเวียน

วัน เดือน ปีเกิด 3 กรกฎาคม พ.ศ.2520 จังหวัดราชบุรี

ที่อยู่ 220/1 หมู่ 6 ตำบลแพงพวย อำเภอดำเนินสะดวก
จังหวัดราชบุรี 70130

ประวัติการศึกษา

2542 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัย

2542 - 2552 เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป โครงการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติฯ
สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 3 (บ้านโป่ง) จังหวัดราชบุรี

2552 – ปัจจุบัน ข้าราชการ ตำแหน่งนักวิเคราะห์ผังเมืองปฏิบัติการ
สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสมุทรปราการ