การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่รับน้ำฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา จังหวัดสมุทรปราการ

APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR LAND USE GUIDELINES OF THE WATER RETENTION AREA IN EASTERN BANGKOK A CASE STUDY OF SAMUT PRAKAN PROVINCE

มงคล ลิขิตขจรเกียรติ
MONGKOL LIKHITKHAJONKIATE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2558

KMITL-2015-AR-M-001-009

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่รับน้ำฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา จังหวัดสมุทรปราการ

APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR LAND USE GUIDELINES OF THE WATER RETENTION AREA IN EASTERN BANGKOK A CASE STUDY OF SAMUT PRAKAN PROVINCE

มงคล ลิขิตขจรเกียรติ

MONGKOL LIKHITKHAJONKIATE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2558

KMITL-2015-AR-M-001-009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR LAND USE GUIDELINES OF THE WATER RETENTION AREA IN EASTERN BANGKOK

A CASE STUDY OF SAMUT PRAKAN PROVINCE

MONGKOL LIKHITKHAJONKIATE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF URBAN AND REGIONAL PLANNING IN URBAN AND ENVIRONMENTAL PLANNING

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2015

KMITL-2015-AR-M-001-009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2015

FACULTY 0F ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่รับน้ำฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา จังหวัดสมุทรปราการ
APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR LAND USE GUIDELINES OF THE WATER RETENTION AREA IN EASTERN BANGKOK A CASE STUDY OF SAMUT PRAKAN PROVINCE

นักศึกษา นายมงคล ลิขิตขจรเกียรติ
รหัสประจำตัว 54620105
ปริญญา การวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต
สาขาวิชา การวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ เจริญตระกูลปีติ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ	เจริญตระกูลปีติ	
ดร.ณัฏฐกิษฐ	นบนอบ	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาลินี	ศุกลรัตนเมธี	
ดร.นิกร	มหาวัน	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะกาญจน์	เทียธิทรัพย์	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 26 มิถุนายน 2558 เวลา 13.00 น.
สถานที่สอบ กลุ่มวิชาการวางแผนภาคและเมือง

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเชฐ โสวิทยสกุล)
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่รับน้ำฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา จังหวัดสมุทรปราการ
นักศึกษา	นายมงคล ลิขิตขจรเกียรติ
รหัสประจำตัว	54620105
ปริญญา	การวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ เจริญตระกูลปีติ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ศึกษาที่ถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่รับน้ำ ซึ่งจะทำให้สามารถบริหารจัดการและกำหนดประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสมสอดคล้องกับข้อจำกัดเรื่องภัยพิบัติ (อุทกภัย) และ ศักยภาพของในการระบายน้ำท่าผิวดินของพื้นที่ โดยดำรงไว้ซึ่งความสามารถในการเป็นพื้นที่รับน้ำ และไม่เป็นอุปสรรคต่อพื้นที่ที่กำลังพัฒนาเป็นเมืองในอนาคต โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System , GIS) การศึกษาได้ประเมินระดับศักยภาพของพื้นที่ด้วยการเชื่อมโยงความรู้แบบบูรณาการระหว่าง 2 ปัจจัยหลัก คือ โอกาสเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process , AHP) และ ระดับความสามารถในการระบายน้ำท่าผิวดินของพื้นที่ ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งเกี่ยวของกับพฤติกรรมการไหลรวมตัวของน้ำท่าผิวดินจากจุดใดๆในพื้นที่ไปจนสู่ทางออกของน้ำ (Time of concentration ,T_c) โดยมีพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการเป็นพื้นที่ศึกษา

ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดสมุทรปราการมีความเหมาะสมสำหรับรองรับการขยายตัวของเมือง (คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 695.52 ตร.กม. หรือ 71.93 % ของพื้นที่ทั้งหมด) รองลงมาคือพื้นที่ที่จำเป็นต้องควบคุมระดับความเข้มข้นของกิจกรรมไว้ (คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 187.59 ตร.กม.หรือ 19.40 % ของพื้นที่ทั้งหมด) และสุดท้ายคือพื้นที่ที่สมควรต้องหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์พื้นที่ (พื้นที่ประมาณ 83.81 ตร.กม. หรือ 8.67 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ตามลำดับ ผลลัพธ์ที่ได้สามารถเชื่อมโยงไปสู่กระบวนการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาเมืองและการจัดหามาตรการเพื่อช่วยเหลือ ฟื้นฟู บรรเทา และปรับลดพื้นที่เสี่ยงในการเกิดอุทกภัยของพื้นที่ศึกษาในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Application of Geographic Information System for Land Use Guidelines of the Water Retention Area in Eastern Bangkok A Case Study of Samut Prakan Province
Student	Mr. Mongkol Likhitkhajonkiate
Student ID	54620105
Degree	Master of Urban and Regional Planning
Program	Urban and Environmental Planning
Year	2015
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Wanpen Charoentragunpiti

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the potential development of Samut Prakan province, which is defined as the catchment area. The result of this study can be able to manage and configure land use types in align with the limitation on disaster (Flood) and potential to drainage of surface runoff on the area, which maintain drainage areas and non obstructive developing areas in the future city with the Application of Geographic Information Systems (GIS). The study evaluated the potential of the study area by linked the knowledge, integrated between the two main factors, which included the risk of flooding by Analytical Hierarchical Process (AHP) technique and the ability to drainage of surface runoff on the area by the mathematical model that related to the behavior of the total flow of surface runoff from any point in the area until the exit of water (Time of concentration, T_c).

The result of this study found that mostly areas of Samut Prakan province are suitable for the city development covering the areas of 695.52 sq.km. or 71.93 % of the total areas. The areas need to control the concentration of activity including 187.59 sq.km. or 19.40 % of the total areas. The areas that deserve to avoid using the areas are 83.81 sq.km. or 8.67 % of the total areas respectively. The result of this study can be linked to the selection of the suitable areas for urban development with the consideration to measures i.e. help, relief, rehabilitation and reduce the risk of flooding in the study area.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือและความเสียสละ ความอนุเคราะห์ และน้ำใจจากผู้มีพระคุณหลายฝ่าย ผู้วิจัยใคร่กราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.วันเพ็ญ เจริญตระกูลปีติ ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้ให้ความรู้ คำแนะนำ รวมถึงการดูแลจนสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้อย่างสมบูรณ์ ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งเรียบเรียงวิทยานิพนธ์สำเร็จเป็นรูปเล่ม

ขอกราบขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา สำนักงานบริหารโครงการพัฒนากำลังคนด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (ทุนเรียนดีมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย) ที่ได้สนับสนุนทุนการศึกษาตลอดจนจบหลักสูตร

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน สำหรับข้อคิดและคำแนะนำในส่วนที่บกพร่องต่างๆ ของวิทยานิพนธ์ ตลอดจนอาจารย์ประจำภาควิชาการวางแผนภาคและผังเมืองทุกท่าน ที่ประสิทธิประสาทวิชาให้ความรู้แก่ผู้วิจัยมาตั้งแต่ต้น

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่เสียสละเวลาร่วมตอบแบบสอบถาม เจ้าหน้าที่ข้าราชการของหน่วยงานของหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ที่อนุเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับใช้ในงานวิจัย อันได้แก่ สำนักโยธาธิการและผังเมือง จ.สมุทรปราการ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยชิ้นนี้เป็นอย่างมาก

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชา ที่คอยให้คำแนะนำ และช่วยอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

และสุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้มอบชีวิต ผู้คอยให้ความช่วยเหลือให้การสนับสนุนในทุกๆเรื่อง อีกทั้งยังเป็นยิ่งกว่ากำลังใจให้ผู้วิจัยทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์

ประโยชน์อันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของทุกๆท่านดังกล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

มงคล ลิขิตขจรเกียรติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูปภาพ IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.5 ประเภทของงานวิจัย 4

1.6 นิยามศัพท์ 4

1.7 กรอบแนวความคิดในงานวิจัย 6

บทที่ 2 แนวความคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน 7

2.2 กระบวนการกลายเป็นเมืองกับระบบอุทกวิทยา 9

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับพื้นที่สีเขียวสำหรับเป็นพื้นที่รับน้ำ 12

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับปัญหาน้ำท่วมและการป้องกันแก้ไข 13

2.5 ปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วม 24

2.6 แบบจำลองทางอุทกศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการระบายน้ำ 27

2.7 เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) 32

2.8 ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ 33

บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย 44

3.1 การประเมินระดับความเสี่ยงภัยในการเกิดอุทกภัยของพื้นที่ศึกษา 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 การประเมินศักยภาพในการระบายน้ำท่าของพื้นที่ศึกษาโดยแบบจำลองทางอุทกศาสตร์ 61

3.3 วิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่และเสนอแนะแนวทางการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินภายในพื้นที่ศึกษา 71

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย 74

4.1 ข้อมูลกายภาพของพื้นที่ศึกษา 74

4.2 ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม 79

4.3 ผลการวิเคราะห์ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าของพื้นที่ศึกษา 99

4.4 ผลการวิเคราะห์ระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ 106

4.5 แนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการ 112

4.6 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่อาคาร/สิ่งก่อสร้างที่สร้างกีดขวางทางน้ำ 128

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 133

5.1 สรุปผลงานวิจัย 133

5.2 แนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ 136

5.3 มาตรการบังคับใช้การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ 137

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต 140

บรรณานุกรม 142

ภาคผนวก 147

ภาคผนวก ก ผลการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักและการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม 148

ภาคผนวก ข แบบสอบถามเพื่อการวิจัย 155

ประวัติผู้เขียน 159

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 กระบวนการกลายเป็นเมืองต่อผลกระทบต่อระบบอุทกวิทยา 10

2.2 สรุปสูตรที่ใช้หาค่าเวลาการไหลรวมตัว Time of Concentration (Tc) 30

2.3 มาตรฐานในการเปรียบเทียบวินิจฉัยเป็นคู่ๆ 42

3.1 แสดงรายละเอียดข้อมูลสถานีตรวจวัดน้ำฝนและปริมาณฝนตกรายวันสูงสุด สถิติในรอบ 10 ปี ที่ใช้ในการศึกษา 50

3.2 สรุปรายละเอียดการสร้างฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS database) สำหรับวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม 56

3.3 ตารางเมตริกซ์แสดงผลการคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (analysis hierarchy process , AHP) 59

3.4 สรุปข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่นำมาใช้ในการสร้าง Parameter Maps สำหรับวิเคราะห์ศักยภาพในการระบายน้ำท่า 63

3.5 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของการไหลบนผิวดิน (overland flow roughness coefficients) ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ 64

3.6 คาบความถี่ตามความสำคัญและสภาพพื้นที่ต่างๆ 66

3.7 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ผลระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ 72

4.1 แสดงจำนวนประชากรและความหนาแน่นของประชากรจังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ.2554 จำแนกรายตำบล 77

4.2 สรุปการใช้ประโยชน์ที่ดิน จ.สมุทรปราการ ปี พ.ศ.2550 78

4.3 แสดงรายละเอียดระดับความเสี่ยงภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องการระบายน้ำของดิน 80

4.4 แสดงรายละเอียดระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องการระบายน้ำของดินจำแนกรายอำเภอ 81

4.5 แสดงรายละเอียดระดับความเสี่ยงภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความหนาแน่นของถนน 83

4.6 แสดงรายละเอียดระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความหนาแน่นของถนนจำแนกรายอำเภอ 84

4.7 แสดงรายละเอียดระดับความเสี่ยงภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความหนาแน่นของสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน 86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.8 รายละเอียดระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความหนาแน่นสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดินจำแนกรายอำเภอ 87

4.9 แสดงรายละเอียดระดับความเสี่ยงภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุด 88

4.10 แสดงรายละเอียดระดับความเสี่ยงภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความสูงจากระดับน้ำทะเล 90

4.11 แสดงรายละเอียดระดับความเสี่ยงภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องพื้นที่ลุ่มรับน้ำ 91

4.12 รายละเอียดระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องพื้นที่ลุ่มรับน้ำจำแนกรายอำเภอ 92

4.13 แสดงรายละเอียดระดับความเสี่ยงภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความลาดชันของภูมิประเทศ 93

4.14 รายละเอียดระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความลาดชันของภูมิประเทศจำแนกรายอำเภอ 94

4.15 ตารางสรุปรายละเอียดค่าคะแนนและค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสี่ยงในการเกิดอุกทกภัยของพื้นที่ศึกษา 96

4.16 การแปลผลข้อมูลระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยของพื้นที่ศึกษา 97

4.17 แสดงผลการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยของพื้นที่ศึกษาจำแนกผลรายอำเภอ 98

4.18 การแปลผลข้อมูลระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าของพื้นที่ศึกษา 104

4.19 แสดงผลการวิเคราะห์ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าของพื้นที่ศึกษาจำแนกผลรายอำเภอ 105

4.20 การแปลผลข้อมูลระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ศึกษา 107

4.21 ระดับความสามารถในการพัฒนาพื้นที่จำแนกรายอำเภอ 109

4.22 ผลการวิเคราะห์ระดับความสามารถในการพัฒนาพื้นที่ร่วมกับผังเมืองรวมจังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ. 2556 110

4.23 ผลการวิเคราะห์ระดับความสามารถในการพัฒนาพื้นที่ร่วมกับผังแนวคิดการพัฒนาภาคกรุงเทพมหานครและปริมณฑล 114

4.24 ผลการวิเคราะห์การแจกแจงระดับความเหมาะสมในการพัฒนาพื้นที่ ในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินตามผังแนวคิดการพัฒนาภาคกรุงเทพมหานครและปริมณฑล 116

4.25 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายละเอียดข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ที่เหมาะสมมากในการพัฒนาตามผังแนวคิดการพัฒนาภาคกรุงเทพมหานครและปริมณฑล 120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.26 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายละเอียดข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ที่ควรหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์พื้นที่ 126

4.27 แสดงข้อกำหนดระยะถอยร่น (Set back) ระหว่างอาคารกับที่สาธารณะพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 129

4.28 แสดงรายละเอียดผลการตรวจสอบปริมาณอาคารสิ่งปลูกสร้างกีดขวางทางไหลของน้ำ 130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา 3

1.2 กรอบแนวความคิดในการวิจัย 6

2.1 วัฏจักรการบริหารจัดการความเสี่ยง 19

2.2 การวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมโดย GIS 20

2.3 การประยุกต์รูปแบบอาคารสิ่งปลูกสร้างและการใช้ประโยชน์ เพื่อเตรียมรับสถานการณ์ 20

2.4 การประยุกต์ใช้ที่ดินในพื้นที่กักเก็บน้ำตามฤดูกาลที่ญี่ปุ่น 21

2.5 องค์ประกอบของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ(Geo-Informatic/Geomatics) 33

2.6 การจัดเก็บข้อมูลแบบเป็นตาราง 34

2.7 การเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูล (Query and Analysis) 35

2.8 การนำเสนอข้อมูล (Visualization) 36

2.9 ข้อมูลประเภทเวกเตอร์ (Vector format) 36

2.10 ข้อมูลแบบแรสเตอร์ (Raster format) 37

2.11 แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) กับข้อมูลเชิงบรรยาย 37

2.12 แสดงผลการวิเคราะห์ทางอุทกศาสตร์ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ 38

2.13 ขั้นตอนของ Spatial Multicriteria Decision Analysis 41

3.1 กรอบแนวความคิดในการประเมินระดับความเสี่ยงภัยในการเกิดอุทกภัยของพื้นที่ศึกษา 45

3.2 แสดงรายละเอียดการจำแนกชนิดและประเภทของกลุ่มดิน 46

3.3 แสดงรายละเอียดโครงข่ายถนนภายในพื้นที่รับน้ำ 48

3.4 แสดงรายละเอียดปริมาณสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน 49

3.5 รายละเอียดตำแหน่งสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝน 52

3.6 แสดงการประมาณค่าโดยใช้เทคนิค Kriging เพื่อสร้างแผนที่ปริมาณน้ำฝน 52

3.7 แสดงรายละเอียดระดับความสูงภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา 53

3.8 แสดงรายละเอียดพื้นที่ลุ่มรับน้ำของพื้นที่ศึกษา 54

3.9 แสดงรายละเอียดระดับความลาดชันของภูมิประเทศ (Slope) ของพื้นที่ศึกษา 55

3.10 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ 60

3.11 ขั้นตอนการประเมินระยะเวลาการไหลรวมตัวของน้ำท่าโดยแบบจำลอง T_c 62

3.12 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use map) และ ตารางอรรถาธิบาย (Attribute table) 65

3.13 การสร้างแผนที่ค่าปัจจัยในรูปแบบของ Raster ด้วยโปรแกรม ArcGIS 10 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3.14 แผนที่ค่าปัจจัย Manning's roughness coefficient (n Factor) ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน 66

3.15 ข้อมูลความหนักเบาของฝนสูงสุดใน 1 ชั่วโมง (rainfall intensity : I) สถิติช่วงคาบความถี่ 50 ปี 67

3.16 แผนที่ค่าปัจจัย rainfall intensity (i_{eff} Factor) ในรูปแบบ Raster 68

3.17 แสดงผลข้อมูลระยะทางการไหลบนผิวดิน จากการวิเคราะห์ผลภาพระดับความสูงเชิงเลข (Dem) ของพื้นที่ศึกษา ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ GIS 69

3.18 แสดงผลข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาจากการวิเคราะห์ระดับความสูงเชิงเลข (Dem) ด้วยชุดคำสั่ง Hydrology ของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ GIS 69

3.19 แสดงผลข้อมูลความลาดชันเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษา จากการวิเคราะห์ผลภาพระดับความสูงเชิงเลข (Dem) ของพื้นที่ศึกษา ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ GIS 70

3.20 การวิเคราะห์แบบจำลองการไหลรวมตัวของน้ำท่า T_c ด้วย Model Builder 71

3.21 แผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์หาระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ 72

3.22 สรุปแผนผังขั้นตอนงานวิจัย 73

4.1 ตำแหน่งที่ตั้งจังหวัดสมุทรปราการ 76

4.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินภายในพื้นที่ จ.สมุทรปราการ พ.ศ.2550 79

4.3 แผนที่แสดงระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องการระบายน้ำของดิน 82

4.4 แผนที่แสดงระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความหนาแน่นของถนน 85

4.5 แผนที่แสดงระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความหนาแน่นของอาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน 86

4.6 แผนที่แสดงระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุด 89

4.7 แผนที่แสดงระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความสูงจากระดับน้ำทะเล 90

4.8 แผนที่แสดงระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องพื้นที่ลุ่มรับน้ำ 91

4.9 แผนที่แสดงระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความลาดชันของภูมิประเทศ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.10 แผนที่แสดงรายละเอียดระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยของพื้นที่ศึกษา 99

4.11 แผนที่แสดงรายละเอียดค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของการไหลบนผิวดิน (overland flow roughness coefficients) 100

4.12 แผนที่แสดงรายละเอียดค่าความเข้มฝน (Rainfall Intensity, I factor) 101

4.13 แผนที่แสดงรายละเอียดค่าระยะทางการไหลบนผิวดิน (Length of overland flow , L factor) 102

4.14 แผนที่แสดงรายละเอียดค่าความลาดชันเฉลี่ย (Slope , S factor) 103

4.15 แผนที่แสดงรายละเอียดระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าของพื้นที่ศึกษา 106

4.16 แผนที่แสดงรายละเอียดระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ศึกษา 107

4.17 รายละเอียดการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดสมุทรปราการตามข้อกำหนดผังเมืองรวม ปี พ.ศ. 2556 112

4.18 รายละเอียดผังแนวคิดการพัฒนาภาคกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในส่วนของจังหวัดสมุทรปราการ 113

4.19 แผนที่แสดงตำแหน่งพื้นที่ที่เหมาะสมมากสำหรับรองรับการพัฒนาของเมือง ในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน 119

4.20 แผนที่แสดงตำแหน่งพื้นที่ที่จำเป็นต้องหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์พื้นที่ 125

4.21 แสดงผลรายละเอียดเส้นทางการไหลของน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) และรายละเอียดการกระจายตัวของอาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดินภายในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ 131

4.22 แสดงรายละเอียดเส้นทางการไหลของน้ำและขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยๆ ตามกายภาพของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ 131

4.23 แสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณอาคารสิ่งก่อสร้างปกคลุมดินก่อนและหลังการตรวจสอบประเภทและปริมาณอาคารสิ่งปลูกสร้างกีดขวางทางน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบัน 132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยประสบกับปัญหาอุทกภัยเป็นประจำทุกปีเกือบทั่วทุกภาคของประเทศ อันเนื่องมาจากปัจจัยทางด้านภูมิศาสตร์ ที่ตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นคาบสมุทร ทำให้ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมและพายุพาดผ่านตลอดปี การเกิดอุทกภัยแต่ละครั้งได้สร้างความเสียหาย เดือดร้อนต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนเป็นจำนวนมากทั้งทางด้านสังคม และเศรษฐกิจ ผู้ประสบภัยส่วนใหญ่ต้องไร้ที่อยู่อาศัย บ้านเรือนและพืชผลทางการเกษตรถูกทำลาย ซึ่งอุทกภัยในประเทศไทย พ.ศ. 2554 เป็นอุทกภัยรุนแรงที่เกิดขึ้นระหว่างฤดูมรสุม ในบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา และลุ่มน้ำโขง เริ่มตั้งแต่ปลายเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2554 และสิ้นสุดเมื่อ 19 มกราคม พ.ศ. 2555 มีประชาชนได้รับผลกระทบมากกว่า 12.8 ล้านคน ธนาคารโลกประเมินมูลค่าความเสียหายจากอุทกภัยในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2554 สูงถึง 1.44 ล้านล้านบาท และจัดให้เป็นภัยพิบัติครั้งสร้างความเสียหายมากที่สุดเป็นอันดับสี่ของโลก (Bo Zhang , 2011)

จังหวัดสมุทรปราการเป็นหนึ่งในจังหวัดปลายน้ำก่อนระบายน้ำออกสู่อ่าวไทย มีลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบแอ่งกระทะตั้งอยู่ในเขตลุ่มน้ำภาคกลาง ได้แก่ ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ทำหน้าที่เป็นเสมือนพื้นที่รับน้ำฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร และได้รับผลกระทบจากอุทกภัยใหญ่เมื่อปลายปี 2554 ที่ผ่านมาเช่นเดียวกัน ผลจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในครั้งนี้พบว่ามีพื้นที่ประสบภัยทั้งสิ้น 6 อำเภอ 50 ตำบล 405 หมู่บ้าน ราษฎรประสบความเดือดร้อน 1,828,044 คน 645,723 ครัวเรือน (สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณะภัยจังหวัดสมุดปราการ , 2554)

สาเหตุที่ทำให้ผลกระทบจากอุทกภัยในอดีตจนถึงปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆนั้น ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของประชากร การพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ และการขยายตัวของเมือง ที่มีความต้องการในการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย , พาณิชยกรรม และอุตสาหกรรมมากขึ้น ทำให้สิ่งปกคลุมพื้นผิวมีการเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่สีเขียวไปเป็นพื้นที่ดายแข็ง ประกอบกับการปลูกสร้างอาคารที่อาจขวางทางไหลของน้ำ ดร.ธงชัย โรจนกนันท์ สถาปนิก 8 ว. สำนักผังเมืองและผังเมืองเฉพาะ กล่าวถึง การเตรียมความพร้อมรับปัญหาน้ำท่วม ในวันที่ 12 มิถุนายน พ.ศ. 2549 ไว้ในบทความการเตรียมพร้อมรับปัญหาน้ำท่วมปี 2549 – 2550 ว่า “ถึงแม้ว่าการสำรวจวิเคราะห์และจัดทำรายงานอัตราความสี่ยงภัยน้ำท่วมแล้วเสร็จ แต่กลับพบว่าหลายปีต่อมา พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมหลายแห่งกลับมีอัตราความเสี่ยงภัยสูงมากขึ้น เช่น จังหวัดปราจีนบุรีและจันทบุรี โดยมีสาเหตุเหมือนกัน คือ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน การถมที่และการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อสร้าง จนมีผลทำให้เปลี่ยนแปลงทิศทางและความเร็วของกระแสน้ำ ส่งผลให้ความสามารถในการระบายน้ำของพื้นที่ลดน้อยลง ทำให้มีโอกาสในการเกิดอุทกภัยรุนแรงขึ้น" อย่างไรก็ตามการระงับหรือหยุดยั้งการพัฒนาเมืองเป็นไปได้ยาก แต่สามารถกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาเมืองที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยได้โดยการวางแผนเชิงพื้นที่ (Spatial Planning) ด้วยการประยุกต์เทคโนโลยีสารสนเทศเชิงพื้นที่ ซึ่งเป็นเครื่องมือในการจัดทำแบบจำลองทางภูมิประเทศให้เห็นในภาพกว้างทั้งเชิงสองมิติและสามมิติ (Digital Elevation Model : DEM)

ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมุ่งหาแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ดังกล่าวให้เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศที่มีลักษณะเป็นที่ลุ่ม รวมทั้งเสนอแนะมาตรการควบคุมการพัฒนาให้เหมาะสม โดยยังคงความสามารถในการเป็นพื้นที่รับน้ำเอาไว้ และไม่เป็นอุปสรรคต่อพื้นที่ซึ่งจะพัฒนาเป็นเมืองในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยในการเกิดน้ำท่วมของจังหวัดสมุทรปราการ

1.2.2 เพื่อประเมินศักยภาพในการระบายน้ำท่าของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ

1.2.3 เสนอแนะแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ

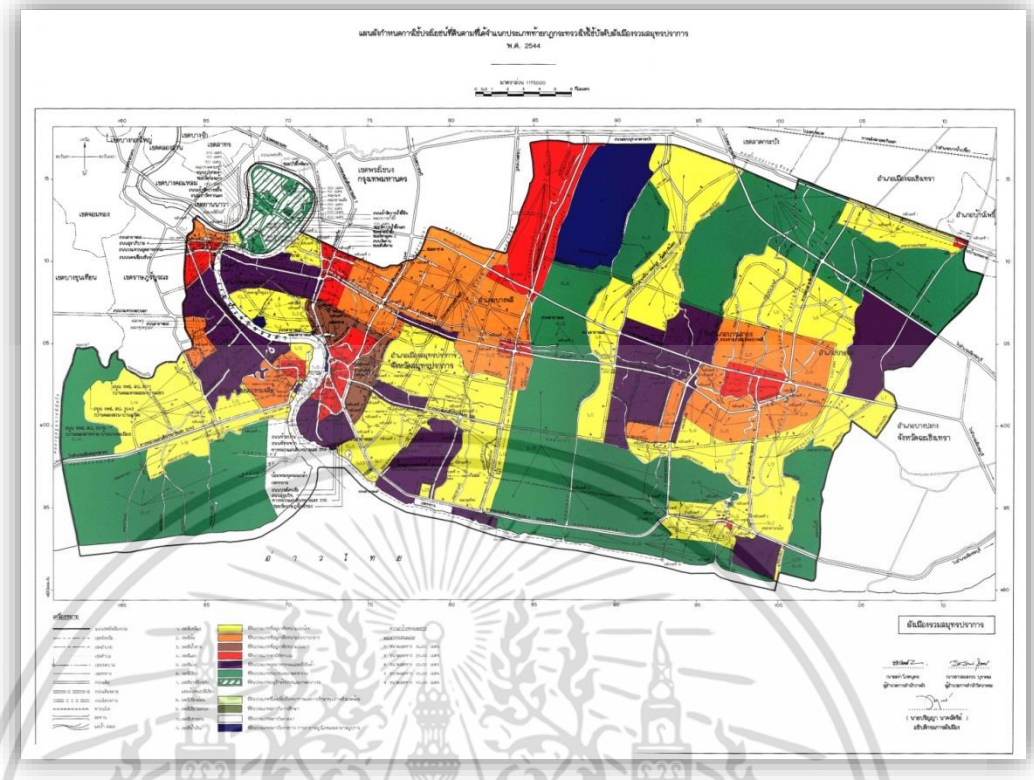
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ขอบเขตของพื้นที่ทำการวิจัย

ขอบเขตของพื้นที่ทำการวิจัย คือ พื้นที่จังหวัดสมุทรปราการทั้งจังหัด ครอบคลุมพื้นที่ 1,004.092 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 6 อำเภอ ดังนี้

1. อำเภอเมืองสมุทรปราการ
2. อำเภอบางบ่อ
3. อำเภอบางพลี
4. อำเภอพระประแดง
5. อำเภอพระสมุทรเจดีย์
6. อำเภอบางเสาธง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.1 ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

1.3.2 ขอบเขตเนื้อหาของการวิจัย

ศึกษาลักษณะการตั้งถิ่นฐาน การใช้ประโยชน์ที่ดิน มาตรการและวิธีการแก้ไขปัญหาน้ำท่วม สรุปประเมินสภาพปัญหา จัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมและวิเคราะห์ศักยภาพในการระบายน้ำของพื้นที่ศึกษา โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ร่วมกับแบบจำลองทางอุทกศาสตร์เป็นเครื่องมือ พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินภายในพื้นที่ศึกษา เพื่อดำรงไว้ซึ่งความสามารถในการเป็นพื้นที่รับและระบายน้ำฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร โดยในงานวิจัยนี้พิจารณาระยะเวลาการไหลรวมตัวของน้ำท่า เฉพาะน้ำท่าที่เกิดในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการเท่านั้น มิได้พิจารณาน้ำท่าที่ไหลสะสมจากจังหวัดข้างเคียง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถจัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อให้ ใช้เป็นเครื่องมือ ติดตาม ประเมินและเฝ้าระวังในด้านการบริหารจัดการการพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมภายในพื้นที่ศึกษาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.2 สามารถจัดทำเครื่องมือสำหรับใช้ประเมินศักยภาพระบบการระบายน้ำท่า ของพื้นที่ลุ่มน้ำภายในพื้นที่ศึกษา เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับประกอบการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินภายในพื้นที่ศึกษาได้

1.4.3 สามารถสรุปผลการศึกษา วิเคราะห์ รวบรวมข้อมูลงานวิจัย และมาตรการทางผังเมืองที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการพื้นที่เสี่ยงภัย (อุทกภัย) ร่วมกับผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยและผลการประเมินศักยภาพการระบายน้ำท่าของพื้นที่ศึกษา ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) แล้วเสนอแนะเป็นแผนการบริหารจัดการ มาตรการ และข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในระยะสั้นระยะยาวที่มีประสิทธิผลในเชิงปฏิบัติการ โดยมีความเหมาะสมกับกายภาพของพื้นที่ศึกษาได้

1.5 ประเภทของการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้จัดเป็นงานวิจัยเชิงประยุกต์ (Applied Research) โดยทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลงานวิจัย (Document Research) ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการความเสี่ยงและรับมือกับผลกระทบจากภัยพิบัติ เพื่อนำศาสตร์ทางด้านการวางผังเมืองมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเครื่องมือระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อใช้พยากรณ์ (Prediction Research) คาดการณ์พื้นที่เสี่ยงภัย ประกอบการวางแผน (Planning Research) เพื่อเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาภายในพื้นที่ศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ

1.6 นิยามศัพท์

1.6.1 ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System ,GIS) หมายถึง ศาสตร์และศิลป์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีตำแหน่งอ้างอิงบนพื้นผิวโลก (Geospatial Data) โดยใช้เทคนิคที่เกี่ยวข้องคือ การรับรู้จากระยะไหล (Remote Sensing) ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (จีพีเอส) (Global Positioning System) และระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic) การจัดการข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการแสดงผลข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลสารสนเทศเชิงพื้นที่ (Geospatial Information) ที่นำไปใช้ประกอบการวางแผนและการตัดสินใจในการบริหารจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ (สุเพชร, 2551)

1.6.2 แบบจำลองทางอุทกศาสตร์เกี่ยวกับการระบายน้ำท่า (Hydrology Formula) หมายถึง แบบจำลองที่มีการเลียนแบบกระบวนการต่างๆทางธรรมชาติ โดยมีการใช้สมการทางคณิตศาสตร์มาใช้คาดคะเน หรือพยากรณ์เวลาในการระบายน้ำท่าของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งข้อดีของแบบจำลองดังกล่าว คือ ช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการศึกษาลงได้ เมื่อทำการศึกษาในพื้นที่ขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ฤทัยรัตน์ มั่งศิลป์ , 2550)

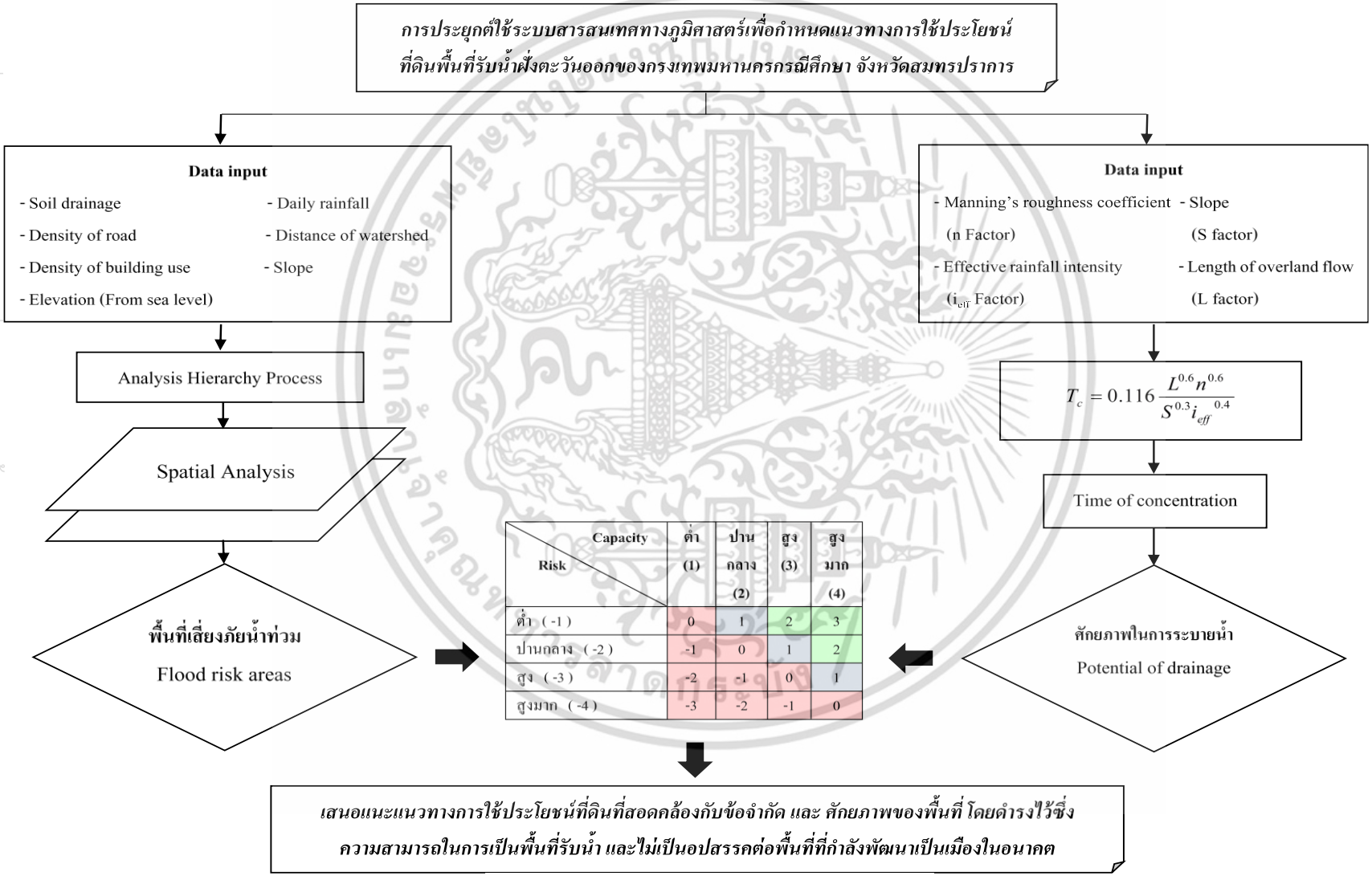
1.6.3 ลุ่มน้ำหรือพื้นที่รับน้ำ (Watershed) หมายถึง พื้นที่ภายในขอบเขตของสันปันน้ำที่รวบรวมน้ำฝนที่ตกลงมาแล้วไหลรวมตัวกันจากจุดปลายสุดของลำน้ำซึ่งไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำรวมตัวกันเป็นลำน้ำขนาดเล็กๆในบริเวณต้นน้ำลำธาร จากลำน้ำขนาดเล็กๆ รวมตัวกันเป็นลำน้ำที่ใหญ่ขึ้น แล้วอาจไหลลงสู่ลำน้ำที่ใหญ่ไปจนถึงแม่น้ำขนาดใหญ่ที่ไหลออกสู่ทะเล ลำน้ำขนาดต่างๆจะรวมตัวกันเป็นเครือข่ายลำน้ำภายในพื้นที่รับน้ำของลำน้ำสายหลัก (เกษม จันทร์แก้ว , 2539)

1.6.4 การวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ (Potential Surface Analysis) หมายถึง เทคนิคที่ถูกคิดค้นมาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ศักยภาพแห่งกการพัฒนาของพื้นที่ ซึ่งเป็นการพิจารณาถึงความพร้อมของพื้นที่ เพื่อกิจกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นแนวทางในการเลือกทำเลที่ตั้ง (Location) ศักยภาพความพร้อมของพื้นที่เพื่อรองรับกิจกรรมต่างๆที่มีผลต่อการใช้ที่ดิน โดยคำนึงถึงปัจจัย (Factors) ต่างๆ ข้อกำหนดด้านการวางผัง ที่จะเป็นข้อจำกัดของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (สมบัติ อยู่เมือง ,2540)

1.6.5 พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม (Flood Risk Area) หมายถึง พื้นที่ที่มีลักษณะทางกายภาพเอื้อให้เกิดน้ำท่วมขัง และอาจถูกน้ำท่วมได้ง่ายและบ่อยครั้งกว่าพื้นที่อื่นๆโดยทั่วไป อาทิเช่น พื้นที่ลุ่มต่ำ พื้นที่ที่มีระบบการระบายน้ำไม่ดี พื้นที่ได้รับอิทธิพลจากปัญหาน้ำทะเลหนุนสูง เป็นต้น (ธัชชัย แสนเสนา, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 กรอบแนวความคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1.2 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

บทที่ 2
แนวความคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนวรรณกรรมในงานวิจัยชิ้นนี้ เป็นการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างกรอบการวิจัย กำหนดตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย วิธีในการสำรวจ การวิเคราะห์ผล และแนวทางในการสร้างข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย โดยศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทบาทหน้าที่ของพื้นที่สำหรับรับน้ำ หน่วงน้ำและการระบายน้ำจากฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร โดยเนื้อหาสามารถแบ่งได้เป็น 8 แนวคิดหลัก ได้แก่ (1) แนวคิดเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน (2) กระบวนการกลายเป็นเมืองกับระบบอุทกวิทยา (3) แนวคิดเรื่องพื้นที่สีเขียวสำหรับเป็นพื้นที่รับน้ำ (4) แนวคิดเกี่ยวกับปัญหาน้ำท่วมและการป้องกันการแก้ไข (5) ปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วม (6) แบบจำลองทางอุทกศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการระบายน้ำ (7) เทคนิคเดลฟาย และ (8) ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน

บรรเจิด พลางกูล (2523) และนิพนธ์ ตั้งธรรม (2525) ได้อธิบายว่า การใช้ที่ดิน (Land Use) หมายถึง “การนำที่ดินมาใช้ประโยชน์เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ในด้านต่างๆ เช่น เพื่อการทำเกษตรกรรม เพื่ออยู่อาศัย เป็นต้น” พื้นที่แต่ละแห่งนั้นอาจมีคุณสมบัติของพื้นที่แตกต่างกันไป ซึ่งส่งผลต่อสมรรถนะในการนำมาใช้ประโยชน์แตกต่างกันด้วย เช่น พื้นที่บางแห่งก็มีคุณสมบัติเพื่อการเกษตรกรรมเพียงอย่างเดียว แต่พื้นที่บางแห่งอาจเหมาะสำหรับการใช้ประโยชน์ในการทำกิจกรรมของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตหลายรูปแบบ สำหรับปัจจุบันประเทศไทยยังขาดการวางแผนการใช้ที่ดินอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านเกษตรกรรมและที่อยู่อาศัย ซึ่งเมื่อประชากรเพิ่มมากขึ้น ความต้องการที่ดินเพื่อกิจกรรมดังกล่าวย่อมมีความต้องการเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่อย่างรวดเร็วและก่อให้เกิดปัญหาการใช้ที่ดินตามมามากมาย (ดรรชนี เอมพันธุ์,2531:200)

สถิตย์ วัชรกิตติ (2521:32) ได้แบ่งประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินของประเทศไทยออกเป็น 5 ประเภท คือ

1.พื้นที่เมืองและสิ่งก่อสร้าง (Urban and built-up area) ได้แก่ ที่อยู่อาศัย พาณิชยกรรม อุตสาหกรรม คมนาคม และสถานที่ราชการอื่นๆ

2. พื้นที่เกษตรกรรม (Agriculture area) ได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชล้มลุกและพืชถาวร เช่น สวนผัก สวนผลไม้ พืชไร่ นาข้าว ทุ่งปศุสัตว์ และไร่เลื่อนลอย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ป่าไม้ (Forest area) ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ทั่วไป และจัดแยกย่อยไปตามประเภทของป่าไม้ เช่น ป่าเต็งรัง ป่าเต็งรังผสมสน ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง ป่าดิบชื้น ป่าชายเลน ป่าไผ่ ทุ่งหญ้าธรรมชาติ และสวนไผ่ เป็นต้น

4. แหล่งน้ำ (Water bodies) ได้แก่ พื้นที่ที่เป็นแม่น้ำ ลำธาร หนอง คลอง บึง ทะเลสาบ และแหล่งกักเก็บน้ำที่สร้างขึ้น

5. พื้นที่ว่างเปล่า (Idle area) ได้แก่ พื้นที่ปราศจากสิ่งปกคลุม และรวมไปถึงไร่รกร้าง เป็นต้น

ดังนั้นการใช้ประโยชน์ที่ดินจึงหมายถึง กิจกรรมของมนุษย์บนพื้นดินและสิ่งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติบนผืนแผ่นดิน ประกอบด้วย โครงสร้างทางกายภาพที่มนุษย์สร้างขึ้น ปรากฏการณ์ทางชีวภาพ และพัฒนาการทุกประเภท โดยสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน

Goodman (1986) ได้เขียนถึงการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินว่า จะต้องศึกษาถึงการเจริญเติบโตของเมือง ซึ่งเกิดขึ้นได้หลายรูปแบบ เช่น มีประชากรมากขึ้น บ้านพักอาศัยมากขึ้น มีการจ้างงานและผลผลิตมากขึ้น เป็นต้น การเจริญเติบโตมีได้หลายขนาดและหลายทิศทาง มีผลกระทบต่อการขยายตัวของการใช้พื้นที่ (spatial growth) ชุมชนควรมีการวางแผนถึงความต้องการใช้พื้นที่ในอนาคต สำหรับชุมชนที่ไม่ได้มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า จะเกิดปัญหาหลายอย่างตามมา เช่น ปัญหาน้ำเน่าเสีย ปัญหาการจราจร ความล้มเหลวของการใช้พลังงาน การขาดแคลนน้ำ ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วตามชานเมืองและการละทิ้งที่อยู่อาศัยเดิม

ผศ.สุวัฒนา ธาดานิติ สรุปปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ที่ดินของเมืองว่าขึ้นอยู่กับปัจจัย ดังต่อไปนี้ (อ้างถึงใน เสาวนีย์ วิจิตรโกสุม,2545:24-25)

1. ปัจจัยทางกายภาพ

ได้แก่ ความสูงต่ำของพื้นที่ ความชื้น แสงแดด ลม และเนื้อดิน ซึ่งลักษณะทางกายภาพเหล่านี้จะแตกต่างกันไปตามส่วนต่างๆ ในเมือง และมีผลในการเลือกลงทุนก่อสร้าง เช่น โรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่จะใช้พื้นที่ราบ ที่สามารถรองรับตัวตึกและเครื่องจักรที่มีน้ำหนักมากได้ ส่วนที่ตามเนินเขาถือว่าเป็นที่อยู่อาศัยที่น่าอยู่แต่ต้องมีดินที่แน่นพอที่จะไม่เกิดการลื่นไหล ในขณะที่ลุ่มน้ำท่วมขังทำให้การก่อสร้างต้องเสียค่าใช้จ่ายในการถมที่เพิ่มมากขึ้น เป็นต้น

2. ปัจจัยทางเศรษฐกิจ

เป็นการประเมินค่าผลตอบแทนของพื้นที่ออกมาเป็นตัวเงิน เช่น พื้นที่แปลงหนึ่งที่เจ้าของคิดว่าการปล่อยทิ้งว่างไว้เป็นสนามเด็กเล่นนั้นไม่ได้เกิดผลประโยชน์ แต่ถ้าสร้างเป็นบ้านเดี่ยวให้เช่าสามารถสร้างผลตอบแทนได้ ดังนั้นเจ้าของอาจตกลงใจก่อสร้างเป็นแฟลตหรือตึกแถวผลตอบแทนที่เป็นเงินเจ้าของที่ดินหรือนักลงทุนจะคิดจากกำไรสุทธิซึ่งหักค่าใช้จ่ายอื่นๆแล้ว โดยพยายามให้มีผลตอบแทนสูงสุดเท่าที่จะทำได้ ปัจจัยทางเศรษฐกิจจึงนับว่ามีอิทธิพลมากที่สุดสำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินในเมืองปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปัจจัยทางสังคม

การใช้ที่ดินบางประเภทไม่สามารถอธิบายได้โดยลักษณะทางกายภาพ หรือผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ แต่เป็นเรื่องของความพอใจ ค่านิยม และความเชื่อ เช่น บางพื้นที่น่าจะมีการใช้ที่ดินเป็นย่านการค้า เพราะมีเส้นทางคมนาคมสำคัญตัดผ่าน มีย่านพักอาศัยใกล้เคียงซึ่งจะเป็นลูกค้าได้อย่างเพียงพอ แต่เนื่องจากความเชื่อที่ว่าบริเวณนั้นทำมาค้าขายไม่ขึ้น หรืออาศัยความเชื่อทางด้านไสยศาสตร์จึงปล่อยเป็นที่ว่าง หรือบางบริเวณมีการใช้ที่ดินที่เป็นที่พักอาศัยลักษณะเหมือนๆกันอยู่ต่อเนื่องกัน เพราะผู้พักอาศัยเป็นกลุ่มเชื่อชาติเดียวกัน จึงต้องอาศัยอยู่ในย่านเดียวกัน แม้ว่าบริเวณนั้นจะมีลักษณะทางกายภาพไม่เหมาะสมเป็นย่านพักอาศัยก็ตาม

4. ปัจจัยทางด้านการเมือง

การใช้ที่ดินบางประเภทมีกฎหมายกำหนดการใช้ที่แน่นอนลงไป ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของบ้านเมือง เช่น บริเวณเขตทหาร หรือความเหมาะสมและความถูกต้องเป็นส่วนรวมเช่น การกำหนดการใช้ที่ดินตามกฎหมายผังเมือง

5. ปัจจัยทางด้านเทคโนโลยี

การใช้ที่ดินบางประเภทมีลักษณะการใช้ที่ดินที่ไม่เหมาะสมสำหรับกิจกรรมบางอย่าง เช่น การสร้างที่พักอาศัยในบริเวณน้ำท่วมถึง หรือมีน้ำท่วมทุกปี แต่เนื่องจากเมืองนั้นมีเทคโนโลยีการป้องกันน้ำท่วมที่ดีมาก ประกอบกับพื้นฐานทางเศรษฐกิจเอื้ออำนวยก็สามารถใช้เป็นย่านพักอาศัยของประชากรในเมืองได้

2.2 กระบวนการกลายเป็นเมืองกับผลกระทบต่อระบบอุทกวิทยา

สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติมีอิทธิพลต่อการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ ส่งผลให้จำนวนและขนาดของแหล่งตั้งถิ่นฐานเกิดขึ้นในพื้นที่อันเหมาะสม และต่อมาจำนวนประชากรและหน้าที่ของแหล่งตั้งถิ่นฐานดังกล่าวเพิ่มมากขึ้นจนสังเกตเห็นได้ชัด สภาพภูมิศาสตร์ที่เหมาะสมต่อการตั้งถิ่นฐานนั้นจะเป็นปัจจัยดึงดูดให้เกิดการตั้งถิ่นฐานด้วย โดยเฉพาะภูมิศาสตร์ที่เป็นที่ราบลุ่มเหมาะแก่การเพาะปลูกและใกล้แหล่งน้ำ อุดมไปด้วยทรัพยากรทางธรรมชาติลักษณะพื้นที่ราบกว้างใหญ่ เช่น ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งมีดินอันอุดมสมบูรณ์และมีน้ำหล่อเลี้ยงเหมาะแก่การเกษตรดั้งเดิม ที่ราบอันอุดมจึงเป็นปัจจัยดึงดูดให้ประชากรเข้าไปตั้งถิ่นฐานอย่างหนาแน่น นอกจากนี้ที่ราบตามหุบเขาและที่ราบตามชายฝั่งทะเลก็เป็นแหล่งตั้งถิ่นฐานที่หนาแน่นเพราะมีสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยนั่นเอง ส่วนบริเวณที่เป็นที่สูงและป่าเขาตลอดจนบริเวณซึ่งมีดินที่ไม่อำนวยต่อการเกษตรนั้น ไม่เหมาะต่อการตั้งถิ่นฐานและย่อมส่งผลให้มีการตั้งถิ่นฐานเบาบาง เช่น เทือกเขาทางภาคเหนือและภาคตะวันตกของประเทศไทย, ภาคอีสานตอนล่างและแถบทุ่งกุลาร้องไห้ เป็นต้น (ฉัตรชัย พงศ์ประยูร,2536:164)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มนุษย์ได้พยายามเสาะแสวงหาพื้นที่ซึ่งอุดมสมบูรณ์ โดยพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงได้ดึงดูดให้มนุษย์เข้ามาตั้งถิ่นฐานมาเป็นระยะเวลายาวนาน เนื่องจากเป็นที่ราบที่อุดมสมบูรณ์ใกล้แหล่งน้ำ เป็นการเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่จากพื้นที่ซึ่งเคยเป็นพื้นที่ป่าไม้ ได้แปรเปลี่ยนเป็นพื้นที่เพื่อการเกษตรเพื่อการเก็บเกี่ยวพืชผล หรือพื้นที่ทุ่งหญ้าเพื่อการเลี้ยงสัตว์ และเป็นการเริ่มต้นของลักษณะการใช้ที่ดินของพื้นที่เมือง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินดังกล่าวเป็นการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง เนื่องจากเป็นการสูญเสียพื้นที่ทางธรรมชาติที่ปกคลุมพื้นที่อยู่ โดยเฉพาะพื้นที่ป่าไม้ ต้นไม้ต่างๆ มีการแทนที่ด้วยพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ทุ้งหญ้าเพื่อการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งต่อมาในปัจจุบันก็ได้ปรับเปลี่ยนพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ดาษแข็งน้ำซึมผ่านไม่ได้ จากการจัดทำพื้นซีเมนต์และสิ่งปลูกสร้างต่างๆเพิ่มขึ้น ต่อมาเมื่อมีการลงทุนในพื้นที่ดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น ผู้คนต่างต้องการเข้ามาลงทุนในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง จึงเกิดการสร้างเขื่อนหรือคันกั้นน้ำเพื่อการป้องกันน้ำท่วม เมื่อมีการจัดทำระบบป้องกันน้ำท่วมขนาดเล็กของส่วนบุคคลเพิ่มมากขึ้น บริเวณอื่นๆที่ไม่ได้จัดสร้างการป้องกันดังกล่าว จึงเกิดปัญหาน้ำท่วมขึ้นบ่อยครั้งและรุนแรงมากขึ้น ตลอดจนการก่อสร้างในบริเวณพื้นที่ดังกล่าวที่นับวันจะเพิ่มมากขึ้น ย่อมเกิดปัญหาการก่อสร้างอาคารที่อาจกีดขวางทางไหลของน้ำ จนมีผลทำให้เปลี่ยนแปลงทิศทางและความเร็วของกระแสน้ำ ส่งผลให้ความสามารถในการระบายน้ำของพื้นที่ลดน้อยลง ทำให้มีโอกาสในการเกิดอุทกภัยรุนแรงขึ้น เนื่องจากน้ำไม่สามารถระบายออกได้เหมือนเดิม ระดับน้ำก็จะสูงขึ้นและสร้างความเสียหายเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ (Richard C.Ward,1990) ทั้งนี้ USGS (The United States Geological Survey) (2005) ได้ศึกษาถึงกระบวนการกลายเป็นเมืองที่ส่งผลกระทบต่อระบบอุทกวิทยา ตั้งแต่การเริ่มต้นการเป็นพื้นที่เมืองจนถึงปัจจุบันและผลกระทบต่อระบบการไหลของน้ำ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 กระบวนการกลายเป็นเมืองกับผลกระทบต่อระบบอุทกวิทยา

การเริ่มต้นความเป็นเมือง	
การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน	**ผลกระทบต่อวัฏจักรของน้ำ**
การนำต้นไม้หรือพื้นที่ซึ่งมีพืชพรรณปกคลุมออกจากพื้นที่ มีการเริ่มก่อสร้างบ้านเรือน สร้างท่อน้ำทิ้งและบ่อเกรอะรวมทั้งเริ่มมีการขุดเจาะบ่อน้ำ	การไหลของน้ำบนผิวดินไหลเร็วและรุนแรงมากขึ้น เกิดการพังทลายบนผิวดิน เนื่องจากไม่มีพื้นที่ซึ่งมีพืชพรรณที่ปกคลุมพื้นดินเพื่อลดความเร็วของน้ำ จึงทำให้เกิดดินตะกอนชะล้างลงสู่ลำน้ำมากขึ้น เกิดน้ำท่วมขังได้ง่าย เพราะรูปแบบการระบายน้ำถูกเปลี่ยนแปลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

พื้นที่เมืองที่ขยายตัวเพิ่มมากขึ้น	
การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน	**ผลกระทบต่อวัฏจักรของน้ำ**
เกิดการคุกคามของพื้นที่เพื่อการอยู่อาศัยและการจัดสรรที่ดินเพิ่มขึ้น โดยการปรับถมคูคลองและบึงตามธรรมชาติ มีการก่อสร้างถนน และเบี่ยงเบนลำน้ำ เพื่อตอบสนองความต้องการของประชาชน ผู้บริโภค รวมทั้งการระบายน้ำเสียลงสู่ลำน้ำ	- เกิดการพังทลายของดินมากขึ้นและมีตะกอนในท้องน้ำมากขึ้น โดยมาจากการปล่อยน้ำที่เหลือจากการซักล้างลงลำน้ำ ซึ่งเป็นการเพิ่มโอกาสในการเกิดภาวะน้ำท่วมและเกิดอันตรายจากคุณภาพน้ำในลำน้ำ เกิดภาวะน้ำท่วมในชุมชนได้ง่าย - ลำน้ำสายเล็กๆที่ถูกปรับถมกลายเป็นพื้นปูน โดยมีท่อระบายน้ำอยู่ข้างใต้ พื้นดินโดยธรรมชาติที่เคยเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำและเป็นทางน้ำไหลได้ถูกแทนที่ด้วยถนนจำพวกพื้นซีเมนต์ขนาดใหญ่ น้ำที่เคยไหลอยู่บนผิวดินดังกล่าว จะไปรวมกันในท่อระบายน้ำ ซึ่งมีพื้นที่ไม่เพียงพอกับปริมาณน้ำ และไหลรวมไปยังลำรางขนาดเล็ก ก่อให้เกิดน้ำท่วม
ความเป็นเมืองในปัจจุบัน	
การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน	**ผลกระทบต่อวัฏจักรของน้ำ**
ความเป็นเมืองถูกจำกัดโดยเงื่อนไขของถนนที่เพิ่มมากขึ้น ย่านธุรกิจพาณิชยกรรมและโรงงานอุตสาหกรรม น้ำเสียจำนวนมากได้ถูกระบายลงลำน้ำในเขตเมือง มีการจัดสรรน้ำและระบบการแจกจ่ายน้ำ เพื่อตอบสนองการเติบโตของประชากร อ่างเก็บน้ำถูกสร้างขึ้นเพื่อจัดสรรน้ำให้เพียงพอ ลำน้ำและทางน้ำต่างๆถูกแปรเปลี่ยนให้เข้ากับอาคารสิ่งปลูกสร้างต่างๆเพิ่มมากขึ้น	น้ำไหลบ่าหน้าผิวดินเพิ่มขึ้นเนื่องจากสภาพพื้นที่กลายเป็นพื้นที่ทึบน้ำ มีการไหลซึมของน้ำลงสู่พื้นด้านล่างได้น้อย เนื่องจากพื้นที่ทึบน้ำที่เพิ่มมากขึ้นทำให้น้ำไหลไปรวมกันที่ท่อระบายน้ำฝน และระบายออกไปยังลำน้ำสาธารณะเร็วขึ้นจึงเป็นเหตุให้เกิดน้ำท่วม

ที่มา : USGS (The United States Geological Survey, 2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 แนวคิดเรื่องพื้นที่สีเขียวสำหรับเป็นพื้นที่รับน้ำ

พื้นที่สีเขียว (Green area , Green Belt) ของเมืองมีความหมายโดยกว้าง หมายถึง พื้นที่เว้นว่าง หรือพื้นที่โล่ง (Open Space) นอกเหนือจากพื้นที่ปลูกสร้างของเมือง (Built-up Area) นอกจากนี้ยังมีพื้นที่สีเขียวในลักษณะอื่นๆ เช่น สวนสาธารณะ ป่าไม้ริมเมือง สนามกีฬา ที่ลุ่ม (Swamp) ซึ่งปราศจากการพัฒนาและที่ว่าง เป็นต้น (ศันสนีย์ ศรีศุกรี,2555)

ในทางทฤษฎีการวางแผนของพื้นที่อังกฤษมีการจำกัดความเจริญเติบโตของเมืองเอาไว้ โดยใช้พื้นที่สีเขียวเป็นสิ่งสำคัญในการวางแผน ซึ่งมีจุดประสงค์ในการจำกัดความเจริญเติบโตของเมืองเพื่อเหตุผลดังต่อไปนี้ (ปุณยนุช รุธิรโก , 2556)

1. ป้องกันการสูญเสียเอกลักษณ์ของเมือง
2. เพื่อให้แน่ใจว่ามีการใช้ที่ดินของเมืองและสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ให้เป็นประโยชน์ทางเศรษฐกิจ
3. ป้องกันการพัฒนาตามแนวยาว (Ribbon Development)
4. ก่อให้เกิดสิ่งนันทนาการต่างๆเพียงพอสำหรับทุกคน
5. เพื่อเป็นตัวกรองมลพิษ
6. เพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม
7. ป้องกันการลดลงของพื้นที่เกษตรกรรม

ประเทศไทยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญและได้นำแนวคิดเรื่องพื้นที่สีเขียวมาใช้ในการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในทางผังเมือง โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. พื้นที่สีเขียวหรือที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม
2. พื้นที่ริ้วสีเขียว หรือที่ดินประเภทอนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม ซึ่งมีข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ที่ดินมากกว่าพื้นที่สีเขียว (สุจารี ผุดผาด,2539:33)

โดยวัตถุประสงค์ในการกำหนดพื้นที่สีเขียวของจังหวัดสมุทรปราการมีดังต่อไปนี้

1. เป็นที่รับน้ำหลากก่อนระบายลงสู่อ่าวไทย
2. เป็นพื้นที่สกัดการขยายตัวของเมืองออกสู่ชนบทหรือพื้นที่เกษตร
3. เป็นพื้นที่สีเขียวเพื่อสร้างอากาศบริสุทธิ์
4. เป็นพื้นที่ปลูกพืชที่เหมาะกับเกษตรกรรมในที่ลุ่ม
5. เป็นพื้นที่เพื่อใช้ในการพักผ่อนหย่อนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับปัญหาน้ำท่วมและการป้องกันแก้ไข

การเกิดปัญหาน้ำท่วมเป็นผลจากการกระทำของมนุษย์ที่ได้ปรับแต่งเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นที่เพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัย เพื่อการค้าขาย และเพื่ออุตสาหกรรม การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ธรรมชาติซึ่งเคยมีคูคลองระบายน้ำอยู่ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อระบบอุทกวิทยา (Hydrology) ดังจะเห็นได้จากการรุกล้ำลำคลองเพื่อสร้างที่อยู่อาศัย และพฤติกรรมชอบทิ้งขยะลงในแหล่งน้ำและท่อระบายน้ำ ก่อให้เกิดความตื้นเขินและปริมาณความจุของน้ำในลำคลองและท่อระบายน้ำลดลง ทำให้ปริมาณน้ำที่ควรจะไหลไปสู่ที่ต่ำและไหลลงสู่แม่น้ำลดลง ปริมาณน้ำที่เกินความจุของคลองและท่อระบายน้ำจะเอ่อและกลายเป็นปัญหาน้ำท่วม (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,มหาวิทยาลัยสภาวะแวดล้อม,2529)

2.4.1 สาเหตุของการเกิดน้ำท่วมในเมือง

Felino P. Lansigan (2006) กล่าวว่า การเกิดน้ำท่วมในเขตพื้นที่เมืองมีสาเหตุ ดังต่อไปนี้

1. การเติบโตของประชากร

จำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้นเป็นแรงผลักดันให้มีการเปิดพื้นที่ใหม่เพื่อการผลิตอาหาร ที่อยู่อาศัย และการใช้ประโยชน์พื้นที่เมืองอื่นๆ โดยความต้องการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ที่เพิ่มมากขึ้นนี้ทำให้กระบวนการทางอุทกวิทยาของน้ำได้เปลี่ยนแปลงไป เป็นสาเหตุของการเกิดปัญหาน้ำท่วมได้

2. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

พื้นที่เมืองส่วนใหญ่มาจากพื้นที่เกษตรกรรมที่ได้เปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่บ้านเรือนและความต้องการอื่นๆของเมือง เช่น การจัดสรรที่ดิน โรงงานอุตสาหกรรม สวนสาธารณะ และสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ โดยมีนัยของการเปลี่ยนแปลงลักษณะภูมิประเทศ พืชพรรณที่ปกคลุมดิน ภายใต้เงื่อนไขของระบบสังคมและเศรษฐกิจ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินนำมาซึ่งปัญหาทางสิ่งแวดล้อม เช่น ปัญหาน้ำท่วม ความแห้งแล้งและขาดแคลนน้ำ การระบายน้ำที่ไม่เพียงพอ และระดับน้ำใต้ดินที่ลดปริมาณลง เกิดภาวะน้ำท่วมบ่อยครั้งขึ้นรุนแรงมากขึ้นมีระดับน้ำที่สูงมากขึ้นในระยะเวลาอันรวดเร็ว

3. การเติบโตของเมืองอย่างรวดเร็ว

อัตราการซึมผ่านและการแพร่กระจายของน้ำในพื้นที่เมืองลดลง และมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำที่ไหลบนผิวดิน โดยมีสาเหตุหลักมาจากพื้นที่ซึ่งถูกปกคลุมด้วยพืชพรรณได้ถูกปรับเปลี่ยนกิจกรรมกลายเป็นพื้นที่เมือง โดยปราศจากมาตรการบรรเทาความเสียหายจากภัยธรรมชาติที่อาจเกิดขึ้น

4. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันกระบวนการทางอุตุอุทกวิทยา (hydrometeorological) ได้มีการเปลี่ยนแปลงไปพร้อมๆ กับความเสียหายที่เพิ่มมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นพายุใต้ฝุ่นและปัญหาน้ำท่วม เป็นต้น ซึ่งจะพบปัญหาในคาบการเกิดน้ำท่วมเร็วขึ้น มีความถี่ในการเกิดปัญหาน้ำท่วมมากขึ้น ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมทางด้านเศรษฐกิจ การคมนาคมขนส่งในชุมชนเมือง ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยไม่คำนึงถึงปัญหาน้ำท่วมและการเพิ่มความถี่ในการเกิดน้ำท่วม

น้ำท่วมในเขตเมืองอาจมีสาเหตุมาจากปริมาณน้ำในแม่น้ำลำคลองมีมากและเอ่อล้นฝั่ง ประกอบกับทางระบายน้ำตามธรรมชาติไม่สามารถระบายน้ำดังกล่าวได้ทัน เนื่องจากมีขนาดเล็กและตื้นเขิน หรือทางน้ำไหลนั้นถูกกีดขวางด้วยสิ่งก่อสร้างหรือสิ่งอื่น (โครงการไทยศึกษา,2526)

2.4.2 ระบบการระบายน้ำ (Drainage System)

ระบบระบายน้ำ หรือระบบระบายน้ำทิ้ง หมายถึง ระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝนจากแหล่งต่างๆซึ่งมีความสำคัญมากต่อชุมชนทั่วไป เพราะเป็นการช่วยป้องกันการเกิดโรคระบาดซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิตประชาชนดังที่เกิดมาแล้วในอดีต (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์,2537:109)

ระบบระบายน้ำมีอยู่ 2 ประเภท คือ ระบบระบายน้ำเสียและระบายน้ำฝน ทั้งสองประเภทนี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชุมชนทุกแห่ง ทั้งในแง่ของสาธารสุขและความสะดวกสบาย ทั้งนี้เพราะว่าชุมชนแต่ละแห่งจัดได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดของน้ำเสียอันเป็นแหล่งแพร่เชื้อโรค น้ำเสียเหล่านี้มาจากกิจกรรมทั้งจากการดำรงชีวิตของประชาชน เขตพาณิชยกรรม เขตที่อยู่อาศัย และเขตอุตสาหกรรม แต่ละเขตมีปริมาณและลักษณะน้ำเสียผิดแผกกันออกไป ขึ้นอยู่กับกิจกรรมนั้นๆ ทำให้การออกแบบระบบระบายน้ำทวีความยุ่งยากมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ในแต่ละเขตพื้นที่ยังมีฝนตกลงมาในปริมาณมากน้อยแล้วแต่ฤดูกาลและจำเป็นต้องระบายออกไป มิฉะนั้นจะเกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินได้ (ธงชัย พรรณสวัสดิ์,2538:1)

สิ่งสำคัญและจำเป็นสิ่งหนึ่งของเขตชุมชนคือ การระบายน้ำออกจากเขตชุมชน หากการระบายน้ำไม่มีประสิทธิภาพแล้ว ผลที่จะเกิดขึ้นตามมาก็คือน้ำท่วมขังและการแพร่ระบาดของเชื้อโรค เนื่องจากน้ำที่ท่วมขังอยู่เกิดการเน่าเสีย ตลอดจนน้ำโสโครกอื่นๆที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆในชุมชนที่ไม่ได้รับการระบายออกไปอย่างมีประสิทธิภาพ การระบายน้ำอาจจะระบายออกโดยทางระบายน้ำตามธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ คูคลอง หรือทางระบายน้ำสาธารณะ นอกจากนี้อาจระบายโดยท่อระบายน้ำที่ทางเทศบาลได้ก่อสร้างขึ้น ปัญหาการระบายน้ำที่พบเห็นได้แก่ ปัญหาการขาดแคลนระบบระบายน้ำ หรือระบบระบายน้ำที่มีอยู่แล้วมีประสิทธิภาพต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การระบายน้ำที่ส่งผลต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วม

การเกิดปัญหาน้ำท่วมมีสาเหตุที่มาจากปัญหาการระบายน้ำหลายประการ สามารถแบ่งปัญหาที่เกิดขึ้นได้คือ (กระทรวงมหาดไทย,กรมการปกครอง,2540:1-12)

1. การขาดแคลนช่องทางระบายน้ำ ซึ่งปัญหาน้ำท่วมเกิดจากทางระบายน้ำที่ไม่เพียงพอหรือไม่มีประสิทธิภาพ อีกทั้งทางน้ำไหลยังถูกกีดขวางด้วยสิ่งก่อสร้างอื่นๆ

2. ประสิทธิภาพการระบายน้ำต่ำ เช่น การปล่อยให้ทางระบายน้ำอุดตันไปด้วยขยะมูลฝอย เศษวัสดุก่อสร้างหรือวัชพืช อีกทั้งการก่อสร้างบ้านเรือนและถนนบนพื้นที่ซึ่งเดิมเคยเป็นช่องทางของน้ำตามธรรมชาติ โดยไม่มีการจัดหาช่องทางระบายน้ำใหม่ทดแทน

3. ผลกระทบจากการพัฒนาเมือง เช่น

- การก่อสร้างในเมืองทุกรูปแบบไม่ว่าจะเป็นอาคาร ถนน ได้คลุมหรือปิดกั้นไม่ให้ดินดูดซับน้ำฝนได้สะดวกและทำให้น้ำเอ่อล้นได้ง่ายเมื่อฝนตกหนัก การขยายตัวของเมืองจะเพิ่มขึ้นในทางตรงกันข้ามกับขีดความสามารถของการระบายน้ำที่มีแต่จะลดลง

- การที่อาคารและสิ่งก่อสร้างต่อท่อน้ำเสียลงในท่อระบายน้ำเดิมที่มีอยู่แล้ว ทำให้ปริมาณน้ำเสียจากท่อระบายน้ำมีมากเกินขีดความสามารถของทางระบายหลักจะรับได้

- สะพานและสิ่งก่อสร้างอื่นๆที่ก่อสร้างข้ามแม่น้ำหรือลำคลอง บางครั้งอาจเป็นตัวกีดขวางทางระบายน้ำได้

- อาคาร บ้านเรือน และสิ่งปลูกสร้างที่รุกล้ำเข้าไปในลำคลองและช่องทางระบายน้ำมีส่วนกีดขวางทางไหลของน้ำ

4. การขาดการวางแผน เนื่องจากทางระบายน้ำหลักต้องรับน้ำมากเกินไป เมื่อเมืองมีการพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ ส่วนหนึ่งมาจากไม่มีการเตรียมแผนการระบายน้ำไว้ล่วงหน้า

5. การขาดการดูแลรักษาทางระบายน้ำ นั่นคือช่องทางหรือท่อระบายน้ำที่ไม่ได้รับการขุดลอกทำให้เกิดสิ่งอุดตัน อีกทั้งขาดการดูแลรักษาและซ่อมแซม ทำให้ขาดประสิทธิภาพในการระบายน้ำ

ปัญหาน้ำท่วมสามารถป้องกันได้ด้วยระบบการระบายน้ำที่มีประสิทธิภาพและเพียงพอ และทางระบายน้ำตามธรรมชาติที่ถูกตัดออกหรือมีถนนหรือสิ่งก่อสร้างใดๆมาขวางกั้นจนทำให้เกิดภาวะน้ำท่วมนั้น จะต้องมีการจัดทำมาตรการและแผนการระบายน้ำซึ่งแสดงตำแหน่งทิศทางไหลของน้ำ และทางระบายน้ำตามธรรมชาติ และการขุดลอกทางระบายน้ำอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยให้น้ำไหลระบายได้ดีขึ้น แต่ควรหาทางแก้ไขการเกิดตะกอนในทางระบายน้ำด้วย ซึ่งทางระบายน้ำที่มีฝาปิดจะช่วยป้องกันเศษขยะมูลฝอยไปอุดตันและกีดขวางการไหลของน้ำได้

การปล่อยให้มีการก่อสร้างอาคารที่ไม่เป็นระเบียบ หรือรุกล้ำทางน้ำสาธารณะจะเป็นสาเหตุให้น้ำท่วมขึ้นในภายหลัง ควรจัดให้มีพื้นที่ที่น้ำท่วมถึงกันไว้ไม่ให้มีการก่อสร้างใดๆ โดยเฉพาะตลอดสองฝั่งแม่น้ำสามารถใช้เป็นแหล่งรองรับและกันน้ำท่วม ซึ่งต้องมีการวางแผนการใช้ที่ดินอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสมด้วย และพื้นที่น้ำท่วมขังบางส่วนอาจจัดเป็นสวนสาธารณะสำหรับเมืองได้ เพื่อให้ทางระบายน้ำหลักสามารถทำหน้าที่ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ จะต้องไม่มีการรุกล้ำหรือกีดขวางจากสิ่งอื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงควรนำกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมอาคารก่อสร้างมาใช้อย่างเข้มงวด และถ้าพบว่าริมฝั่งคลองหรือทางระบายน้ำถูกรุกล้ำจากบ้านเรือนที่ปลูกแบบชั่วคราว ทางรัฐควรเร่งหาวิธีรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างดังกล่าวในทันทีที่สำรวจพบ พร้อมทั้งช่วยเหลือผู้ที่ได้รับผลกระทบและจัดหาสิ่งต่างๆอันจำเป็นให้ตามควรแก่กรณี ที่สำคัญหน่วยงานราชการจะต้องแจ้งให้ประชาชนทราบถึงโครงสร้างและความสำคัญของระบบควบคุมแก้ไขปัญหาน้ำท่วม และวิธีการบำรุงรักษาด้วยเพราะแม้ว่าจะมีทางระบายน้ำที่เพียงพอ แต่ประสิทธิภาพในการระบายน้ำต่ำเนื่องมาจากขาดการดูแลรักษาก็ทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมได้เช่นกัน

ชูเกียรติ ทรัพย์ไพศาลและไตรรัตน์ ศรีวัฒนา (2529 : 129) ได้ทำการศึกษาการป้องกันน้ำท่วมและการระบายน้ำของมหานครพบว่า ปริมาณน้ำท่วมในพื้นที่นอกจากจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนแล้ว ยังขึ้นอยู่กับการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วย ทั้งนี้เพราะเนื่องจากในแต่ละชนิดของการใช้พื้นที่จะใช้ประโยชน์แตกต่างกัน เช่น เป็นย่านธุรกิจ ที่อยู่อาศัย หรือสถานที่ราชการ ซึ่งจะมีค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า (runoff coefficients) ที่มากน้อยเรียงตามลำดับกันลงมา ส่วนบริเวณที่เป็นสนามเด็กเล่นสวนสาธารณะและที่รกร้าง นั้นจะมีค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าน้อยกว่า

2.4.4 การป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วม

สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2529) ได้ทำการศึกษาถึงการจัดการเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมว่า ต้องมีการคำนึงถึงส่วนที่เกี่ยวข้องทุกๆด้าน ได้แก่ ด้านสังคม เศรษฐกิจ สภาวะแวดล้อม และการเมือง และเป็นหน้าที่ของรัฐบาลและเอกชนที่ต้องร่วมมือกัน ต้องมีแผนการป้องกันน้ำท่วมทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ซึ่งการป้องกันปัญหาน้ำท่วมขังส่วนใหญ่เป็นการป้องกันและแก้ไขปัญหาระยะสั้นหรือเฉพาะหน้าเท่านั้น และแม้จะมีโครงการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมแล้ว แต่การจัดการที่ไม่ดีพอไม่เป็นระบบ ทำให้โครงการดังกล่าวไม่สามารถบรรลุเป้าหมายได้ ซึ่งการจัดการเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมขังต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. การบริหาร (General Administration) การบริหารงานที่ดีของหน่วยงานของรัฐทั้งภายในหน่วยงานเอง และประสานงานกับหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง หน่วยงานกลางที่จัดทำแผนการปฏิบัติงานรวมเพื่อให้หน่วยงานของรัฐได้ประสานงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วม

2. กฎระเบียบ (Law and Regulations) ซึ่งก่อให้เกิดความเป็นระเบียบเรียบร้อย และทำให้หน่วยงานที่รับผิดชอบสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีกฎระเบียบต่างๆที่เกี่ยวข้องกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมมีอยู่มากกมาย เช่น พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พระราชบัญญัติการขุดดินและถมดิน เป็นต้น แต่กฎเหล่านี้ประชาชนมักไม่ปฏิบัติตามและพยายามหลีกเลี่ยง เช่น การรุกล้ำที่สาธารณะประโยชน์ การรุกล้ำคูคลอง เป็นต้น ทำให้การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่เป็นไปได้ยาก และการที่จะทำให้ประชาชนปฏิบัติตามกฎระเบียบ เจ้าหน้าที่ก็ต้องเป็นผู้รักษากฎระเบียบอย่างเคร่งครัด แต่การที่สามารถยืดหยุ่นได้ตามกาลเวลา และสถานที่ ทำให้ประชนพยายามหลีกเลี่ยงเท่าที่จะสามารถทำได้ ดังนั้นต้องประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนรู้และเข้าใจว่า การทำผิดโดยเจตนาหรือไม่ก็ตามจะส่งผลเสียหายแก่ทรัพย์สินของประชาชนได้มากเช่นกัน ได้รับรู้ถึงบทลงโทษ บทลงโทษบางอย่างก็ไม่รุนแรงและไม่เหมาะสมกับสภาพเหตุการณ์ในปัจจุบัน ในบางโครงการป้องกันน้ำท่วมอาจทำให้มีผู้เสียหาย เช่น ประชาชนที่อยู่นอกคันกั้นน้ำเมื่อปริมาณน้ำสูงขึ้นจึงเกิดความเสียหายเดือดร้อนมากกว่าที่เคยเป็นอยู่ เป็นต้น จึงควรมีการยกเว้นกฎระเบียบบางเรื่องให้เป็นการช่วยเหลือและบรรเทาความเสียหายนั้นๆ

3. โครงการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วม (Flood Protection and Remedial Projects) ซึ่งจะต้องเป็นระบบที่สัมพันธ์กันทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นโครงการที่ใช้สิ่งก่อสร้างและไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง โครงการที่เหมาะสมกับสภาพการณ์ต่างๆ เช่น ลักษณะภูมิประเทศ โครงสร้างของระบบระบายน้ำและคลอง งบประมาณด้านการเงิน บุคลากรที่ชำนาญ เป็นต้น ปัจจุบันการขยายความเจริญของเมืองแผ่ออกไปเกือบทุกรูปแบบและเกือบทุกทิศทางยากแก่การควบคุมและดูแลทั่วถึง โครงการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมจึงต้องดัดแปลงตามสภาวะที่เปลี่ยนแปลง เพราะการใช้ที่ดินขยายออกไปกว่างกว่าที่เคยจัดทำแผนหลักไว้ การดำเนินตามแผนต้องเปลี่ยนตามและต้องประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนทราบถึงประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการดังกล่าว เพื่อให้ประชาชนร่วมมือและสนับสนุนการป้องกันและแก้ไขใช้งบประมาณสูงจึงไม่สามารถป้องกันน้ำท่วมให้ประชาชนได้ทุกคน จึงควรมีการศึกษาและวางแผนโครงการต่างๆ เพื่อป้องกันเฉพาะพื้นที่ที่มีความสำคัญและเป็นเขตเศรษฐกิจ ส่วนนอกเขตพื้นที่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่ไม่ใช่พื้นที่เร่งด่วน เช่น พื้นที่รอบนอกที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ก็หาแนวทางโดยใช้มาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง เช่น การควบคุมการใช้ที่ดิน เป็นต้น เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาน้ำท่วม

สมบูรณ์ ลุวีระ (2531:136-160 อ้างถึงใน สุจารี ผุดผาด ,2539 : 20-21) ได้กล่าวว่า การศึกษาการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมนั้นต้องอาศัยการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลทางอุทกวิทยา ภูมิอากาศ ภูมิประเทศ ธรณีวิทยา สภาพสิ่งแวดล้อม ผังเมือง การใช้ที่ดิน ฯลฯ และนำผลที่ได้มาใช้ในการวางแผน กำหนดนโยบายและมาตรการออกแบบก่อสร้าง ปรับปรุงและพัฒนาแหล่งน้ำ ตลอดจนการดำเนินงานต่างๆเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วม โดยมาตรการใช้โครงสร้างเพื่อควบคุมปริมาณน้ำและป้องกันน้ำท่วมในพื้นที่ที่สำคัญและมีศักยภาพทางเศรษฐกิจสูง เร่งระบายน้ำออกจากพื้นที่ และมาตรการไม่ใช้โครงสร้าง ได้แก่ การเลี่ยงผันน้ำไม่ให้ผ่านชุมชน โดยการกำหนดแนวเขตระบายน้ำ หรือการขุดลอกแม่น้ำสายใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 การควบคุมน้ำท่วม (Flood Control)

การควบคุมน้ำท่วมและการจัดการที่ราบน้ำท่วมถึงเป็นสิ่งสำคัญในการวางแผนการจัดการพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำ ซึ่งการลดความเสียหายจากการเกิดน้ำท่วม เป็นวัตถุประสงค์หลักของการวางแผนควบคุมภาวะน้ำท่วม โดยทางเลือกของการควบคุมน้ำท่วมสามารถแบ่งได้สองประเภท ได้แก่ การใช้โครงสร้างและไม่ใช้โครงสร้าง มีดังนี้ (รอยล จิตรดอนและวีระวงศ์ แสงนาค,2555)

1. มาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง

โดยทางเลือกที่เป็นงานโครงสร้างที่ลดความเสียหายจากการเกิดน้ำท่วมจะมุ่งเน้นไปยังลักษณะทางกายภาพ อันได้แก่

- เขื่อนและอ่างเก็บน้ำ เขื่อนจะช่วยควบคุมน้ำท่วมซึ่งสร้างข้ามแม่น้ำและกักเก็บน้ำส่วนเกินและลดปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดน้ำท่วมได้

- ตลิ่งป้องกันน้ำท่วมและพนังกั้นน้ำ ซึ่งจะช่วยควบคุมระดับน้ำและป้องกันไม่ให้น้ำไหลเข้าท่วมพื้นที่ภายใน

- การเบี่ยงเบนกระแสน้ำ เป็นการหาช่องทางเพื่อเบี่ยงเบนหรือผันน้ำไปยังช่องทางอื่นที่ได้กำหนดไว้ เพื่อลดปัญหาน้ำท่วม

- การปรับปรุงร่องน้ำ โดยการปรับเปลี่ยนทิศทางของน้ำที่คดเคี้ยวให้ตรง ให้กว้างขึ้นและลึกขึ้น เพื่อการไหลของน้ำและการรับน้ำที่ดีขึ้น

- มาตรการกักเก็บน้ำ เช่น จัดทำเขื่อนขนาดเล็ก เพื่อกักน้ำไว้ใช้ชั่วคราวก่อนการระบายรวมกันในทางระบายสายหลัก

2. มาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง

มาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้างมี ดังต่อไปนี้

- การวางแผนจัดการอ่างเก็บน้ำ เช่น การวางแผนจัดการเปิดปิดประตูระบายน้ำให้สัมพันธ์กับพื้นที่ท้ายน้ำ

- การปรับปรุงพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยเฉพาะการปรับปรุงการดูดซึมของดิน และการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน โดยการปลูกพืชคลุมดินและช่วยในการดูดซับน้ำป้องกันน้ำท่วม

- การจัดทำมาตรการควบคุมพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง การจัดการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง และควบคุมการพัฒนาในย่านพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง

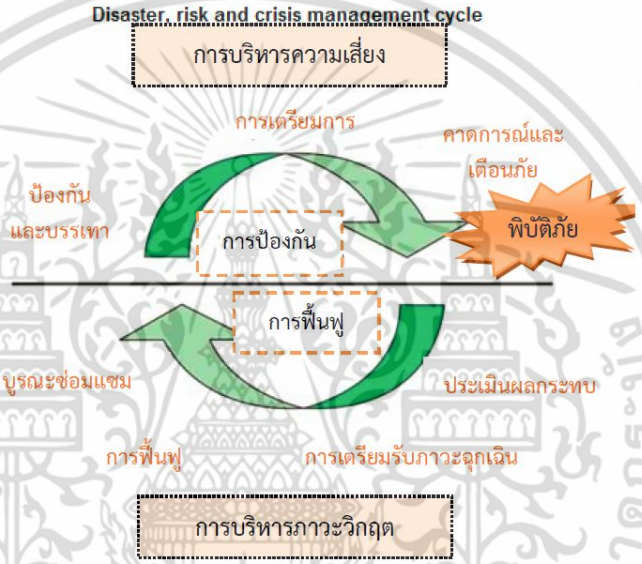
- การพยากรณ์น้ำท่วมและระบบเตือนภัยน้ำท่วม

- การปรับปรุงอาคารและระบบสาธารณูปโภคต่างๆ ให้ปลอดภัยจากภาวะน้ำท่วม เช่น ยกพื้นบ้านให้สูงจากระดับน้ำท่วม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.6 มาตรการด้านผังเมือง

มาตรการด้านการผังเมืองจัดว่าเป็นมาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้างประเภทหนึ่ง ซึ่งอยู่ในขั้นตอนของการป้องกันและเตรียมการ (prevention and preparation measures) ที่มีความสำคัญมากกว่าขั้นตอนการวางแผนฉุกเฉินระหว่าง/หลังเกิดเหตุการณ์ (response emergency measures) การประยุกต์ใช้มาตรการด้านการผังเมืองจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับการวางแผนเชิงพื้นที่ (Spatial Planning) ในพื้นที่เสี่ยงต่อชีวิตและทรัพย์สิน เพื่อบรรเทาผลกระทบจากปัญหาภัยน้ำท่วมต่อสังคมและประชาชนได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ดังนี้

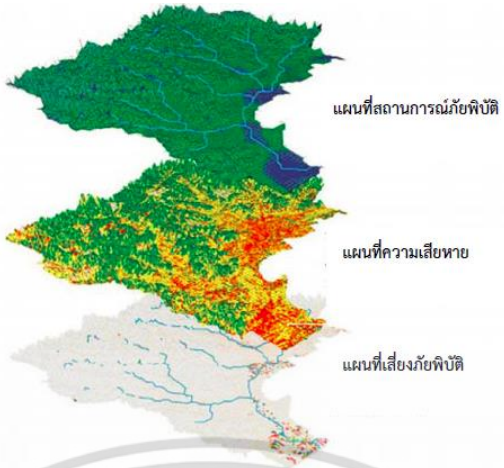


ภาพที่ 2.1 วัฏจักรการบริหารจัดการความเสี่ยง

ที่มา : http://www.fao.org/docrep/008/y5744e/y5744e04.htm

1. กำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม (Flood risk area) เพื่อให้ทราบว่ามีพื้นที่ กิจกรรม หรือชุมชนใดที่มีโอกาสเสี่ยงภัยจากน้ำท่วม ในระดับความเสี่ยงใด (เสี่ยงน้อยถึงมาก) และจะมีจำนวนประชากรและทรัพย์สินประสบเหตุเท่าใด ซึ่งมาตรการทางด้านการผังเมืองต้องจำกัดการตั้งถิ่นฐานและกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่อยู่ในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง หรือกำหนดการใช้ประโยชน์แบบผสมผสาน หรืออนุญาตให้บางกิจกรรมใช้ประโยชน์ได้เท่านั้น รวมทั้งกำหนดดัชนีจำแนกภัยพิบัติ (Risk Index) เนื่องจากสัมพันธ์กับ (1) การกำหนดพื้นที่เพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์ (2) การกำหนดพื้นที่เก็บกักน้ำ/ชะลอน้ำ (3)การกำหนดระยะถอยร่นของการตั้งถิ่นฐาน (4) มาตรฐานการกำหนดความแข็งแรงของอาคาร/ประเภทอาคาร (5) อัตราความเสี่ยงภัยพิบัติ และ (6) อัตราการจ่ายค่าสินไหมทดแทนกรณีที่มีการทำประกันภัยความเสี่ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 การวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมโดย GIS

ที่มา : www.apfm.info/pdf/ifm_tools/Tools_Urban_Flood_Risk_Management.pdf

2. กำหนดให้มีพื้นที่เปิดโล่งมากเพียงพอ โดยใช้ FAR (Floor Area Ratio) เป็นเครื่องมือกำหนดการพัฒนาพื้นที่ พร้อมทั้งพัฒนาให้มีพื้นที่โล่งว่าง (OSR : Open Space Ratio) ที่เพิ่มขึ้น

3. วางและจัดทำแผน/ผังที่ช่วยลดภาวะเสี่ยงภัยพิบัติ โดยประยุกต์ใช้แนวคิด เช่น การวางผังเมืองเชิงนิเวศ (Eco-city) เมืองคาร์บอนต่ำ (Low carbon city) เมืองกระชับ (Compact city) แนวคิดเมืองเตรียมรับสถานการณ์ความเสี่ยง (Resilient city) เป็นต้น ให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่

4. กำหนดมาตรการบรรเทาภัยพิบัติ โดยจัดเตรียมเส้นทางหนีภัยของเมืองและสถานที่รวมพลที่ปลอดภัย พร้อมการประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนรับทราบ ซึ่งต้องนำมาตรการถอยร่นอาคารจากแนวเขตถนนสายหลักมาประยุกต์ใช้ รวมทั้งการติดตั้งระบบเตือนภัย เช่น หอเตือนภัย หอกระจายข่าว เป็นต้น

ภาพที่ 2.3 การประยุกต์รูปแบบอาคารสิ่งปลูกสร้างและการใช้ประโยชน์ เพื่อเตรียมรับสถานการณ์น้ำท่วมที่ประเทศเนเธอร์แลนด์

ที่มา : Gersonius et al. (2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.4 การประยุกต์ใช้ที่ดินในพื้นที่กักเก็บน้ำตามฤดูกาลที่ญี่ปุ่น

ที่มา : Multipurpose detention basin in Japan http://www.apfm.info/pdf/ifm_tools/Tools_Urban_Flood_Risk_Management.pdf

การผังเมืองเป็นมาตรการหนึ่งที่มุ่งเน้นการพัฒนาพื้นที่ลดความขัดแย้งการใช้ประโยชน์ที่ดิน กระจายความเจริญอย่างสมดุลไปสู่เมืองและชนบทให้สอดคล้องกับศักยภาพ ข้อจำกัด และบทบาทของพื้นที่นั้นๆ รวมทั้งสนับสนุนการบูรณาการแผนงานและโครงการพัฒนาต่างๆ ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปปฏิบัติลงสู่พื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้กรมโยธาธิการและผังเมืองได้วางและจัดทำผังในระดับต่างๆเพื่อควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดิน การตั้งถิ่นฐานและชุมชน การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน โครงข่ายคมนาคมขนส่ง และพื้นที่รองรับการพัฒนาในอนาคต ควบคู่กับการดำรงรักษาพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่ที่มีความสมบูรณ์ทางชีวภาพ โดยมีมาตรการทางกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. พระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ.2518 เป็นกฎหมายหลักที่ใช้กำหนด ควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เกิดประโยชน์สูงสุดในด้านเศรษฐกิจ การรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สังคม วัฒนธรรม และความปลอดภัยของประชาชน ให้สอดคล้องกับสภาพของพื้นที่และคุณภาพชีวิตที่ได้มาตรฐานวิชาการทางผังเมือง

2. พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 เป็นกฎหมายที่ควบคุมอาคารบ้านเรือน ตึกราม บ้านช่อง อาคารพาณิชย์ หรือสิ่งปลูกสร้างต่างๆ ที่ประชาชนอาจได้รับอันตรายจากความไม่ปลอดภัยของตัวอาคารได้ เช่น มีการก่อสร้างที่ไม่ได้มาตรฐาน มีการดูแลรักษาไม่ดีปล่อยให้อาคารเก่า ผุผัง ทรุดโทรม จึงจำเป็นที่กฎหมายต้องเข้าไปกำกับ ควบคุม และดูแล เพื่อคุ้มครองความปลอดภัยในชีวิต ร่างกาย และทรัพย์สินของประชาชน โดยอาจกำหนดให้มีการขออนุญาตก่อนการก่อสร้างอาคาร มีการสร้างอาคารที่ได้มาตรฐาน มีการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการดูแลบำรุงรักษาอาคารให้ได้มาตรฐานอยู่ตลอดเวลา ต้องสร้างอาคารในรูปแบบที่ปลอดภัย มีระยะห่างระหว่างอาคารที่เหมาะสม มีระยะถอยร่นมาจากถนนพอสมควร เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. พระราชบัญญัติการขุดดินและถมดิน พ.ศ.2543 เป็นกฎหมายที่กำหนดหลักเกณฑ์การขุดดินและถมดินว่า ในพื้นที่ต่างๆ นั้น พื้นที่ใดห้ามขุดหรือถมดิน และหากทำได้จะทำได้เพียงใด เพราะการขุดหรือถมดินซึ่งไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการนั้นจะกระทบต่อสภาพรากฐานทางธรณีวิทยาและภูมิศาสตร์ ซึ่งอาจกระทบต่อเจ้าของที่ดินข้างเคียง และอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ทรัพย์สินและความปลอดภัยของประชาชน

4. ข้อบัญญัติท้องถิ่น ที่กำหนดรายละเอียดเพิ่มเติมจากที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวง โดยไม่ขัดหรือแย้งกับกฎกระทรวงนั้นๆ

2.4.7 พื้นที่ชะลอน้ำ (หน่วงน้ำ) และอ่างพักน้ำ เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วม

ปัญหาการเกิดน้ำท่วมขังในเขตจังหวัดสมุทรปราการเกิดจากปริมาณน้ำผิวดิน (Surface Runoff) ที่เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ที่ดิน ทำให้ปริมาณน้ำที่เคยไหลซึมลงสู่ใต้ดินลดน้อย เพราะพื้นที่สีเขียวหรือลักษณะที่ดินเดิมซึ่งเคยเป็นที่ดินที่น้ำไหลซึมง่าย (Pervious Area) ได้ถูกเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่ทึบน้ำ (Impervious Area) ปริมาณน้ำที่เคยซึมลงสู่ใต้ดินจะไม่มีพื้นที่ให้ไหลซึม ทำให้ปริมาณน้ำผิวดิน (Surface Runoff) เพิ่มขึ้นตามอัตราการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

ในอดีตปริมาณที่ไหลบนผิวดินหรือปริมาณน้ำที่เหลือจากการไหลซึมลงสู่ใต้ดิน ซึ่งมีปริมาณไม่มากนักจะไหลรวมลงสู่ระบบระบายน้ำตามธรรมชาติ เช่น บึง คลอง หนอง และแม่น้ำ เมื่อปริมาณน้ำผิวดินมีปริมาณไม่มากนัก ระบบระบายน้ำตามธรรมชาติก็สามารถรองรับปริมาณน้ำเหล่านั้นได้ แต่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ปริมาณน้ำผิวดินเพิ่มมากขึ้น ระบบระบายน้ำตามธรรมชาติที่เคยระบายได้จะไม่เพียงพอ เพราะขีดความสามารถ (Carrying Capacity) ของระบบระบายน้ำมีขีดจำกัด ทำให้ต้องมีการสร้างระบบระบายน้ำ เช่น ท่อระบายน้ำเพิ่มขึ้น เพื่อช่วยในการเร่งระบายน้ำผิวดินให้ไหลไปยังแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น คลอง หรือแม่น้ำ ให้เร็วขึ้น เมื่อเกิดฝนตกหนักเกินขีดความสามารถการรองรับของระบบระบายน้ำ ปริมาณน้ำที่เหลือจากการระบายน้ำจะไหลเข้าท่วมยังพื้นที่ต่ำ ดังนั้นวิธีการเร่งน้ำฝนออกจากบริเวณพื้นที่จึงกลายเป็นการก่อปัญหาต่อระบบการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วม ซึ่งในต่างประเทศที่ได้เคยประสบปัญหาน้ำท่วมได้พยายามใช้วิธีการชะลอน้ำ (แก้มลิง) เป็นมาตรการหลักในการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วม โดยมีหลักการคือ บริเวณพื้นที่ใดถ้ามีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการไหลของน้ำผิวดิน จำเป็นต้องทำการเก็บชะลอน้ำส่วนเกินจากที่เคยไหลตามธรรมชาติไว้เป็นช่วงระยะเวลาหนึ่งก่อน หลังจากฝนหยุดตกและเมื่อปริมาณน้ำในระบบระบายลดลงและสามารถรองรับปริมาณน้ำที่ได้กักเก็บไว้ จึงจะสามารถปล่อยน้ำที่ได้กักเก็บไว้ลงสู่ระบบระบายน้ำสาธารณะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

“โครงการแก้มลิง” เป็นส่วนหนึ่งของโครงการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมตามแนวพระราชดำริ เพื่อบรรเทาความเดือดร้อนของประชาชนอันเนื่องมาจากน้ำท่วม โครงการแก้มลิง มีแนวคิดจากการที่ลิงอมกล้วยไว้ในกระพุ้งแก้มไว้ได้คราวละมากๆ จากนั้นจะค่อยๆ นำออกมาเคี้ยวและกลืนกินภายหลัง" โดยประกอบด้วยโครงการขุดลอกคลองระบายน้ำและกำจัดวัชพืช โครงการปรับปรุงและก่อสร้างสถานีสูบน้ำและประตูระบายน้ำ โครงการดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นพื้นที่รองรับน้ำ และกักเก็บน้ำในช่วงที่เวลาที่ฝนตกและเครื่องสูบน้ำที่มีอยู่ไม่สามารถระบายน้ำได้ทันจึงดึงน้ำไปฝากไว้ที่แก้มลิงก่อน เมื่อปริมาณน้ำลดลงจึงค่อยๆระบายน้ำออก ดังนั้นการชะลอน้ำเพื่อการลดปริมาณการระบายน้ำในช่วงเวลาฝนตกโดยการเก็บรวบรวมน้ำไว้บางส่วน สามารถช่วยให้ระบบระบายน้ำสาธารณะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถบรรเทาปัญหาน้ำท่วมได้ ปัจจุบันมีพื้นที่แก้มลิงขนาดใหญ่อยู่ทางฝั่งตะวันออกของกรุงเทพ เหนือท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยกำหนดในผังการใช้ที่ดินเป็นพื้นที่เขียวลาย ไม่เหมาะกับการพัฒนา นอกจากนี้ยังมีแก้มลิงเล็กใหญ่กระจายอยู่ทั่ว กรุงเทพ กว่า 20 จุด

การจัดแบ่งประเภทพื้นที่ (Zoning) เพื่อการป้องกันน้ำท่วมอาศัยหลักการกระจายการรับน้ำออกไปให้ทั่วพื้นที่ พื้นที่ซึ่งมีการพัฒนาเป็นชุมชนมากแล้วจะมีการเทพื้นปูน (Paved) หรือสร้างอาคารมากขึ้น มีแหล่งกักเก็บน้ำน้อยลงและมีอัตราการคายน้ำฝนสูง แต่ถึงแม้การพัฒนาชุมชนจะเป็นปัญหาต่อการป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ แต่ก็มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ ดังนั้นหน่วยงานที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องมีการวางแผนจัดประเภทพื้นที่อื่นให้เข้ารับภาระแทน โดยจัดกาพื้นที่ที่มีลักษณะเหมาะสมเพื่อเป็นพื้นที่หน่วงน้ำและกักเก็บน้ำฝนไม่ให้น้ำฝนไหลลงลำคลองรวดเร็วเกินกำลังรับ ซึ่งวิธีดังกล่าวจะสามารถแก้ไขปัญหาน้ำท่วมเนื่องจากฝนได้ดี และเสียค่าใช้จ่ายถูกกว่าการพึ่งพาเครื่องสูบน้ำเพียงอย่างเดียว

ชูเกียรติ ทรัพย์ไพศาล และตรีรัตน์ ศรีวัฒนา (2529 :295-300) ได้กล่าวว่าปัญหาที่มาพร้อมกับการพัฒนาเมืองในพื้นที่ใหม่ๆ คือ ปริมาตรและอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่วมอันเนื่องมาจากฝนตกภายในพื้นที่เขตเมืองใหม่จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นจากเดิม ปริมาตรของน้ำท่าจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเนื่องจากพื้นดินเดิมจะถูกปกคลุมด้วยตึกรามบ้านช่อง ถนน สวนสาธารณะ ลานจอดรถ เป็นต้น และเนื่องจากมีการถมแอ่งน้ำธรรมชาติซึ่งเคยทำหน้าที่เก็บน้ำไว้ด้วย ส่วนอัตราการไหลค่าสูงสุดและอัตราการไหลน้ำท่าจะมีค่าเพิ่มขึ้นทั้งนี้เพราะมีการก่อสร้างระบบระบายน้ำ เช่น ท่อระบายน้ำ ทางระบายน้ำ ทำให้เวลาของการรวมจุดของน้ำท่ามีค่าน้อยลงมาก ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ที่ดินภายในพื้นที่รับน้ำนั่นเอง

ปริมาตรและอัตราการไหลของน้ำท่าที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีการพัฒนาเขตเมืองในพื้นที่รับน้ำ มักก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วมที่ด้านท้ายน้ำมากขึ้นและเกิดขึ้นบ่อยครั้งขึ้น และในกรณีพื้นที่เมืองที่พัฒนาเป็นทุ่งราบ เช่น สมุทรปราการปัญหาน้ำท่วมที่เกิดขึ้นก็จะขยายตัวเพิ่มขึ้นไปทางด้านเหนือน้ำ ทั้งนี้เพราะขนาดของคลองและความจุกักเก็บของทางระบายน้ำมีขนาดเล็กกว่าปริมาตรและอัตราการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไหลสูงสุดของน้ำท่าที่เกิดขึ้นใหม่ ซึ่งปัจจุบันหน่วยงานที่รับผิดชอบในการระบายน้ำฝนและการควบคุมพื้นที่น้ำท่วมเฉพาะแห่งได้ให้ความสนใจเพิ่มขึ้น ในการที่จะลดความเสียหายและความไม่สะดวกสบายเนื่องจากภาวะน้ำท่วมที่เกิดขึ้นเนื่องจากน้ำท่ามีปริมาณเพิ่มขึ้น ในหลายๆพื้นที่หน่วยงานที่รับผิดชอบได้กำหนดนโยบายเพื่อใช้ในการบริหารน้ำท่วมขึ้น เช่น มีการกำหนดการใช้พื้นที่เพื่อเป็นแนวทางให้นักพัฒนาที่ดินได้ปฏิบัติ เช่น มีมาตรการกำหนดให้มีการจัดสร้างที่เก็บกักน้ำชนิดต่างๆ เช่น จัดสร้างที่เก็บน้ำในบ้าน ในลานจอดรถ ในสวนสาธารณะ มีการขุดสระน้ำ และจัดสร้างอ่างพักน้ำอเนกประสงค์ เป็นต้น การสร้างอ่างพักน้ำมีวัตถุประสงค์เพื่อกักเก็บน้ำส่วนเกินไว้ก่อนที่น้ำส่วนนี้จะไหลลงสู่ระบบระบายน้ำด้านท้ายน้ำ และเมื่ออัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่รับน้ำผ่านพ้นไปแล้ว จึงค่อยๆปล่อยน้ำท่าที่กักเก็บไว้ชั่วคราวนี้ออกมาจากอ่างพักน้ำ

ในบางกรณีนอกจากจะสร้างอ่างพักน้ำเก็บไว้ในพื้นที่แล้ว ยังมีมาตรการป้องกันด้วยการแบ่งพื้นที่บางส่วนให้ทำหน้าที่หน่วงการไหลของน้ำ (Retarding Area) กล่าวคือ จะควบคุมปริมาณน้ำท่าที่ไหลออกมาจากพื้นที่ด้านเหนือน้ำให้มีปริมาณที่จะไม่ทำให้เกิดภาวะน้ำท่วมที่ด้านท้ายน้ำ (หน่วงน้ำบางส่วนไว้ในพื้นที่ด้านเหนือน้ำ) และเมื่ออัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่ด้านท้ายน้ำได้ผ่านพ้นไปแล้วจึงจะปล่อยน้ำออกจากพื้นที่ด้านเหนือน้ำเพิ่มมากขึ้น

พื้นที่หน่วงการไหลของน้ำจะไม่ลดปริมาตรน้ำท่าทั้งหมดที่เกิดขึ้น แต่จำทำหน้าที่ปรับอัตราการไหลใหม่โดยการยอมให้มีการเก็บกักชั่วคราว ดังนั้นประโยชน์หลักของพื้นที่หน่วงการไหล คือการลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากภาวะน้ำท่วมในพื้นที่ด้านท้ายน้ำ ส่วนประโยชน์อื่นๆก็คือทำให้สามารถลดราคาค่าก่อสร้างระบบระบายน้ำในพื้นที่ด้านท้ายน้ำ และผลพลอยได้อื่นๆคือทำให้สิ่งสกปรกที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำมีปริมาณลดลง

การที่จะป้องกันแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในจังหวัดสมุทรปราการได้ประสบผลสำเร็จนั้น จำเป็นต้องสร้างความเข้าใจให้กับประชาชนเกี่ยวกับสภาพภูมิศาสตร์ของจังหวัดว่าอยู่ในพื้นที่ลุ่มต่ำบริเวณปากแม่น้ำ ดังนั้นเมื่อระบบระบายน้ำได้ช้าย่อมจะต้องมีน้ำท่วมขังเป็นธรรมดา และควรตระหนักถึงความจำเป็นที่ประชาชนจะต้องให้ความร่วมมือในการจัดหาหรือจัดทำพื้นที่เก็บชะลอน้ำชั่วคราว โดยควรจะเก็บชะลอน้ำไว้ประมาณ 3-6 ชั่วโมง ก่อนปล่อยลงสู่ระบบระบายน้ำ จึงจะสามารถช่วยป้องกันน้ำท่วมได้ส่วนหนึ่ง และหากประชาชนให้ความร่วมมือปฏิบัติตามเป็นจำนวนมากก็จะช่วยทำให้โครงการดังกล่าวมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.5 ปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วม

มีงานวิจัยจำนวนมากที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่อาจก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วม เนื้อหาในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อ ต้องการรวบรวมรายละเอียดที่สำคัญเกี่ยวกับสาเหตุของการเกิดน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท่วมดังกล่าว เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นเกณฑ์ในการจัดระดับความเสี่ยงภัยสำหรับใช้วิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมของจังหวัดสมุทรปราการ โดยมีรายละเอียดที่สำคัญดังต่อไปนี้

งานวิจัยของสมบัติ อยู่เมือง จากข้อมูลทางเว็บไซต์ สิงหาคม 2550 ทำการศึกษาถึงสาเหตุการเกิดน้ำท่วมและดินถล่มฉับพลัน บริเวณตำบลน้ำก้อ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการป้องกันภัยในระยะยาวจากการเกิดน้ำท่วมและดินถล่มฉับพลัน โดยงานวิจัยได้นำทฤษฎีมาจำแนกได้สาเหตุของน้ำท่วมอยู่ 2 ประการ ได้แก่ สาเหตุตามธรรมชาติ และ สาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ โดยสาเหตุตามธรรมชาติประกอบด้วย ลักษณะภูมิประเทศ ได้แก่ ความสูง ความลาดชัน , ลักษณะทางธรณีวิทยา ได้แก่ ชนิดหิน รอยเลื่อนรอยแตก ความลึกของชั้นหิน , ลักษณะของดิน ได้แก่ ชนิดของดิน , ลักษณะของป่าไม้ ได้แก่ ชนิดของป่าไม้ขนาดของป่าไม้ , ลักษณะพื้นที่รับน้ำหรือลุ่มน้ำ ได้แก่ รูปร่างและขนาดของพื้นที่รับน้ำ และปริมาณน้ำฝน ส่วนสาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ การตัดไม้ทำลายป่า , การใช้ประโยชน์ที่ดินไม่ถูกวิธี เช่น การทำไร่เลื่อนลอย , การจัดผังเมืองและสาธารณูปโภคที่ไม่เหมาะสม เช่น การก่อสร้างถนนกีดขวางทางน้ำ การให้ปลูกสร้างบ้านเรือนตามแบบที่ไม่เหมาะสมในลุ่มน้ำ หรือสร้างในพื้นที่อันตราย

ดร.ธงชัย โรจนกนันท์ สถาปนิก 8 ว. สำนักผังเมืองและผังเมืองเฉพาะ กล่าวถึง การเตรียมความพร้อมรับปัญหาน้ำท่วม ในวันที่ 12 มิถุนายน พ.ศ. 2549 ไว้ในบทความการเตรียมพร้อมรับปัญหาน้ำท่วมปี 2549 – 2550 ว่า “ ถึงแม้ว่าการสำรวจวิเคราะห์และจัดทำรายงานอัตราความสี่ยงภัยน้ำท่วมแล้วเสร็จ แต่กลับพบว่าหลายปีต่อมา พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมหลายแห่งกลับมีอัตราความเสี่ยงภัยสูงมากขึ้น เช่น จังหวัดปราจีนบุรีและจันทบุรี โดยมีสาเหตุเหมือนกัน คือ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน การถมที่และการก่อสร้าง จนมีผลทำให้เปลี่ยนแปลงทิศทางและความเร็วของกระแสน้ำ ด้วยเหตุนี้การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมจึงเป็นงานต่อเนื่อง ที่จะต้องติดตามและประเมินความเสี่ยงอยู่เสมอในทุกๆ 3 - 5 ปี ” แนวความคิดหนึ่งที่สำคัญ และมีผลต่อแนวทางการป้องกันปัญหาน้ำท่วม และเริ่มมีผลต่อนโยบายของรัฐหลายประเทศนั้น คือ การที่มนุษย์ต้องปรับตนเองให้เข้ากับสภาวะน้ำท่วม ยอมรับการแก้ไขปัญหาตามวิถีและแนวทางธรรมชาติ เช่น การปรับแก้ผังเมืองนิวออลีนในสหรัฐอเมริกา ด้วยการไม่ฟื้นฟูพื้นที่บางบริเวณของเมืองที่เป็นพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมขั้นวิกฤติ ซึ่งพื้นที่ใดมีความเสี่ยงภัยน้ำท่วมไม่ว่าเป็นความเสี่ยงภัยระดับสูง ปานกลางหรือระดับต่ำก็ตาม เมื่อทราบจะต้องแจ้งท้องถิ่นเป็นลำดับแรกเพื่อกำหนดแนวทางการป้องกันบรรเทาปัญหาได้ทันท่วงที (http://www.dpt.go.th/sub-web/web_stbd/web-stbd/article/water.doc)

กมลวรรณ (2551) สุเทพ (2546) ธนยศ ฉัตรภูติ และ ธนิตย์ อินทรัตน์ (2554) และสุพัชฌาย์ (2553) ได้สรุปปัจจัยในการหาพื้นที่เสี่ยงในการเกิดน้ำท่วมหลักๆ ไว้ 10 ปัจจัย ได้แก่

1.) ชนิดของดิน คุณสมบัติและลักษณะของดินจะมีผลต่อการระบายน้ำและการซึมซับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) ถนน มีส่วนทำให้เกิดการเบี่ยงเบน ชะลอ หรือกีดขวางเส้นทางการไหลของน้ำ ตามลักษณะทางกายภาพเดิมของพื้นที่ ดังนั้น ในพื้นที่ที่มีเส้นทางคมนาคมมากจึงอาจเป็นอุปสรรคต่อการไหลของน้ำ และอาจทำให้การระบายน้ำส่วนเกินออกจากพื้นที่เป็นไปได้ล่าช้ากว่าปกติ

3.) อาคารก่อสร้างปกคลุมดิน ความหนาแน่นของอาคารปกคลุมดินมีผลต่อพื้นที่ว่าง การมีอาคารปกคลุมดินทำให้มีที่ว่างในการซึมซับน้ำน้อยลงและมีผลต่อความรุนแรงในการไหลของน้ำหลาก

4.) ปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุด ปริมาณฝนที่ตกลงในพื้นที่ลุ่มน้ำมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา ซึ่งส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงในการเกิดน้ำท่วม พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนตกหนักย่อมมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยมากตามลำดับ

5.) ความสูงจากระดับน้ำทะเล เนื่องจากน้ำทะเลมีการเคลื่อนไหวขึ้นลงตามธรรมชาติ ส่งผลให้ระดับระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยามีการขึ้นลงตามไปด้วย ในช่วงเดือนกันยายนถึงตุลาคมเป็นช่วงฝนตกหนักในภาคกลางและมีปริมาณน้ำนองจากพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนของแม่น้ำเจ้าพระยาไหลลงมาเป็นจำนวนมาก ถ้าน้ำทะเลหนุนในช่วงนี้จะทำให้เกิดน้ำท่วมในพื้นที่ที่เป็นที่ต่ำได้

6.) พื้นที่ลุ่มรับน้ำ เนื่องด้วยบริเวณโดยรอบพื้นที่รับน้ำจะตกอยู่ในความเสี่ยงเสมอ หากเกิดฝนตกมวลน้ำจำนวนมากจะเอ่อล้นเข้าท่วมพื้นที่โดยรอบ

7.) ความลาดชัน มีส่วนในการทำให้พื้นที่เกิดสภาวะน้ำท่วม เนื่องด้วยหากพื้นที่มีความลาดชันต่ำ การระบายน้ำในพื้นที่จะเป็นไปได้อย่างล่าช้ากว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง

8.) ชนิดของหิน คุณสมบัติเฉพาะของหินจะมีผลต่อการระบายน้ำ

9.) พื้นที่ป่า อาณาเขตพื้นที่ป่าจะมีผลต่อการซึมซับน้ำได้ดีกว่าพื้นที่พัฒนา

10.) ท่อระบายน้ำ พื้นที่ที่ไม่มีโครงข่ายท่อระบายน้ำจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมสูงและขนาดของท่อระบายน้ำจะมีความเกี่ยวเนื่องกับประสิทธิภาพในการระบายน้ำ

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ด้วยข้อจำกัดเรื่องข้อมูลและระยะเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัด ทำให้ทางผู้วิจัยจำเป็นต้องคัดเลือกเฉพาะปัจจัยที่สำคัญจำนวนทั้งสิ้น 7 ปัจจัย มาใช้สำหรับวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมของพื้นที่จังหวัดสมุดปราการ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- *ปัจจัยคงที่ (Static Data)* จำนวน 4 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยเรื่องการระบายน้ำของดิน ปัจจัยเรื่องความสูงจากระดับน้ำทะเล ปัจจัยเรื่องพื้นที่ลุ่มรับน้ำ และ ปัจจัยเรื่องความลาดชันของภูมิประเทศ ตามลำดับ

- *ปัจจัยพลวัตร (Dynamic Data)* จำนวน 3 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยเรื่องความหนาแน่นของถนน ปัจจัยเรื่องความหนาแน่นของอาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน และปัจจัยเรื่องปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุด ตามลำดับ

โดยการให้ค่าคะแนนจากงานวิจัยของ ธนยศ ฉัตรภูติ และ ธนิตย์ อินทรัตน์ (2554) ในแต่ละปัจจัยค่าน้ำหนักตัวเลขยิ่งมากแสดงว่าปัจจัยนั้นๆมีผลทำให้พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมาก ที่มา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของค่าน้ำหนักได้จากกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์(Analysis Hierarchy Process, AHP) ด้านการวิเคราะห์ข้อมูลได้ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ด้วยชุดคำสั่ง Weight Overlay เพื่อให้ได้พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม แยกค่าคะแนนใช้สมการในการคำนวณ คือ Linear combination method ในโปรแกรม การแบ่งระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยจากการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยของกมลวรรณ (2551) และ โปรดปราน (2548) ใช้การแบ่งช่วงชั้นคะแนนด้วยวิธีการ Classification Method by Equal interval ซึ่งเป็นชุดคำสั่งในโปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

2.6 แบบจำลองทางอุทกศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการระบายน้ำ

2.6.1 กระบวนการเกิดน้ำท่า

Pilgrim and Cordery (1993) กล่าวว่ากระบวนการเกิดน้ำท่าเริ่มจากเมื่อฝนเริ่มตก ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาก็จะไหลไปตามแหล่งพื้นที่ผิวต่าง ๆ ซึ่งปริมาณน้ำส่วนใหญ่จะไหลไปตามลำน้ำ และมีการระเหยกลายเป็นไอไปสู่ชั้นบรรยากาศ บางส่วนไหลซึมสู่ชั้นน้ำใต้ดิน ขบวนการเหล่านี้จะเกิดเป็นวัฏจักรหมุนเวียนกันไป การเกิดน้ำท่ามักเกิดเมื่อมีฝนตกหนัก และมีปริมาณฝนมากกว่าความจุของชั้นดินหรือมากกว่าอัตราการซึมลงดิน จึงมีปริมาณน้ำไหลบนผิวดิน เกิดเป็นปริมาณน้ำท่าหรือน้ำท่วม เรียก “direct runoff ” ลักษณะของการเกิดน้ำท่วมโดยทั่วไปเกิดจากลักษณะของฝนที่ตกสองลักษณะได้แก่ ฝนที่ตกหนักภายในช่วงเวลาสั้น ๆ กล่าวคือ มีความเข้มฝนมาก หรือเกิดจากฝนตกต่อเนื่องเป็นเวลานาน

2.6.2 ส่วนประกอบของน้ำท่า

ในการวิเคราะห์น้ำท่าหรือน้ำท่วม จะต้องมีการแยกส่วนประกอบของน้ำท่าออกเป็นส่วนประกอบต่าง ๆ ซึ่งสามารถแบ่งส่วนประกอบของน้ำท่าตามลักษณะของการไหลมารวมกันได้เป็น 3 องค์ประกอบใหญ่ ดังนี้

1. น้ำท่าที่ไหลบนผิวดิน (Overland flow หรือ Direct Runoff) คือปริมาณน้ำท่าที่เหลือจากการซึมผ่านชั้นผิวดินและการระเหยไปสู่ชั้นบรรยากาศ จนมีปริมาณน้ำส่วนเกินไหลบนผิวดินและในลำธาร เป็นปริมาณน้ำส่วนที่เป็นองค์ประกอบหลักของการเกิดน้ำท่า

2. น้ำท่าที่ไหลภายในดิน (Interflow) คือปริมาณน้ำที่ไหลอยู่ใต้ชั้นผิวดินด้วยอัตราการเคลื่อนที่ช้า ๆ

3. น้ำใต้ดิน (Ground Water หรือ Base Flow) คือปริมาณน้ำส่วนที่ไหลลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน เป็นปริมาณน้ำที่หล่อเลี้ยงลำธารให้มีน้ำหรือความชุ่มชื้นตลอดปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการไหลของน้ำท่า

อวิรุทธ์ (2538) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการไหลของน้ำ ดังนี้

1. ปัจจัยเกี่ยวกับลักษณะภูมิอากาศ ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ ความชื้น ลักษณะการเกิดฝนตก เป็นต้น โดยที่ปริมาณการเกิดฝนตกเป็นปัจจัยหลักต่อการเกิดปริมาณน้ำท่ามากที่สุดลักษณะการเกิดฝนตกที่ต่างกัน ก่อให้เกิดลักษณะของการเกิดน้ำท่าที่แตกต่างด้วยเช่นกัน

2. ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ ได้แก่

- สภาพพื้นที่ เช่น ชนิดของดิน สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use)ลักษณะทางธรณีวิทยา เป็นต้น ลักษณะดังกล่าวนี้มีผลต่อการระบายน้ำหรือการเคลื่อนตัวของน้ำท่าภายในพื้นที่นั้น ๆ กล่าวคือ มีผลต่อลักษณะการไหลของน้ำท่าที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ถ้าพื้นที่มีการเพาะปลูกหรือมีป่าไม้มากก็จะทำให้มีปริมาณน้ำไหลซึมสู่ชั้นดินมาก ก่อให้เกิดความชุ่มชื้นในชั้นดิน ทำให้เกิดอัตราการระบายน้ำหรือการไหลของน้ำท่ามีปริมาณน้อยลง เป็นต้น

- ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ ได้แก่ ขนาด และรูปร่างของพื้นที่ลุ่มน้ำ จะมีผลต่อปริมาณและการไหลของน้ำท่า โดยปริมาณน้ำท่าจะแปรผันตามขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ กล่าวคือ ถ้าพื้นที่ลุ่มน้ำมีขนาดใหญ่ก็จะมีปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นตามขนาดพื้นที่ และลักษณะของการเกิดน้ำท่าจะให้กราฟน้ำท่าที่มีลักษณะของฐานของกราฟน้ำท่ากว้าง และขนาดการเกิดอัตราการไหลสูงสุด (Qpeak,Qp) จะไม่สูงหรือไม่ลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับพื้นที่ขนาดเล็ก

- ความลาดชันของพื้นที่ลุ่มน้ำ ลักษณะความลาดชันของลุ่มน้ำจะมีอิทธิพลต่อการซึมผ่านของน้ำผ่านผิวดิน (Infiltration) และการไหลบนผิวดิน (Surface Runoff) กล่าวคือ ถ้าความลาดชันของพื้นที่มาก จะทำให้การเกิดน้ำท่าเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วมากกว่า เมื่อเทียบกับพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ความลาดชันของลุ่มน้ำจะสัมพันธ์กับเวลาในการเกิดน้ำท่า ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมการเกิดอัตราการไหลสูงสุด (Qpeak ,Qp) ของน้ำท่าอีกด้วย

2.6.4 แบบจำลองการเปลี่ยนน้ำฝนเป็นน้ำท่า

การเกิดน้ำท่าผิวดิน ในพื้นที่ชุมชนเมืองโดยส่วนใหญ่น้ำท่าผิวดินจะมาจากปริมาณฝนส่วนเกิน (Rainfall Excess) โดยไม่คิดน้ำใต้ดินที่ไหลกลับ ดังนั้นน้ำท่าผิวดินจะมีค่าเท่ากับปริมาณฝนที่ตกลงบนพื้นที่หักออกด้วยค่าการสูญเสีย (Losses) โดยการสูญเสียที่สำคัญและมีผลกระทบต่อปริมาณน้ำส่วนเกินเป็นอย่างมากคือการสูญเสียเนื่องจากการไหลซึม (Infiltration) ในขณะที่การสูญเสียเนื่องจากการระเหยจะไม่คำนึงถึงในกรณีของการเกิดพายุฝน นอกจากการสูญเสียเนื่องจากการไหลซึมแล้วยังมีการสูญเสียเริ่มต้น Initial Losses) ที่มีผลกระทบต่อฝนส่วนเกินโดยจะเกิดจากปริมาตรกักเก็บ (Depression Storage) บนพื้นผิวหรือพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองทางอุทกศาสตร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ “แบบจำลองเหมารวม (Lumped Model)” และ “แบบจำลองกระจายพื้นที่ (Distributed Model)” แบบจำลองเหมารวมจะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของพารามิเตอร์ใดๆ ก็ตามเพียงค่าเดียว เพื่อแทนพื้นที่ลุ่มน้ำหรือพื้นที่ทั้งหมดของระบบที่ทำการจำลองแบบ ส่วนแบบจำลองกระจายพื้นที่จะกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ที่แตกต่างกันไปตามความผันแปรหรือความแตกต่างของลักษณะของพื้นที่ เช่น พื้นที่ราบตอนล่างมีค่าสัมประสิทธิ์หนึ่งและพื้นที่สูงชันบริเวณต้นน้ำอาจมีค่าสัมประสิทธิ์อีกค่าหนึ่ง แล้วจึงทำการประเมินผลเฉลี่ยที่เกิดขึ้นจากพื้นที่ทั้งหมดต่อไป ซึ่งแบบจำลองนี้มีความสมเหตุสมผลมากกว่าแบบจำลองเหมารวม

ปริมาณน้ำที่ต้องระบายสำหรับในงานวิจัยนี้จะมุ่งพิจารณาไปที่การระบายน้ำท่า (run-off) หมายถึง ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่รับน้ำแล้วไหลนองและเกิดการท่วมขังขึ้น โดยวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ คือ ทำการศึกษาวิเคราะห์ภาพรวมในระดับจังหวัดเพื่อใช้ประกอบการวางแผนบริหารจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินเท่านั้น มิได้ต้องการคำตอบในเชิงลึกหรือชี้เฉพาะในแต่ละบริบทของลุ่มน้ำต่างๆ อีกทั้งด้วยข้อจำกัดทางด้านเวลาและข้อมูล งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ “แบบจำลองเหมารวม (Lumped Model)” เพื่อเป็นตัวแทนของลุ่มน้ำทั้งหมด โดยเลือกใช้วิธีวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

เวลาของการไหลรวมตัว (Time of concentration; T_c)

ถึงแม้ว่าลักษณะทางธรรมชาติของพื้นที่ระบายน้ำของพื้นที่ชุมชนเมืองจะแตกต่างกัน แต่หลักสำคัญของการเกิดน้ำท่าบนผิวดินจะเกิดจากปริมาณฝนส่วนเกินบนความลาดเทและสภาพของพื้นผิว ในทางอุทกวิทยาของการเกิดน้ำท่าจะเริ่มจากการสูญเสียเริ่มต้น แล้วตามด้วยการสะสมของน้ำฝนที่ตกลงมาเกิดเป็นแอ่งน้ำ แล้วจึงเกิดเป็นน้ำท่าที่ไหลออกจากพื้นที่ ระยะเวลาที่น้ำใช้ในการเดินทางจากตำแหน่งไกลสุดในพื้นที่มายังจุดออกเรียกว่า Time of Concentration (T_c)

ดังนั้นเวลาของการไหลรวมตัว Time of Concentration (T_c) จึงหมายถึง เวลาที่น้ำท่าผิวดินซึ่งเกิดจากฝนที่มีอัตราการตกคงที่ ไหลจากทุกๆจุดของพื้นที่มารวมตัวกันที่จุดทางออก โดยเวลาในการไหลรวมตัว Time of Concentration (T_c) สามารถคำนวณได้จากสมการดังสรุปไว้ในตารางที่ 2.2 โดยเลือกใช้ตามความเหมาะสมกับบริบทของแต่ละพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 สรุปสูตรที่ใช้หาค่าเวลาการไหลรวมตัว Time of Concentration (Tc)

วิธีการของ	สูตรหาค่า T_c(min)	หมายเหตุ
1. Kirpich (1940)	$T_c = 0.0078L^{0.77} S^{-0.385}$ L = ความยาวของทางระบายจากจุดไกลสุดถึงทางออก (FT) S = ความลาดเฉลี่ยของพื้น ที่ (FT/FT)	ก. เหมาะกับพื้นที่ที่มีความลาดชัน 3-10 % และมีวัชพืชปกคลุม ข. พื้นผิวคอนกรีตแอสฟัลท์ $T_{CR}=T_C$ x 0.4 ค. รางคอนกรีต $T_{CR}=T_C$ x 0.2
2. California Culverts Practice (1942)	$T_C = 60(11.9L3/H)0.385$ L = ระยะทางของการไหลที่ไกลที่สุด (mi) H = ความแตกต่างของระดับ ณ จุดเริ่มต้นของการไหลถึงจุดทางออก (ft)หรือ $T_C = ((0.87L^3)/H)^{0.385}$ L = ระยะทางของการไหลที่ไกลที่สุด (Km.) H = ความแตกต่างของระดับ ณ จุดเริ่มต้นของการไหลถึงจุดทางออก (m)	ดัดแปลงมาจากสูตรของ Kirpich ใช้กับพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กตามหุบเขา
3. Federal Aviation Administration (1970)	$T_C = 1.8 (1.1 – C) L^{0.50}/S^{0.333}$ C = สัมประสิทธิ์การไหลนอง L = ระยะทางของการไหล (ft) S = ความลาดของพื้นที่ (%)	ใช้กับงานออกแบบระบายน้ำของสนามบินและพื้นที่ระบายน้ำในเมือง
4. U.S' Department of Agriculture Soil Conservation Service (SCS:1986)	$T_C = \frac{1}{60}\sum\frac{L}{V}$ L = ระยะทางของการไหล (ft) V = ความเร็วของการไหล (ft/s)	ใช้ได้กับลักษณะพื้นที่หลายประเภทโดยเลือกใช้ตามความเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

5. Kinematic Wave Morgale and Linsley (1965)	$T_c = 0.116 \frac{L^{0.6} n^{0.6}}{S^{0.3} i_{eff}^{0.4}}$ L = ความยาวของการไหลบนดิน (เมตร) S = ความลาดเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษา n = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของการไหลบนผิวดิน i_{eff} = ค่าความเข้มฝน (มม./ชั่วโมง)	พื้นผิวของน้ำท่ามาจากพื้นที่ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว ซึ่งวิธีนี้จะติดค่าตัวแปร i ซึ่งสามารถหาได้จากกราฟความเข้มฝน - ช่วงเวลา - ความถี่ฝน
6. Kerby's Equation(1959)	$T_C = c(n.Ls^{-0.5})^{0.467}$ L = ความยาวของการไหล < 365 m (1000 ft) c = 1.44 เมื่อ L เป็น m = 0.83 เมื่อ L เป็น ft S = ความลาดชัน n = สัมประสิทธิ์ความขรุขระของพื้นผิวการไหล	ค่า n หาจากสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning Formula
7. Bransby Williams Equation (1922)	$T_C = 21.3\ L/(A^{0.1}.S^{0.2})$ L = ความยาวจากจุดไกลสุดถึงทางออก (ไมล์) A = พื้นที่รับน้ำ (ตร.ไมล์) S = ความลาดชันของพื้นที่ระบายน้ำ	

ที่มา : รายงานทางวิชาการการออกแบบแก้ไขการระบายน้ำและจัดทิศทางการไหลของน้ำ ด้วยท่อ HDPE ในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง โดย กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม , 2554

การศึกษานี้เลือกใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์การไหลรวมตัวของน้ำท่า Time of Concentration (T_c) แบบวิธี Kinematic Wave Formula ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดย Morgale and Linsley (1965) วิธีนี้พัฒนามาจากกการวิเคราะห์ Kinematic Wave พื้นผิวของน้ำท่ามาจากพื้นที่ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว ซึ่งมีความสอดคล้องกับพื้นที่ศึกษาเนื่องจากพื้นที่ศึกษามีแนวโน้มในการพัฒนาไปสู่การเป็นเมืองสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique)

เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) เป็นเทคนิควิธีที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ.1953 (วันเพ็ญ 2540 :19 – 23) โดย Olaf Helmer และ Norman Dalhey เพื่อแก้ปัญหาการตัดสินเกี่ยวกับการทหาร โดยตั้งชื่อว่า โครงการเดลฟาย (Project Delphi) ซึ่งดำเนินการโดยบริษัทแรนท์ (Rand Corporation) โครงการนี้ใช้เทคนิคที่เรียกว่าเดลฟาย โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อรวบรวมความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญให้ลงมติเป็นเอกฉันท์

เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) คือ เทคนิคที่สกัดความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้คำตอบที่เป็นเอกฉันท์เพื่อการตัดสินใจ เทคนิคเดลฟายเป็นการจัดกระทำเป็นกลุ่ม โดยให้ข้อมูลย้อนกลับหลังจากพิจารณาคำตอบเป็นข้อๆ เทคนิคเดลฟายช่วยให้ผู้ตอบได้ทบทวนคำตอบของตนและอาจแก้ไขคำตอบของตนหลังจากที่ได้ข้อมูลย้อนหลัง โดยเทคนิคเดลฟายสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. เทคนิคที่ใช้กระดาษ-ดินสอ ที่เรียกว่า แบบฝึกหัดเดลฟาย (Delphi Exercise) ลักษณะของเทคนิคประเภทนี้ ได้แก่ การสร้างแบบสอบถามแล้วส่งไปยังกลุ่มผู้ให้ข้อมูลกลุ่มใหญ่ เพื่อให้ได้แบบสอบถามกลับ กลุ่มผู้สร้างแบบสอบถามนำคำตอบกลับมาพิจารณา สรุปย่อพัฒนาเป็นแบบสอบถามฉบับใหม่ กลุ่มผู้ให้ข้อมูลมีโอกาสทบทวนคำตอบของตนโดยผ่านแบบสอบถามรอบที่สอง ซึ่งเทคนิคเดลฟายแบบนี้เป็นการผสมผสานระหว่างคำตอบของกลุ่ม และกระบวนการปรึกษาหารือด้วยแบบสอบถาม บางทีเรียกว่าเทคนิคเดลฟายแบบเก่า (Conventional Delphai)

2. เทคนิคเดลฟายแบบใหม่ ที่เรียกว่าเดลฟายเข้าประชุม (Delphai Conference) แทนการมีกลุ่มผู้สร้างและปรับปรุงแบบสอบถามให้ใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งมีโปรแกรมสรุปคำตอบ วิธีนี้ลดความล่าช้าเนื่องจากการปรับปรุงคำตอบของระบบแต่ละรอบ โดยผู้ตอบนั่งอยู่หน้าจอคอมพิวเตอร์ เมื่อได้รับคำตอบ คอมพิวเตอร์จะประมวลผลรวมกับคำตอบของคนอื่น และสรุปให้เขารู้ได้ทันทีซึ่งเขาก็จะโต้ตอบกลับ ทำเช่นนี้เรื่อยๆ กับทุกๆคนที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ จนในที่สุดทุกคนให้คำตอบในทางเดียวกัน วิธีนี้อาจเรียกได้ว่า เดลฟายเชิงเวลาจริง (Real-Time Delphai)

ข้อดีของเทคนิคเดลฟาย จากการใช้แบบสอบถามซ้ำๆกันหลายรอบ ผลการตอบจะเริ่มมีความชัดเจนขึ้นจากการได้คำตอบที่ร่วมกันของกลุ่ม เทคนิคนี่เป็นเทคนิคที่กล่าวกันว่ามีประสิทธิภาพเหมาะสำหรับการเก็บข้อมูลจากบุคคลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าวโดยตรง โดยเฉพาะในเรื่องที่เกี่ยวกับการวางแผนและการตัดสินใจ การเก็บข้อมูลหลายๆรอบที่ไม่ได้ข้อสรุปร่วมกันเป็นปัญหาในการใช้เทคนิคเดลฟาย นั่นคือยังไม่ได้คำตอบที่เห็นตรงกันแม้ว่าจะมีการถามหลายๆรอบก็ตาม การวิเคราะห์เนื้อหามีปัญหา และอาจเปลี่ยนลำดับความสำคัญแตกต่างไปจากที่ผู้ตอบต้องการ โดยเฉพาะคำตอบที่มีหลายความหมายสุดท้าย จำนวนรอบที่ใช้ในเทคนิคเดลฟายมักทำได้ไม่เกิน 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบ เนื่องจากปัญหาการตอบและค่าใช้จ่าย ซึ่งเมื่อเป็นเช่นนี้การได้คำตอบร่วมกันอย่างแท้จริงอาจไม่เกิดในรอบที่ 4 ก็ได้

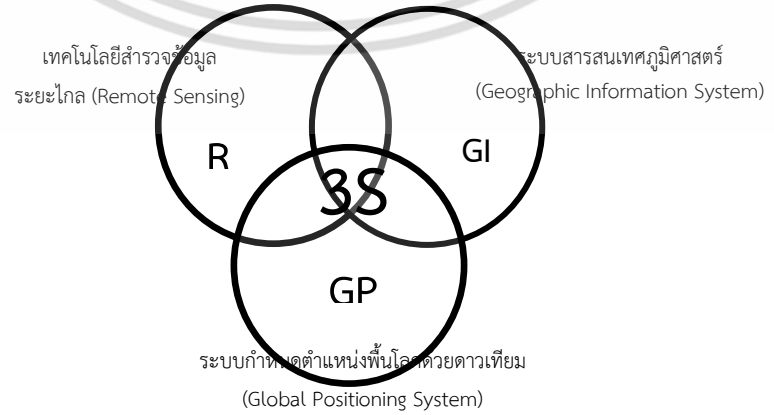
2.8 ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

2.8.1 ความหมายของระบบสสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ GIS (Geographic Information System)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS (Geographic Information System) เป็นระบบการจัดการข้อมูล การนำเข้าข้อมูล การแก้ไขและปรับปรุงข้อมูล การเปรียบเทียบและการแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ต่างๆโดยระบบ GIS สามารถตั้งเงื่อนไขเบื้องต้นเกี่ยวกับการเปรียบเทียบ ให้ประมวลผลของข้อมูลที่รวดเร็ว ง่ายต่อการเข้าใจ เป็นประโยชน์ในการตัดสินใจวางแผนในการดำเนินงาน รวมทั้งง่ายต่อการติดตามผลในการดำเนินงาน

Federal Interagency Coordinating Committee (สมบัติ, 2540) ได้ให้คำจำกัดความเอาไว้ว่า " GIS เป็นระบบของคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และวิธีการที่ออกแบบมาเพื่อการจัดเก็บ การจัดการ การจัดทำ การวิเคราะห์ การทำแบบจำลองและการแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อแก้ปัญหาการวางแผนที่ซับซ้อนและปัญหาในการจัดการ "

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) (สุเพชร, 2551) เป็นศาสตร์และศิลป์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีตำแหน่งอ้างอิงบนพื้นผิวโลก (Geospatial Data) โดยใช้เทคนิคที่เกี่ยวข้องคือ การรับรู้จากระยะไหล (Remote Sensing) ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (จีพีเอส) (Global Positioning System) และระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic) การจัดการข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการแสดงผลข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลสารสนเทศเชิงพื้นที่ (Geospatial Information) ที่นำไปใช้ประกอบการวางแผนและการตัดสินใจในการบริหารจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 2.5 องค์ประกอบของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ(Geo-Informatic/Geomatics)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 หลักการทำงานของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ภาระหน้าที่หลักๆ ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ควรจะมีอยู่ด้วยกัน 5 อย่าง ดังนี้

1. การนำเข้าข้อมูล (Input)

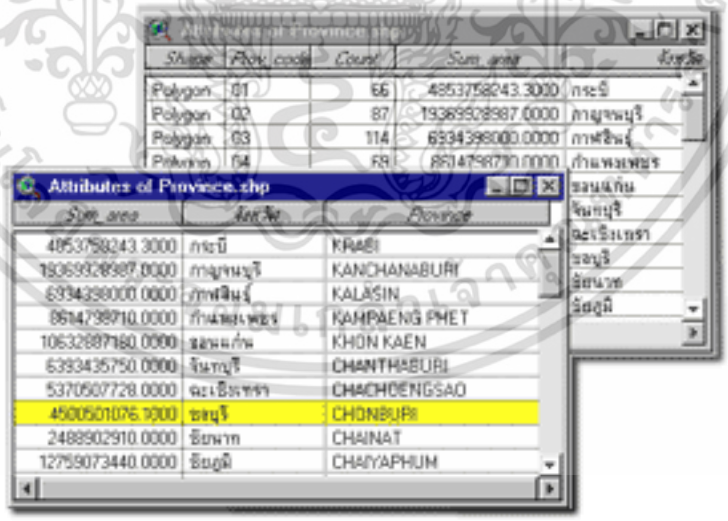
ก่อนที่ข้อมูลทางภูมิศาสตร์จะถูกใช้งานได้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูลจะต้องได้รับการแปลงให้มาอยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Format) เสียก่อน เช่น จากแผนที่กระดาษไปสู่ข้อมูลในรูปแบบดิจิตอล หรือแฟ้มข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเข้า เช่น Digitizer Scanner หรือ Keyboard เป็นต้น

2. การปรับแต่งข้อมูล (Manipulation)

ข้อมูลที่ได้รับเข้าสู่ระบบบางอย่างจำเป็นต้องได้รับการปรับแต่งให้เหมาะสมกับงาน เช่น ข้อมูลบางอย่างมีขนาดหรือสเกล (Scale) ที่แตกต่างกัน หรือใช้ระบบพิกัดแผนที่ที่แตกต่างกัน ข้อมูลเหล่านี้จะต้องได้รับการปรับให้อยู่ในระดับเดียวกันเสียก่อน

3. การบริหารข้อมูล (Management)

ระบบจัดการฐานข้อมูลหรือ DBMS จะถูกนำมาใช้ในการบริหารข้อมูลเพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพในระบบ GIS DBMS ที่ได้รับการเชื่อถือและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุด คือ DBMS แบบ Relational หรือระบบจัดการฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ (DBMS) ซึ่งมีหลักการทำงานพื้นฐาน ดังนี้คือ ข้อมูลจะถูกจัดเก็บในรูปของตารางหลาย ๆ ตาราง

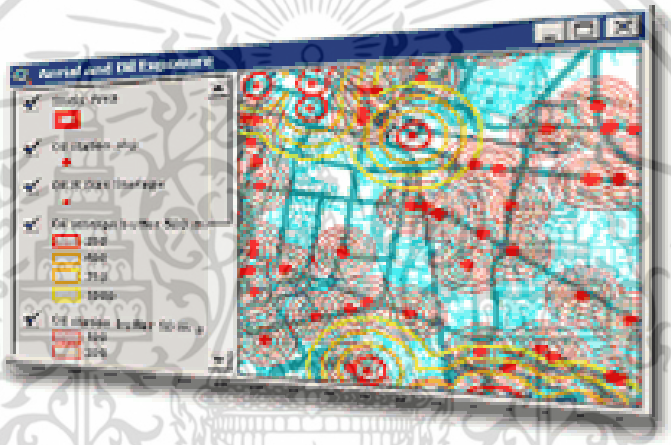


ภาพที่ 2.6 การจัดเก็บข้อมูลแบบเป็นตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูล (Query And Analysis)

เมื่อระบบ GIS มีความพร้อมในเรื่องของข้อมูลแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ให้เกิด ประโยชน์ เช่นการสืบค้นเจ้าของกรรมสิทธิ์ที่ดิน การหาระยะระหว่างเมือง 2 เมือง เป็นต้น หรือ ต้องมีการสอบถามอย่างง่าย ๆ เช่นชี้เมาส์ไปในบริเวณที่ต้องการแล้วเลือก (Point and Click) เพื่อสอบถามหรือเรียกค้นข้อมูล นอกจากนี้ระบบ GIS ยังมีเครื่องมือในการวิเคราะห์เช่น การวิเคราะห์เชิงประมาณค่า (Proximity หรือ Buffer) การวิเคราะห์เชิงซ้อน (Overlay Analysis) เป็นต้น หรือ ต้องมีการสอบถามอย่างง่าย ๆ เช่นชี้เมาส์ไปในบริเวณที่ต้องการแล้วเลือก (Point and Click) เพื่อสอบถามหรือเรียกค้นข้อมูล นอกจากนี้ระบบ GIS ยังมีเครื่องมือในการวิเคราะห์เช่น การวิเคราะห์เชิงประมาณค่า (Proximity หรือ Buffer) การวิเคราะห์เชิงซ้อน (Overlay Analysis) เป็นต้น

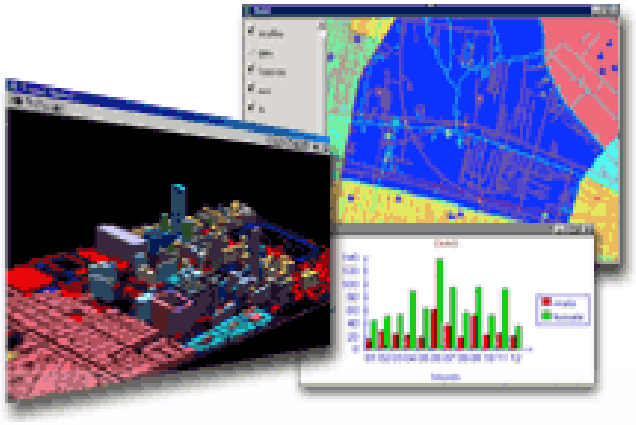


ภาพที่ 2.7 การเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูล (Query and Analysis)

5. การนำเสนอข้อมูล (Visualization)

จากการดำเนินการเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของตัวเลขหรือตัวอักษรซึ่งยากต่อการตีความหมายหรือทำความเข้าใจ การนำเสนอข้อมูลที่ดี เช่น การแสดงชาร์ต (Chart) แบบ 2 มิติ หรือ 3 มิติ รูปภาพจากสถานที่จริง ภาพเคลื่อนไหว แผนที่หรือแม้กระทั่งระบบมัลติมีเดียสื่อต่าง ๆเหล่านี้จะทำให้ผู้ใช้เข้าใจความหมายและมองภาพของผลลัพธ์ที่กำลังนำเสนอได้ดียิ่งขึ้นอีก ทั้งเป็นการดึงดูดความสนใจของผู้ฟังอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



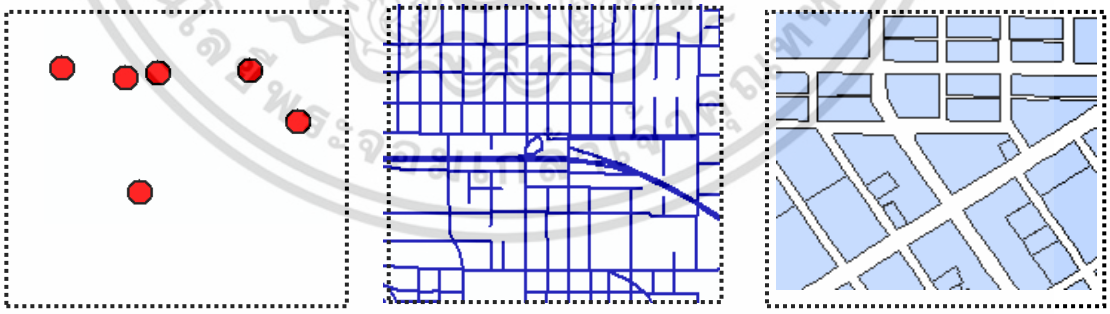
ภาพที่ 2.8 การนำเสนอข้อมูล (Visualization)

2.8.3 ประเภทของข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ประกอบไปด้วยข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute data) โดยข้อมูลแต่ละแบบมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) สามารถแทนได้ด้วย 2 รูปแบบพื้นฐาน

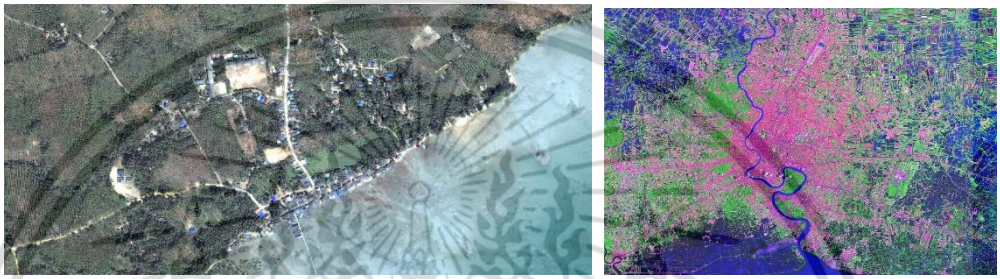
- ข้อมูลแบบเวกเตอร์ (Vector format) คือ ข้อมูลแสดงทิศทาง (Vector Data) จำแนกเป็นจุด(point) เส้น(Line) หรือรูปหลายเหลี่ยม(Polygon) ที่ประกอบด้วยจุดพิกัดทางแนวราบ (X , Y) หรือแนวดิ่ง (Z) ถ้าเป็นพิกัดตำแหน่งเดียวก็จะเป็นค่าของจุด ถ้าจุดพิกัดสองจุดหรือมากกว่าจะเป็นค่าของเส้น ส่วนพื้นที่นั้นจะต้องมีจุดมากกว่า 3 จุดขึ้นไป และจุดพิกัดเริ่มต้นและจุดพิกัดสุดท้ายจะต้องอยู่ตำแหน่งเดียวกัน เช่น ถนน แม่น้ำ ขอบเขตการปกครอง



ภาพที่ 2.9 ข้อมูลประเภทเวกเตอร์ (Vector format)

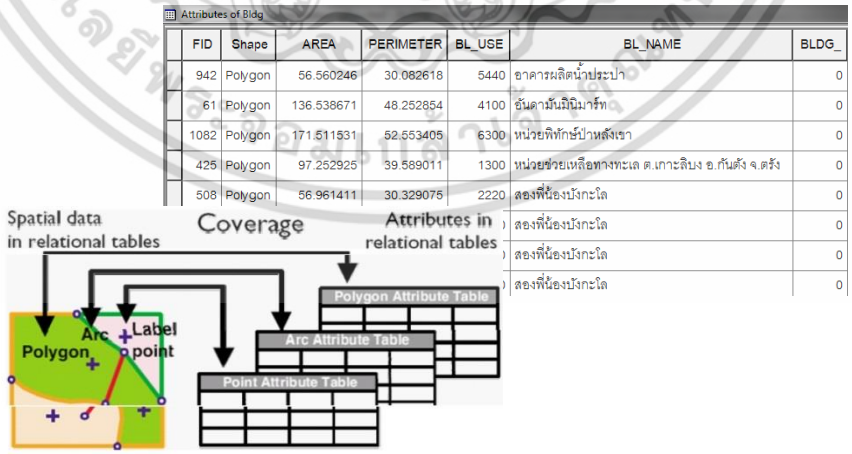
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อมูลแบบแรสเตอร์ (Raster format) คือ ข้อมูลที่มีโครงสร้างเป็นช่องเหลี่ยม เรียกว่า จุดภาพหรือ Grid cell เรียงต่อเนื่องกันในแนวราบและแนวดิ่ง ในแต่ละจุดภาพสามารถเก็บค่าได้ 1 ค่าความสามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูลขึ้นอยู่กับขนาดของเซลล์ ณ จุดพิกัดที่ประกอบขึ้นเป็นฐานข้อมูลแสดงตำแหน่งชุดนั้น ค่าที่เก็บในแต่ละจุดภาพสามารถเป็นได้ทั้งข้อมูลลักษณะสัมพันธ์หรือรหัสที่ใช้อ้างอิงถึงข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลก็ได้ Raster Data อาจแปรรูปมาจากข้อมูล Vector แต่จะมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นระหว่างการแปรรูปข้อมูล เช่น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เป็นต้น



ภาพที่ 2.10 ข้อมูลแบบแรสเตอร์ (Raster format)

2. ข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับคุณลักษณะต่างๆ ในพื้นที่นั้นๆ และแสดงออกมาเป็นข้อมูลตาราง เช่น ข้อมูลการถือครองที่ดิน ข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในดิน และข้อมูลเกี่ยวกับสภาวะเศรษฐกิจและสังคม เป็นต้น ซึ่งจัดเก็บในรูปแบบตารางข้อมูลเพื่อเชื่อมโยงกับข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

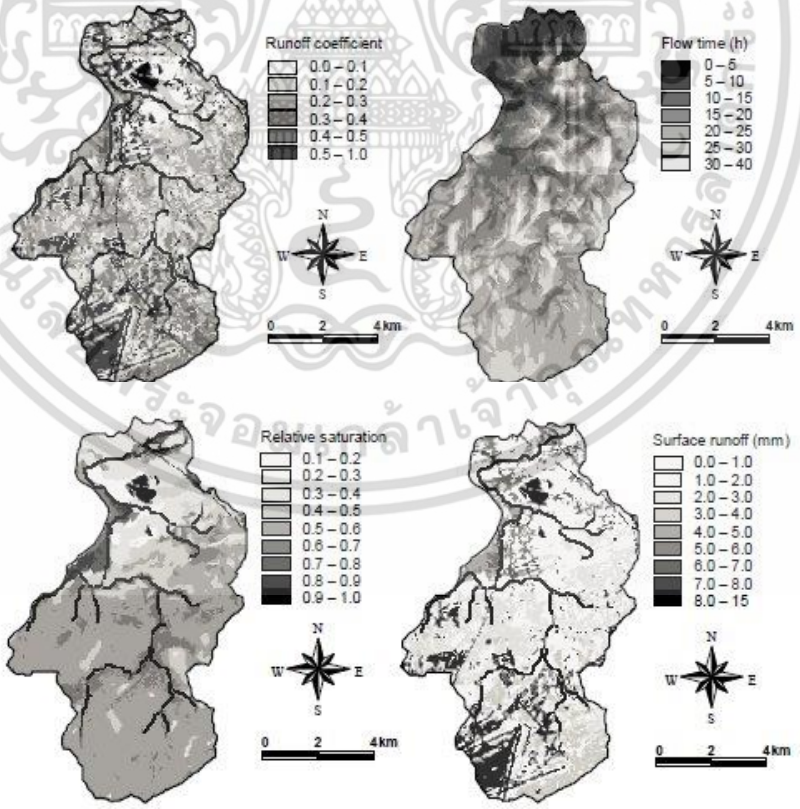


ภาพที่ 2.11 แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) กับข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute data)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.4 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ GIS ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ในปัจจุบันนักอุทกวิทยาได้หันมาให้ความสนใจกับข้อมูลระบบ GIS เพื่อใช้ในการศึกษาสภาพบางอย่างทางธรรมชาติ หรือ สภาพสิ่งที่มนุษย์ทำขึ้น เช่น การหมุนเวียนของน้ำในวัฏจักรทางอุทกวิทยาสำหรับการจำลองแบบทางอุทกวิทยา โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะการกระจาย ธรรมชาติ ซึ่งจะเกี่ยวพันกับการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ลุ่มน้ำ และฝน GIS มีบทบาททางด้านที่เป็นเครื่องช่วยบอกมิติเชิงพื้นที่ แบบจำลองทั่วไปในปัจจุบันมักจะมีส่วนที่ใช้ระบบ GIS โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน Software ที่มีความสามารถทางด้านข้อมูล Raster อย่างเช่น ARCGRID, Arc View Spatial Analyst, Intergraph ERMA, IDRISI, GRASS, ERDAS เป็นต้น ซึ่งในการรวมกันระหว่างแบบจำลองกับ GIS จำเป็นต้องใช้คำสั่งของ GIS functions ที่สร้างขึ้นมาเฉพาะเพื่อใช้กับแบบจำลองที่มีความซับซ้อน เช่น การสร้างคำสั่งขึ้นเพื่อใช้ในส่วนของข้อมูลที่ผันแปรตามเวลา (temporal), 3D หรือ 4D และ ตารางสำหรับการคำนวณด้วยวิธี finite element กล่าวได้ว่ารูปแบบของข้อมูลที่หลากหลายและการพัฒนาเครื่องมือที่ทันสมัย จะเป็นกลไกอันสำคัญที่ทำให้เกิดการรวมกันของแบบจำลองกับ GIS Software ซึ่งช่วยให้สามารถบริหารจัดการปัญหาในพื้นที่ศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 2.12 แสดงผลการวิเคราะห์ทางอุทกศาสตร์ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธัชชัย แสนเสนา (2547) ได้ทำการศึกษาเรื่องการประยุกต์ใช้แบบจำลองชลศาสตร์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อสร้างแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม พื้นที่ศึกษาแม่น้ำแม่กลองตอนบน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการไหลน้ำท่าของแม่น้ำแม่กลอง และพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิสาสตร์เพื่อสนับสนุนแบบจำลองชลศาสตร์ ในการลอกแบบการไหลและสร้างแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม ตามวิธีการพยากรณ์แบบใช้แบบจำลองอุทกศาสตร์ร่วมกับแบบจำลองชลศาสตร์ การศึกษาครั้งนี้ใช้สมการคาดการณ์การไหลย้อนกลับ 6 สมการ ในการทดสอบและนำสมการที่ดีที่สุดมาใช้ออกแบบปริมาณน้ำท่าของคาบการย้อนกลับ และพัฒนาข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการสร้างแบบจำลองภูมิประเทศเพื่อนำมาใช้ร่วมกับแบบจำลอง HEC RAS ในการพัฒนาเป็นเครื่องมือในการคาดการณ์พื้นที่น้ำท่วมและนำมาใช้ในการเตรียมการ,พยากรณ์เตือนภัยน้ำท่วม

ฤทัยรัตน์ มั่งศิลป์ (2550) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และแบบจำลองทางอุทกวิทยา เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมบริเวณลุ่มแม่น้ำแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินหาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมบริเวณดังกล่าว โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ร่วมกับหลักการวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่ (Potential Surface Analysis) และการใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยา (HEC-RAS Model) รวมทั้งการตรวจสอบแบบจำลองที่เหมาะสมในการประเมินหาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม โดยการเปรียบเทียบกับพื้นที่การเกิดน้ำท่วมจริงจากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม โดยผลจากการศึกษาพบว่าการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมโดยใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยามีค่าความถูกต้องร้อยละ 96.51%

ธีรวัตร์ กมลรัตน์ (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อประเมินการชะล้างพังทลายของดิน พื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จังหวัดนครราชสีมา โดยงานวิจัยได้มีการนำแบบจำลอง Revised Morgan , Morgan and Finney (RMMF) มาประยุกต์ใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้ในการออกแบบระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลองได้แก่ ปัจจัยด้านน้ำฝน (R , RN, I) ปัจจัยด้านดิน (BD , MS , COH , K) ปัจจัยด้านพืชหรือการใช้ประโยชน์ที่ดิน (A , Et/Eo , C , CC , GC , PH , EHD) และสภาพภูมิประเทศ (S) ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาพบว่าพื้นที่ศึกษามีอัตราการศูนย์เสียดินระหว่าง 0 - 0.16 ตัน/ปี/ไร่ จำเป็นต้องมีมาตรการอนุรักษณ์ดินและน้ำเป็นพิเศษ

อรพินท์ เพชรสวนแตง และสุเพชร จิรขจรกุล (2555) ได้ทำการศึกษาเรื่องบูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (MUSLE) เพื่อประเมินการไหลบ่าและพัดพาดินตะกอนในลุ่มน้ำอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบถึงปริมาณน้ำท่าและดินตะกอนที่ถูกพัดพา รวมถึงการจัดสร้างแผนที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดินในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย โดยใช้สมการการสูญเสียดินสากลดัดแปลง (MUSLE, modified universal soil loss equation) ซึ่งมีรูปแบบสมการ คือ Sediment yield = $11.8*(Q*qp)^{0.56}$ *KLSCP โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 กรณี คือคำนวณค่าปัจจัยน้ำท่า (Q) และอัตราการไหล (qp)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

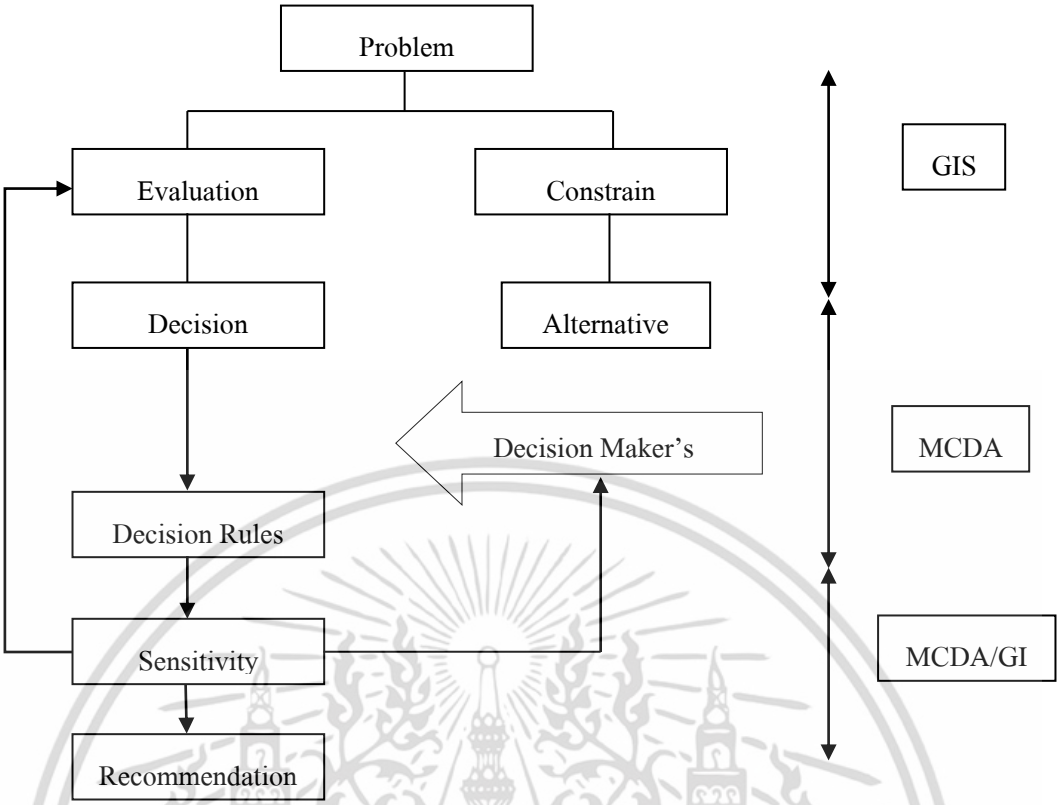
ด้วยวิธี SCS curve number จากข้อมูลฝนที่ตกรายวันเฉลี่ยสูงสุดเพื่อใช้ประเมินน้ำท่าจากชั้นข้อมูลสิ่งปกคลุมดินและปัจจัยการซับน้ำได้ของดินจากข้อมูลดินทางอุทกศาสตร์ และคำนวณค่าปัจจัย KLSCP โดยค่า (K) คือปัจจัยความคงทนของดินต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (LS) คือปัจจัยความลาดเทและความยาวความลาดเท และ (CP) คือปัจจัยการจัดการพืชและการอนุรักษ์ดินและน้ำ จากการศึกษาสามารถแบ่งพื้นที่ตามระดับความเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้ปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือพื้นที่ที่มีความเสี่ยงมาก ปานกลาง และน้อย ซึ่งมีค่าปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาอยู่ระหว่าง 8-26, 2-7 และน้อยกว่า 2 ตัน/ไร่/ปี

2.8.5 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบลำดับชั้น

การนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ร่วมกับการวิเคราะห์การจัดสินใจแบบหลายปัจจัย (Spatial Multicriteria Decision Analysis) นั้น เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่ช่วยแก้ปัญหาในการประเมินพื้นที่ เนื่องจากระบบสารสนเทศนั้นมีประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูล และแสดงผลของข้อมูล ในขณะที่การวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายปัจจัยช่วยในการวิเคราะห์ลำดับความสำคัญที่สอดคล้องกันของปัจจัยต่างๆที่นำมาเป็นเกณฑ์ในการตัดสิน

ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายปัจจัย เป็นการวิเคราะห์ที่จะต้องมีการวางเป้าหมายประเด็นปัญหาก่อน แล้วทำการประเมินและกำหนดปัจจัยต่างๆที่มีความเกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการดำเนินการ ซึ่งในการให้ค่าลำดับความสำคัญหรือน้ำหนักปัจจัยสามารถใช้ได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น Simple Additive Weighting (SAW), The value/utility function methods, The Ideal Point Methods, Fuzzy Aggregation Operations หรือ Goal Programming เป็นต้น จากนั้นนำน้ำหนักปัจจัยที่ได้มาวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยสรุปได้ดังรูปที่ 2.13 ซึ่งในการศึกษานี้ได้ใช้การวิเคราะห์การตัดสินใจแบบลำดับชั้น ในการหาค่าลำดับความสำคัญปัจจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.13 ขั้นตอนของ Spatial Multicriteria Decision Analysis

ที่มา : Bazak (2004) อ้างอิงจาก Malczewski

การวิเคราะห์การตัดสินใจแบบลำดับชั้นเป็นวิธีที่สามารถอธิบายทางคณิตศาสตร์ได้ คือ สามารถแปลงสิ่งที่ไม่สามารถวัดค่าทางด้านเชิงปริมาณ ให้สามารถมาวัดค่าเชิงปริมาณได้โดยการกำหนดเสกลการพิจารณา และเพื่อให้คำตอบที่เป็นไปแบบมีเหตุผลนั้น วิธีการวิเคราะห์กระบวนการตัดสินใจแบบลำดับชั้นจึงมีหลักการที่สำคัญคือ

1. มีการกำหนดเป้าหมายและแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาหลักและรอง โดยการนำมาสร้างแผนภูมิลำดับชั้น ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงกันของปัจจัยต่างๆ ซึ่งทำให้ผู้ตัดสินใจมองเห็นปัญหาได้ชัดเจนขึ้น

2. ในการคำนวณหาค่าน้ำหนักของเกณฑ์ทางเลือกหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้อง (Criterion weight) จะใช้วิธีจับคู่เปรียบเทียบ (Pairwise Comparison Method) คือ การนำเกณฑ์ทางเลือกหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องมาเปรียบเทียบกันทีละคู่ไปเรื่อยๆ โดยใช้มาตรฐานในการเปรียบเทียบวินิจฉัยเป็นคู่ๆ ดังตารางที่ 2.3 โดยทำการเปรียบเทียบในตารางเมตริกซ์ตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบอย่างเป็นเหตุเป็นผล

3. หาผลรวมของแต่ละคอลัมน์ในข้อ 2. และนำค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบแต่ละตัวเลขมาหารด้วยผลรวมของแต่ละคอลัมน์ จะได้ Normalized Matrix ซึ่งค่าที่ได้ใน Normalized Matrix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่า Normalized score จากนั้นคำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของ Normalized Matrix โดยนำค่า Normalized score ในแต่ละแถวรวมกันแล้วหารด้วยจำนวนปัจจัย จะได้ค่าน้ำหนักปัจจัยหรือค่าลำดับความสำคัญของปัจจัย

4.) คำนวณหาค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio ; C.R.) เพื่อทดสอบว่าผลของการเปรียบเทียบรายคู่ที่ได้ทำมานั้น มีความสอดคล้องกันของเหตุผลหรือไม่

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานในการเปรียบเทียบวินิจฉัยเป็นคู่ๆ

ระดับความสำคัญ	ความหมาย
1	สำคัญเท่ากัน
2	สำคัญเท่ากันถึงปานกลาง
3	สำคัญปานกลาง
4	สำคัญปานกลางถึงมาก
5	สำคัญมาก
6	สำคัญมากถึงมากที่สุด
7	สำคัญมากที่สุด
8	สำคัญมากที่สุดถึงสูงสุด
9	สำคัญสูงสุด

ที่มา : ดัดแปลงจาก Malczewski , 1999 cited Saaty, 1980

ธนยศ ฉัตรภูติ และ ธนิตย์ อินทรัตน์ (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่องการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม ในอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยนำกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) มาประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) โดยมีปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ความสูงของพื้นที่ ความลาดชัน การระบายน้ำของดิน ระยะห่างจากทางน้ำ และธรณีวิทยา ซึ่งระดับความเสี่ยงจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมสูง พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมปานกลาง และพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมต่ำแสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ในรูปแบบของแผนที่

สุเพชร จิรขจรกุล, พีระวัฒน์ แกล้ววิการณ์ และสุนันต์ อ่วมกระทุ่ม (2555) ได้ทำการศึกษาเรื่องเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในเขตอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณลักษณะและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม และเพื่อประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดแผ่นดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถล่มที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จำนวน 9 ปัจจัย ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายวัน ความลาดชัน ระดับความสูงของพื้นที่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ระยะห่างจากรอยเลื่อน ระยะจากแม่น้ำ การระบายน้ำของดิน และลักษณะหิน และการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประมวลผลร่วมกับการให้ค่าน้ำหนักและค่าคะแนนโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (analysis hierarchy process, AHP)

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ในงานวิจัยต่างๆที่ได้กล่าวมา จึงเป็นแนวคิดให้ผู้วิจัยนำเอาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) มาใช้เป็นเครื่องมือในงานวิจัยฉบับนี้ เนื่องจากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) มีความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ และมีชุดคำสั่งที่สามารถวิเคราะห์ผลร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

งานวิจัยครั้งนี้จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการเชื่อมโยงความรู้แบบบูรณาการโดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยในการเกิดอุทกภัย ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (analysis hierarchy process , AHP) ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวของกับพฤติกรรมการไหลรวมตัวของน้ำท่าผิวดิน จากจุดใดๆในพื้นที่ไปจนสู่ทางออกของน้ำ (Time of concentration ,Tc) โดยนำผลลัพธ์ทั้งสองมาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อหาระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ศึกษา ภายใต้ข้อจำกัดเรื่องภัยพิบัติ (อุทกภัย) เพื่อนำไปสู่การบริหารจัดการและกำหนดรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เหมาะสมสอดคล้องกับข้อจำกัด และ ศักยภาพของพื้นที่โดยดำรงไว้ซึ่งความสามารถในการเป็นพื้นที่รับน้ำ และไม่เป็นอุปสรรคต่อพื้นที่ที่กำลังพัฒนาเป็นเมืองในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ระเบียบวิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่รับน้ำฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ งานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานวิจัยเชิงประยุกต์ (Applied Research) โดยทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลงานวิจัย (Document Research) ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการความเสี่ยงและรับมือกับผลกระทบจากภัยพิบัติในด้านอุทกภัย และนำศาสตร์ทางด้านการวางผังเมืองมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเครื่องมือระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อใช้พยากรณ์ (Prediction Research) คาดการณ์พื้นที่เสี่ยงภัย ประกอบการวางแผน (Planning Research) พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินภายในพื้นที่ศึกษา โดยมีระเบียบขั้นตอนในงานวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 การประเมินระดับความเสี่ยงภัยในการเกิดอุทกภัยของพื้นที่ศึกษา

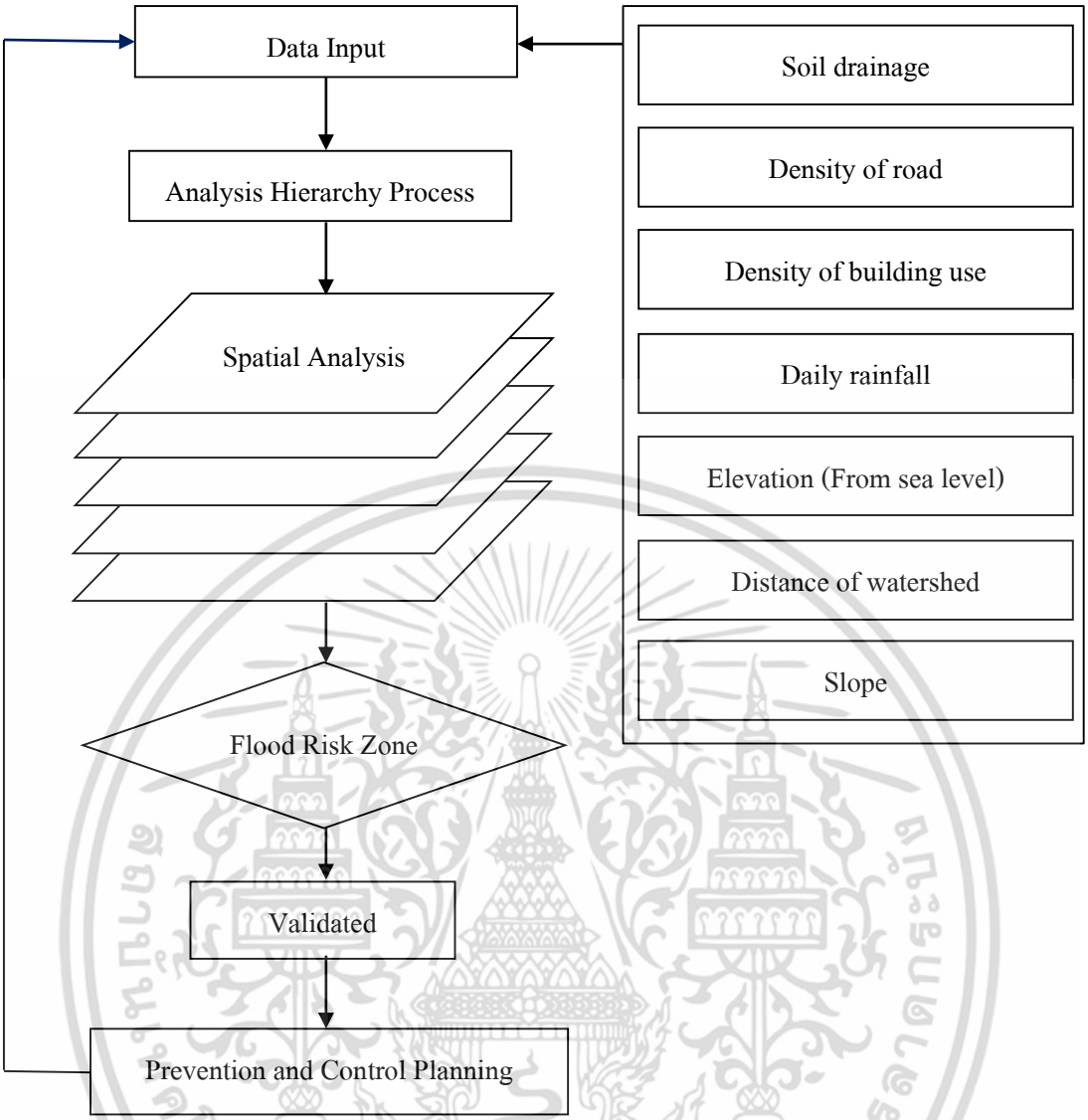
3.2 การประเมินศักยภาพในการระบายน้ำท่าของพื้นที่ศึกษาโดยแบบจำลองทางอุทกศาสตร์

3.3 วิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่และเสนอแนะแนวทางการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินภายในพื้นที่ศึกษา

3.1 การประเมินระดับความเสี่ยงภัยในการเกิดอุทกภัยของพื้นที่ศึกษา

จุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดอุทกภัยในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic information system : GIS) มาทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ซึ่งกระทำโดยใช้เทคนิคการซ้อนทับข้อมูล เพื่อสร้างแผนที่แสดงความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัย ที่สามารถบอกระดับความเสี่ยงตั้งแต่ระดับสูงไปสู่ระดับต่ำ ตามปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการเกิดอุทกภัย ซึ่งแต่ละปัจจัยถูกกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญโดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process :AHP) ผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปสู่การวางแผนและบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั้งหมดที่ได้กล่าวมามีลำดับขั้นตอนในการศึกษา ดังรายละเอียดในภาพที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 กรอบแนวความคิดในการประเมินระดับความเสี่ยงภัยในการเกิดอุทกภัยของพื้นที่ศึกษา

3.1.1 การศึกษาคุณลักษณะและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาหลักการ ทฤษฎี เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับคุณลักษณะและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัย พบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยจำนวนมาก อาทิเช่น ปริมาณน้ำฝน, พื้นที่น้ำท่วม, ความลาดชันของพื้นที่, ความสูงจากระดับน้ำทะเล, ความหนาแน่นของทางน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย, สิ่งกีดขวางทางน้ำ, ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย,ความสามารถในการระบายน้ำของดิน, การใช้ประโยชน์ที่ดิน, ระยะห่างจากแหล่งน้ำ, ข้อมูลธรณีวิทยา, โครงข่ายท่อระบายน้ำ ฯลฯ แต่เนื่องจากข้อจำกัดในด้านข้อมูลและเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัด ผู้วิจัยจึงทำการคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉพาะปัจจัยที่มีความสำคัญ จำนวน 7 ปัจจัย ดังต่อไปนี้ มาใช้สำหรับการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมสำหรับจังหวัดสมุทรปราการ (รายละเอียดโดยสรุปสามารถดูประกอบได้จากตารางที่ 3.2)

3.1.1.1 ข้อมูลชนิดของดิน

ความสามารถในการระบายน้ำของดิน เนื้อดินมีผลต่อการเกิดอุทกภัย กล่าวคือ ดินที่มีเนื้อละเอียดโดยเฉพาะดินที่มีค่าอนุภาคของดินเหนียวสูงจะมีการระบายน้ำไม่ดี (กลุ่มชุดดินที่พบในพื้นที่ลุ่ม) ทำให้เกิดการแช่ขังของน้ำ ในทางกลับกันดินที่มีอนุภาคของดินเหนียวต่ำจะมีการระบายน้ำได้ดี (กลุ่มดินที่พบในพื้นที่ดอน) ซึ่งจะช่วยให้การระบายน้ำส่วนเกินออกจากพื้นที่ประสบอุทกภัยได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ไม่เกิดการแช่ขังของน้ำ งานวิจัยนี้ได้จัดกลุ่มความสามารถหรือศักยภาพในการระบายน้ำของดินโดยอ้างอิงจากกรมพัฒนาที่ดิน (2548) ดังนี้

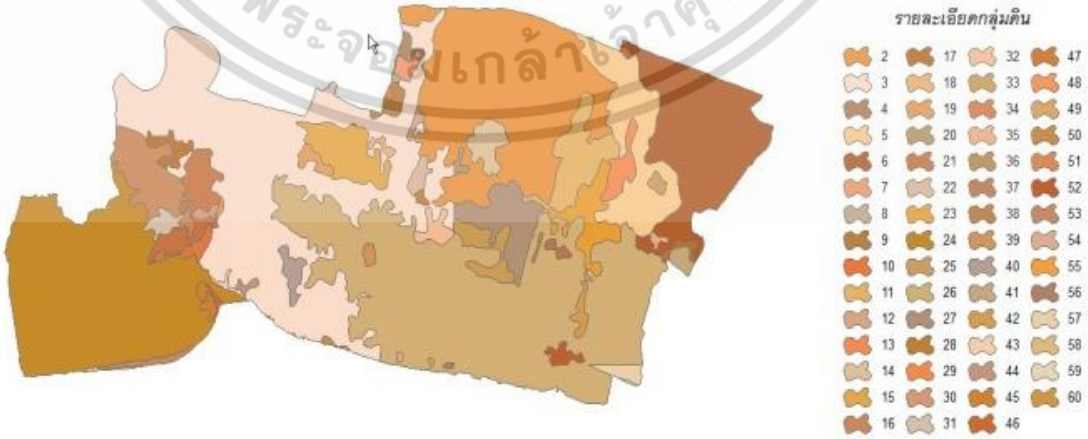
กลุ่มชุดดิน กรมพัฒนาที่ดินได้จำแนกออกเป็น 62 กลุ่มชุดดินด้วยกัน โดยสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มชุดดินที่พบในพื้นที่ลุ่ม (ความสามารถในการระบายน้ำไม่ดี) ได้แก่กลุ่มชุดดินที่ 1-25 และกลุ่มชุดดินที่ 57-59 และกลุ่มชุดดินที่พบในพื้นที่ดอน (ความสามารถในการระบายน้ำได้ดี) ได้แก่กลุ่มชุดดินที่ 26-56 และ 60-62 โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการจำแนกกลุ่มความสามารถการระบายน้ำออกเป็น 4 กลุ่มย่อย ตามมาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน (2548) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (ดูภาพที่ 3.2 ประกอบ)

กลุ่มที่ 1 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมน้อย (การระบายน้ำดี)

กลุ่มที่ 2 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมปานกลาง (การระบายน้ำดีปานกลาง)

กลุ่มที่ 3 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมาก (การระบายน้ำค่อนข้างเลว)

กลุ่มที่ 4 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมากที่สุด (การระบายน้ำเลว)



ภาพที่ 3.2 แสดงรายละเอียดการจำแนกชนิดและประเภทของกลุ่มดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.2 ข้อมูลโครงสร้างพื้นฐาน (โครงข่ายถนน)

ถนนเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถชี้นำการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจของเมือง แต่ในทางกลับกันก็ส่งผลต่อระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยด้วย กล่าวคือ ระบบโครงข่ายถนนที่มนุษย์สร้างขึ้นมีอิทธิพลต่อรูปแบบการไหลตามธรรมชาติของน้ำท่าผิวดิน โดยถนนอาจมีส่วนทำให้เกิดการเบี่ยงเบน ชะลอ หรือกีดขวางเส้นทางการไหลของน้ำ ตามลักษณะทางกายภาพเดิมของพื้นที่ ดังนั้น ในพื้นที่ที่มีเส้นทางคมนาคมมากจึงอาจเป็นอุปสรรคต่อการไหลของน้ำ และอาจทำให้การระบายน้ำส่วนเกินออกจากพื้นที่เป็นไปได้ล่าช้ากว่าปกติ ส่งผลให้โอกาสเกิดอุทกภัยเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย งานวิจัยนี้ได้แบ่งระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยดังกล่าว โดยพิจารณาจากความหนาแน่นของถนนต่อพื้นที่รับน้ำ (ดูภาพที่ 3.3 ประกอบ) ซึ่งเกณฑ์ในการแบ่งระดับความรุนแรงใช้การแบ่งช่วงชั้นคะแนนด้วยวิธีการ Classification Method by Equal interval ซึ่งเป็นชุดคำสั่งในโปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ArcGIS 10.0 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมน้อย (ความหนาแน่นของถนน 0-10 %)
กลุ่มที่ 2 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมปานกลาง (ความหนาแน่นของถนน 10-25 %)
กลุ่มที่ 3 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมาก (ความหนาแน่นของถนน 25-40 %)
กลุ่มที่ 4 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมากที่สุด (ความหนาแน่นของถนน > 40 %)

หมายเหตุ กำหนดให้แบ่งพื้นที่รับน้ำที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาหาระดับความหนาแน่นของถนน ออกเป็นตารางกริดย่อยๆ ขนาดตารางกริดละ 90 x 90 เมตร เท่าๆกันทั่วทั้งพื้นที่ เนื่องจากต้องแปลงข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้ซึ่งเป็นข้อมูลชนิด Vector ประเภท Polygon นี้ ไปเป็นข้อมูลชนิด Raster เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุกทกภัย ด้วยโปรแกรม ArcGIS 10.0 ด้วยชุดคำสั่ง Map Algebra ต่อไป ซึ่งข้อมูล Raster ทั้งหมดที่ใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้ จำเป็นต้องกำหนดขนาดความละเอียดของข้อมูลให้เท่ากัน ในการศึกษานี้ให้ขนาดความละเอียดของกริดเท่ากับ 90 x 90 เมตร ตามขนาดข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Modeling : DEM) ซึ่งถูกใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นของงานวิจัยชิ้นนี้ ทั้งนี้เพื่อความถูกต้องแม่นยำของผลลัพธ์ที่จะได้จากการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุกทกภัย ด้วยเทคนิคการซ้อนทับข้อมูล (Overlay function) ในขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.3 แสดงรายละเอียดโครงข่ายถนนภายในพื้นที่รับน้ำ

3.1.1.3 ข้อมูลอาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดินบนพื้นที่ศึกษา

เนื่องจากจำนวนประชากรที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบัน ย่อมส่งผลให้ภาวะความเป็นเมืองของพื้นที่ทวีความเข้มข้นขึ้นด้วย (ความต้องการอาคารที่อยู่อาศัย สิ่งปลูกสร้างเพื่อรองรับระบบเศรษฐกิจ) ผลที่ตามมา คือ พื้นที่ซึ่งมีสิ่งปลูกสร้างกีดขวางทางน้ำมากย่อมมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะน้ำท่วมมากกว่าพื้นที่ซึ่งมีความหนาแน่นของสิ่งปลูกสร้างกีดขวางทางน้ำน้อย งานวิจัยนี้ได้แบ่งระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยดังกล่าว โดยพิจารณาจากความหนาแน่นของอาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดินต่อพื้นที่รับน้ำ (ดูภาพที่ 3.4 ประกอบ) ซึ่งเกณฑ์ในการแบ่งระดับความหนาแน่นของอาคารปกคลุมดิน ใช้การแบ่งช่วงชั้นคะแนนด้วยวิธีการ Classification Method by Equal interval ซึ่งเป็นชุดคำสั่งในโปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ArcGIS 10.0 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมน้อย (ปริมาณสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดินหนาแน่นน้อย 0-25 %)

กลุ่มที่ 2 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมปานกลาง (ปริมาณสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดินหนาแน่นปานกลาง 25-50 %)

กลุ่มที่3 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมาก (ปริมาณสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดินหนาแน่นมาก 50-75 %)

กลุ่มที่ 4 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมากที่สุด (ปริมาณสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดินหนาแน่นมากที่สุด 75-100 %)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ กำหนดให้แบ่งพื้นที่รับน้ำที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาหาระดับความหนาแน่นของอาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน ออกเป็นตารางกริดย่อยๆ ขนาดตารางกริดละ 90 x 90 เมตร เท่าๆกันทั่วทั้งพื้นที่ เนื่องจากต้องแปลงข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้ซึ่งเป็นข้อมูลชนิด Vector ประเภท Polygon นี้ ไปเป็นข้อมูลชนิด Raster เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุกทกภัย ด้วยโปรแกรม ArcGIS 10.0 ด้วยชุดคำสั่ง Map Algebra ต่อไป ซึ่งข้อมูล Raster ทั้งหมดที่ใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้จำเป็นต้องกำหนดขนาดความละเอียดของข้อมูลให้เท่ากัน ในการศึกษานี้ให้ขนาดความละเอียดของกริดเท่ากับ 90 x 90 เมตร ตามขนาดข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Modeling : DEM) ซึ่งถูกใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นของงานวิจัยชิ้นนี้ ทั้งนี้เพื่อความถูกต้องแม่นยำของผลลัพธ์ที่จะได้จากการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุกทกภัย ด้วยเทคนิคการซ้อนทับข้อมูล (Overlay function) ในขั้นตอนต่อไป

ภาพที่ 3.4 แสดงรายละเอียดปริมาณสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน

3.1.1.4 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (ปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุด)

ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ที่ตกลงในพื้นที่ลุ่มน้ำมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา ซึ่งส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงในการเกิดน้ำท่วม พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนตกหนักย่อมมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยมากตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้งานวิจัยให้ผลเป็นที่น่าเชื่อถือข้อมูลปริมาณน้ำฝนควรใช้ที่คาบความถี่ในช่วง 30-50 ปี เพื่อครอบคลุมโอกาสเสี่ยงในการเกิดภัยธรรมชาติ แต่เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลที่มีการเก็บไม่ต่อเนื่อง ทำให้ในงานวิจัยนี้จำเป็นต้องใช้ข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุด จำนวนคาบความถี่ที่ 10 ปี ย้อนหลังมาเป็นฐานข้อมูลใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัย โดยครอบคลุมพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการทั้งหมด ประกอบไปด้วย 17 สถานีตรวจวัด มีรายละเอียดดังตารางที่ 3.1 (ดูภาพที่ 3.5 ประกอบ)

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดข้อมูลสถานีตรวจวัดน้ำฝนและปริมาณฝนตกรายวันสูงสุด สถิติในรอบ 10 ปี ที่ใช้ในการศึกษา

รหัส	สถานที่ตั้งสถานีตรวจวัด	ช่วงปีข้อมูลที่นำมาใช้	ปริมาณฝนรายวันสูงสุด (mm.)
429001	ร.ร.เทศบาล 1 อ.เมือง จ.สมุทรปราการ	2002-2012	184.3
429002	อำเภอพระประแดง จ.สมุทรปราการ	2002-2006	143.3
429005	ตำบลบางปูใหม่ กม.34 อ.เมือง จ.สมุทรปราการ	2002-2008	147.2
429006	รร.วัดราษฎร์รังสรรค์ จ.สมุทรปราการ	2002-2006	151.3
429007	สถานพักฟื้นสวางค์นิวาส จ.สมุทรปราการ	2002-2012	146.9
429201	นำร่อง จ.สมุทรปราการ	2002-2012	135.2
455301	กรุงเทพ ฯ บางนา สกษ.	2003-2012	185.9
429601	สนามบินสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	2008-2012	105.2
455201	กรุงเทพมหานคร	2003-2012	216.8
455203	กรุงเทพ ฯ ท่าเรือคลองเตย	2003-2012	152.2
455601	กรุงเทพ ฯ สนามบินดอนเมือง	2003-2012	123.3
423301	ฉะเชิงเทรา	2003-2012	130.5
459201	ชลบุรี	2003-2012	150
459202	เกาะสีชัง	2003-2012	137.6
459203	พัทยา	2003-2012	189.4
459205	แหลมฉบัง	2003-2012	116.2
52070	บางกระเจ้า สมุทรสาคร	2009-2012	78.20

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา

จากนั้นนำเข้าข้อมูลปริมาณน้ำฝน (Rainfall) มาสร้างเป็นแผนที่ปริมาณน้ำฝน (Rainfall Map) ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS โดยทำการประมาณค่าข้อมูลฝนเชิงพื้นที่ (Spatial Interpolation) หาบริเวณที่ไม่ทราบค่าปริมาณน้ำฝนจากข้อมูลสถานีฝนที่ทราบค่า ซึ่งหลักการทำงานของการประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Spatial Interpolation) คือ การทำนายค่าให้กับเซลล์ใน Raster

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลจุดตัวอย่างที่มีอยู่อย่างจำกัด ด้วยวิธีนี้สามารถใช้ในการทำนายค่าที่ไม่ทราบจากจุดใดๆ ทางภูมิศาสตร์ได้ เช่น ค่าระดับความสูง (Elevation) ปริมาณน้ำฝน และการกระจายตัวของสารเคมี เป็นต้น ซึ่งมีหลายวิธีที่สามารถสร้างพื้นผิวขึ้นมาได้จากข้อมูลแบบจุด อาทิเช่น IDW (Inverse Distance Weighting) , Splines , Thiessen และ Kriging เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีจะทำการสันนิษฐานว่าควรประมาณการค่าใดกำหนดให้กับเซลที่ต้องการประมาณข้อมูล โดยจะขึ้นอยู่กับการจำลองข้อมูลจริงที่มีอยู่และการกระจายตัวของจุดตัวอย่าง วิธีการประมาณค่าแต่ละแบบจะมีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพื้นผิวจริงแต่ละลักษณะ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าวิธีการประมาณค่าในช่วงที่ใช้จะเปลี่ยนไปตามจุดตัวอย่างเรื่องต่างๆ เช่น การกระจายตัวของจุด และยังให้ผลลัพธ์ต่างกันจากวิธีการแต่ละแบบด้วย

จะเด็ด วันทอง;มานิตย์ เหง้ายอด;วสันต์ พิลึก (2548) ได้ทำการวิจัยการประมาณปริมาณน้ำฝนรายวันในบริเวณพื้นที่ฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร โดยการประมาณจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนของสถานีน้ำฝนในพื้นที่ใกล้เคียงด้วยวิธีต่างๆข้างต้น ผลการศึกษาพบว่าวิธี Kriging Interpolation เป็นวิธีการประมาณค่าน้ำฝนที่ได้ผลใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากที่สุด เนื่องจากมีค่า Root Mean Square Error (RMSE) น้อยที่สุด ในการหาปริมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่

ดังนั้นในการจัดเตรียม Parameter Maps ปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝน สำหรับใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมของพื้นที่ในงานวิจัยนี้ จึงใช้วิธีการประมาณค่าแบบ Kriging Interpolation เนื่องจากเป็นวิธีหนึ่งที่เหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพพื้นที่ศึกษา (ดูภาพที่ 3.6 ประกอบ) ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งระดับความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมเนื่องจากปัจจัยเรื่องปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุด ตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2542) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

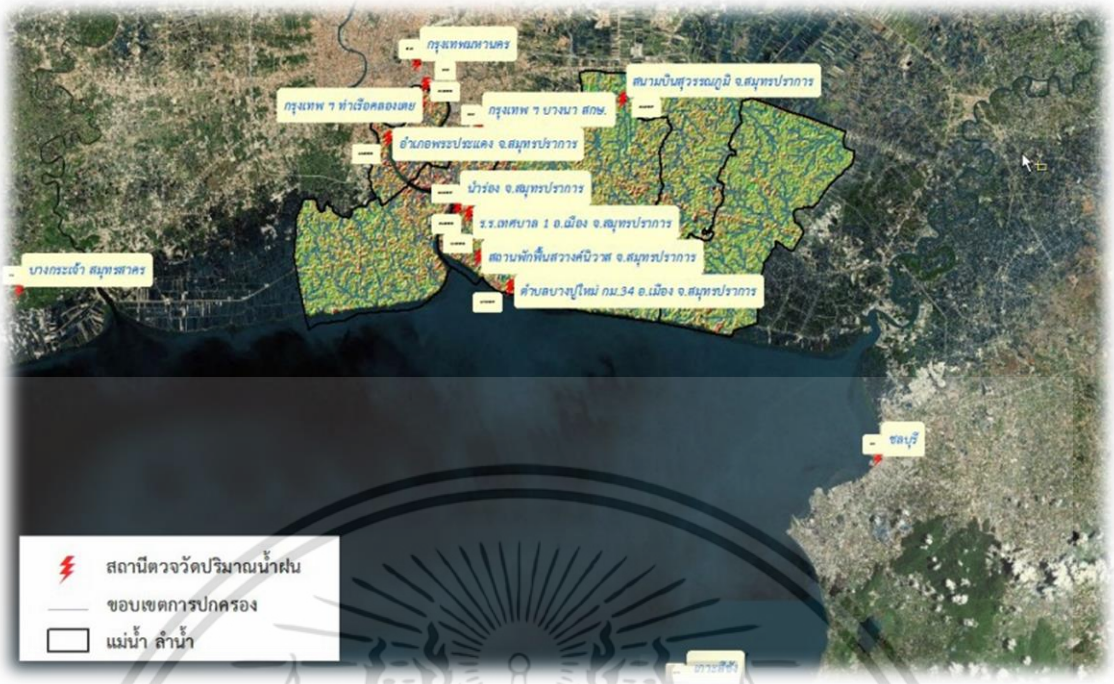
กลุ่มที่ 1 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมน้อย (มีปริมาณฝนตกน้อยกว่า 60 มม./วัน)

กลุ่มที่ 2 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมปานกลาง (มีปริมาณฝนระหว่าง 60 – 75 มม./วัน)

กลุ่มที่ 3 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมาก (มีปริมาณฝนระหว่าง 75 - 100 มม./ วัน)

กลุ่มที่ 4 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมากที่สุด (มีปริมาณฝนมากกว่า 100 มม./วัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 รายละเอียดตำแหน่งสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝน

ภาพที่ 3.6 แสดงการประมาณค่าโดยใช้เทคนิค Kriging เพื่อสร้างแผนที่ปริมาณน้ำฝน (Rainfall Map)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.5 ข้อมูลระดับความสูงภูมิประเทศจากระดับน้ำทะเล (Elevation)

ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็นอีกปัจจัยทางธรรมชาติรูปแบบหนึ่ง ที่ส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยของพื้นที่ศึกษา เนื่องจากน้ำทะเลมีการเคลื่อนไหวขึ้นลงตามธรรมชาติ ส่งผลให้ระดับระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยามีการขึ้นลงตามไปด้วย ในช่วงเดือนกันยายนถึงตุลาคมเป็นช่วงฝนตกหนักในภาคกลางและมีปริมาณน้ำนองจากพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนของแม่น้ำเจ้าพระยาไหลลงมาเป็นจำนวนมาก ถ้าน้ำทะเลหนุนในช่วงนี้จะทำให้เกิดน้ำท่วมในพื้นที่ที่เป็นที่ต่ำได้ ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งระดับความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมเนื่องจากปัจจัยค่าระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (ดูภาพที่ 3.7 ประกอบ) ตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยสำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2541) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมน้อย (ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล > 500 ม.)

กลุ่มที่ 2 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมปานกลาง (ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ระหว่าง 300 – 500 ม.)

กลุ่มที่ 3 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมาก (ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ระหว่าง 100 - 300 ม.)

กลุ่มที่ 4 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมากที่สุด (ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล < 100 ม.)

ภาพที่ 3.7 แสดงรายละเอียดระดับความสูงภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.6 ข้อมูลแหล่งน้ำผิวดิน (พื้นที่ลุ่มรับน้ำของจังหวัดสมุทรปราการ)

พื้นที่รับน้ำ คือ พื้นที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุทุกภัยสูงเนื่องจากกายภาพของพื้นที่เป็นที่ลุ่มต่ำกว่าพื้นที่โดยรอบ ดังนั้นเมื่อฝนตกน้ำท่าจะไหลรวมตัวมาสู่บริเวณดังกล่าว ซึ่งระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยจะแปรผันตามระยะห่างโดยรอบพื้นที่ลุ่มรับน้ำ กล่าวคือพื้นที่ที่อยู่ใกล้พื้นที่ลุ่มรับน้ำย่อมมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยมากกว่าพื้นที่ที่อยู่ห่างออกไป งานวิจัยนี้ทางผู้วิจัยจึงตั้งสมมุติฐานระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องพื้นที่ลุ่มรับน้ำของจังหวัด (ดูภาพที่ 3.8 ประกอบ) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมน้อย (ห่างจากพื้นที่ลุ่มรับน้ำมากกว่า 500 ม.)

กลุ่มที่ 2 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมปานกลาง (ห่างจากพื้นที่ลุ่มรับน้ำระหว่าง 300 – 500 ม.)

กลุ่มที่ 3 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมาก (ห่างจากพื้นที่ลุ่มรับน้ำระหว่าง 100 - 300 ม.)

กลุ่มที่ 4 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมากที่สุด (ห่างจากพื้นที่ลุ่มรับน้ำน้อยกว่า 100 ม.)

หมายเหตุ ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยซึ่งจำแนกตามระยะห่างโดยรอบพื้นที่ลุ่มรับน้ำสามารถกำหนดขึ้นได้โดยชุดคำสั่ง Buffer ของโปรแกรม ArcGIS 10

ภาพที่ 3.8 แสดงรายละเอียดพื้นที่ลุ่มรับน้ำของพื้นที่ศึกษา

3.1.1.7 ข้อมูลความลาดชันของภูมิประเทศ (Slope)

ความลาดชันของพื้นที่เป็นอีกปัจจัยทางธรรมชาติรูปแบบหนึ่ง ที่ส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยของพื้นที่ศึกษา กล่าวคือ พื้นที่ที่มีความลาดชัน (Slope) ต่ำความสามารถใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การระบายน้ำออกจากพื้นที่ช้า จึงมีโอกาสเกิดน้ำท่วมขังได้มากกว่าพื้นที่ที่มีความลาดชัน (Slope) สูงกว่า เนื่องจากน้ำระบายออกจากพื้นที่ไม่ทัน ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งระดับความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมเนื่องจากปัจจัยเรื่องความลาดชันของภูมิประเทศ (ดูภาพที่ 3.9 ประกอบ) ตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยสำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2541) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมน้อย (ระดับความลาดชันของภูมิประเทศ > 15 %)

กลุ่มที่ 2 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมปานกลาง (ระดับความลาดชันภูมิประเทศ ระหว่าง 11 – 15 %)

กลุ่มที่ 3 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมาก (ระดับความลาดชันภูมิประเทศ ระหว่าง 6 – 10 %)

กลุ่มที่ 4 เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมากที่สุด (ระดับความลาดชันภูมิประเทศน้อยกว่า 5 %)

หมายเหตุ

$$\text{ความลาดชัน \%} = \frac{\text{ความสูงในแนวดิ่ง}}{\text{ระยะทางในแนวราบ}} \times 100 \qquad (3.1)$$

ซึ่งข้อมูลความลาดชัน (Slope) ของพื้นที่ศึกษา ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM) ด้วยชุดเครื่องมือ Spatial Analyst Tools ของโปรแกรม ArcGIS 10

ภาพที่ 3.9 แสดงรายละเอียดระดับความลาดชันของภูมิประเทศ (Slope) ของพื้นที่ศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 สรุปรายละเอียดการสร้างฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS database) สำหรับวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

ลำดับ	ข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล	ชนิดข้อมูล	ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัย				แหล่งที่มาของเกณฑ์ที่กำหนด
				น้อย (1)	ปานกลาง (2)	มาก (3)	มากที่สุด (4)	
1.	การระบายน้ำของดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	Vectors ประเภท Polygon	การระบายน้ำดี	การระบายน้ำดีปานกลาง	การระบายน้ำค่อนข้างเลว	การระบายน้ำเลว	กรมพัฒนาที่ดิน , 2548
2.	ความหนาแน่นของถนน	สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสมุทรปราการ	Vectors ประเภท Polygon	ความหนาแน่น 0 – 10 %	ความหนาแน่น 10 – 25 %	ความหนาแน่น 25 – 40 %	ความหนาแน่น > 40 %	แบ่งช่วงชั้นคะแนนด้วยวิธีการEqual interval โดย ArcGIS 10
3.	ความหนาแน่นของอาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน	สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสมุทรปราการ	Vectors ประเภท Polygon	ความหนาแน่น 0 - 25 %	ความหนาแน่น 25 – 50 %	ความหนาแน่น 50 - 75 %	ความหนาแน่น 75 - 100 %	แบ่งช่วงชั้นคะแนนด้วยวิธีการEqual interval โดย ArcGIS 10

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ลำดับ	ข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล	ชนิดข้อมูล	ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัย				แหล่งที่มาของเกณฑ์ที่กำหนด
				น้อย (1)	ปานกลาง (2)	มาก (3)	มากที่สุด (4)	
4.	ปริมาณน้ำในรายวันสูงสุด	กรมอุตุนิยมวิทยา	Vectors ประเภท Point	0 – 60 มม./วัน	60 - 75 มม./วัน	75 - 100 มม./วัน	> 100 มม./วัน	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2542: 3-19
5.	ความสูงจากระดับน้ำทะเล	ได้จากการสังเคราะห์แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (DEM)	Raster	> 500 ม.	300 – 500 ม.	100 – 300ม.	< 100 ม.	สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2541: 8
6.	พื้นที่ลุ่มรับน้ำ	สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสมุทรปราการ	Vectors ประเภท Polygon	ห่างจากพื้นที่ลุ่มรับน้ำ > 500 ม.	ห่างจากพื้นที่ลุ่มรับน้ำ 300 - 500 ม.	ห่างจากพื้นที่ลุ่มรับน้ำ 100 - 300 ม.	ห่างจากพื้นที่ลุ่มรับน้ำ < 100 ม.	-
7.	ระดับความลาดชันของภูมิประเทศ	ได้จากการสังเคราะห์แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (DEM)	Raster	> 15 %	11 – 15 %	6 – 10 %	0 – 5 %	สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2541:8

3.1.2 การคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความเสี่ยงภัยด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

โดยเริ่มจากจัดเตรียมฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS database) ตามปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยทั้งหมดที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 3.1.1 แล้วนำมาวิเคราะห์หาความสำคัญของปัจจัยหรือค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย ด้วยกระบวนการตัดสินใจแบบลำดับชั้น (analysis hierarchy process : AHP) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบความสำคัญทีละคู่ และนำค่าเหล่านั้นมาคำนวณเพื่อดูว่าปัจจัยและทางเลือกอะไรมีค่าลำดับความสำคัญสูงสุด ซึ่งเป็นกระบวนการใช้วิเคราะห์ตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ เสนอโดยศาสตราจารย์ Thomas Saaty แห่งมหาวิทยาลัยเพนซิลวาเนีย (Malczewski, 1999; วรวิทย์, 2552) โดยการกำหนดเป้าหมายและสร้างโครงสร้างของปัญหาหรือปัจจัยออกเป็นแผนภูมิลำดับชั้น (hierarchy) โดยพิจารณาจากชั้นข้อมูลหลักสู่ชั้นข้อมูลย่อยตามลำดับจนถึงทางเลือก (alternative) ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

1. มีการกำหนดเป้าหมายและแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาหลักและรอง โดยการนำมาสร้างแผนภูมิลำดับชั้น ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงกันของปัจจัยต่างๆ ซึ่งทำให้ผู้ตัดสินใจมองเห็นปัญหาได้ชัดเจนขึ้น

2. ในการคำนวณหาค่าน้ำหนักของเกณฑ์ทางเลือกหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้อง (Criterion weight) จะใช้วิธีจับคู่เปรียบเทียบ (Pairwise Comparison Method) คือ การนำเกณฑ์ทางเลือกหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องมาเปรียบเทียบกันทีละคู่ไปเรื่อยๆ โดยใช้มาตรฐานในการเปรียบเทียบวินิจฉัยเป็นคู่ๆ ดังตารางที่ 2.3 โดยทำการเปรียบเทียบในตารางเมตริกซ์ตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบอย่างเป็นเหตุเป็นผล

3. หาผลรวมของแต่ละคอลัมน์ในข้อ 2. และนำค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบแต่ละตัวเลขมาหารด้วยผลรวมของแต่ละคอลัมน์ จะได้ Normalized Matrix ซึ่งค่าที่ได้ใน Normalized Matrix เรียกว่า Normalized score จากนั้นคำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของ Normalized Matrix โดยนำค่า Normalized score ในแต่ละแถวรวมกันแล้วหารด้วยจำนวนปัจจัย จะได้ค่าน้ำหนักปัจจัยหรือค่าลำดับความสำคัญของปัจจัย

4.) คำนวณหาค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio ; C.R.) เพื่อทดสอบว่าผลของการเปรียบเทียบรายคู่ที่ได้ทำมานั้น มีความสอดคล้องกันของเหตุผลหรือไม่

รายละเอียดแผนผังแสดงขั้นตอนกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ได้แสดงไว้ในภาพที่ 3.10 และผลลัพธ์การคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process : AHP) แสดงไว้ในตารางที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

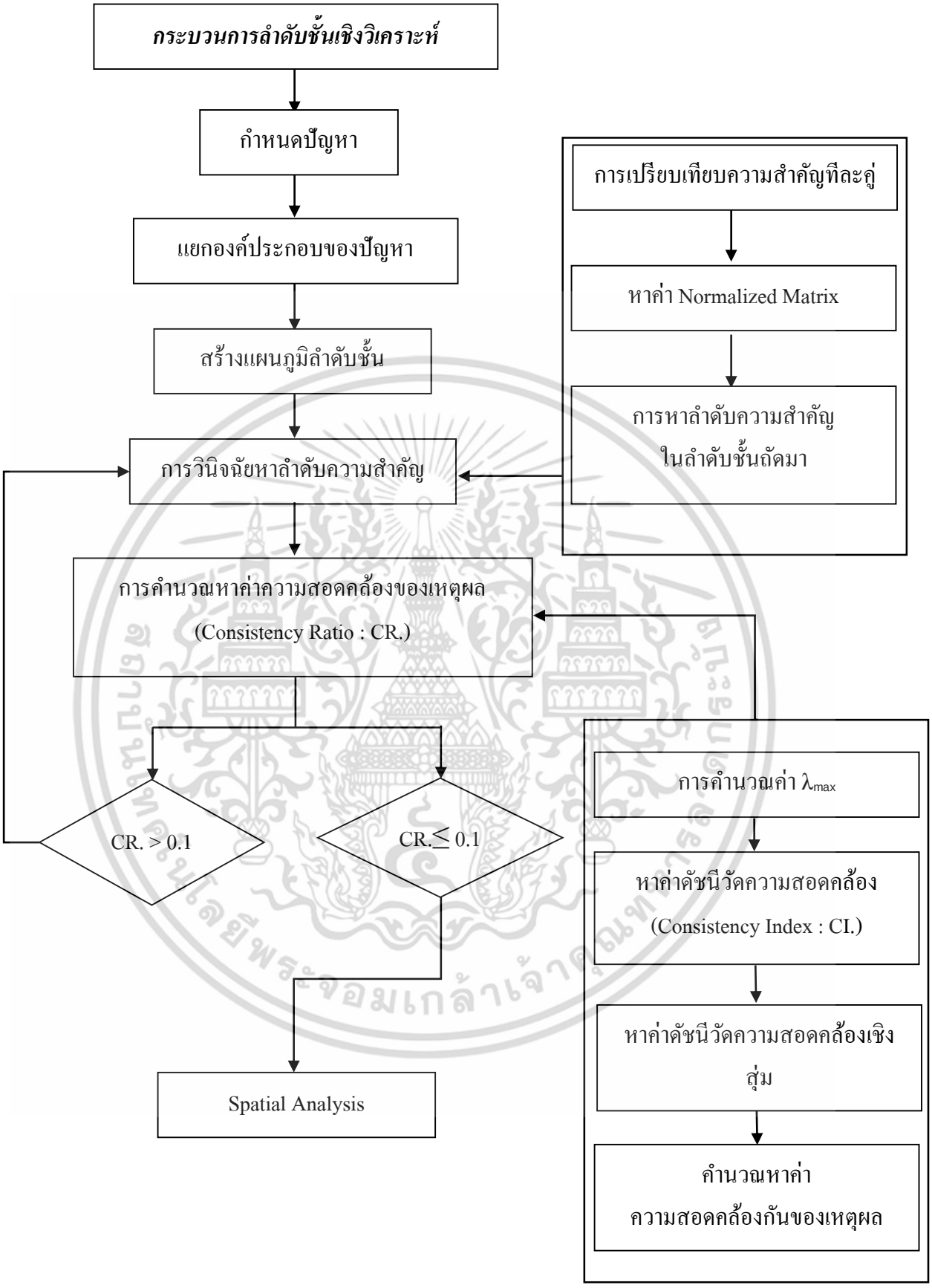
ตารางที่ 3.3 ตารางเมตริกซ์แสดงผลการคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (analysis hierarchy process , AHP)

ปัจจัย	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	Weight
ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (1)	1.00	0.50	0.20	0.50	4.00	3.00	4.00	0.13
โครงข่ายถนน (2)	2.00	1.00	0.50	0.25	3.00	2.00	4.00	0.14
อาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน (3)	5.00	2.00	1.00	2.00	4.00	4.00	5.00	0.31
ปริมาณน้ำฝน (4)	2.00	4.00	0.50	1.00	5.00	4.00	5.00	0.25
ความสูงจากระดับน้ำทะเล (5)	0.25	0.33	0.25	0.20	1.00	0.25	0.25	0.04
พื้นที่ลุ่มรับน้ำ (6)	0.33	0.50	0.25	0.25	4.00	1.00	2.00	0.08
Slope (7)	1.00	0.50	0.20	0.50	4.00	3.00	4.00	0.06
รวม	10.83	8.58	2.90	4.40	25.00	14.75	21.25	

หมายเหตุ

- (1) หมายถึง ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (2) หมายถึง โครงข่ายถนน
  (3) หมายถึง อาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน (4) หมายถึง ปริมาณน้ำฝน
  (5) หมายถึง ความสูงจากระดับน้ำทะเล (6) หมายถึง พื้นที่ลุ่มรับน้ำ
  (7) หมายถึง Slope
- ผลการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักและการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม สามารถดูประกอบได้ที่ ภาคผนวก ก.
- ค่าคะแนนที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลได้จากการตอบแบบสอบถามของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านฝังเมืองจำนวน 20 ท่าน ประกอบด้วยคณาจารย์จากภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง คณะสถาปัตยกรรม สจล. และ เจ้าหน้าที่ผังเมือง จ.สมุทรปราการ โดยใช้เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) ในการสอบถามความคิดเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.10 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ (Potential Surface Analysis : PSA) ด้วยเทคนิคการซ้อนทับข้อมูล (Overlay analysis) เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงภัย

นำปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยทั้ง 7 ปัจจัย ซึ่งผ่านการหาค่าน้ำหนักด้วยเทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แล้ว มาทำการวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ (Potential Surface Analysis : PSA) ด้วยเทคนิคการซ้อนทับข้อมูล (Overlay function) โดยใช้สมการ

$$S = \sum_{i=1}^{n} W_i X_i \qquad (3.2)$$

โดยที่ S คือ ระดับคะแนนรวมของปัจจัยของพื้นที่เสี่ยง

W คือ ค่าน้ำหนักความสำคัญในการหาพื้นที่เสี่ยงของแต่ละปัจจัย (Weighting)

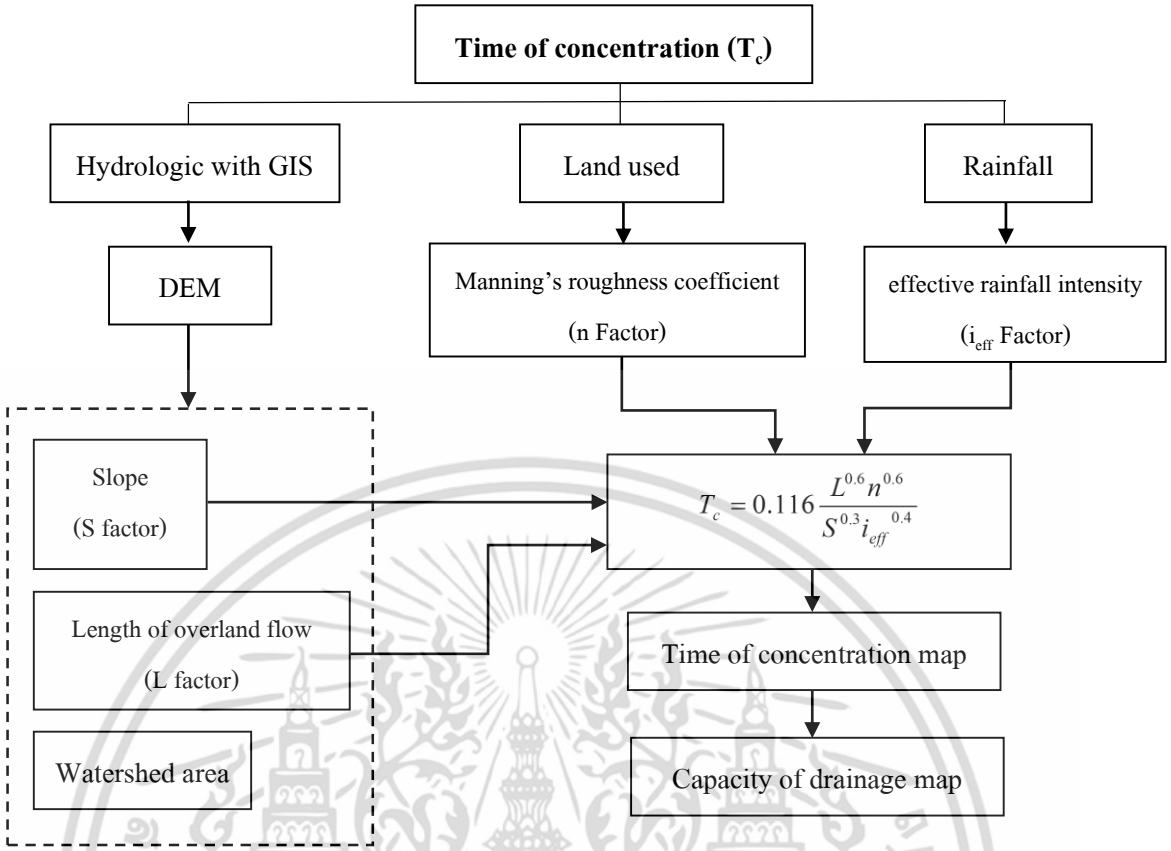
X คือ คะแนนที่เหมาะสมในการหาพื้นที่เสี่ยงของปัจจัยที่ n (Rating)

จากนั้นทำการแบ่งระดับความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้วิธีการ Classification Method By Equal Interval (ได้จากการคำนวณด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS) ดังต่อไปนี้ คือ ระดับเสี่ยงภัยต่อการเกิดอุทกภัยต่ำ , ระดับเสี่ยงภัยต่อการเกิดอุทกภัยปานกลาง , ระดับเสี่ยงภัยต่อการเกิดอุทกภัยสูง และ ระดับเสี่ยงภัยต่อการเกิดอุทกภัยสูงที่สุด ตามลำดับ

3.2 การประเมินศักยภาพในการระบายน้ำท่าตามลักษณะกายภาพของพื้นที่ศึกษาโดยแบบจำลองทางอุทกศาสตร์

ในการศึกษาระดับความสามารถในการระบายน้ำท่าของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองการไหลรวมตัวของน้ำท่า Time of Concentration (T_c) ร่วมกับเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geographic information Technology) โดยใช้ค่าปัจจัยหรือค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญสำหรับแบบจำลอง ได้แก่ ปัจจัยของสภาพภูมิอากาศและคุณลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินบางประการ มาทำการวิเคราะห์ร่วมกับแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (DEM) เพื่อประเมินระยะเวลาการระบายน้ำท่าภายในพื้นที่ศึกษา โดยมีลำดับขั้นตอนในการศึกษาดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.11 ขั้นตอนการประเมินระยะเวลาการไหลรวมตัวของน้ำท่าโดยแบบจำลอง T_c

การศึกษานี้เลือกใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์การไหลรวมตัวของน้ำท่า Time of Concentration (T_c) แบบวิธี Kinematic Wave Formula ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดย Morgale and Linsley (1965) วิธีนี้พัฒนามาจากกการวิเคราะห์ Kinematic Wave พื้นผิวของน้ำท่ามาจากพื้นที่ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว ซึ่งมีความสอดคล้องกับพื้นที่ศึกษาเนื่องจากพื้นที่ศึกษามีแนวโน้มในการพัฒนาไปสู่การเป็นเมืองสูง โดยมีสมการดังต่อไปนี้

$$T_c = 0.116 \frac{L^{0.6} n^{0.6}}{S^{0.3} i_{eff}^{0.4}} \qquad (3.3)$$

โดยที่ T_c คือ เวลาในการไหลรวมตัวของน้ำท่า (Time of Concentration) (ชั่วโมง)

L คือ ความยาวของการไหลบนดิน (เมตร)

S คือ ความลาดเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษา

n คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของการไหลบนผิวดิน
(overland flow roughness coefficients)

i_{eff} คือ ค่าความเข้มฝน (rainfall intensity) (มม./ชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ข้อมูลและแหล่งข้อมูลสำหรับวิเคราะห์แบบจำลองการไหลรวมตัวของน้ำท่า

ในการสร้างแบบจำลองการไหลรวมตัวของน้ำท่า Time of Concentration (T_c) จำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

- ข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM) คือ แบบจำลองระดับความสูงเชิงตัวเลขชนิดแรสเตอร์ซึ่งสามารถแสดงความสูงและเปอร์เซ็นต์ความชันของพื้นที่โดยการไล่ระดับของสี โดยขนาดของพื้นที่ถูกกำหนดโดย Pixel ซึ่งแต่ละ Pixel มีค่าระดับความสูงหน่วยเป็นเมตร สามารถดาวโหลดได้ฟรีจากเวปไซต์ http://www.srtm.csi.cgiar.org ในการศึกษานี้ใช้ Pixel ขนาด 90 เมตร อ้างอิงทางภูมิศาสตร์คือ WGS_1984_UTM_Zone47N และ Datum D_WGS_1984 เป็นตำแหน่งอ้างอิงบนพื้นผิวโลก และมีการปรับแก้ความถูกต้องของข้อมูล โดยการตัดค่าระดับที่ไม่อยู่ในช่วงที่ถูกต้องออกด้วยโปรแกรม Global Mapper 13

- แผนที่ภูมิประเทศ ลำดับชุด L7018 อัตราส่วน 1:50,000 ระวาง 5035 I , 5036 II , 5136 III , 5136 II และ 5135 I

- ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use) ปี พ.ศ. 2550 ของกรมพัฒนาที่ดิน

- ชั้นข้อมูลแผนที่อื่นๆเกี่ยวข้องกับการสร้างฐานข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เช่น ชั้นข้อมูลความเข้มฝน และข้อมูลขอบเขตการปกครอง เป็นต้น

ตารางที่ 3.4 สรุปข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่นำมาใช้ในการสร้าง Parameter Maps สำหรับวิเคราะห์ศักยภาพในการระบายน้ำท่า

ข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา - ข้อมูลความหนักเบาของฝนสูงสุดใน 1 ชั่วโมง (rainfall intensity : I) สถิติช่วงคาบความถี่ 10 ปี	กรมอุตุนิยมวิทยา
ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน - การใช้ประโยชน์ที่ดินแยกประเภทการใช้โดยละเอียด	กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ.2550
ข้อมูลสัมประสิทธิ์ความขรุขระของพื้นผิวการไหล - สัมประสิทธิ์ความขรุขระของพื้นผิวการไหลจำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Manning's roughness coefficient , n)	ได้จากการสังเคราะห์ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use)
ข้อมูลพื้นที่รับน้ำ - วิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำ - พื้นที่ลุ่มรับน้ำภายในพื้นที่ศึกษา	ได้จากการสังเคราะห์แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (DEM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
ข้อมูลความลาดเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษา - ความลาดเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษา (Slope)	ได้จากการสังเคราะห์แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (DEM)
ข้อมูลระยะทางการไหลบนผิวดิน - ระยะทางการไหลจากจุดใดๆในพื้นที่ศึกษาไปสู่ทางออกของพื้นที่ลุ่มรับน้ำ (L)	ได้จากการสังเคราะห์แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (DEM)

3.2.2 การสร้าง Parameter map สำหรับใช้ในแบบจำลองการไหลรวมตัวของน้ำท่า T_c

ข้อมูลพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในแบบจำลองการไหลรวมตัวของน้ำท่า Time of Concentration (T_c) จะถูกนำเข้าและแปลงรูปแบบให้อยู่ในรูปของข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) เชื่อมโยงกับข้อมูลอรรถาธิบาย (Attribute data) จากนั้นข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปสร้างเป็นแผนที่พารามิเตอร์ (Parameter maps) โดยจัดเก็บให้อยู่ในรูปแบบภาพ (Raster) เพื่อจะสามารถนำไปวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial analysis) ตามขั้นตอนของแบบจำลองได้

3.2.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของการไหลบนผิวดิน

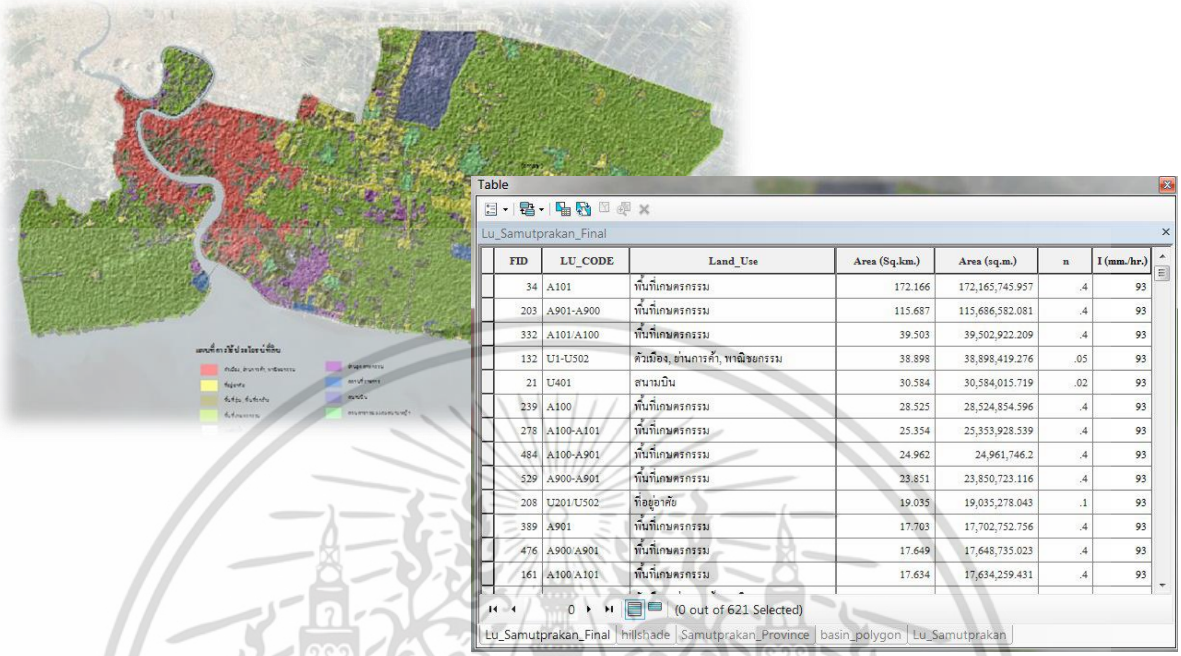
ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวการไหล (Manning's roughness coefficient , n) สามารถจำแนกได้ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน รายละเอียดดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของการไหลบนผิวดิน (overland flow roughness coefficients) ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่

ลักษณะของพื้นที่	ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n)	พื้นที่ (ตร.กม.)
ที่อยู่อาศัย	0.10	104.30
ตัวเมือง, ย่านการค้า, พาณิชยกรรม	0.05	93.64
สถานที่ราชการ	0.12	7.42
ย่านอุตสาหกรรม	0.03	31.42
สนามบิน	0.02	30.58
สวนสาธารณะและสนามหญ้า	0.20	19.27
พื้นที่เกษตรกรรม	0.40	580.59
พื้นที่ลุ่ม , พื้นที่รกร้าง	0.60	59.17

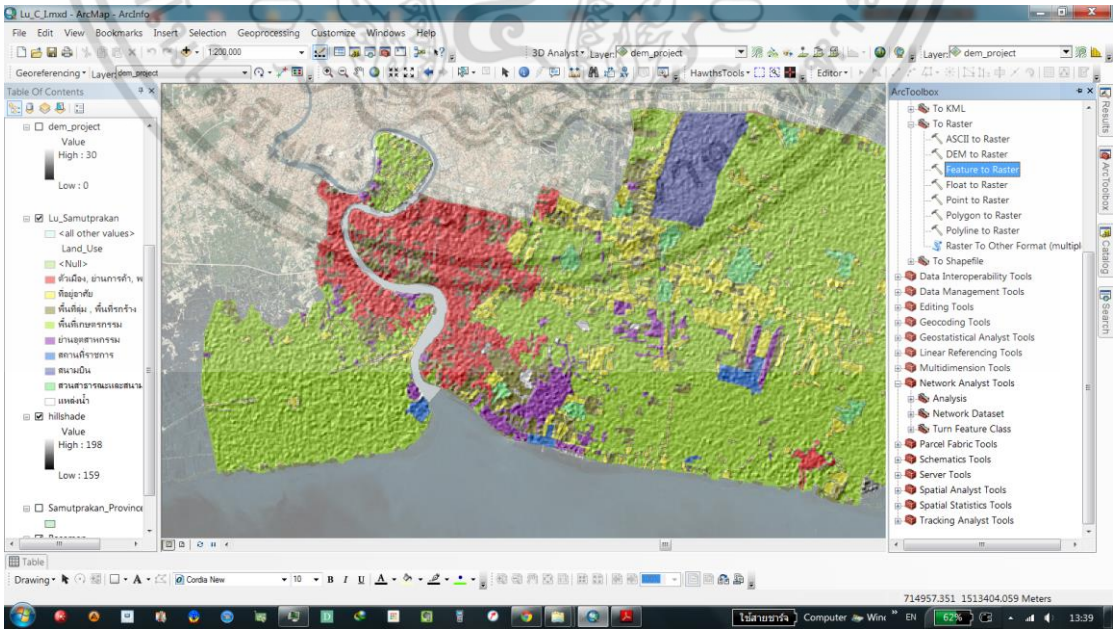
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มา : ประยุกต์จากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของสมการ Manning โดย Bruce R. el al., “Fundamentals of Fluid Mechanics” , Iowa State University.Ames, Iowa, USA, 1990, 843 pp.



ภาพที่ 3.12 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use map) และ ตารางอรรถาธิบาย (Attribute table)

ข้อมูลปัจจัยทั้งหมดจะถูกเปลี่ยนเป็นแผนที่ในรูปแบบ Raster เพื่อจะนำไปคำนวณต่อในสมการของแบบจำลอง T_c โดยคำสั่ง Feature to raster ด้วยโปรแกรม ArcGIS 10 แสดงในภาพที่ 3.13



ภาพที่ 3.13 การสร้างแผนที่ค่าปัจจัยในรูปแบบของ Raster ด้วยโปรแกรม ArcGIS 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.14 แผนที่ค่าปัจจัย Manning's roughness coefficient (n Factor) ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน

3.2.2.2 ค่าความเข้มฝน (rainfall intensity)

ความเข้มฝนเฉลี่ย (I) หมายถึง ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่รับน้ำฝน คิดเป็นความลึกน้ำต่อ 1 หน่วยเวลา เช่น mm/hr หรือ in/hr เป็นต้น ความเข้มฝนเฉลี่ยสามารถหาได้จากกราฟที่ถูกสร้างขึ้นโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนที่ตก (rainfall depth) และช่วงเวลาการตก (rainfall duration) การเลือกคาบความถี่เพื่อหาความเข้มของฝน (I) ขึ้นอยู่กับความสำคัญและสภาพนั้นๆว่าจะยอมให้เกิดเหตุการณ์วิกฤตจากน้ำท่วมบ่อยแค่ไหน ซึ่งอาจจะอาศัยข้อมูลจากตารางที่ 3.6 ในการพิจารณาเลือก

ตารางที่ 3.6 คาบความถี่ตามความสำคัญและสภาพพื้นที่ต่างๆ

สภาพพื้นที่	คาบความถี่ (ปี)
ระบบระบายน้ำในเมือง	
เมืองเล็ก	2-25
เมืองใหญ่	25-50
ระบบป้องกันน้ำท่วมของเมือง	>50
ท่อลอดถนน	

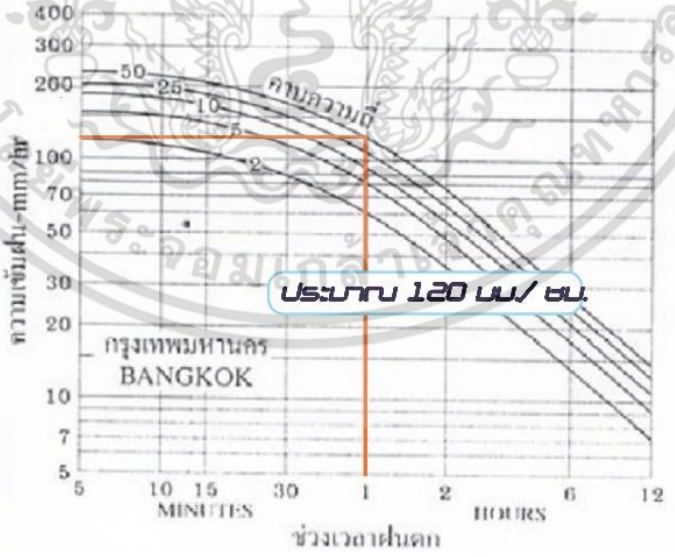
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

สภาพพื้นที่	**คาบความถี่ (ปี)**
มีการสัญจรน้อย	5-10
มีการสัญจรปานกลาง	10-25
มีการสัญจรมาก	50-100
สนามบิน	
มีการจราจรน้อย	5-10
มีการจราจรปานกลาง	10-25
มีการจราจรมาก	50-100
หมู่บ้านจัดสรร (ตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน พ.ศ.2535)	5

ที่มา : รายงานทางวิชาการการออกแบบแก้ไขการระบายน้ำและจัดทิศทางการไหลของน้ำ ด้วยท่อ HDPE ในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง โดย กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม , 2554

สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ได้เลือกใช้ข้อมูลความหนักเบาของฝนสูงสุดใน 1 ชั่วโมง (rainfall intensity : I) สถิติช่วงคาบความถี่ 50 ปี เป็นเกณฑ์ เพื่อครอบคลุมโอกาสเสี่ยงในการเกิดภัยธรรมชาติ โดยอ้างอิงจากข้อมูลค่าความเข้มฝนของจังหวัดกรุงเทพมหานคร ดังแสดงในภาพที่ 3.15 ข้อมูลปัจจัยทั้งหมดจะถูกเปลี่ยนเป็นแผนที่ในรูปแบบ Raster เพื่อจะนำไปคำนวณต่อในสมการของแบบจำลอง T_c แสดงในภาพที่ 3.16



ภาพที่ 3.15 ข้อมูลความหนักเบาของฝนสูงสุดใน 1 ชั่วโมง (rainfall intensity : I) สถิติช่วงคาบความถี่ 50 ปี

ที่มา : รายงานทางวิชาการการออกแบบแก้ไขการระบายน้ำและจัดทิศทางการไหลของน้ำ ด้วยท่อ HDPE ในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง โดย กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม ,2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.16 แผนที่ค่าปัจจัย rainfall intensity (i_{eff} Factor) ในรูปแบบ Raster

3.2.2.3 ระยะทางการไหลบนผิวดิน และ ค่าความลาดชันเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษา

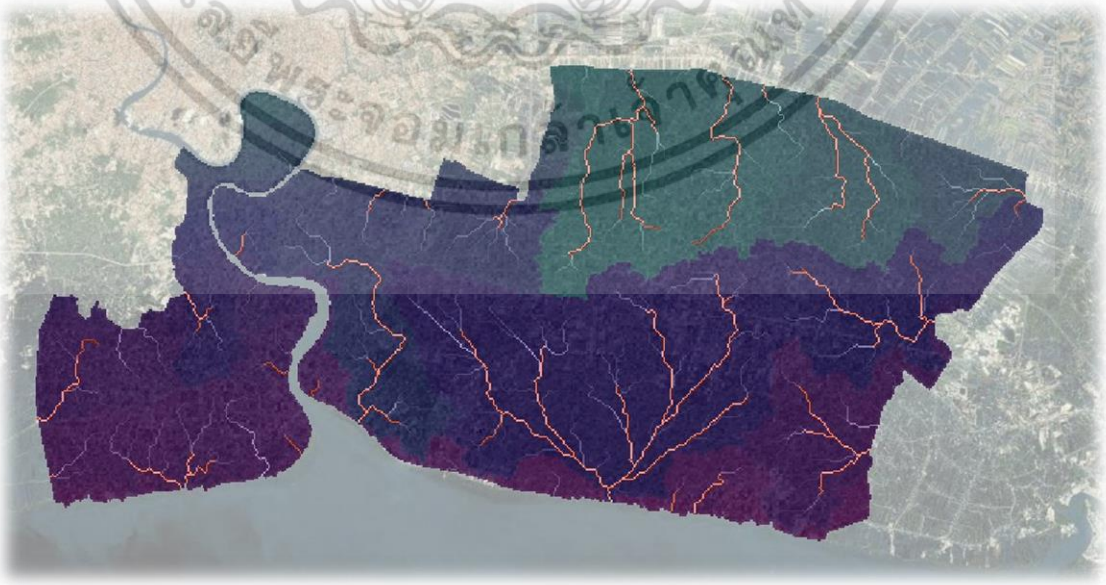
ข้อมูลระยะทางการไหลบนผิวดินและค่าความลาดชันเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษาได้จากการสังเคราะห์แบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ด้วยชุดเครื่องมือ Spatial Analyst Tools ของโปรแกรม ArcGIS 10 ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

- ผลการวิเคราะห์ค่าระยะทางการไหลบนผิวดิน(Flow Length) ด้วยชุดคำสั่ง Spatial Analyst Tools / Hydrology / Flow Length (ดูรายละเอียดผลการวิเคราะห์ได้ที่บทที่ 4 หัวข้อ 4.3.1.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.17 แสดงผลข้อมูลระยะทางการไหลบนผิวดิน จากการวิเคราะห์ผลภาพระดับความสูงเชิงเลข (Dem) ของพื้นที่ศึกษา ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ GIS

- ทำการวิเคราะห์ข้อมูลกายภาพของพื้นที่ศึกษาจากแบบจำลองความสูงเชิงเลข (Dem) ด้วยชุดคำสั่ง Hydrology ของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ GIS ทำให้ทราบผลลัพธ์อื่นๆ เช่น ทิศทางการไหล, การไหลสะสม, ขอบเขตพื้นที่และขนาดของพื้นที่ลุ่มรับน้ำ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลลัพธ์ทั้งหมดจะมีความสัมพันธ์กับข้อมูลระยะทางการไหลบนผิวดิน (Flow Length) ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้างต้น



ภาพที่ 3.18 แสดงผลข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาจากการวิเคราะห์ระดับความสูงเชิงเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Dem) ด้วยชุดคำสั่ง Hydrology ของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ GIS

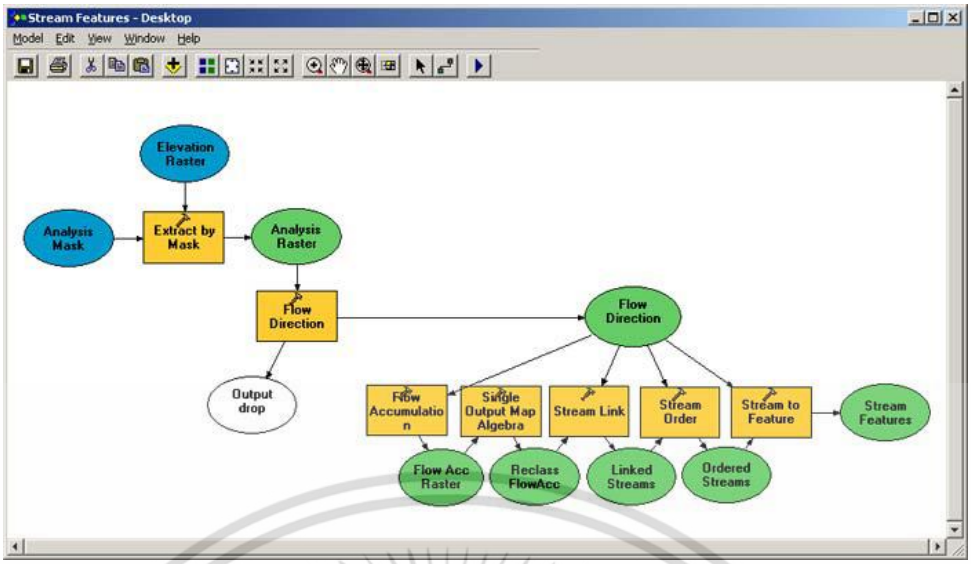
- ผลการวิเคราะห์ค่าความลาดชันเฉลี่ย Slope ด้วยชุดคำสั่ง Spatial Analyst Tools / Surface / Slope (ดูรายละเอียดผลการวิเคราะห์ได้ที่บทที่ 4 หัวข้อ 4.3.1.4)

ภาพที่ 3.19 แสดงผลข้อมูลความลาดชันเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษา จากการวิเคราะห์ผลภาพระดับความสูงเชิงเลข (Dem) ของพื้นที่ศึกษา ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ GIS

3.2.3 การประเมินศักยภาพในการระบายน้ำท่าด้วยแบบจำลองการไหลรวมตัวของน้ำท่า T_c

การประเมินระยะเวลาในการระบายน้ำท่าออกจากพื้นที่ศึกษาด้วยแบบจำลองการไหลรวมตัวของน้ำท่า T_c ผู้วิจัยได้เขียนคำสั่งบนโปรแกรม ArcGIS 10 โดยเลือกใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Model Builder ดังภาพที่ 3.20 เป็นการสร้างชุดคำสั่งสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์แบบจำลองด้วยโปรแกรม ArcGIS ซึ่งมีข้อดี คือ ช่วยให้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างอัตโนมัติ เมื่อกำหนดชุดคำสั่งต่างๆ สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลไว้แล้ว ทั้งนี้ผู้ศึกษาสามารถประมวลผลโมเดลได้หลายครั้งซ้ำๆ รวมถึงนำโมเดลไปใช้วิเคราะห์กับพื้นที่อื่นๆได้ โดยมีกระบวนการเดิมเพียงแต่เปลี่ยนข้อมูลใหม่เท่านั้น ซึ่งในการคำนวณค่าปัจจัยต่างๆ จะอยู่ในรูปแบบของ Raster calculation (สุเพชร,2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.20 การวิเคราะห์แบบจำลองการไหลรวมตัวของน้ำท่า T_c ด้วย Model Builder

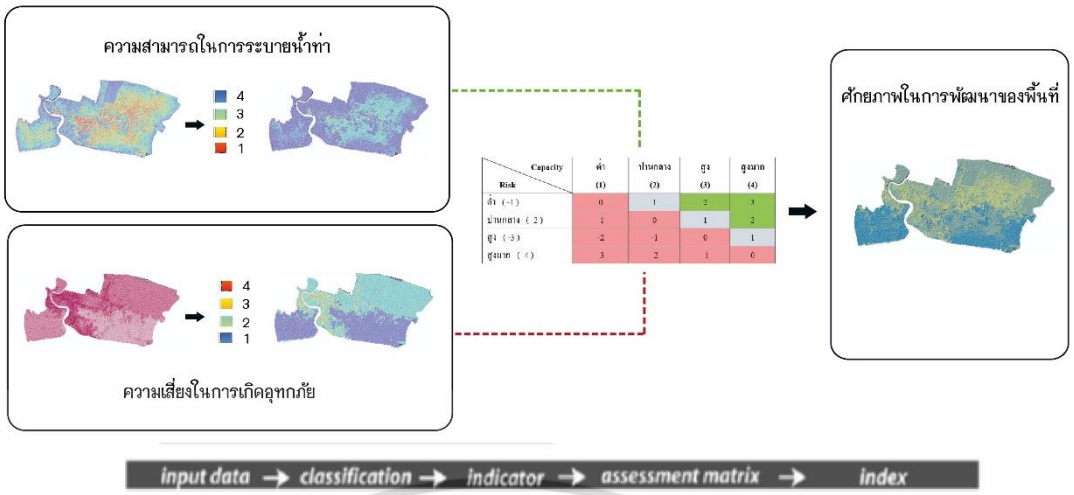
จากนั้นทำการแบ่งระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้วิธีการ Classification Method By Equal Interval (ได้จากการคำนวณด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS) ดังต่อไปนี้ คือ ศักยภาพในการระบายน้ำท่าต่ำ , ศักยภาพในการระบายน้ำท่าปานกลาง , ศักยภาพในการระบายน้ำท่าสูง และ ศักยภาพในการระบายน้ำท่าสูงมาก ตามลำดับ

3.3 วิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่และเสนอแนะแนวทางการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินภายในพื้นที่ศึกษา

งานวิจัยส่วนนี้เป็นการวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่ในมุมมองเรื่องขีดจัดกัดในการพัฒนา ภายใต้เงื่อนไขความเสี่ยงภัยในการเกิดอุทกภัย โดยประเมินศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ศึกษาด้วยปัจจัย 2 ปัจจัย คือ ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าผิวดิน (ปัจจัยด้านบวก) และระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัย (ปัจจัยด้านลบ) โดยทำการวิเคราะห์เชิงพื้นด้วยเทคนิคการซ้อนทับข้อมูล (Overlay function) ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic information system : GIS) เพื่อกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการพัฒนา โดยทั้งหมดที่ได้กล่าวมามีลำดับขั้นตอนในการศึกษาดังแสดงในภาพที่ 3.21

หมายเหตุ : ในขั้นตอนนี้ก่อนการวิเคราะห์ผลจำเป็นต้องกันพื้นที่แหล่งน้ำออกก่อน เนื่องจากแหล่งน้ำถือได้ว่าเป็นพื้นที่ช่วยหน่วงน้ำชะลอน้ำตามธรรมชาติ จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมและจำกัดการพัฒนาพื้นที่ดังกล่าวไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.21 แผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์หาระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่

ตาราง 3.7 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ผลระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่

Capacity / Risk	ต่ำ (1)	ปานกลาง (2)	สูง (3)	สูงมาก (4)
ต่ำ (-1)	0	1	2	3
ปานกลาง (-2)	-1	0	1	2
สูง (-3)	-2	-1	0	1
สูงมาก (-4)	-3	-2	-1	0

จากการพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ผลระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ศึกษาตามตารางเมตริกซ์ข้างต้น สามารถแบ่งระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ได้เป็น 3 ระดับ ได้ดังต่อไปนี้

1. ส่วนที่ได้ค่าระหว่าง -3 ถึง 0 = พื้นที่เสี่ยงภัยจำเป็นต้องจำกัดและควบคุมการพัฒนาพื้นที่อย่างเข้มงวด รวมถึงจำเป็นต้องมีมาตรการปรับลดระดับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตด้วย

2. ส่วนที่มีค่าเท่ากับหนึ่ง = พื้นที่ที่มีระดับศักยภาพในการพัฒนาต่ำ จำเป็นต้องควบคุมระดับความเข้มข้นของกิจกรรมไว้ในระดับที่เหมาะสม

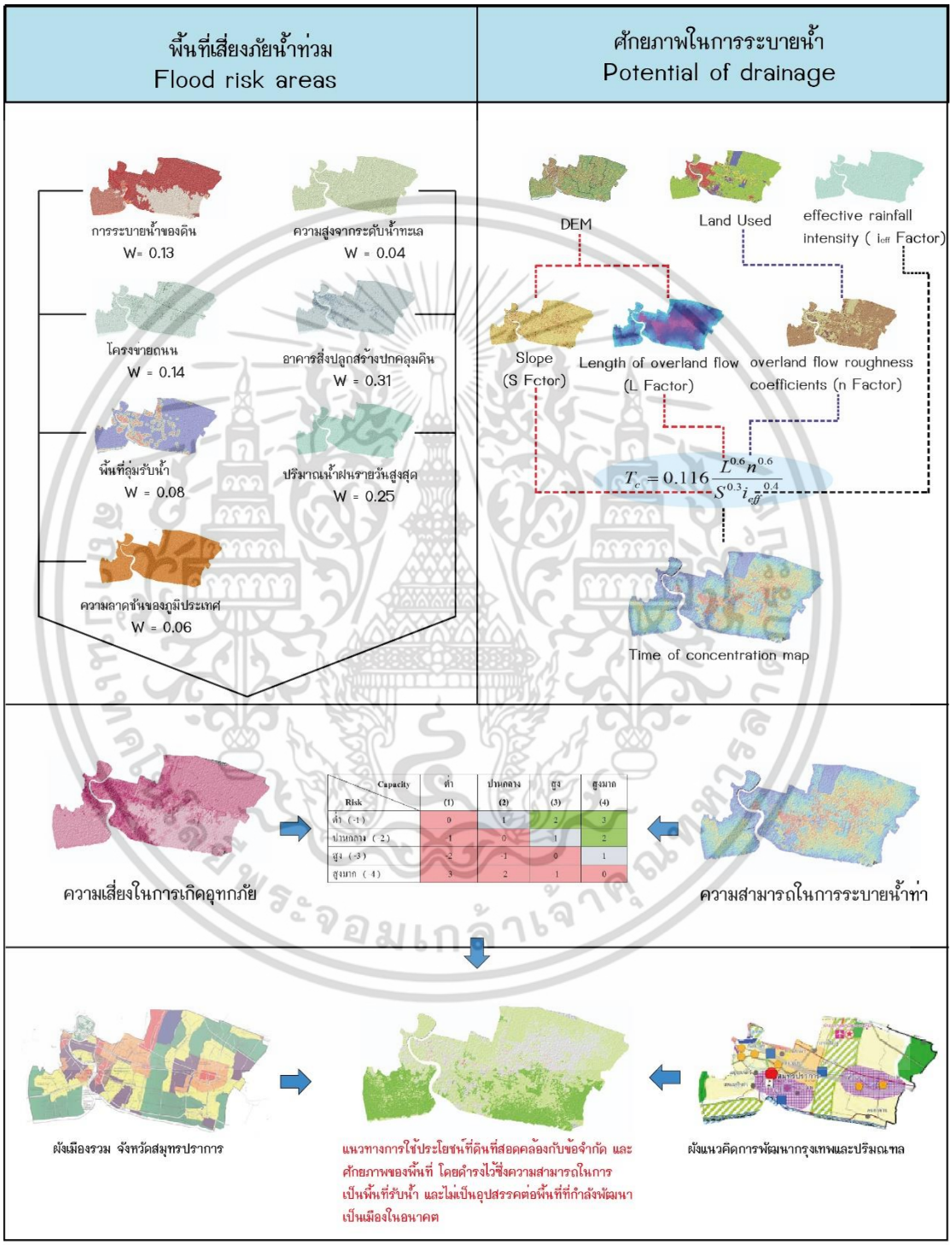
3. ส่วนที่มีค่าระหว่าง 2 ถึง 3 = พื้นที่ที่มีศักยภาพในการรองรับการขยายตัวของเมืองในอนาคตได้

โดยพิจารณาความเหมาะสมจากผลลัพธ์ที่ได้นี้ ร่วมกับข้อมูลผังเมืองรวมจังหวัดสมุทรปราการและผังแนวความคิดการพัฒนากรุงเทพฯและปริมณฑลอีกครั้ง เพื่อสร้างเป็นข้อเสนอแนะสำหรับกำหนดแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดสมุทรปราการได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 สรุปแผนผังแสดงลำดับขั้นตอนในงานวิจัย

จากระเบียบวิธีการดำเนินงานวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น สามารถจัดทำเป็นสรุปแผนผังแสดงลำดับขั้นตอนงานวิจัย ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3.22 สรุปแผนผังขั้นตอนงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่รับน้ำฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา จังหวัดสมุทรปราการ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคนิควิธีการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)ในวิเคราะห์ระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ศึกษา ภายใต้ข้อจำกัดเรื่องภัยพิบัติ (อุทกภัย) โดยประเมินระดับศักยภาพของพื้นที่ด้วยการเชื่อมโยงความรู้แบบบูรณาการระหว่าง 2 ปัจจัยหลัก คือ โอกาสเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (analysis hierarchy process , AHP) และ ระดับความสามารถในการระบายน้ำท่าผิวดินของพื้นที่ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวของกับพฤติกรรมการไหลรวมตัวของน้ำท่าผิวดิน จากจุดใดๆในพื้นที่ไปจนสู่ทางออกของน้ำ (Time of concentration ,Tc) โดยมีพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการเป็นพื้นที่ศึกษา ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ข้อมูลกายภาพของพื้นที่ศึกษา
4.2 ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม
4.3 ผลการวิเคราะห์ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าของพื้นที่ศึกษา
4.4 ผลการวิเคราะห์ระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่
4.5 แนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการ
4.6 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่อาคาร/สิ่งก่อสร้างที่สร้างกีดขวางทางน้ำ

4.1 ข้อมูลกายภาพของพื้นที่ศึกษา

การเลือกพื้นที่ศึกษาในงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยเลือกพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ เนื่องจากเป็นจังหวัดที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ และยังมีบทบาทที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง คือ การเป็นพื้นที่รองรับน้ำจากฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร เป็นหนึ่งในจังหวัดปลายน้ำก่อนระบายน้ำออกสู่อ่าวไทย มีลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบแอ่งกระทะตั้งอยู่ในเขตลุ่มน้ำภาคกลาง คือ ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ส่งผลให้ประสบปัญหาภัยธรรมชาติ (อุทกภัย) อยู่เป็นประจำ มีความจำเป็นควรทราบข้อมูลศักยภาพในการระบายน้ำของพื้นที่ เพื่อประกอบวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เหมาะสมกับสภาวะความเสี่ยงภัย และไม่เป็นการลดทอนศักยภาพต่อการพัฒนาพื้นที่ในอนาคต ซึ่งพื้นที่ศึกษามีรายละเอียดข้อมูลที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 ประวัติความเป็นมา

สมุทรปราการเป็นเมืองที่สร้างขึ้นในสมัยกรุงศรีอยุธยา ตัวเมืองเก่าตั้งอยู่แถบอำเภอพระประแดงในปัจจุบัน เคยเป็นเมืองหน้าด่านทางทะเลที่สำคัญในอดีต และเป็นจุดพักของเรือสินค้าต่างชาติที่มาติดต่อค้าขายกับไทย ที่บริเวณริมทะเลมีการสร้างป้อมค่ายคูเมืองอย่างมั่นคงแข็งแรง ต่อมาในสมัยกรุงธนบุรี สมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราชโปรดให้รื้อกำแพงเมืองพระประแดงออกจนกระทั่งเมื่อถึงสมัยของพระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย รัชกาลที่ 2 ทรงเห็นว่าเป็นช่องทางที่ข้าศึกจะยกทัพมาได้ จึงโปรดให้สร้างเมืองสมุทรปราการขึ้นที่ตำบลปากน้ำในปี พ.ศ. 2362 ใช้เวลาในการสร้าง 3 ปี และได้โปรดให้สร้างป้อมปราการขึ้นทั้งสองฝั่งแม่น้ำถึง 6 ป้อม คือ ป้อมประโคนชัย ป้อมนารายณ์ปราบศึก ป้อมปราการ ป้อมประกายสิทธิ์ ป้อมนาคราช และป้อมผีเสื้อสมุทร โดยในขณะที่กำลังสร้างเมืองนั้น พระองค์ได้เสด็จทอดพระเนตรหลายครั้ง และโปรดให้สร้างพระมหาเจดีย์ขึ้นที่เกาะกลางน้ำ แล้วพระราชทานนามว่า “พระสมุทรเจดีย์” แต่เสด็จสวรรคตเสียก่อนที่เจดีย์จะสร้างเสร็จ ต่อมาในสมัยพระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 3 โปรดให้สร้างพระสมุทรเจดีย์ต่อจนสำเร็จ และสร้างป้อมขึ้นอีก 3 แห่ง คือ ป้อมตรีเพชร ป้อมคงกระพัน และป้อมเสือซ่อนเล็บในปี พ.ศ. 2402 พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 5 ได้ทรงปฏิสังขรณ์พระสมุทรเจดีย์ให้สูงขึ้น และโปรดให้สร้างป้อมชายทะเลอีกแห่งหนึ่ง พระราชทานนามว่า “ป้อมพระจุลจอมเกล้า” ซึ่งในปัจจุบัน ป้อมต่างๆ ได้เสื่อมโทรมและปรักหักพังลงเสียเป็นส่วนใหญ่ คงเหลือแต่ป้อมผีเสื้อสมุทรและป้อมพระจุลจอมเกล้าเท่านั้นปัจจุบันจังหวัดสมุทรปราการแบ่งการปกครองออกเป็น 5 อำเภอ และ 1 กิ่งอำเภอ คือ อำเภอเมืองสมุทรปราการ อำเภอพระประแดง อำเภอบางพลี อำเภอบางบ่อ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ และกิ่งอำเภอบางเสาธง

4.1.2 ที่ตั้งและสภาพภูมิประเทศ

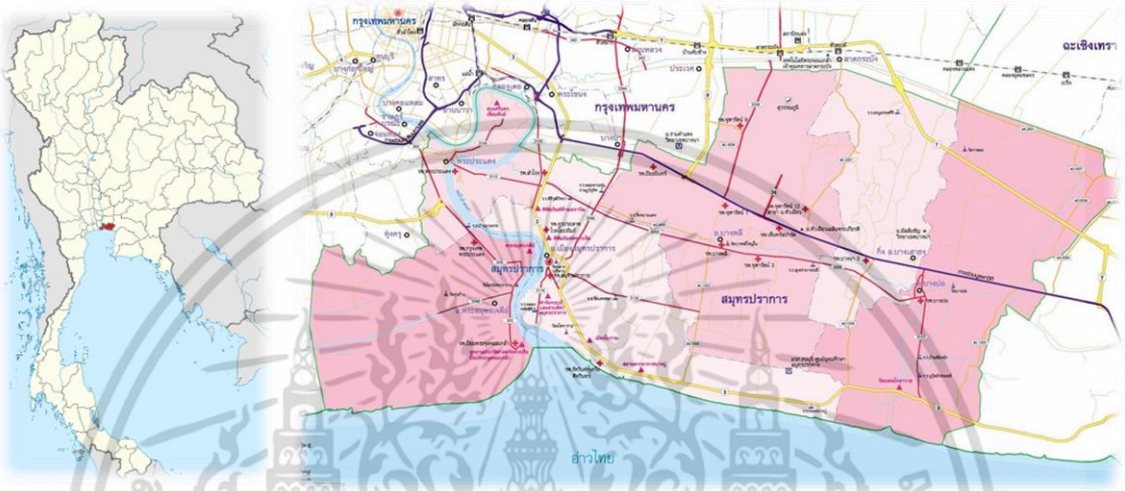
จังหวัดสมุทรปราการตั้งอยู่ในภาคกลางของประเทศไทย ที่บริเวณปลายสุดของแม่น้ำเจ้าพระยา ติดชายฝั่งทางด้านเหนือของอ่าวไทย เป็นจังหวัดขนาดเล็กบริเวณชานเมืองกรุงเทพมหานคร มีชื่อเรียกอื่นๆ อีกว่า “เมืองปากน้ำ” และ “เมืองพระประแดง”สมุทรปราการเป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่สำคัญของประเทศ มีชาวต่างชาติเข้ามาลงทุนทำธุรกิจเป็นจำนวนมาก จึงเป็นจังหวัดที่นำรายได้เข้าสู่ประเทศเป็นจำนวนมหาศาลในปัจจุบัน

จังหวัดสมุทรปราการมีเนื้อที่ประมาณ 1,004 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 627,557 ไร่ จัดเป็นจังหวัดที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 70 ของประเทศไทย มีแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นแม่น้ำสายสำคัญ และมีคลองสาขาแยกจากแม่น้ำเจ้าพระยาจำนวนมาก โดยแบ่งการปกครองออกเป็น 6 อำเภอ คือ อำเภอเมืองสมุทรปราการ อำเภอพระประแดง อำเภอบางพลี อำเภอบางบ่อ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ และอำเภอบางเสาธง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	เขตบางนา เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร
ทิศใต้	ติดต่อกับ	อ่าวไทย
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	อำเภอบางประกง จังหวัดฉะเชิงเทรา
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ	เขตราษฎร์บูรณะ กรุงเทพมหานคร



ภาพที่ 4.1 ตำแหน่งที่ตั้งจังหวัดสมุทรปราการ

ที่มา : ข้อมูลแผนที่ประเทศไทย http://map.fmlot.com/samut-prakan/maps-of-thailand-330/ 25 ธันวาคม 2557

- ลักษณะภูมิประเทศ

ส่วนใหญ่พื้นที่เป็นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านกลาง แยกพื้นที่ออกเป็นด้านตะวันออกและด้านตะวันตก มีลำคลองมากมาย ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปสามารถแบ่งพื้นที่ออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

1. บริเวณแม่น้ำเจ้าพระยาทั้งสองฝั่ง ซึ่งเป็นพื้นที่ราบลุ่มทั้งหมด
2. บริเวณตอนใต้ใกล้ชายฝั่งทะเล น้ำทะเลท่วมขังและพื้นที่จะเค็มจัดในฤดูแล้ง
3. บริเวณที่ราบกว้างใหญ่ทางตอนเหนือและตะวันออก ซึ่งเป็นที่ราบลุ่มติดต่อกันตลอด มีคลองชลประทานหลายแห่ง

- ลักษณะภูมิอากาศ

เป็นอากาศแบบชายทะเล อากาศเย็นไม่ร้อนจัด ฤดูร้อนมีความชื้นในอากาศสูง เนื่องจากอิทธิพลจากลมทะเลและลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ฤดูฝนมีฝนตกหนัก ฤดูหนาวไม่หนาวจนเกินไป ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคม - เดือนพฤษภาคม ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน - เดือนตุลาคม ฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน – เดือนกุมภาพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ประชากร

จังหวัดสมุทรปราการมีประชากรเป็นอันดับ 2 ของภาคกลาง รองจากกรุงเทพมหานคร ทั้งนี้ด้วยเหตุที่เป็นจังหวัดรองรับการขยายตัวจากกรุงเทพมหานคร ทั้งในด้านการผลิต คือ อุตสาหกรรม และการกระจายตัวของประชากร ทำให้จังหวัดมีประชากรย้ายถิ่นจากที่อื่นมาอาศัยอยู่ในพื้นที่เป็นจำนวนมาก ซึ่งมีทั้งประชากรที่เคลื่อนย้ายเข้ามาโดยแจ้งย้ายที่อยู่อย่างถูกต้อง และไม่ย้ายทะเบียนราษฎร์เข้ามา ทำให้จำนวนประชากรที่มีอยู่จริงสูงกว่าจำนวนประชากรในทะเบียนราษฎร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่อยู่ในวัยทำงานจะมีรายชื่ออยู่ในทะเบียนราษฎร์ต่ำกว่ากลุ่มอื่น

ข้อมูล ณ เดือนมิถุนายน 2554 มีประชากรตามทะเบียนราษฎร์ทั้งสิ้น 1,192,033 คน แยกเป็นชาย 574,770 คน หญิง 617,263 คน จำนวนประชากรแฝงประมาณเกือบ 1 เท่าของประชากรตามทะเบียนราษฎร์

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนประชากรและความหนาแน่นของประชากรจังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ. 2554 จำแนกรายตำบล

อำเภอ	จำนวนประชากร	ความหนาแน่น (คน/ตร.กม.)
เมืองสมุทรปราการ	502,819	2,742
พระประแดง	204,292	3,548
บางพลี	201,468	946
พระสมุทรเจดีย์	115,784	699
บางบ่อ	97,868	427
บางเสาธง	69,806	590
รวม	1,192,033	1,233

ที่มา : ที่ทำการปกครองจังหวัดสมุทรปราการ ณ วันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ. 2554

4.1.4 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน

จังหวัดสมุทรปราการมีลักษณะทางกายภาพส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มต่ำ มีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านและมีคลองมากมาย ปัจจุบันมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทั้งในเชิงพื้นที่ สังคม และเศรษฐกิจไปสู่กิจกรรมนอกภาคการเกษตร โดยเฉพาะภาคอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ โดยจังหวัดสมุทรปราการเป็นจังหวัดที่มีความสำคัญอย่างมากต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ มีโรงงานกว่า 7,500 โรงงาน มากเป็นอันดับที่ 2 ของประเทศรองจากกรุงเทพมหานคร การใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบันพื้นที่ภาคการเกษตรในอดีตถูกปรับเปลี่ยนมาใช้ในการพัฒนาเพื่อสร้างนิคมอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และย่านการค้าเพิ่มมากขึ้น พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนสภาพเป็นพื้นที่เมืองและอยู่อาศัย โดยพื้นที่ตัวเมือง ย่านการค้าและพาณิชยกรรม จะกระจุกตัวอยู่ในบริเวณสองฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นหลัก และเมืองย่อยอื่นๆทางทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษา

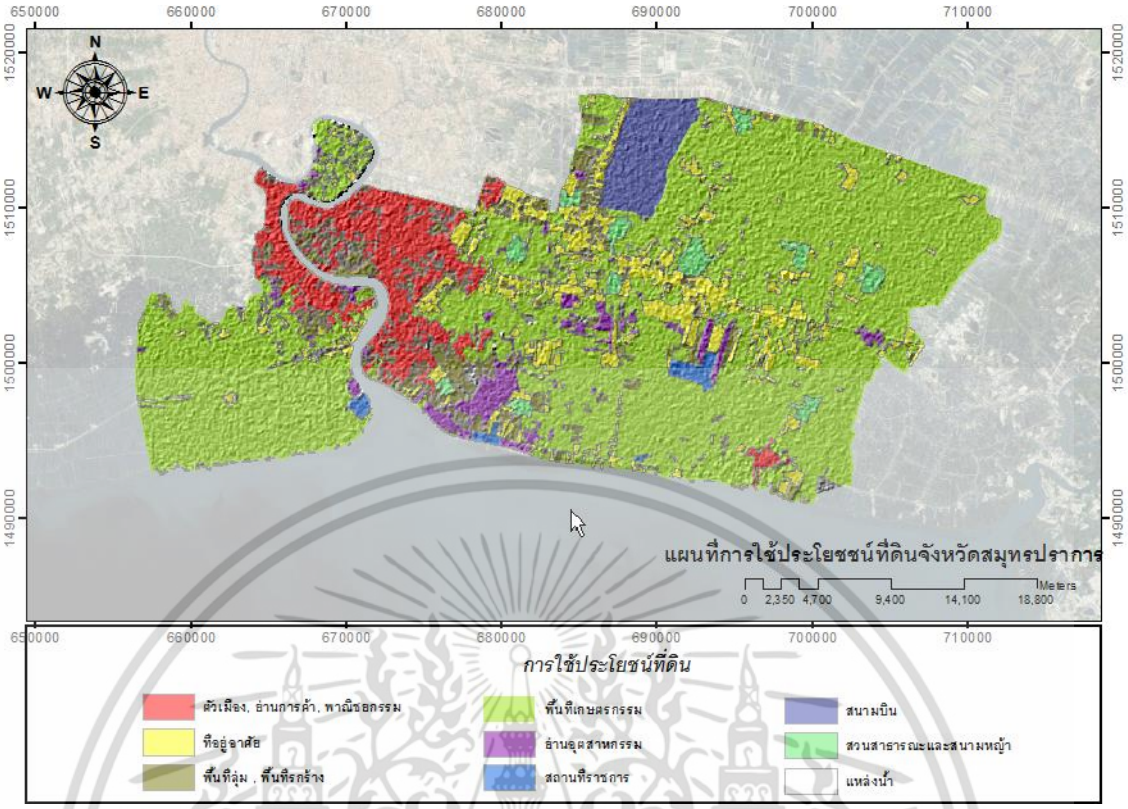
จากฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดสมุทรปราการ ณ ปี พ.ศ.2550 มีการใช้ประโยชน์ประเภทพื้นที่เกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ จำนวน 580.59 ตร.กม. (หรือคิดเป็นร้อยละ 62.50 ของพื้นที่ทั้งหมด) รองลงมาได้แก่ การใช้ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัย จำนวน 104.30 ตร.กม. (หรือคิดเป็นร้อยละ 11.23 ของพื้นที่ทั้งหมด) และ การใช้ที่ดินประเภทตัวเมือง, ย่านการค้า, พาณิชยกรรม จำนวน 93.64 ตร.กม. (หรือคิดเป็นร้อยละ 10.08 ของพื้นที่ทั้งหมด) ตามลำดับ รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.2 และในรูปแบบแผนที่ในภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สรุปการใช้ประโยชน์ที่ดิน จ.สมุทรปราการ ปี พ.ศ.2550

รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน	**พื้นที่ (ตร.กม.)**	**สัดส่วน (%)**
ที่อยู่อาศัย	104.30	11.23
ตัวเมือง, ย่านการค้า, พาณิชยกรรม	93.64	10.08
สถานที่ราชการ	7.42	0.80
ย่านอุตสาหกรรม	31.42	3.38
สนามบิน	30.58	3.29
สวนสาธารณะและสนามหญ้า	19.27	2.07
พื้นที่เกษตรกรรม	580.59	62.50
พื้นที่ลุ่ม , พื้นที่รกร้าง	59.17	6.37

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ.2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินภายในพื้นที่ จ.สมุทรปราการ พ.ศ.2550

4.2 ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดอุทกภัยในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic information system (GIS) มาทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ โดยเทคนิคการซ้อนทับข้อมูลเพื่อสร้างแผนที่แสดงความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยที่สามารถบอกระดับความเสี่ยงตั้งแต่ระดับสูงไปสู่ระดับต่ำ ตามปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัย ซึ่งแต่ละปัจจัยถูกกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญ โดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น หรือ Analytical Hierarchy Process (AHP) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัย

การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Potential Surface Analysis : PSA) โดยเทคนิคการซ้อนทับข้อมูลนั้นจำเป็นต้องมีการให้ค่าคะแนนและค่าน้ำหนักของปัจจัย โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสี่ยงในการเกิดอุกทกภัยที่คัดเลือกมาทั้งหมด 7 ปัจจัย จะถูกนำมาให้ค่าคะแนนโดยใช้เกณฑ์มาตรฐานจากตำราและงานวิจัยที่สามารถอ้างอิงได้ สำหรับค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย ได้จากผลการตัดสินใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของผู้เชี่ยวชาญ โดยผ่านกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น หรือ (Analytical Hierarchy Process : AHP) ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.2.1.1 การระบายน้ำของดิน

เนื้อดินมีผลต่อการระบายน้ำโดยดินที่มีอนุภาคของดินเหนียวสูงจะระบายน้ำไม่ดี ผลลัพธ์ปัจจัยเรื่องการระบายน้ำของดิน ได้ทำการจัดกลุ่มความสามารถหรือศักยภาพในการระบายน้ำของดินโดยอ้างอิงมาตรฐานจากกรมพัฒนาที่ดิน และหลังจากจัดระดับความเสี่ยงตามเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้แล้วนั้นพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดจัดอยู่ในกลุ่มเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมากที่สุด (กลุ่มชุดดินที่พบในพื้นที่ลุ่มมีอนุภาคดินเหนียวสูง ระบายน้ำได้แย่) เป็นพื้นที่ประมาณ 519.44 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 54.80 ของพื้นที่ทั้งหมด (ปรากฏอยู่บริเวณพื้นที่อำเภอบางพลีมากที่สุด 145.76 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 15.38 ของพื้นที่ทั้งหมด) รองลงมาเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมน้อย (กลุ่มดินที่พบในพื้นที่ดอน อนุภาคของดินเหนียวต่ำ ระบายน้ำได้ดี) เป็นพื้นที่ประมาณ 264.63 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 27.92 ของพื้นที่ทั้งหมด (ปรากฏอยู่บริเวณพื้นที่อำเภอบางบ่อมากที่สุด 94.64 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 9.98 ของพื้นที่ทั้งหมด) และพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมาก (กลุ่มชุดดินที่พบในพื้นที่ลุ่มมีอนุภาคดินเหนียวสูง ระบายน้ำได้ค่อนข้างแย่) เป็นพื้นที่ประมาณ 267.81 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 27.99 ของพื้นที่ทั้งหมด (ปรากฏอยู่บริเวณพื้นที่อำเภอพระสมุทรเจดีย์มากที่สุด 141.87 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 14.97 ของพื้นที่ทั้งหมด) ตามลำดับ รายละเอียดได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.3 , 4.4 และในรูปแบบแผนที่ในภาพที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงรายละเอียดระดับความเสี่ยงภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องการระบายน้ำของดิน

ระดับความเสี่ยง	รายละเอียด	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
น้อย	การระบายน้ำดี	264.63	27.92
ปานกลาง	การระบายน้ำดีปานกลาง	6.35	0.67
มาก	การระบายน้ำค่อนข้างแย่	157.53	16.62
มากที่สุด	การระบายน้ำแย่	519.44	54.80
รวม		**947.96**	**100.00**

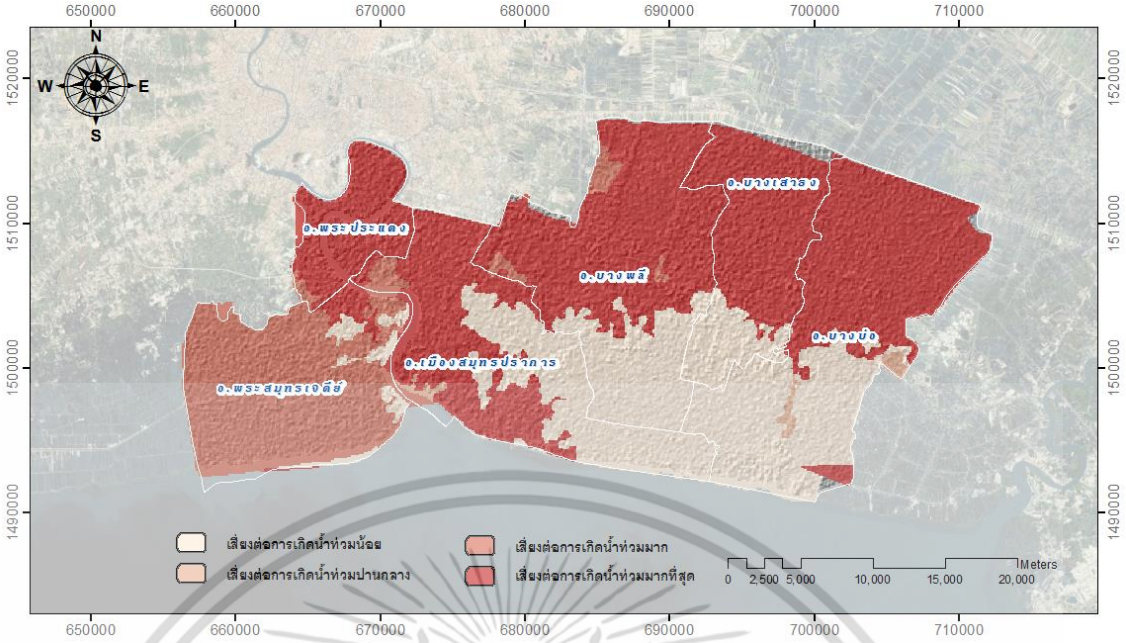
ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงรายละเอียดระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องการระบายน้ำของดินจำแนกรายอำเภอ

ลำดับที่	อำเภอ	ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องการระบายน้ำของดิน									
		น้อย		ปานกลาง		มาก		มากที่สุด		รวม	
		พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
1	อำเภอเมืองสมุทรปราการ	75.67	7.98	1.82	0.19	6.48	0.68	96.68	10.20	180.65	19.06
2	อำเภอบางบ่อ	94.64	9.98	4.53	0.48	-	-	126.33	13.33	225.50	23.79
3	อำเภอบางพลี	56.37	5.95	-	-	7.41	0.78	145.76	15.38	209.54	22.10
4	อำเภอพระประแดง	-	-	-	-	1.78	0.19	54.33	5.73	56.11	5.92
5	อำเภอพระสมุทรเจดีย์	11.46	1.21	-	-	141.87	14.97	9.34	0.98	162.67	17.16
6	อำเภอบางเสาธง	26.49	2.79	-	-	-	-	87.00	9.18	113.49	11.97
	รวม	**264.63**	**27.92**	**6.35**	**0.67**	**157.53**	**16.62**	**519.44**	**54.80**	**947.96**	**100.00**

ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS



ภาพที่ 4.3 แผนที่แสดงระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องการระบายน้ำของดิน

4.2.1.2 ความหนาแน่นของถนน

ถนนมีอิทธิพลต่อรูปแบบการไหลตามธรรมชาติของน้ำท่าผิวดิน พื้นที่ที่มีเส้นทางคมนาคมหนาแน่นมากย่อมเป็นอุปสรรคต่อการไหลของน้ำ และส่งผลทำให้การระบายน้ำส่วนเกินออกจากพื้นที่เป็นไปได้ล่าช้ากว่าปกติ โดยจังหวัดสมุทรปราการมีถนนสายสำคัญดังต่อไปนี้

1.) ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข ๓ (ถนนสุขุมวิท)
2.) ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข ๓๔ (ถนนบางนา - ตราด)
3.) ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข ๓๐๓ (ถนนสุขสวัสดิ์)
4.) ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข ๓๑๐๒ (ถนนสรรพาวุธ)
5.) ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข ๓๑๐๔ (ถนนเพชรหึงส์)
6.) ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข ๓๑๑๓ (ถนนปู่เจ้าสมิงพราย)
7.) ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข ๓๑๑๖ (ถนนแพรกษา)
8.) ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข ๓๑๑๗ (ถนนปานวิถี)
9.) ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข ๓๒๔๓ (ถนนแหลมฟ้าผ่า)
10.) ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข ๓๒๔๔ (ถนนศรีนครินทร์)
11.) ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข ๓๒๕๖ (ถนนกิ่งแก้ว)
12.) ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข ๓๒๖๘ (ถนนเทพารักษ์)
13.) ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข ๓๔๑๓ (ถนนเลี่ยงเมืองบางบ่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งนอกจากทางหลวงแผ่นดิน 13 สายข้างต้นแล้ว ยังมีทางด่วนพิเศษสายมอเตอร์เวย์ และทางด่วนเชื่อมต่อสายบางพลี-สุขสวัสดิ์ (ถนนกาญจนาภิเษก) ทางพิเศษบูรพาวิถี ถนนวงแหวนอุตสาหกรรม ทางหลวงชนบทรวมทั้งที่ถ่ายโอนให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นแล้ว จำนวนทั้งสิ้น 82 สายทาง และได้มีการก่อสร้างสะพานแขวนข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา จำนวน 2 แห่ง คือ สะพานกาญจนาภิเษก และสะพานวงแหวนอุตสาหกรรม โดยหลังจากจัดระดับความเสี่ยงตามเกณฑ์ที่ได้ตั้งสมมุติฐานไว้แล้วนั้นพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดมีระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความหนาแน่นของถนนในระดับน้อย (ความหนาแน่นของถนน 0 -10 %) เป็นพื้นที่ประมาณ 883.92 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 91.40 ของพื้นที่ทั้งหมด (ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอบางบ่อมากที่สุด 221.79 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 22.93 ของพื้นที่ทั้งหมด) รองลงมาเป็นพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงปานกลาง (ความหนาแน่นของถนน 10-25 %) เป็นพื้นที่ประมาณ 72.60 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 7.51 ของพื้นที่ทั้งหมด (ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอเมืองสมุทรปราการมากที่สุด 26.20 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 2.71 ของพื้นที่ทั้งหมด) และพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงมาก (ความหนาแน่นของถนน 25 – 45%) เป็นพื้นที่ประมาณ 6.76 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 0.70 ของพื้นที่ทั้งหมด (ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอบางพลีมากที่สุด 3.44 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 0.36 ของพื้นที่ทั้งหมด) ตามลำดับ รายละเอียดได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.5, 4.6 และในรูปแบบแผนที่ในภาพที่ 4.4

ตารางที่ 4.5 แสดงรายละเอียดระดับความเสี่ยงภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความหนาแน่นของถนน

ระดับความเสี่ยง	รายละเอียด	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
น้อย	ความหนาแน่นของถนน 0 -10 %	883.92	91.40
ปานกลาง	ความหนาแน่นของถนน 10-25 %	72.60	7.51
มาก	ความหนาแน่นของถนน 25-40 %	6.76	0.70
มากที่สุด	ความหนาแน่นของถนน > 40 %	3.83	0.40
รวม		**967.12**	**100.00**

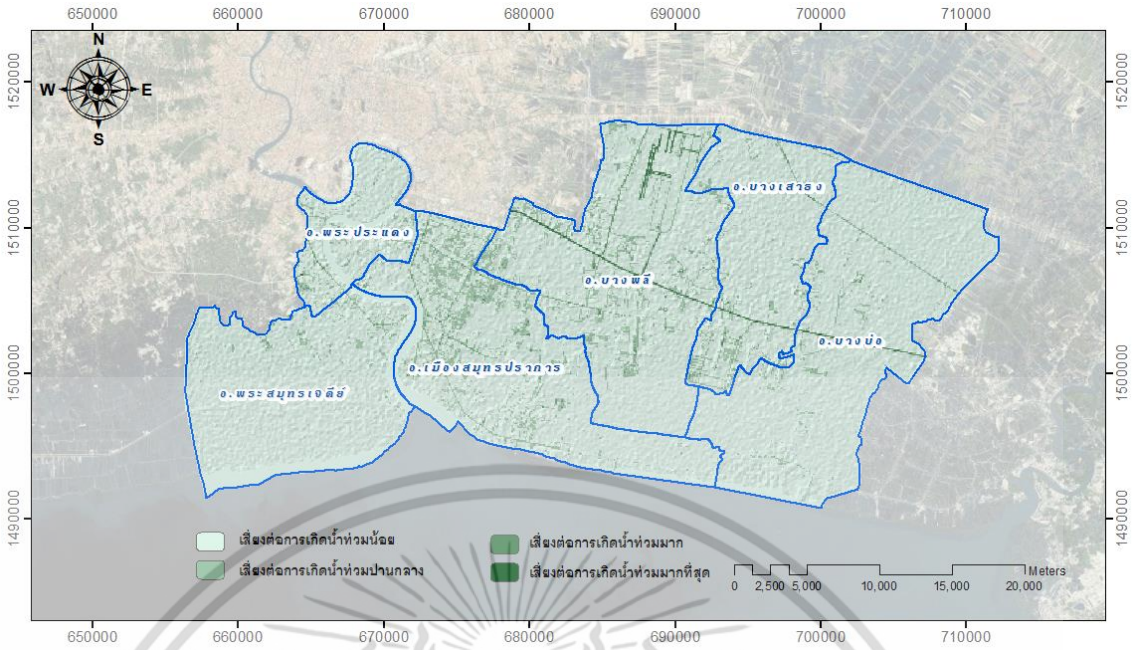
ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงรายละเอียดระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความหนาแน่นของถนนจำแนกรายอำเภอ

ลำดับที่	อำเภอ	ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยความหนาแน่นของถนน									
		น้อย		ปานกลาง		มาก		มากที่สุด		รวม	
		พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
1	อำเภอเมืองสมุทรปราการ	155.44	16.07	26.20	2.71	1.74	0.18	0.03	0.00	183.40	18.96
2	อำเภอบางบ่อ	221.79	22.93	6.33	0.65	0.53	0.06	0.57	0.06	229.22	23.70
3	อำเภอบางพลี	183.14	18.94	23.53	2.43	3.44	0.36	2.79	0.29	212.90	22.01
4	อำเภอพระประแดง	52.76	5.46	4.51	0.47	0.29	0.03	0.02	0.00	57.57	5.95
5	อำเภอพระสมุทรเจดีย์	161.79	16.73	3.74	0.39	0.13	0.01	-	-	165.66	17.13
6	อำเภอบางเสาธง	109.01	11.27	8.30	0.86	0.63	0.07	0.42	0.04	118.36	12.24
	รวม	883.92	91.40	72.60	7.51	6.76	0.70	3.83	0.40	967.12	100.00

ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS



ภาพที่ 4.4 แผนที่แสดงระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความหนาแน่นของถนน

4.2.1.3 ความหนาแน่นของอาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน

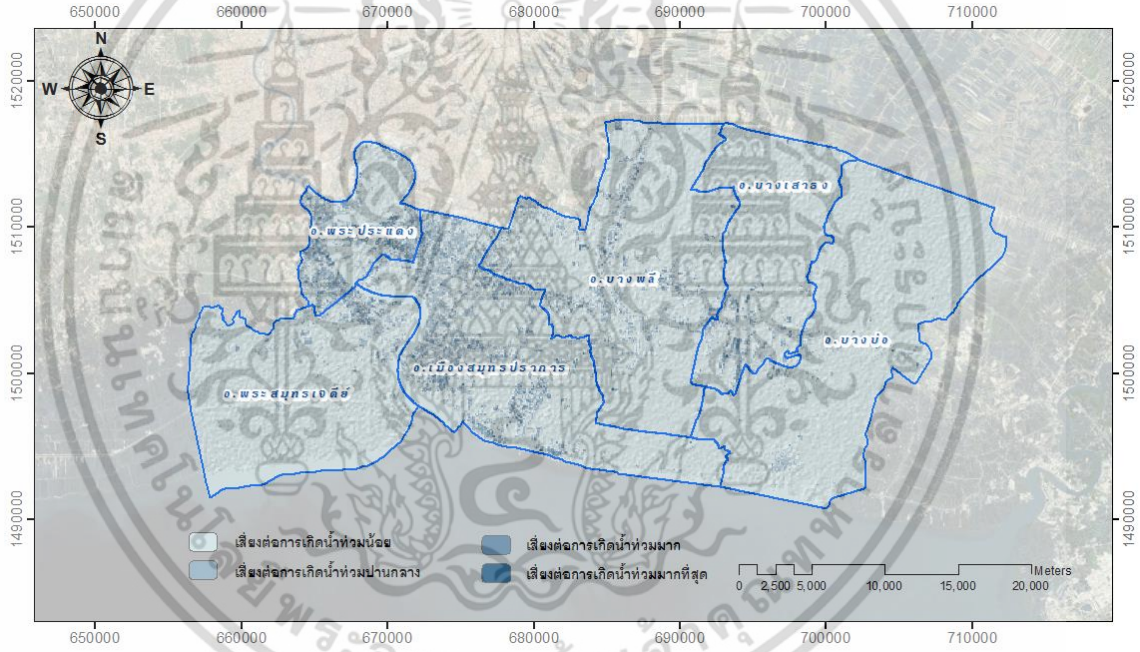
อาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดินมีอิทธิพลต่อรูปแบบการไหลตามธรรมชาติของน้ำท่าผิวดิน พื้นที่ซึ่งมีสิ่งปลูกสร้างหนาแน่นมากย่อมมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะน้ำท่วมมากกว่าพื้นที่ซึ่งมีความหนาแน่นของสิ่งปลูกสร้างน้อย โดยหลังจากจัดระดับความเสี่ยงตามเกณฑ์ที่ได้ตั้งสมมุติฐานไว้แล้วนั้นพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดมีระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความหนาแน่นของอาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดินในระดับน้อย (ปริมาณสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน 0 - 25 %) เป็นพื้นที่ประมาณ 861.80 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 89.11 ของพื้นที่ทั้งหมด (ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอบางบ่อมากที่สุด 224.67 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 23.23 ของพื้นที่ทั้งหมด) รองลงมาเป็นพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงปานกลาง (ปริมาณสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน 25 - 50 %) เป็นพื้นที่ประมาณ 77.69 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 8.03 ของพื้นที่ทั้งหมด (ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอเมืองสมุทรปราการมากที่สุด 33.54 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 3.47 ของพื้นที่ทั้งหมด) และพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงมาก (ปริมาณสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน 50 - 75 %) เป็นพื้นที่ประมาณ 23.57 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 2.44 ของพื้นที่ทั้งหมด (ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอเมืองสมุทรปราการมากที่สุด 9.04 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 0.93 ของพื้นที่ทั้งหมด) ตามลำดับ รายละเอียดได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.7, 4.8 และในรูปแบบแผนที่ในภาพที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงรายละเอียดระดับความเสี่ยงภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความหนาแน่นของสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน

ระดับความเสี่ยง	รายละเอียด	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
น้อย	ปริมาณสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน 0 - 25 %	861.80	89.11
ปานกลาง	ปริมาณสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน 25 - 50 %	77.69	8.03
มาก	ปริมาณสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน 50 - 75 %	23.57	2.44
มากที่สุด	ปริมาณสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน 75 - 100 %	4.06	0.42
รวม		**967.12**	**100.00**

ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS



ภาพที่ 4.5 แผนที่แสดงระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความหนาแน่นของอาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 รายละเอียดระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความหนาแน่นสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดินจำแนกรายอำเภอ

ลำดับที่	อำเภอ	ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยความหนาแน่นของสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน									
		น้อย		ปานกลาง		มาก		มากที่สุด		รวม	
		พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
1	อำเภอเมืองสมุทรปราการ	139.64	14.44	33.54	3.47	9.04	0.93	1.18	0.12	183.40	18.96
2	อำเภอบางบ่อ	224.67	23.23	3.90	0.40	0.56	0.06	0.10	0.01	229.22	23.70
3	อำเภอบางพลี	192.46	19.90	15.85	1.64	3.96	0.41	0.63	0.06	212.90	22.01
4	อำเภอพระประแดง	37.52	3.88	13.05	1.35	5.69	0.59	1.32	0.14	57.57	5.95
5	อำเภอพระสมุทรเจดีย์	157.06	16.24	6.20	0.64	1.99	0.21	0.41	0.04	165.66	17.13
6	อำเภอบางเสาธง	110.44	11.42	5.15	0.53	2.34	0.24	0.43	0.04	118.36	12.24
	รวม	861.80	89.11	77.69	8.03	23.57	2.44	4.06	0.42	967.12	100.00

ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS

4.2.1.4 ปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุด

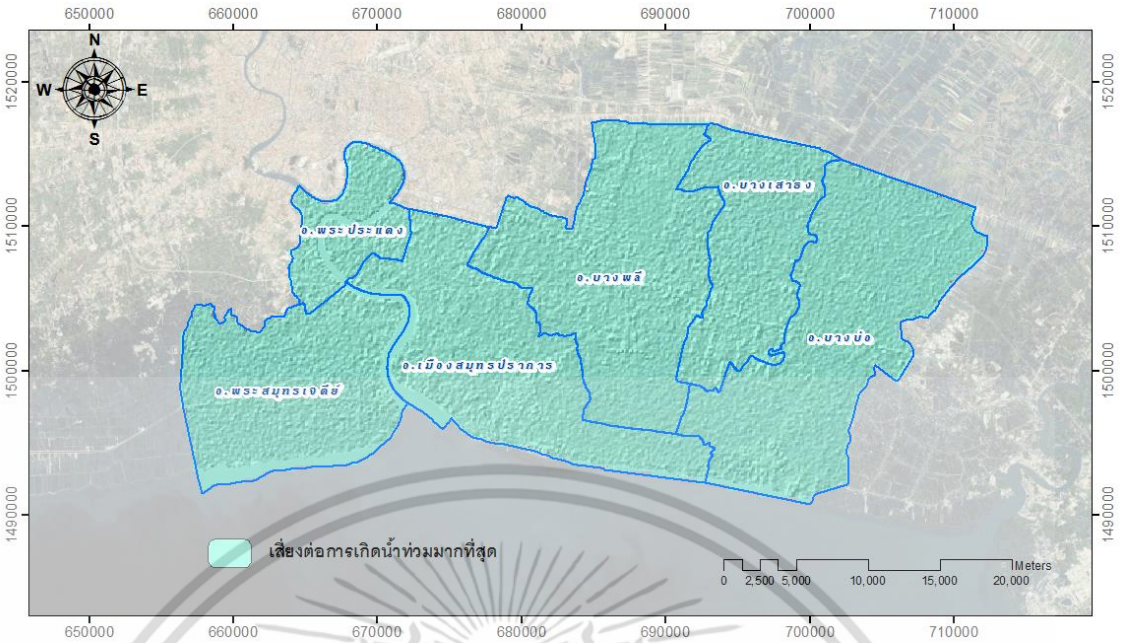
ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุด เป็นค่าที่ได้จากสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 17 สถานีตรวจวัด หลังจากได้ทำการสร้างแผนที่ปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุดโดยวิธีการ Interpolation ด้วยวิธี Kriging โดยผลการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุดมีค่าอยู่ในช่วง 122.41 – 165.80 mm. ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา ซึ่งส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงในการเกิดน้ำท่วม พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนตกหนักย่อมมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยมากตามลำดับ และหลังจากจัดระดับความเสี่ยงตามเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้แล้วนั้นพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดจัดอยู่ในกลุ่มเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมากที่สุด (มีปริมาณฝนรายวันมากกว่า 100 มม./วัน) เป็นพื้นที่ประมาณ 1,004 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 100 ของพื้นที่ทั้งหมด รายละเอียดดัง ตารางที่ 4.9 และในรูปแบบแผนที่ในภาพที่ 4.6

ตารางที่ 4.9 แสดงรายละเอียดระดับความเสี่ยงภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุด

ระดับความเสี่ยง	รายละเอียด	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
น้อย	ปริมาณฝนตกน้อยกว่า 60 มม./วัน	-	-
ปานกลาง	มีปริมาณฝนระหว่าง 60 – 75 มม./วัน	-	-
มาก	มีปริมาณฝนระหว่าง 75 - 100 มม./ วัน	-	-
มากที่สุด	มีปริมาณฝนมากกว่า 100 มม./วัน	1,004.00	100.00
รวม		**1,004.00**	**100.00**

ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 แผนที่แสดงระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุด

4.2.1.5 ความสูงจากระดับน้ำทะเล

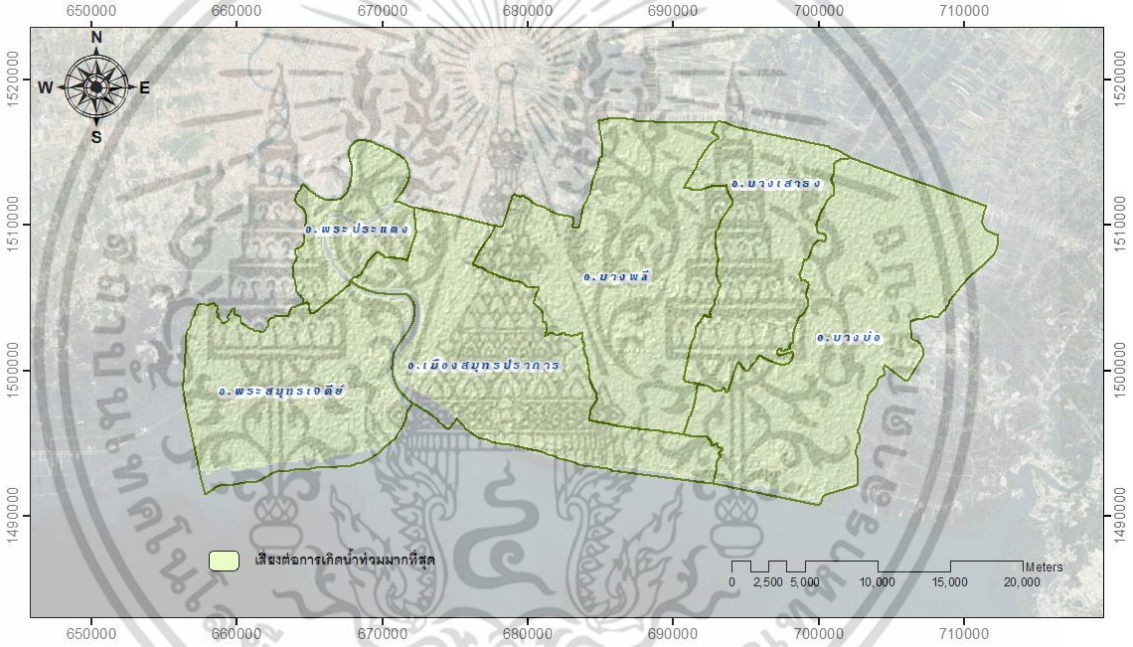
ข้อมูลความสูงจากระดับน้ำทะเล เป็นค่าที่ได้ได้จากการสังเคราะห์แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model , DEM) โดยผลการศึกษาพบว่าระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลของพื้นที่ศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 0 - 30 เมตร โดยระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัย เนื่องจากน้ำทะเลมีการเคลื่อนไหวขึ้นลงตามธรรมชาติ ถ้าน้ำทะเลหนุนสูงอาจทำให้เกิดน้ำท่วมในพื้นที่ที่เป็นที่ต่ำได้ และหลังจากจัดระดับความเสี่ยงตามเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้แล้วนั้นพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดจัดอยู่ในกลุ่มเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมากที่สุด (สูงจากระดับน้ำทะเลน้อยกว่า 100 ม.) เป็นพื้นที่ประมาณ 1,004 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 100 ของพื้นที่ทั้งหมด รายละเอียดดังตารางที่ 4.10 และในรูปแบบแผนที่ในภาพที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 แสดงรายละเอียดระดับความเสี่ยงภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความสูงจากระดับน้ำทะเล

ระดับความเสี่ยง	รายละเอียด	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
น้อย	สูงจากระดับน้ำทะเล > 500 ม	-	-
ปานกลาง	สูงจากระดับน้ำทะเล ระหว่าง 300 - 500 ม.	-	-
มาก	สูงจากระดับน้ำทะเล ระหว่าง 100 - 300 ม.	-	-
มากที่สุด	สูงจากระดับน้ำทะเล น้อยกว่า 100 ม.	1,004.00	100.00
รวม		**1,004.00**	**100.00**

ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS



ภาพที่ 4.7 แผนที่แสดงระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความสูงจากระดับน้ำทะเล

4.2.1.6 พื้นที่ลุ่มรับน้ำ

พื้นที่ที่อยู่ใกล้พื้นที่ลุ่มรับน้ำย่อมมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยมากกว่าพื้นที่ที่อยู่ห่างออกไป โดยหลังจากจัดระดับความเสี่ยงตามเกณฑ์ที่ได้ตั้งสมมุติฐานไว้แล้วนั้นพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดมีระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องระยะห่างจากพื้นที่ลุ่มรับน้ำในระดับน้อย (ห่างจากพื้นที่ลุ่มรับน้ำมากกว่า 500 ม.) เป็นพื้นที่ประมาณ 678.79 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 70.29 ของพื้นที่ทั้งหมด (ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอบางบ่อมากที่สุด 214.72 ตร.กม. หรือ

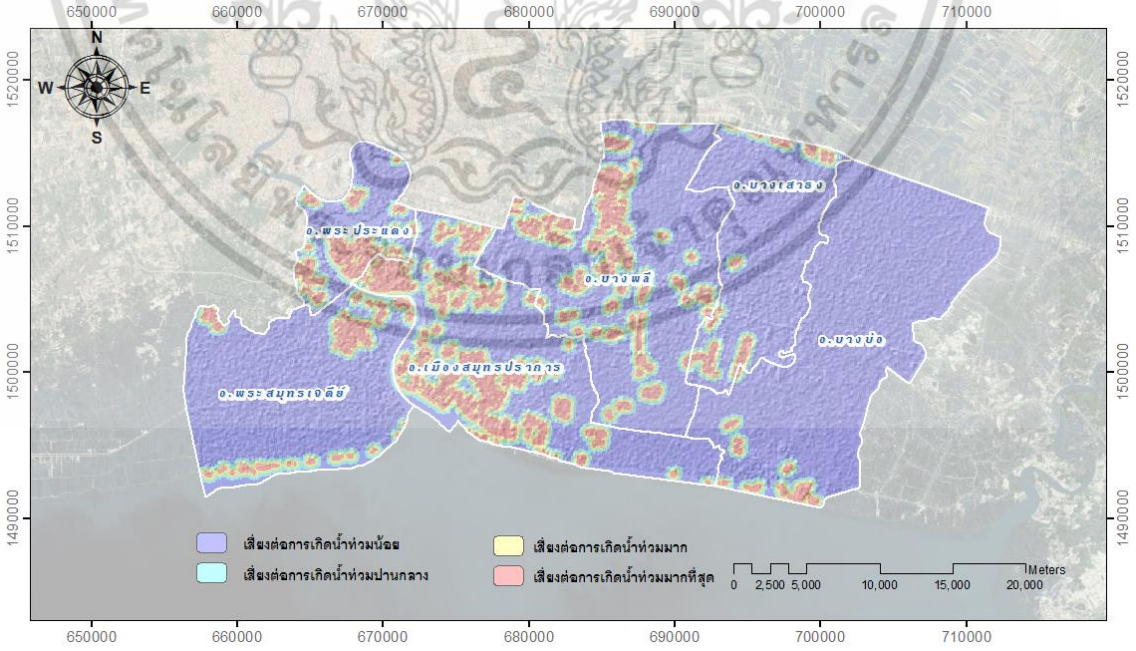
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คิดเป็นร้อยละ 22.23 ของพื้นที่ทั้งหมด) รองลงมาเป็นพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงมากที่สุด (ห่างจากพื้นที่ลุ่มรับน้ำน้อยกว่า 100 ม.) เป็นพื้นที่ประมาณ 106.51 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 11.03 ของพื้นที่ทั้งหมด (ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอเมืองสมุทรปราการมากที่สุด 44.74 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 4.63 ของพื้นที่ทั้งหมด) และพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงมาก (ห่างจากพื้นที่ลุ่มรับน้ำระหว่าง 100 - 300 ม.) เป็นพื้นที่ประมาณ 91.10 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 9.43 ของพื้นที่ทั้งหมด (ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอเมืองสมุทรปราการมากที่สุด 32.98 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 3.42 ของพื้นที่ทั้งหมด) ตามลำดับ รายละเอียดได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.11 ,4.12 และในรูปแบบแผนที่ในภาพที่ 4.8

ตารางที่ 4.11 แสดงรายละเอียดระดับความเสี่ยงภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องพื้นที่ลุ่มรับน้ำ

ระดับความเสี่ยง	รายละเอียด	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
น้อย	ห่างจากพื้นที่ลุ่มรับน้ำมากกว่า 500 ม.	678.79	70.29
ปานกลาง	ห่างจากพื้นที่ลุ่มรับน้ำระหว่าง 300 – 500 ม.	89.35	9.25
มาก	ห่างจากพื้นที่ลุ่มรับน้ำระหว่าง 100 - 300 ม.	91.10	9.43
มากที่สุด	ห่างจากพื้นที่ลุ่มรับน้ำน้อยกว่า 100 ม.	106.51	11.03
รวม		**965.75**	**100.00**

ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS



ภาพที่ 4.8 แผนที่แสดงระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องพื้นที่ลุ่มรับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 รายละเอียดระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องพื้นที่ลุ่มรับน้ำจำแนกรายอำเภอ

ลำดับที่	อำเภอ	ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยความหนาแน่นของสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน									
		น้อย		ปานกลาง		มาก		มากที่สุด		รวม	
		พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
1	อำเภอเมืองสมุทรปราการ	139.64	14.44	33.54	3.47	9.04	0.93	1.18	0.12	183.40	18.96
2	อำเภอบางบ่อ	224.67	23.23	3.90	0.40	0.56	0.06	0.10	0.01	229.22	23.70
3	อำเภอบางพลี	192.46	19.90	15.85	1.64	3.96	0.41	0.63	0.06	212.90	22.01
4	อำเภอพระประแดง	37.52	3.88	13.05	1.35	5.69	0.59	1.32	0.14	57.57	5.95
5	อำเภอพระสมุทรเจดีย์	157.06	16.24	6.20	0.64	1.99	0.21	0.41	0.04	165.66	17.13
6	อำเภอบางเสาธง	110.44	11.42	5.15	0.53	2.34	0.24	0.43	0.04	118.36	12.24
	รวม	861.80	89.11	77.69	8.03	23.57	2.44	4.06	0.42	967.12	100.00

ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS

4.2.1.7 ระดับความลาดชันของภูมิประเทศ

ข้อมูลความลาดชันของภูมิประเทศ (Slope) เป็นค่าที่ได้ได้จากการสังเคราะห์แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model , DEM) โดยผลการศึกษาพบว่าระดับความความลาดชันของภูมิประเทศ (Slope) ของพื้นที่ศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 0 – 13.01 % โดยพื้นที่ที่มีความลาดชัน (Slope) ต่ำความสามารถในการระบายน้ำออกจากพื้นที่ทำได้ช้า ย่อมมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยมากกว่าพื้นที่มีความลาดชัน (Slope) สูงกว่า และหลังจากจัดระดับความเสี่ยงตามเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้แล้วนั้นพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดจัดอยู่ในกลุ่มเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมากที่สุด (ระดับความลาดชันภูมิประเทศ น้อยกว่า 5 %) เป็นพื้นที่ประมาณ 935.11 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 99.75 ของพื้นที่ทั้งหมด (ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอบางบ่อมากที่สุด 225.62 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 24.07 ของพื้นที่ทั้งหมด) รองลงมาเป็นพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงมาก (ระดับความลาดชันภูมิประเทศ ระหว่าง 6 – 10 %) เป็นพื้นที่ประมาณ 2.13 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 0.23 ของพื้นที่ทั้งหมด (ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอเมืองสมุทรปราการมากที่สุด 0.59 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 0.06 ของพื้นที่ทั้งหมด) และพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงปานกลาง (ระดับความลาดชันภูมิประเทศ ระหว่าง 11 – 15 %) เป็นพื้นที่ประมาณ 0.17 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 0.02 ของพื้นที่ทั้งหมด (ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอบางเสาธงมากที่สุด 0.07 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 0.01 ของพื้นที่ทั้งหมด) ตามลำดับรายละเอียดดังตารางที่ 4.13 , 4.14 และในรูปแบบแผนที่ในภาพที่ 4.9

ตารางที่ 4.13 แสดงรายละเอียดระดับความเสี่ยงภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความลาดชันของภูมิประเทศ

ระดับความเสี่ยง	รายละเอียด	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
น้อย	ระดับความลาดชันของภูมิประเทศ > 15 %	-	0.00
ปานกลาง	ระดับความลาดชันภูมิประเทศ ระหว่าง 11 – 15 %	0.17	0.02
มาก	ระดับความลาดชันภูมิประเทศ ระหว่าง 6 – 10 %	2.13	0.23
มากที่สุด	ระดับความลาดชันภูมิประเทศ น้อยกว่า 5 %	935.11	99.75
รวม		**937.41**	**100.00**

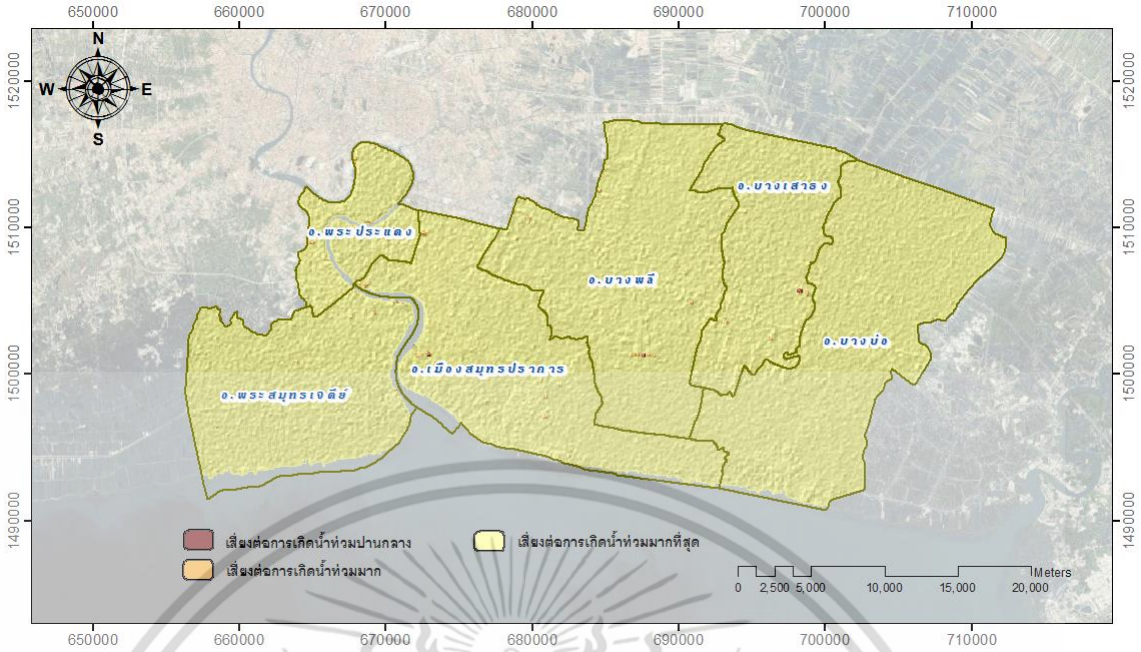
ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 รายละเอียดระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความลาดชันของภูมิประเทศจำแนกรายอำเภอ

ลำดับที่	อำเภอ	ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องพื้นที่ลุ่มรับน้ำ									
		น้อย		ปานกลาง		มาก		มากที่สุด		รวม	
		พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
1	อำเภอเมืองสมุทรปราการ	78.60	8.14	26.91	2.79	32.98	3.42	44.74	4.63	183.23	18.97
2	อำเภอบางบ่อ	214.72	22.23	5.46	0.57	4.72	0.49	4.02	0.42	228.91	23.70
3	อำเภอบางพลี	129.67	13.43	27.68	2.87	26.61	2.76	28.73	2.97	212.69	22.02
4	อำเภอพระประแดง	26.20	2.71	9.35	0.97	9.32	0.97	12.47	1.29	57.34	5.94
5	อำเภอพระสมุทรเจดีย์	131.30	13.60	12.65	1.31	11.08	1.15	10.27	1.06	165.30	17.12
6	อำเภอบางเสาธง	98.29	10.18	7.31	0.76	6.39	0.66	6.28	0.65	118.27	12.25
	รวม	678.79	70.29	89.35	9.25	91.10	9.43	106.51	11.03	965.75	100.00

ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS



ภาพที่ 4.9 แผนที่แสดงระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเนื่องจากปัจจัยเรื่องความลาดชันของภูมิประเทศ

4.2.2 ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

ผลการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมจังหวัดสมุทรปราการ โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System , GIS) ร่วมกับหลักการวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ (Potential Surface Analysis : PSA) ผลการกำหนดค่าคะแนนและค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร โดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น หรือ Analytical Hierarchy Process (AHP) มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.15 (สามารถดูขั้นตอนการวิเคราะห์โดยละเอียดได้ในภาคผนวก ก.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ตารางสรุปรายละเอียดค่าคะแนนและค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยของพื้นที่ศึกษา

ปัจจัย	ปริมาณพื้นที่เสี่ยง (%)				ค่าน้ำหนัก
	น้อย (1)	ปานกลาง (2)	มาก (3)	มากที่สุด (4)	Weight
การระบายน้ำของดิน	27.92	0.67	16.62	54.80	0.13
ความหนาแน่นของถนน	91.40	7.51	0.70	0.40	0.14
ความหนาแน่นของอาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน	89.11	8.03	2.44	0.42	0.31
ปริมาณฝนรายวันสูงสุด	-	-	-	100.00	0.25
ความสูงจากระดับน้ำทะเล	-	-	-	100.00	0.04
พื้นที่ลุ่มรับน้ำ	70.29	9.25	9.43	11.03	0.08
ความลาดชันของภูมิประเทศ	0.00	0.02	0.23	99.75	0.06

ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS

ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงในการเกิดน้ำท่วมของพื้นที่ศึกษาพบว่า มีผลรวมค่าคะแนนจากปัจจัยเสี่ยงทั้ง 7 ปัจจัย อยู่ในช่วง 2 – 3.76 คะแนน สามารถแบ่งระดับระดับความเสี่ยงในการเกิดน้ำท่วม โดยใช้วิธีการแบ่งค่าคะแนนแบบกระจายสม่ำเสมอ (Classification Method By Equal Interval , ได้จากการคำนวณด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS) ออกเป็น 4 ระดับ ได้ความกว้างอันตรภาคชั้นช่วงละ 0.44 คะแนน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยต่ำ ระดับผลรวมค่าคะแนนจากปัจจัยเสี่ยงทั้ง 7 ปัจจัย อยู่ในช่วง 1.99 - 2.44 เป็นพื้นที่ประมาณ 373.54 ตร.กม. (หรือคิดเป็น 40.67 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอพระสมุทรเจดีย์มากที่สุด 127.80 ตร.กม. (หรือคิดเป็นร้อยละ 13.91 ของพื้นที่ทั้งหมด) รองลงมาคืออำเภอบางบ่อ 94.77 ตร.กม. (หรือคิดเป็นร้อยละ 10.32 ของพื้นที่ทั้งหมด)

- ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยปานกลาง ระดับผลรวมค่าคะแนนจากปัจจัยเสี่ยงทั้ง 7 ปัจจัย อยู่ในช่วง 2.44 - 2.88 เป็นพื้นที่ประมาณ 485.76 ตร.กม. (หรือคิดเป็น 52.88 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอบางพลีมากที่สุด 140.20 ตร.กม. (หรือคิดเป็นร้อยละ 15.26 ของพื้นที่ทั้งหมด) รองลงมาคืออำเภอบางบ่อ 126.04 ตร.กม. (หรือคิดเป็นร้อยละ 13.72 ของพื้นที่ทั้งหมด)

- ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยสูง ระดับผลรวมค่าคะแนนจากปัจจัยเสี่ยงทั้ง 7 ปัจจัย อยู่ในช่วง 2.88 – 3.32 เป็นพื้นที่ประมาณ 54.17 ตร.กม. (หรือคิดเป็น 5.90 % ของพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งหมด) ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอเมืองสมุทรปราการมากที่สุด 26.06 ตร.กม. (หรือคิดเป็นร้อยละ 2.84 ของพื้นที่ทั้งหมด) รองลงมาคืออำเภอพระประแดง 12.00 ตร.กม. (หรือคิดเป็นร้อยละ 1.31 ของพื้นที่ทั้งหมด)

- ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยสูงมาก ระดับผลรวมค่าคะแนนจากปัจจัยเสี่ยงทั้ง 7 ปัจจัย อยู่ในช่วง 3.32 – 3.76 เป็นพื้นที่ประมาณ 5.08 ตร.กม. (หรือคิดเป็น 0.55 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอเมืองสมุทรปราการมากที่สุด 2.16 ตร.กม. (หรือคิดเป็นร้อยละ 0.23 ของพื้นที่ทั้งหมด) รองลงมาคืออำเภอพระประแดง 1.58 ตร.กม. (หรือคิดเป็นร้อยละ 0.17 ของพื้นที่ทั้งหมด) รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 การแปลผลข้อมูลระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยของพื้นที่ศึกษา

ระดับผลรวมค่าคะแนน	ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัย	พื้นที่ (ตร.กม.)
1.99 - 2.44	ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยต่ำ	373.54
2.44 - 2.88	ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยปานกลาง	485.76
2.88 – 3.32	ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยสูง	54.17
3.32 – 3.76	ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยสูงมาก	5.08

ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS

จากผลการวิเคราะห์พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดสมุทรปราการ มีระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยอยู่ในระดับปานกลาง โดยเมื่อทำการนำผลระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยดังกล่าวไปใช้วิเคราะห์ร่วมกับขอบเขตเชิงพื้นที่จำแนกรายอำเภอแล้ว พบว่าอำเภอที่อยู่ในพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยสูงมาก 3 ลำดับแรก คือ อำเภอเมืองสมุทรปราการ เป็นพื้นที่ประมาณ 2.16 ตร.กม. (0.23 % ของพื้นที่ทั้งหมด), อำเภอพระประแดง เป็นพื้นที่ประมาณ 1.58 ตร.กม. (0.17 % ของพื้นที่ทั้งหมด) และ อำเภอบางพลี เป็นพื้นที่ประมาณ 0.84 ตร.กม. (0.09 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ตามลำดับ ซึ่งในบริเวณที่มีระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยสูงและสูงมากนั้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทตัวเมือง, ย่านการค้า และพาณิชยกรรม เป็นเขตศูนย์กลางทางการค้าที่หนาแน่นและมีเส้นทางคมนาคมสายหลักพาดผ่าน โดยกระจุกตัวอยู่ในบริเวณสองฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นหากเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ดังกล่าวจะสร้างความเสียหายต่อระบบเศรษฐกิจของจังหวัดสมุทรปราการ และนอกจากนี้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ ซึ่งมีความหนาแน่นสูงก็จะได้รับความเดือดร้อน ดังนั้นจึงควรมีการวางแผนจัดการ เพื่อปรับลดความเสี่ยงและสร้างความพร้อมสำหรับเตรียมรับมือกับปัญหาน้ำท่วมที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต โดยรายละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

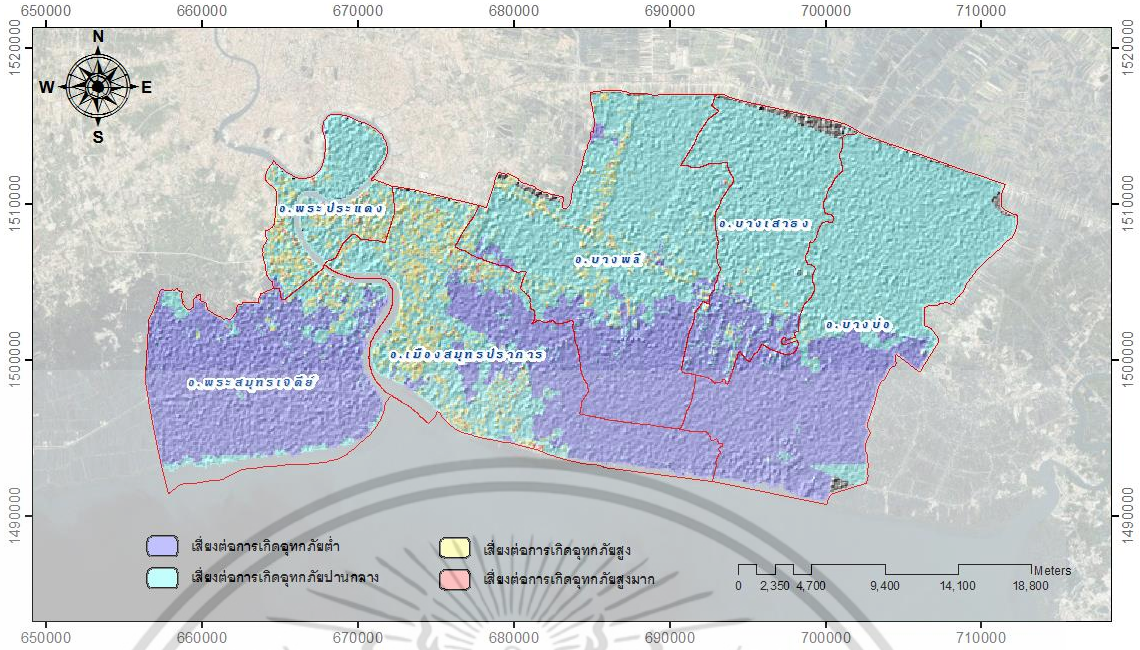
ผลการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยของพื้นที่ศึกษาจำแนกรายอำเภอได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.17 และในรูปแบบแผนที่ในภาพที่ 4.10

ตารางที่ 4.17 แสดงผลการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยของพื้นที่ศึกษาจำแนกผลรายอำเภอ

ลำดับที่	อำเภอ	ระดับความเสี่ยงภัยในการเกิดอุทกภัย									
		ต่ำ		ปานกลาง		สูง		สูงมาก		รวม	
		พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
1	อำเภอเมืองสมุทรปราการ	71.23	7.75	72.13	7.85	26.06	2.84	2.16	0.23	171.58	18.68
2	อำเภอบางบ่อ	94.77	10.32	126.04	13.72	0.39	0.04	0.02	0.00	221.21	24.08
3	อำเภอบางพลี	57.32	6.24	140.20	15.26	11.49	1.25	0.84	0.09	209.85	22.85
4	อำเภอพระประแดง	0.59	0.06	38.58	4.20	12.00	1.31	1.58	0.17	52.74	5.74
5	อำเภอพระสมุทรเจดีย์	127.80	13.91	18.28	1.99	3.00	0.33	0.36	0.04	149.44	16.27
6	อำเภอบางเสาธง	21.83	2.38	90.53	9.86	1.24	0.13	0.14	0.01	113.73	12.38
	รวม	**373.54**	**40.67**	**485.76**	**52.88**	**54.17**	**5.90**	**5.08**	**0.55**	**918.54**	**100.00**

ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 แผนที่แสดงรายละเอียดระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยของพื้นที่ศึกษา

4.3 ผลการวิเคราะห์ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าของพื้นที่ศึกษา

ผลลัพธ์จากการศึกษาระดับความสามารถในการระบายน้ำท่าของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองการไหลรวมตัวของน้ำท่า (Time of Concentration ,Tc) ร่วมกับเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geographic information Technology , GIS) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ใช้ในการประเมินระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าของพื้นที่ศึกษา

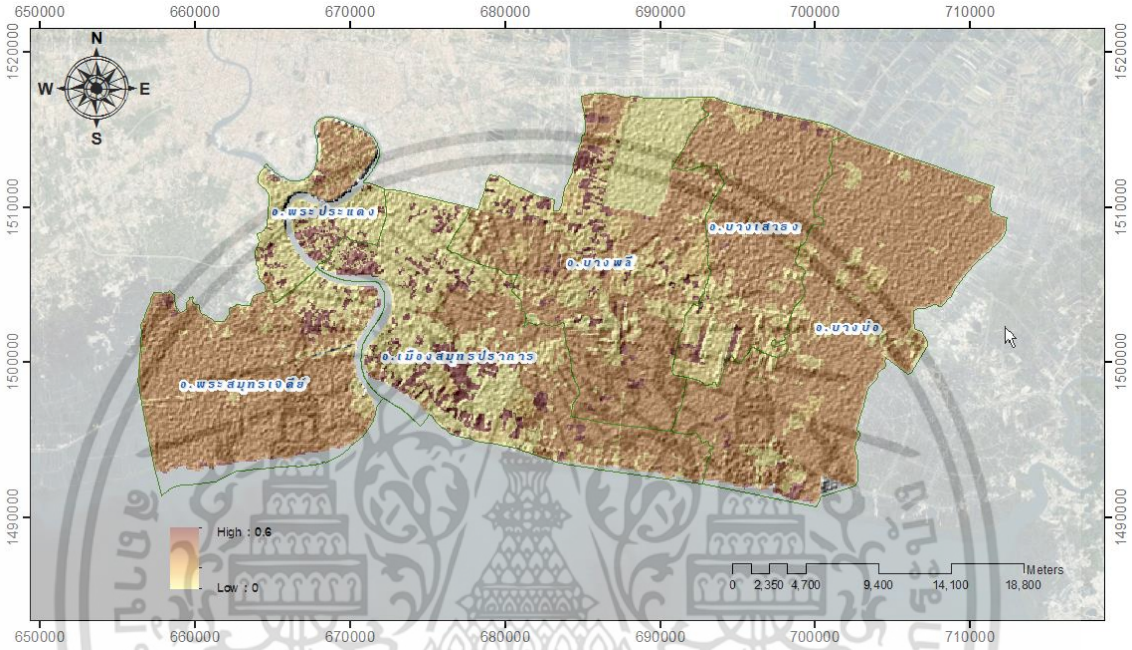
ค่าปัจจัยหรือค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญสำหรับแบบจำลอง ได้แก่ ปัจจัยสภาพภูมิอากาศและคุณลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินบางประการ มาทำการวิเคราะห์ร่วมกับแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model ,DEM) เพื่อประเมินระยะเวลาการระบายน้ำท่าผิวดินภายในพื้นที่ศึกษา ซึ่งแต่ละปัจจัยมีดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.3.1.1 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของการไหลบนผิวดิน (overland flow roughness Coefficients , n factor)

ปัจจัยค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของการไหลบนผิวดิน (overland flow roughness coefficients) มีผลต่อระดับความสามารถในการระบายน้ำท่าผิวดิน ตามแบบจำลองการไหลรวมตัวของน้ำท่า (T_c) กล่าวคือ พื้นที่ใดที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของการไหล (n factor) มาก ส่งผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ต้องการระยะเวลาที่ใช้ในการไหลรวมตัวของน้ำท่ามากกว่าพื้นที่ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของการไหล (n factor) น้อย ตัวอย่างเช่น การไหลบนพื้นที่เกษตรกรรมจะใช้ระยะเวลามากกว่าพื้นที่สนามบิน เป็นต้น โดยจากผลการศึกษาพบว่าจังหวัดสมุทรปราการมีมีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของการไหลบนผิวดิน (overland flow roughness coefficients) อยู่ในช่วง 0 – 0.6 รายละเอียดดังภาพที่ 4.11

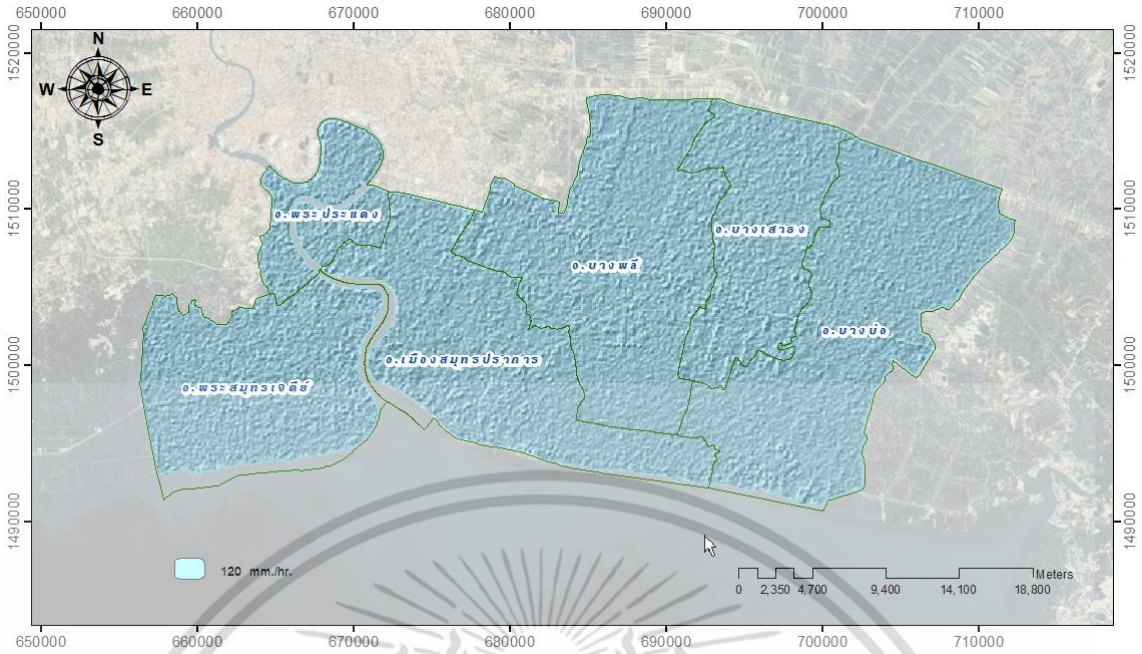


ภาพที่ 4.11 แผนที่แสดงรายละเอียดค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของการไหลบนผิวดิน (overland flow roughness coefficients)

4.3.1.2 ค่าความเข้มฝน (Rainfall Intensity, I factor)

ปัจจัยค่าความเข้มฝน (Rainfall Intensity, I factor) การเลือกค่าความถี่เพื่อหาความเข้มของฝน (I) ขึ้นอยู่กับความสำคัญและสภาพนั้น ๆ ว่าจะยอมให้เกิดเหตุการณ์วิกฤตจากน้ำท่วมบ่อยแค่ไหน สำหรับคาบความถี่เพื่อวิเคราะห์แบบจำลองการระบายน้ำของเมืองควรจะมีระยะอยู่ในช่วง 30-50 ปี เพื่อครอบคลุมโอกาสเสี่ยงในการเกิดภัยธรรมชาติ งานวิจัยนี้ได้เลือกคาบความถี่เพื่อรองรับโอกาสที่จะเกิดน้ำท่าสูงสุดที่รอบ 50 ปี มาสร้างเป็นปัจจัยสำหรับการคำนวณ โดยอ้างอิงจากข้อมูลค่าความเข้มฝนของจังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีค่าความเข้มฝนเท่ากับ 120 มม.ต่อชั่วโมง รายละเอียดแสดงในภาพที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

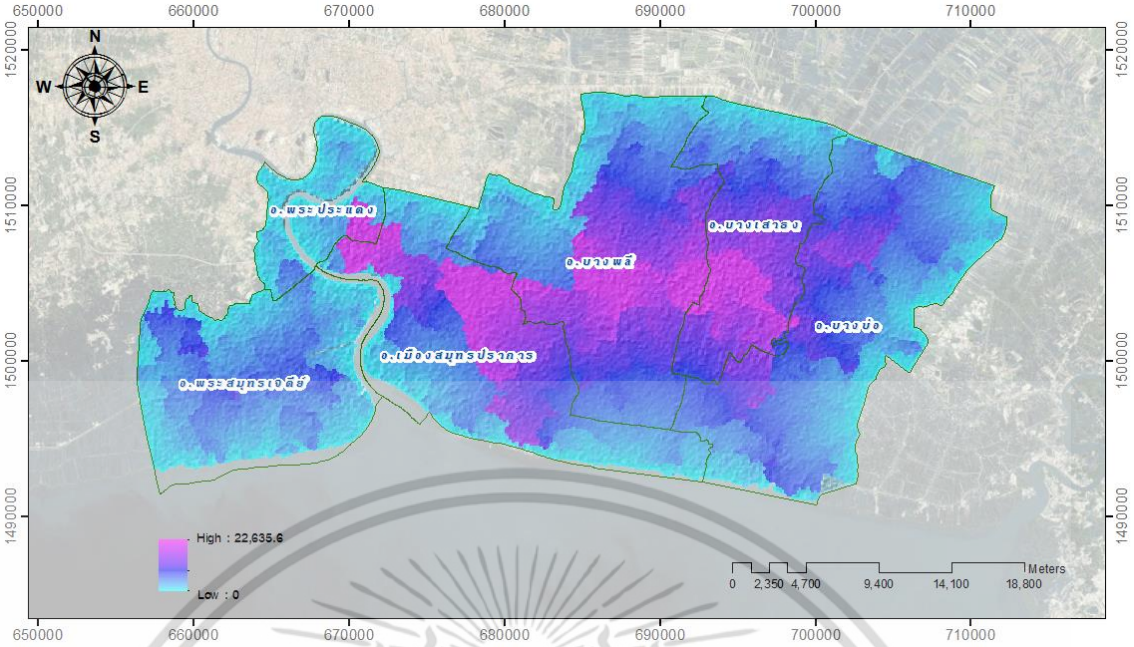


ภาพที่ 4.12 แผนที่แสดงรายละเอียดค่าความเข้มฝน (Rainfall Intensity, I factor)

4.3.1.3 ระยะทางการไหลบนผิวดิน (Length of overland flow , L factor)

ระยะทางการไหลบนผิวดิน (Length of overland flow) ได้จากการสังเคราะห์แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model, DEM) ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System , GIS) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่าระยะทางการไหลบนผิวดิน (Length of overland flow) มีค่าอยู่ในช่วง 0 – 22,635.6 เมตร ซึ่งค่าระยะทางการไหลบนผิวดิน (Length of overland flow) ดังกล่าว มีผลต่อระดับความสามารถในการระบายน้ำท่าผิวดิน ตามแบบจำลองการไหลรวมตัวของน้ำท่า (T_c)กล่าวคือ พื้นที่ใดที่มีค่าระยะทางการไหลบนผิวดิน (L factor) มาก ส่งผลให้ต้องการระยะเวลาที่ใช้ในการไหลรวมตัวของน้ำท่ามากกว่าพื้นที่ที่มีค่าระยะทางการไหลบนผิวดิน (L factor) น้อย รายละเอียดแสดงในภาพที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

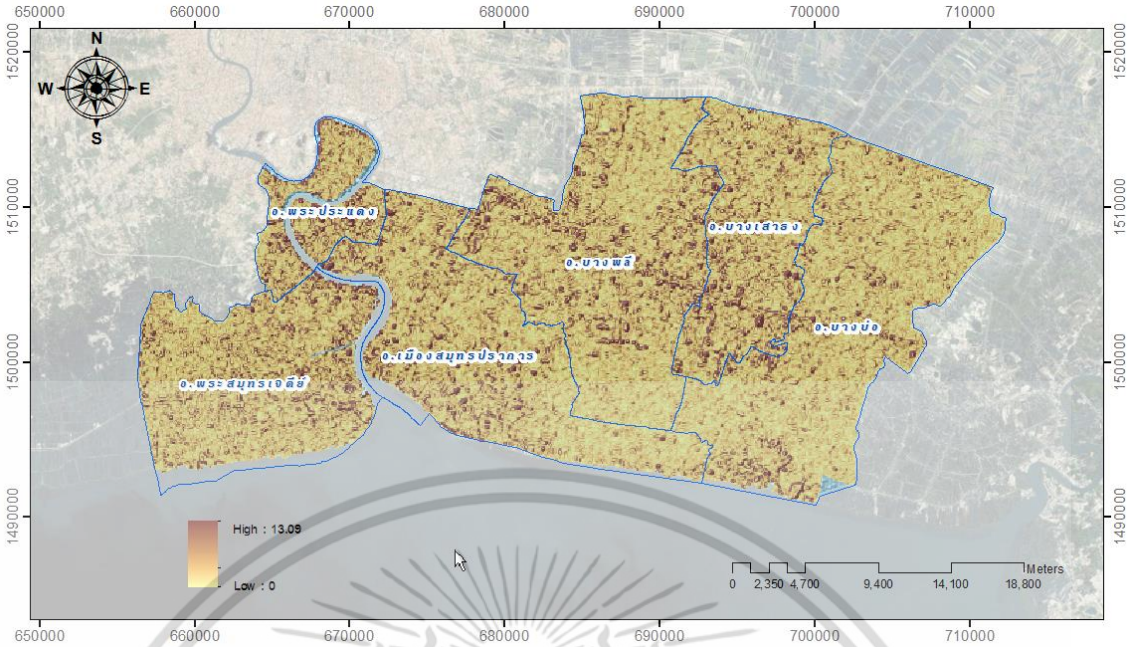


ภาพที่ 4.13 แผนที่แสดงรายละเอียดค่าระยะทางการไหลบนผิวดิน (Length of overland flow , L factor)

4.3.1.4 ค่าความลาดชันเฉลี่ย (Slope , s factor)

ค่าความลาดชันเฉลี่ย (Slope) ของพื้นที่ศึกษาได้จากการสังเคราะห์แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model, DEM) ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System , GIS) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่าค่าความลาดชันเฉลี่ย (Slope) มีค่าอยู่ในช่วง 0 – 13.09 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าความลาดชันเฉลี่ย (Slope) ดังกล่าว มีผลต่อระดับความสามารถในการระบายน้ำท่าผิวดิน ตามแบบจำลองการไหลรวมตัวของน้ำท่า (T_c) กล่าวคือ พื้นที่ใดที่มีค่าความลาดชันเฉลี่ย (Slope) มาก ส่งผลให้ต้องการระยะเวลาที่ใช้ในการไหลรวมตัวของน้ำท่าน้อยกว่าพื้นที่ที่มีค่าความลาดชันเฉลี่ย (Slope) น้อย รายละเอียดแสดงในภาพที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.14 แผนที่แสดงรายละเอียดค่าความลาดชันเฉลี่ย (Slope , S factor)

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ศักยภาพในการระบายน้ำท่าทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา

ผลลัพธ์การประเมินหาระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าของพื้นที่ศึกษาด้วยวิธีการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System , GIS) ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ระยะเวลาการไหลรวมตัวของน้ำท่าผิวดิน (Time of concentration ,Tc) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่าพื้นที่ศึกษามีระยะเวลาการไหลรวมตัวของน้ำท่าจากจุดใดๆในพื้นที่ไปสู่ทางออกของน้ำ มีระยะเวลาอยู่ในช่วง 0 – 8.75 ชั่วโมง สามารถแบ่งระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่า โดยใช้วิธีการแบ่งค่าคะแนนแบบกระจายสม่ำเสมอ (Classification Method By Equal Interval , ได้จากการคำนวณด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS) ออกเป็น 4 ระดับ ความกว้างอันตรภาคชั้นช่วงละ 2.19 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าต่ำ น้ำท่าสามารถระบายจากจุดใด ๆ ในพื้นที่ไปสู่ทางออกของน้ำได้โดยใช้เวลาระหว่าง 6.56 – 8.75 ชั่วโมง คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 0.51 ตร.กม. (0.06 % ของพื้นที่ทั้งหมด)

- ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าปานกลาง น้ำท่าสามารถระบายจากจุดใด ๆ ในพื้นที่ไปสู่ทางออกของน้ำได้โดยใช้เวลาระหว่าง 4.37 – 6.56 ชั่วโมง คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 14.03 ตร.กม. (1.52 % ของพื้นที่ทั้งหมด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าสูง น้ำท่าสามารถระบายจากจุดใด ๆ ในพื้นที่ไปสู่ทางออกของน้ำได้โดยใช้เวลาระหว่าง 2.19 – 4.37 ชั่วโมง คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 247.68 ตร.กม. (26.89 % ของพื้นที่ทั้งหมด)

- ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าสูงมาก น้ำท่าสามารถระบายจากจุดใด ๆ ในพื้นที่ไปสู่ทางออกของน้ำได้โดยใช้เวลาระหว่าง 0 – 2.19 ชั่วโมง คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 658.89 ตร.กม. (71.53 % ของพื้นที่ทั้งหมด) รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 การแปลผลข้อมูลระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา

ระยะเวลาการไหล (ชั่วโมง)	ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่า	พื้นที่ (ตร.กม.)
6.56 – 8.75	ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าต่ำ	0.51
4.37 – 6.56	ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าปานกลาง	14.03
2.19 – 4.37	ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าสูง	247.68
0 – 2.19	ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าสูงมาก	658.89

ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS

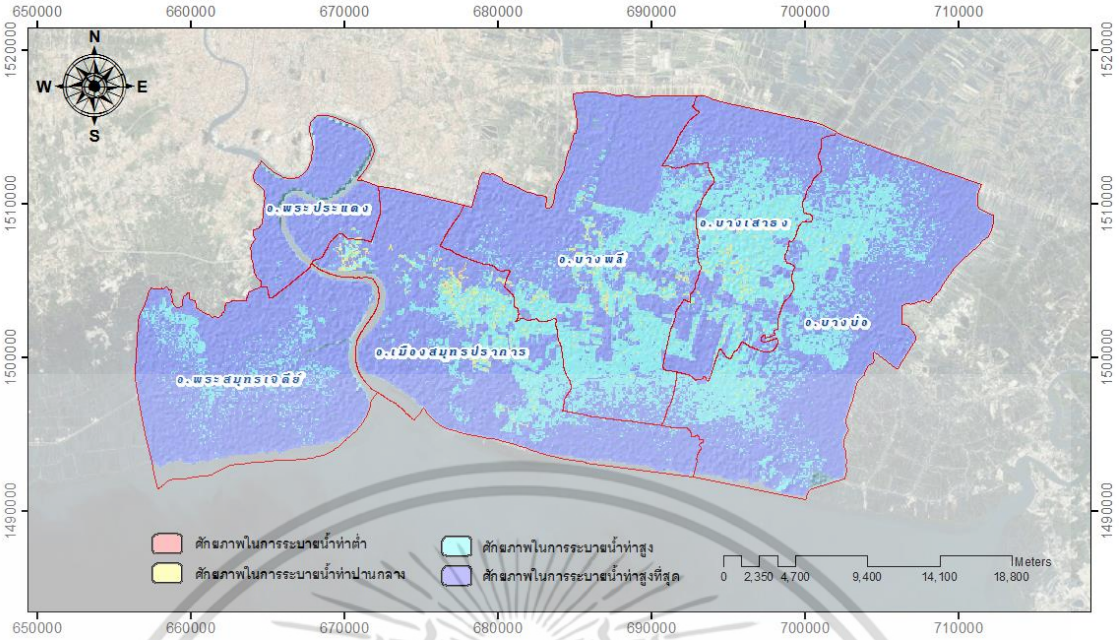
จากผลการวิเคราะห์พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดสมุทรปราการมีศักยภาพในการระบายน้ำท่าผิวดินสูงและสูงมาก โดยเมื่อทำการนำผลระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าดังกล่าวไปใช้วิเคราะห์ร่วมกับขอบเขตเชิงพื้นที่จำแนกรายอำเภอแล้ว พบว่า อำเภอที่อยู่ในพื้นที่ที่มีศักยภาพในการระบายน้ำท่าสูงมาก 3 ลำดับแรก คือ อำเภอบางบ่อ เป็นพื้นที่ประมาณ 151.80 ตร.กม. (16.48 % ของพื้นที่ทั้งหมด), อำเภอบางพลี เป็นพื้นที่ประมาณ 134.93 ตร.กม. (14.65 % ของพื้นที่ทั้งหมด) และ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ เป็นพื้นที่ประมาณ 134.79 ตร.กม. (14.63 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากลักษณะทางกายภาพของจังหวัดสมุทรปราการมีตำแหน่งที่ตั้งติดกับทะเล ประกอบกับมีแม่น้ำและลำคลองจำนวนมากไหลผ่าน ด้วยจุดเด่นด้านลักษณะทางกายภาพของพื้นที่เช่นนี้ จึงส่งผลให้จังหวัดสมุทรปราการมีศักยภาพในการระบายน้ำท่าผิวดินส่วนเกินออกจากพื้นที่ได้เร็ว โดยรายละเอียดผลการวิเคราะห์ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าของพื้นที่ศึกษาจำแนกรายอำเภอได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.19 และในรูปแบบแผนที่ในภาพที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 แสดงผลการวิเคราะห์ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าของพื้นที่ศึกษาจำแนกผลรายอำเภอ

ลำดับที่	อำเภอ	ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าของพื้นที่ศึกษา									
		ต่ำ		ปานกลาง		สูง		สูงมาก		รวม	
		พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
1	อำเภอเมืองสมุทรปราการ	0.32	0.03	5.93	0.64	37.97	4.12	127.29	13.82	171.52	18.62
2	อำเภอบางบ่อ	-	-	0.79	0.09	69.61	7.56	151.80	16.48	222.19	24.12
3	อำเภอบางพลี	0.17	0.02	4.44	0.48	71.24	7.73	134.93	14.65	210.79	22.88
4	อำเภอพระประแดง	0.01	0.00	0.16	0.02	0.28	0.03	49.00	5.32	49.45	5.37
5	อำเภอพระสมุทรเจดีย์	-	-	0.02	0.00	14.92	1.62	134.79	14.63	149.73	16.26
6	อำเภอบางเสาธง	0.01	0.00	2.69	0.29	53.66	5.83	61.07	6.63	117.43	12.75
	รวม	**0.51**	**0.06**	**14.03**	**1.52**	**247.68**	**26.89**	**658.89**	**71.53**	**921.11**	**100.00**

ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS



ภาพที่ 4.15 แผนที่แสดงรายละเอียดระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าของพื้นที่ศึกษา

4.4 ผลการวิเคราะห์ระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่

ผลลัพธ์การวิเคราะห์ศักยภาพการพัฒนาของพื้นที่ศึกษาภายใต้ข้อจำกัดเรื่องภัยพิบัติ (อุทกภัย) และ ศักยภาพของในการระบายน้ำท่าผิวดินของพื้นที่ โดยใช้เทคนิคการซ้อนทับข้อมูล (Overlay function) ด้วยปัจจัย 2 ปัจจัย คือ ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าผิวดิน (ปัจจัยด้านบวก) และระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัย (ปัจจัยด้านลบ) ผลการวิเคราะห์พบว่าผลรวมค่าคะแนนจากปัจจัยดังกล่าวข้างต้นทั้ง 2 ปัจจัย มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง -3 ถึง 3 คะแนน โดยทางผู้วิจัยได้ทำการแบ่งระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ออกเป็น 3 ระดับ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- *หลีกเลี่ยงการใช้พื้นที่* เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีค่าระดับความเสี่ยงในการเกิดอุกทกภัยในระดับตั้งแต่สูงกว่าไปจนถึงในระดับเท่าๆกัน เมื่อเปรียบเทียบกับระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าส่วนเกินออกจากพื้นที่ จำเป็นต้องจำกัดควบคุมการพัฒนารวมถึงจัดเตรียมมาตรการปรับลดระดับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ผลรวมค่าคะแนนจากปัจจัยทั้ง 2 ปัจจัย อยู่ในช่วงระหว่าง -3 ถึง 0 คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 83.81 ตร.กม. (8.67 % ของพื้นที่ทั้งหมด)

- *ควบคุมระดับความเข้มข้นของกิจกรรม* เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีศักยภาพในการระบายน้ำท่าส่วนเกินออกจากพื้นที่ในระดับสูงกว่าความเสี่ยงในการเกิดอุกทกภัยเพียงเล็กน้อย ไม่เพียงพอที่จะส่งเสริมให้มีการพัฒนาพื้นที่สำหรับรองรับการขยายตัวของเมืองในอนาคต จำเป็นต้องควบคุมระดับความเข้มข้นของกิจกรรมไว้ ผลรวมค่าคะแนนจากปัจจัยทั้ง 2 ปัจจัย มีค่าเท่ากับ 1 คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 187.59 ตร.กม. (19.40 % ของพื้นที่ทั้งหมด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- *เหมาะสมสำหรับรองรับการขยายตัวของเมือง* เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าส่วนเกินออกจากพื้นที่สูงกว่าระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัย ดังนั้นจึงมีศักยภาพเพียงพอต่อการรองรับการขยายตัวของเมืองในอนาคตได้ ผลรวมค่าคะแนนจากปัจจัยทั้ง 2 ปัจจัย อยู่ในช่วงระหว่าง 2 ถึง 3 คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 695.52 ตร.กม. (71.93 % ของพื้นที่ทั้งหมด) รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.20 และในรูปแบบแผนที่ในภาพที่ 4.16

ตารางที่ 4.20 การแปลผลข้อมูลระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ศึกษา

ระดับผลรวมค่าคะแนน	ระดับศักยภาพในการพัฒนาพื้นที่	พื้นที่ (ตร.กม.)
-3 ถึง 0	***หลีกเลี่ยง*** การใช้พื้นที่	83.81
เท่ากับ 1	***ควบคุม*** ระดับความเข้มข้นของกิจกรรม	187.59
2 ถึง 3	***เหมาะสม*** สำหรับรองรับการขยายตัวของเมือง	695.52

ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS

ภาพที่ 4.16 แผนที่แสดงรายละเอียดระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดสมุทรปราการเหมาะสมสำหรับรองรับการขยายตัวของเมือง โดยเมื่อนำผลระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ดังกล่าวไปวิเคราะห์ร่วมกับขอบเขตเชิงพื้นที่จำแนกรายอำเภอ พบว่าอำเภอที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนา 3 ลำดับแรก คือ อำเภอบางบ่อ เป็นพื้นที่ประมาณ 178.72 ตร.กม. (18.49 % ของพื้นที่ทั้งหมด), อำเภอบางพลี เป็นพื้นที่ประมาณ 152.96 ตร.กม. (15.82 % ของพื้นที่ทั้งหมด) และ อำเภอเมืองสมุทรปราการ เป็นพื้นที่ประมาณ 142.32 ตร.กม. (14.72 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 4.21

ผลการวิเคราะห์ระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ศึกษาเมื่อนำไปวิเคราะห์ร่วมกับผังเมืองรวมจังหวัดสมุทรปราการ (รายละเอียดดังภาพที่ 4.17) พบว่ารูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินตามข้อกำหนดของผังเมืองรวมที่มีศักยภาพเหมาะสมในการรองรับการขยายตัวของเมืองส่วนใหญ่คือที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม เป็นพื้นที่ประมาณ 279.28 ตร.กม. (30.95 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ,รองลงมาคือที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย เป็นพื้นที่ประมาณ 237.85 ตร.กม. (26.36 % ของพื้นที่ทั้งหมด) และที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง เป็นพื้นที่ประมาณ 112.84 ตร.กม. (12.51 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ตามลำดับ โดยรายละเอียดผลการวิเคราะห์ระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ร่วมกับข้อกำหนดผังเมืองรวมจังหวัดสมุทรปราการได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.22

สาเหตุที่พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดสมุทรปราการมีศักยภาพในการพัฒนาเหมาะสมสำหรับรองรับการขยายตัวของเมือง เป็นผลมาจากลักษณะทางกายภาพของจังหวัดสมุทรปราการมีตำแหน่งที่ตั้งติดกับทะเล ประกอบกับมีแม่น้ำและลำคลองจำนวนมากไหลผ่าน ดังนั้นถึงแม้ว่าจังหวัดสมุทรปราการจะเป็นจังหวัดที่มีความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเป็นประจำ เนื่องจากลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบราบลุ่มแอ่งกระทะ และเป็นจังหวัดปลายน้ำมีหน้าที่รองรับน้ำจากฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานครก็ตาม แต่ด้วยจุดเด่นเรื่องลักษณะทางด้านกายภาพของพื้นที่ ซึ่งมีศักยภาพในการระบายน้ำท่าผิวดินส่วนเกินออกจากพื้นที่ได้เร็ว ส่งผลให้จังหวัดสมุทรปราการเป็นจังหวัดที่มีศักยภาพในการใช้พื้นที่สูงและเป็นจังหวัดที่มีความสำคัญอย่างมากต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าผลการวิเคราะห์ระดับศักยภาพของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการจะให้ผลว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดมีศักยภาพในการพัฒนาสูง แต่ในทางปฏิบัติแล้วก็มิควรปล่อยปละละเลยให้มีการพัฒนาหรือการก่อสร้างอย่างไร้ขอบเขต ควรมีการกำหนดทิศทางการพัฒนาอย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม โดยคำนึงถึงรูปลักษณ์อาคาร ความสูง รูปแบบทางสถาปัตยกรรม ความหนาแน่นจำเป็นต้องควบคุมความหนาแน่นของอาคารให้มีสัดส่วนพื้นที่อาคารและที่ว่างที่อย่างเหมาะสมและสมดุล ตลอดจนทำเลและตำแหน่งที่ตั้งของโครงการหรือสิ่งปลูกสร้างที่จะพัฒนาขึ้นใหม่ ต้องได้รับการพิสูจน์แล้วว่าไม่กีดขวางเส้นทางการไหลหรือเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 ระดับความสามารถในการพัฒนาพื้นที่จำแนกรายอำเภอ

ลำดับที่	อำเภอ	ระดับความสามารถในการพัฒนาพื้นที่จำแนกรายอำเภอ							
		เหมาะสม		ควบคุม		หลีกเลี่ยง		รวม	
		พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
1	อำเภอเมืองสมุทรปราการ	124.00	12.83	37.02	3.83	22.27	2.30	183.29	18.96
2	อำเภอบางบ่อ	178.72	18.49	40.83	4.22	9.58	0.99	229.13	23.70
3	อำเภอบางพลี	152.96	15.82	46.92	4.85	12.91	1.34	212.79	22.01
4	อำเภอพระประแดง	34.26	3.54	11.70	1.21	11.59	1.20	57.55	5.95
5	อำเภอพระสมุทรเจดีย์	142.32	14.72	4.36	0.45	18.90	1.96	165.58	17.13
6	อำเภอบางเสาธง	63.19	6.54	46.76	4.84	8.35	0.86	118.29	12.24
	รวม	**695.45**	**71.95**	**187.59**	**19.41**	**83.60**	**8.65**	**966.63**	**100.00**

ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS

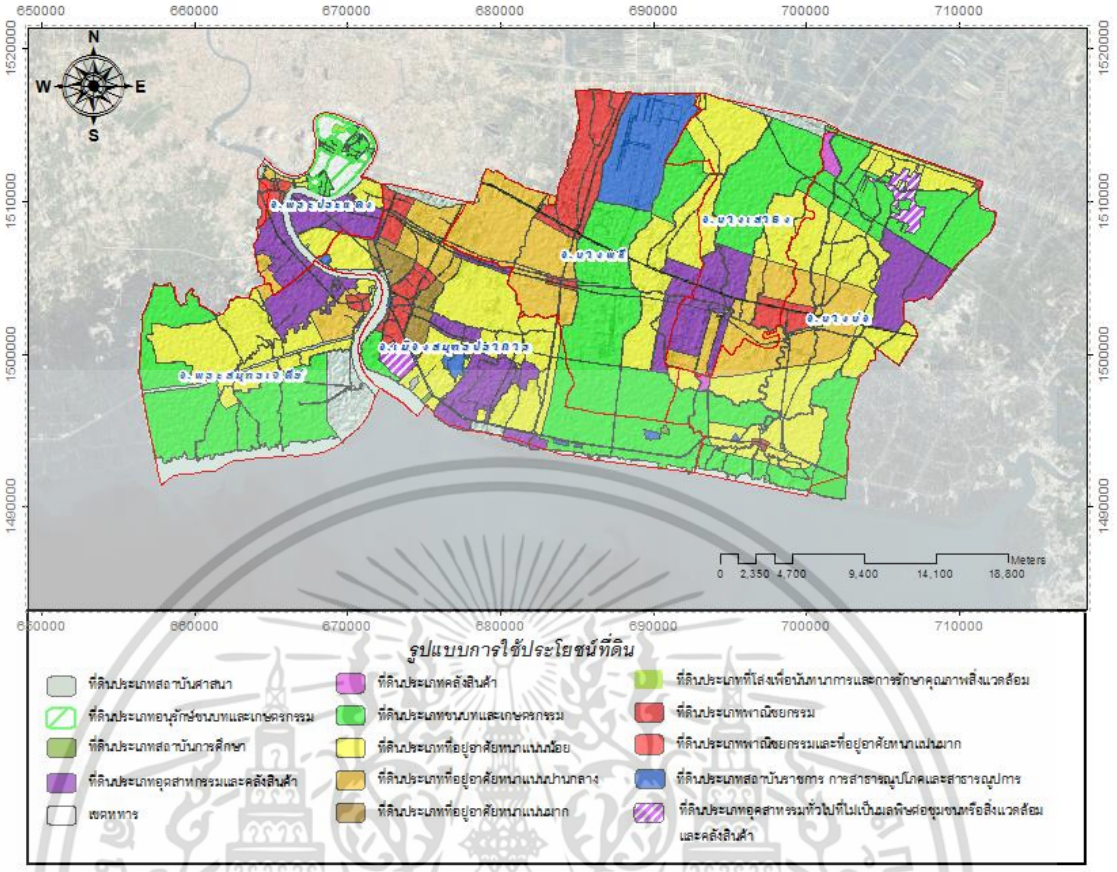
ตารางที่ 4.22 ผลการวิเคราะห์ระดับความสามารถในการพัฒนาพื้นที่ร่วมกับผังเมืองรวมจังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ. 2556

ลำดับที่	สัญลักษณ์	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความสามารถในการพัฒนาพื้นที่							
			เหมาะสม		ควบคุม		หลีกเลี่ยง		รวม	
			พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
1	ย.1- ย.4	ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย	183.02	20.28	54.84	6.08	11.11	1.23	248.96	27.59
2	ย.5- ย.6	ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง	84.86	9.41	27.97	3.10	6.57	0.73	119.41	13.23
3	ย.7- ย.8	ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก	5.86	0.65	4.50	0.50	0.71	0.08	11.07	1.23
4	พ.1- พ.4	ที่ดินประเภทพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก	25.24	2.80	6.03	0.67	2.48	0.28	33.75	3.74
5	พ.1- พ.4	ที่ดินประเภทพาณิชยกรรม	9.64	1.07	5.87	0.65	2.36	0.26	17.88	1.98
6	อ.3	ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า	72.53	8.04	25.58	2.83	8.28	0.92	106.39	11.79
7	อ.1- อ.2	ที่ดินประเภทคลังสินค้า	2.81	0.31	0.08	0.01	0.05	0.01	2.94	0.33
8	อ.4	ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมทั่วไปที่ไม่เป็นมลพิษต่อชุมชนหรือสิ่งแวดล้อมและคลังสินค้า	5.70	0.63	3.82	0.42	0.16	0.02	9.68	1.07

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

ลำดับที่	สัญลักษณ์	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความสามารถในการพัฒนาพื้นที่							
			เหมาะสม		ควบคุม		หลีกเลี่ยง		รวม	
			พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
9	ก.1-ก.2	ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม	226.57	25.11	52.71	5.84	13.14	1.46	292.42	32.41
10	ก.3	ที่ดินประเภทอนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม	9.01	1.00	0.18	0.02	0.54	0.06	9.73	1.08
11	ล.	ที่ดินประเภทที่โล่งเพื่อนันทนาการและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม	0.38	0.04	0.00	0.00	0.08	0.01	0.46	0.05
12	ศษ.	ที่ดินประเภทสถาบันการศึกษา	0.46	0.05	0.03	0.00	0.03	0.00	0.52	0.06
13	ศน.	ที่ดินประเภทสถาบันศาสนา	0.48	0.05	0.12	0.01	-	0.00	0.59	0.07
14	ส.	ที่ดินประเภทสถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ	33.07	3.66	0.31	0.03	1.14	0.13	34.52	3.83
15		เขตทหาร	13.21	1.46	0.11	0.01	0.68	0.08	14.00	1.55
		รวม	**672.83**	**74.57**	**182.15**	**20.19**	**47.33**	**5.24**	**902.31**	**100.00**

ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS



ภาพที่ 4.17 รายละเอียดการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดสมุทรปราการตามข้อกำหนดผังเมืองรวม ปี พ.ศ. 2556

4.5 แนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการ

ผังแนวคิดการพัฒนาภาคกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเป็นเครื่องมือในการชี้นำทิศทางในการพัฒนาของพื้นที่ โดยมีเป้าหมายสูงสุดเพื่อพัฒนาเมืองให้น่าอยู่ ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีทั้งในสังคมเมืองและสังคมชนบท บนฐานปรัชญาการใช้ชีวิตแบบพอเพียง และคำนึงถึงสถานการณ์โลกและประเทศทั้งด้านประชากร สิ่งแวดล้อม พลังงาน และแรงผลักดันต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคต (Driving Forces) ทั้งแนวโน้มและความไม่แน่นอน (Trends & Uncertainties) เป็นส่วนสำคัญ ซึ่งจังหวัดสมุทรปราการเป็นหนึ่งในจังหวัดปริมณฑลโดยรอบที่ถูกวางแผนไว้สำหรับรองรับการขยายตัวของเมืองในอนาคตแล้ว

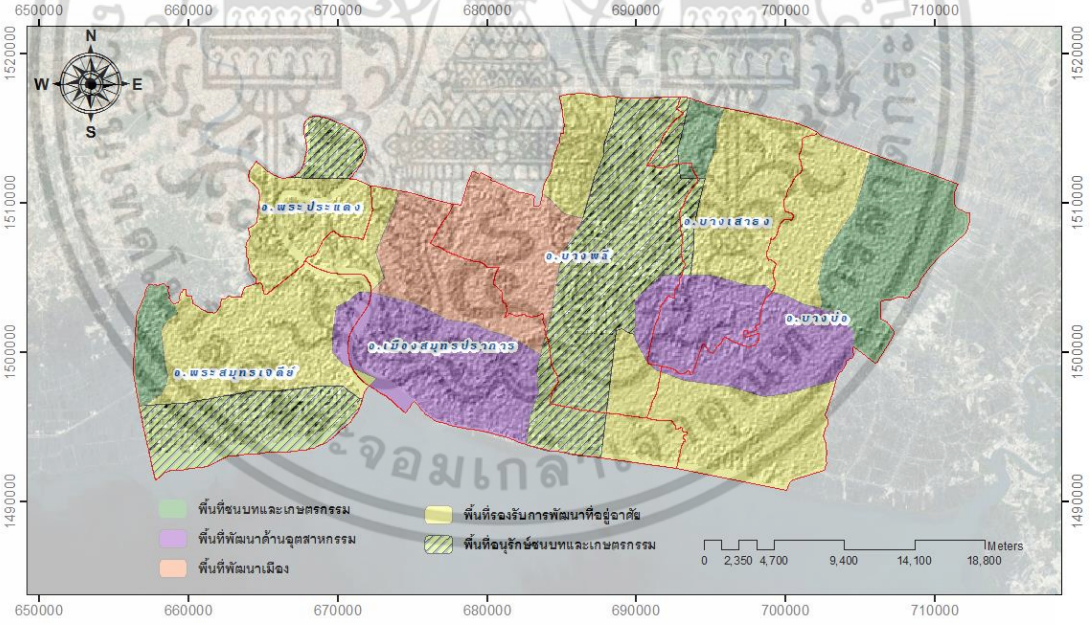
งานวิจัยในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาตามแนวคิดผังพัฒนาภาคกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ภายใต้เงื่อนไขเรื่องความเสี่ยงภัยในการเกิดอุทกภัย ซึ่งเป็นเป้าประสงค์หลักของงานวิจัยชิ้นนี้ โดยนำผลระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วข้างต้น (รายละเอียดดังภาพที่ 4.16) มาทำการวิเคราะห์ร่วมกับผังพัฒนาภาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรุงเทพมหานครและปริมณฑล (รายละเอียดดังภาพที่ 4.18) พบว่าในพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาทั้งหมด มีสัดส่วนของรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินตามแนวคิดผังพัฒนาภาคกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ดังนี้

- พื้นที่พัฒนาด้านอุตสาหกรรม คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 129.96 ตร.กม. (13.44 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอเมืองสมุทรปราการมากที่สุด รองลงมาคืออำเภอบางบ่อ
- พื้นที่พัฒนาเมือง คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 71.49 ตร.กม. (7.40% ของพื้นที่ทั้งหมด) ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอบางพลีมากที่สุด รองลงมาคืออำเภอเมืองสมุทรปราการ
- พื้นที่เพื่อรองรับการพัฒนาที่อยู่อาศัย คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 258.51 ตร.กม. (26.74 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอบางบ่อมากที่สุด รองลงมาคืออำเภอพระสมุทรเจดีย์
- พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 80.77 ตร.กม. (8.36 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอบางบ่อมากที่สุด รองลงมาคืออำเภอพระสมุทรเจดีย์
- พื้นที่อนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 154.71 ตร.กม. (16.00 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอบางพลีมากที่สุด รองลงมาคืออำเภอพระสมุทรเจดีย์

รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.23



ภาพที่ 4.18 รายละเอียดผังแนวคิดการพัฒนาภาคกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในส่วนของจังหวัดสมุทรปราการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 ผลการวิเคราะห์ระดับความสามารถในการพัฒนาพื้นที่ร่วมกับผังแนวคิดการพัฒนาภาคกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ลำดับที่	สัญลักษณ์	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความสามารถในการพัฒนาพื้นที่							
			เหมาะสม		ควบคุม		หลีกเลี่ยง		รวม	
			พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
1		พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม	80.77	8.36	14.12	1.46	4.90	0.51	99.78	10.32
2		พื้นที่พัฒนาเมือง	71.49	7.40	23.58	2.44	8.61	0.89	103.68	10.73
3		พื้นที่รองรับการพัฒนาที่อยู่อาศัย	258.51	26.74	80.87	8.37	34.61	3.58	373.98	38.69
4		พื้นที่อนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม	154.71	16.00	38.15	3.95	20.30	2.10	213.16	22.05
5		พื้นที่พัฒนาด้านอุตสาหกรรม	129.96	13.44	30.87	3.19	15.19	1.57	176.02	18.21
		รวม	695.43	71.94	187.59	19.41	83.62	8.65	966.63	100.00

ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS

การจัดลำดับพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาในแต่ละกิจกรรมย่อยๆ เป็นวิธีหนึ่งในการช่วยชี้นำการตัดสินใจเลือกลงทุนของภาครัฐและเอกชน สำหรับการเลือกพื้นที่ที่จะพัฒนาจำเป็นต้องเลือกพื้นที่ที่มีความพร้อมในด้านการบริการพื้นฐาน และบริเวณดังกล่าวต้องไม่เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม จากผลการวิเคราะห์ระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ศึกษา (รายละเอียดดังภาพที่ 4.16) สามารถทำการจำแนกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาออกเป็นอีก 2 ระดับย่อย คือ พื้นที่เหมาะสม และพื้นที่เหมาะสมมาก ตามลำดับ เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจเลือกพื้นที่สำหรับการพัฒนา โดยทางผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากในการพัฒนาแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินตามผังแนวคิดการพัฒนาภาคกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ได้ผลลัพธ์ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

- *พื้นที่ที่เหมาะสมอย่างมากสำหรับการพัฒนาด้านอุตสาหกรรม* มีพื้นที่ทั้งหมด 45.71 ตร.กม. (4.73 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอบางบ่อมากที่สุด 18.53 ตร.กม. (1.92% ของพื้นที่ทั้งหมด) รองลงมาคืออำเภอบางเสาธง 12.41 ตร.กม. (1.28% ของพื้นที่ทั้งหมด)

- *พื้นที่ที่เหมาะสมอย่างมากสำหรับการพัฒนาเป็นพื้นที่เมือง* มีพื้นที่ทั้งหมด 5.98 ตร.กม. (0.62 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอเมืองมากที่สุด 4.19 ตร.กม. (0.43% ของพื้นที่ทั้งหมด) รองลงมาคืออำเภอบางพลี 1.78 ตร.กม. (0.18% ของพื้นที่ทั้งหมด)

- *พื้นที่ที่เหมาะสมอย่างมากสำหรับการพัฒนาเป็นที่อยู่อาศัย* มีพื้นที่ทั้งหมด 120.77 ตร.กม. (12.49 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอพระสมุทรเจดีย์มากที่สุด 56.79 ตร.กม. (5.87% ของพื้นที่ทั้งหมด) รองลงมาคืออำเภอบางบ่อ 42.58 ตร.กม. (4.40% ของพื้นที่ทั้งหมด)

- *พื้นที่ที่เหมาะสมอย่างมากสำหรับการพัฒนาเป็นพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม* มีพื้นที่ทั้งหมด 14.03 ตร.กม. (1.45 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอพระสมุทรเจดีย์มากที่สุด 11.10 ตร.กม. (1.15% ของพื้นที่ทั้งหมด) รองลงมาคืออำเภอบางบ่อ 2.93 ตร.กม. (0.30% ของพื้นที่ทั้งหมด)

- *พื้นที่ที่เหมาะสมอย่างมากสำหรับการพัฒนาเป็นพื้นที่อนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม* มีพื้นที่ทั้งหมด 63.11 ตร.กม. (6.53 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ปรากฏอยู่ในพื้นที่อำเภอพระสมุทรเจดีย์มากที่สุด 41.23 ตร.กม. (4.27 % ของพื้นที่ทั้งหมด) รองลงมาคืออำเภอเมืองสมุทรปราการ 12.24 ตร.กม. (1.27 % ของพื้นที่ทั้งหมด) โดยรายละเอียดผลการวิเคราะห์การแจกแจงระดับความเหมาะสมในการพัฒนาพื้นที่ ในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินตามผังแนวคิดการพัฒนาภาคกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจำแนกรายอำเภอ ได้แสดงรายละเอียดทั้งหมดไว้ในตารางที่ 4.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์การแจกแจงระดับความเหมาะสมในการพัฒนาพื้นที่ ในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินตามผังแนวคิดการพัฒนาภาคกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจำแนกรายอำเภอ

ลำดับที่	สัญลักษณ์	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความเหมาะสมในการพัฒนาพื้นที่					
			เหมาะสมมาก (3)		เหมาะสม (2)		รวม	
			พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
1.0	**อำเภอเมืองสมุทรปราการ**		**39.22**	**4.06**	**84.77**	**8.77**	**123.99**	**12.83**
1.1		พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.2		พื้นที่พัฒนาเมือง	4.19	0.43	27.88	2.88	32.08	3.32
1.3		พื้นที่รองรับการพัฒนาที่อยู่อาศัย	14.19	1.47	8.58	0.89	22.77	2.36
1.4		พื้นที่อนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม	12.24	1.27	5.40	0.56	17.64	1.83
1.5		พื้นที่พัฒนาด้านอุตสาหกรรม	8.59	0.89	42.91	4.44	51.50	5.33
2.0	**อำเภอบางบ่อ**		**64.04**	**6.62**	**114.69**	**11.86**	**178.72**	**18.49**
2.1		พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม	2.93	0.30	55.49	5.74	58.42	6.04
2.2		พื้นที่พัฒนาเมือง	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.3		พื้นที่รองรับการพัฒนาที่อยู่อาศัย	42.58	4.40	36.41	3.77	78.99	8.17
2.4		พื้นที่อนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.5		พื้นที่พัฒนาด้านอุตสาหกรรม	18.53	1.92	22.79	2.36	41.32	4.27

ตารางที่ 4.24 (ต่อ)

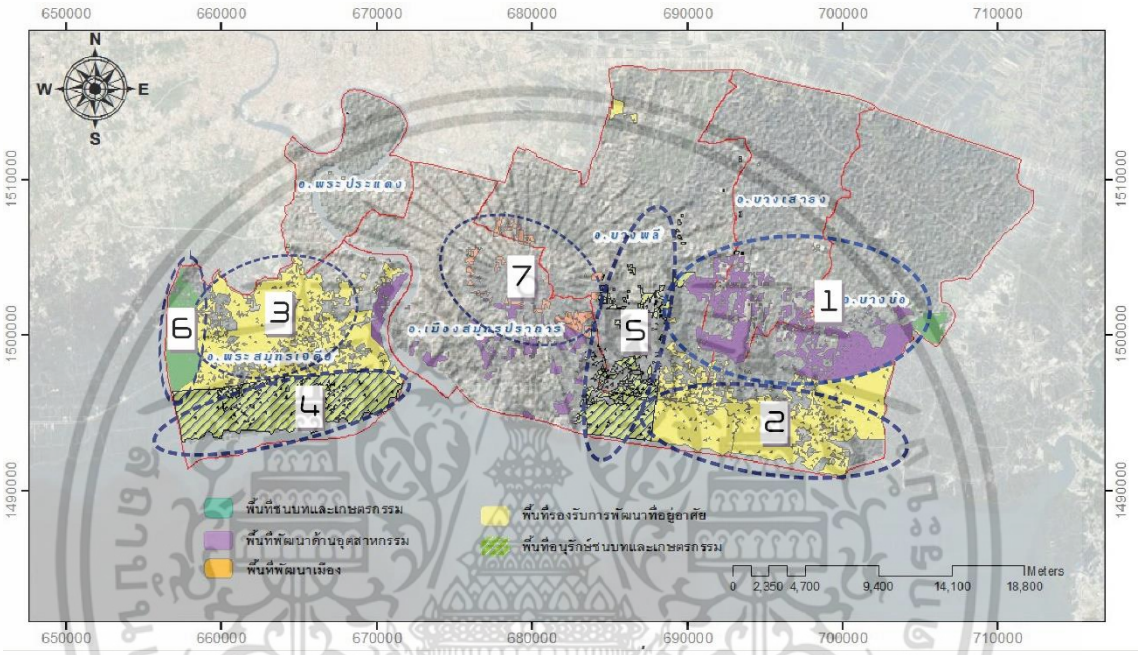
ลำดับที่	สัญลักษณ์	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความเหมาะสมในการพัฒนาพื้นที่					
			เหมาะสมมาก (3)		เหมาะสม (2)		รวม	
			พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
3.0	**อำเภอบางพลี**		**20.88**	**2.16**	**132.07**	**13.66**	**152.95**	**15.82**
3.1		พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม	0.00	0.00	0.58	0.06	0.58	0.06
3.2		พื้นที่พัฒนาเมือง	1.78	0.18	37.63	3.89	39.41	4.08
3.3		พื้นที่รองรับการพัฒนาที่อยู่อาศัย	6.65	0.69	26.58	2.75	33.23	3.44
3.4		พื้นที่อนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม	9.54	0.99	63.60	6.58	73.14	7.57
3.5		พื้นที่พัฒนาด้านอุตสาหกรรม	2.91	0.30	3.68	0.38	6.59	0.68
4.0	**อำเภอพระประแดง**		**0.48**	**0.05**	**33.78**	**3.49**	**34.26**	**3.54**
4.1		พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.2		พื้นที่พัฒนาเมือง	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.3		พื้นที่รองรับการพัฒนาที่อยู่อาศัย	0.47	0.05	22.07	2.28	22.54	2.33
4.4		พื้นที่อนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม	0.01	0.00	11.71	1.21	11.72	1.21
4.5		พื้นที่พัฒนาด้านอุตสาหกรรม	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 4.24 (ต่อ)

ลำดับที่	สัญลักษณ์	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความเหมาะสมในการพัฒนาพื้นที่					
			เหมาะสมมาก (3)		เหมาะสม (2)		รวม	
			พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ (%)
5.0	**อำเภอพระสมุทรเจดีย์**		**112.39**	**11.63**	**29.92**	**3.10**	**142.31**	**14.72**
5.1		พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม	11.10	1.15	2.50	0.26	13.61	1.41
5.2		พื้นที่พัฒนาเมือง	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.3		พื้นที่รองรับการพัฒนาที่อยู่อาศัย	56.79	5.87	21.26	2.20	78.04	8.07
5.4		พื้นที่อนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม	41.23	4.27	5.59	0.58	46.82	4.84
5.5		พื้นที่พัฒนาด้านอุตสาหกรรม	3.27	0.34	0.57	0.06	3.84	0.40
6.0	**อำเภอบางเสาธง**		**12.59**	**1.30**	**50.60**	**5.24**	**63.19**	**6.54**
6.1		พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม	0.00	0.00	8.17	0.84	8.17	0.84
6.2		พื้นที่พัฒนาเมือง	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.3		พื้นที่รองรับการพัฒนาที่อยู่อาศัย	0.09	0.01	22.84	2.36	22.93	2.37
6.4		พื้นที่อนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม	0.09	0.01	5.30	0.55	5.39	0.56
6.5		พื้นที่พัฒนาด้านอุตสาหกรรม	12.41	1.28	14.29	1.48	26.70	2.76
		รวม	**249.59**	**25.82**	**445.83**	**46.12**	**695.43**	**71.94**

ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS

จากนั้นทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายละเอียดข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ที่เหมาะสมมากในการพัฒนา ตามผังแนวคิดการพัฒนาภาคกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่ถูกคัดเลือกไว้ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างลักษณะทางกายภาพในปัจจุบันกับข้อกำหนดผังเมืองรวมและแผนพัฒนาในอนาคต เพื่อให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาในแต่ละพื้นที่ (รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 4.25) และแสดงผลการคัดเลือกพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากสำหรับรองรับการขยายตัวของเมืองในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินไว้ในภาพที่ 4.19



ภาพที่ 4.19 แผนที่แสดงตำแหน่งพื้นที่ที่เหมาะสมมากสำหรับรองรับการพัฒนาของเมือง ในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายละเอียดข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ที่เหมาะสมมากในการพัฒนาตามผังแนวคิดการพัฒนาภาคกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ลำดับ	พื้นที่ตัวอย่าง	ระดับความเสี่ยงภัยน้ำท่วม	ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่า	สภาพกายภาพปัจจุบัน	ข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในผังเมืองรวม	รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินตามแนวคิดผังพัฒนาภาคกรุงเทพและปริมณฑล
1	บริเวณ ต.บางเสาธง, ต.บางเพรียง, ต.บางบ่อ,ต.คลองด่าน , ต.บ้านระกาศ ***(อ.บางบ่อ และ อ.บางเสาธง)***	เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยต่ำ	ศักยภาพในการระบายน้ำท่าสูงมาก	ส่วนใหญ่เป็นที่ดินประเภทเกษตรกรรม มีที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยและย่านอุตสาหกรรมปะปนบ้างเป็นส่วนน้อย	ประกอบด้วย - ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม - ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า - ที่ดินประเภทพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย	พื้นที่พัฒนาด้านอุตสาหกรรม

ตารางที่ 4.25 (ต่อ)

ลำดับ	พื้นที่ตัวอย่าง	ระดับความเสี่ยงภัยน้ำท่วม	ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่า	สภาพกายภาพปัจจุบัน	ข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในผังเมืองรวม	รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินตามแนวคิดผังพัฒนาภาคกรุงเทพและปริมณฑล
2	บริเวณ ต.คลองด่าน,ต.บางปู, ต.บางปลา และ ต.บางเพรียง ***(อ.บางบ่อ ,อ.บางพลี , อ.เมืองจังหวัดสมุทร - ปราการ)***	เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยต่ำ	ศักยภาพในการระบายน้ำท่าสูงมาก	ส่วนใหญ่เป็นที่ดินประเภทเกษตรกรรม มีที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยและย่านการค้าพาณิชยกรรมปะปนบ้างเป็นส่วนน้อย	ประกอบด้วย - ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม - ที่ดินประเภทพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย - ที่ดินประเภทที่สถาบันราชการ - ที่ดินประเภทสถาบันการศึกษา	พื้นที่รองรับการพัฒนาที่อยู่อาศัย

ตารางที่ 4.25 (ต่อ)

ลำดับ	พื้นที่ตัวอย่าง	ระดับความเสี่ยงภัยน้ำท่วม	ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่า	สภาพกายภาพปัจจุบัน	ข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในผังเมืองรวม	รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินตามแนวคิดผังพัฒนาภาคกรุงเทพและปริมณฑล
3	บริเวณ ต.บ้านคลองสวน, ต.แหลมฟ้าผ่า, ต.นาเกลือ และ ต.คลองบางปลากด ***(อ.พระสมุทรเจดีย์)***	เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยต่ำ	ศักยภาพในการระบายน้ำท่าสูงมาก	ส่วนใหญ่เป็นที่ดินประเภทเกษตรกรรม มีที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยและย่านอุตสาหกรรมปะปนบ้างเป็นส่วนน้อย	ประกอบด้วย - ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย - ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า	พื้นที่รองรับการพัฒนาที่อยู่อาศัย
4	บริเวณ ต.แหลมฟ้าผ่า และ ต.นาเกลือ ***(อ.พระสมุทรเจดีย์)***	เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยต่ำ	ศักยภาพในการระบายน้ำท่าสูงมาก	ส่วนใหญ่เป็นที่ดินประเภทเกษตรกรรม มีที่ดินประเภทสถานที่ราชการปะปนบ้างเป็นส่วนน้อย	ประกอบด้วย - ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย - เขตทหาร	พื้นที่อนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม

ตารางที่ 4.25 (ต่อ)

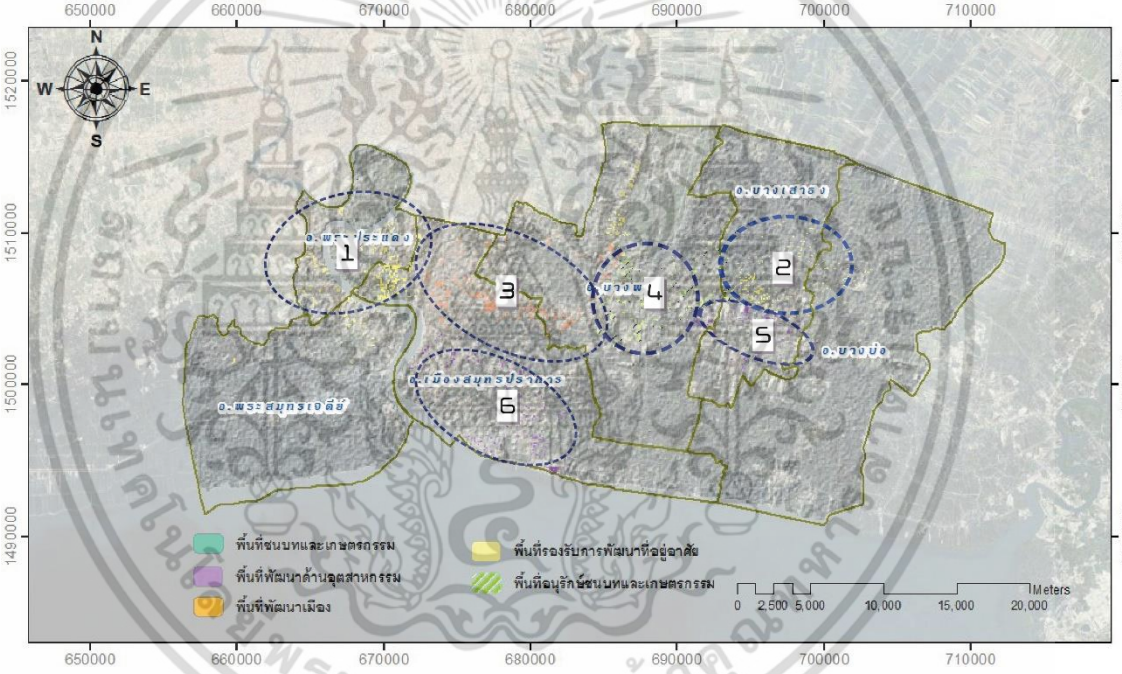
ลำดับ	พื้นที่ตัวอย่าง	ระดับความเสี่ยงภัยน้ำท่วม	ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่า	สภาพกายภาพปัจจุบัน	ข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในผังเมืองรวม	รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินตามแนวคิดผังพัฒนาภาคกรุงเทพและปริมณฑล
5	บริเวณ ต.บางปลา, ต.บางพลีใหญ่ , ต.บางปู และ ต.บางปูใหม่ ***(อ.เมืองสมุทรปราการ และ อ.บางพลี)***	เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยต่ำ	ศักยภาพในการระบายน้ำท่าสูงมาก	ส่วนใหญ่เป็นที่ดินประเภทเกษตรกรรม มีที่ดินประเภทพื้นที่ลุ่มที่รกร้าง , ที่อยู่อาศัยและย่านอุตสาหกรรม ปะปนบ้างเป็นส่วนน้อย	ประกอบด้วย - ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง - ที่ดินประเภทสถาบันการศึกษา	พื้นที่อนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม
6	บริเวณ ต.บ้านคลองสวน และ ต.นาเกลือ ***(อ.พระสมุทรเจดีย์)***	เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยต่ำ	ศักยภาพในการระบายน้ำท่าสูงมาก	ส่วนใหญ่เป็นที่ดินประเภทเกษตรกรรม มีที่ดินประเภทย่านอุตสาหกรรม ปะปนบ้างเป็นส่วนน้อย	ประกอบด้วย - ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย	พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม

ตารางที่ 4.25 (ต่อ)

ลำดับ	พื้นที่ตัวอย่าง	ระดับความเสี่ยงภัยน้ำท่วม	ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่า	สภาพกายภาพปัจจุบัน	ข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในผังเมืองรวม	รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินตามแนวคิดผังพัฒนาภาคกรุงเทพและปริมณฑล
7	บริเวณ ต.บางพลีใหญ่, ต.แพรกษา , ต.แพรกษาใหม่ , ต.บางเมือง และ ต.บางแก้ว ***(อ.พระสมุทรเจดีย์)***	เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยต่ำ	ศักยภาพในการระบายน้ำท่าสูงมาก	ส่วนใหญ่เป็นที่ดินประเภทที่อยู่อาศัย มีที่ดินประเภทตัวเมือง ย่านการค้า พาณิชยกรรม และเกษตรกรรม ปะปนบ้างเป็นส่วนน้อย	ประกอบด้วย - ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก	พื้นที่พัฒนาเมือง

ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS

จากผลการวิเคราะห์ระดับศักยภาพในการพัฒนาพื้นที่ร่วมกับผังพัฒนาภาคกรุงเทพมหานครและปริมณฑล นอกจากสามารถคัดเลือกพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากสำหรับการพัฒนา ในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแล้ว ยังสามารถสามารถระบุตำแหน่งพื้นที่ที่จำเป็นต้องหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์พื้นที่ (เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีค่าระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยในระดับสูงกว่าระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าส่วนเกินออกจากพื้นที่) ได้อีกด้วย โดยพื้นที่ดังกล่าวจำเป็นต้องจำกัดควบคุมการพัฒนา รวมถึงจำเป็นต้องจัดเตรียมมาตรการเพื่อปรับลดระดับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต โดยผลการเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพในปัจจุบันกับข้อกำหนดผังเมืองรวมและแผนพัฒนาในอนาคต ของพื้นที่ที่จำเป็นต้องหลีกเลี่ยงเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินดังกล่าว แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 4.26 และแสดงผลการคัดเลือกพื้นที่ที่จำเป็นต้องหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์พื้นที่ไว้ในภาพที่ 4.20



ภาพที่ 4.20 แผนที่แสดงตำแหน่งพื้นที่ที่จำเป็นต้องหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์พื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายละเอียดข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ที่ควรหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์พื้นที่

ลำดับ	พื้นที่ตัวอย่าง	ระดับความเสี่ยงภัยน้ำท่วม	ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่า	สภาพกายภาพปัจจุบัน	ข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในผังเมืองรวม	รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินตามแนวคิดผังพัฒนาภาคกรุงเทพและปริมณฑล
1	บริเวณ ต.บางหญ้าแพรก, ต.บางครุ , ต.สำโรงใต้ , ต.สำโรงกลาง , ต.บางโปรง และ ต.บางด้วน ***(อ.พระประแดง และ อ.เมืองสมุทรปราการ)***	เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยปานกลาง – สูงมาก	ศักยภาพในการระบายน้ำท่าต่ำ – สูงมาก	ส่วนใหญ่เป็นที่ดินประเภทตัวเมือง ย่านการค้า พาณิชยกรรม และมีพื้นที่ลุ่มรกร้างปะปนบ้างเป็นส่วนน้อย	ประกอบด้วย - ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก - ที่ดินประเภทสถาบันราชการ	พื้นที่รองรับการพัฒนาที่อยู่อาศัย
2	บริเวณ ต.ศรีษะจระเข้ใหญ่, ต.บางเสาธง , ต.บางบ่อ, ***(อ.บางเสาธง และ อ.บางบ่อ)***	เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยปานกลาง	ศักยภาพในการระบายน้ำท่าต่ำ – ปานกลาง	ส่วนใหญ่เป็นที่ดินประเภทเกษตรกรรม และมีที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยปะปนบ้างเป็นส่วนน้อย	ประกอบด้วย - ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย - ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม	พื้นที่รองรับการพัฒนาที่อยู่อาศัย

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

ลำดับ	พื้นที่ตัวอย่าง	ระดับความเสี่ยงภัยน้ำท่วม	ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่า	สภาพกายภาพปัจจุบัน	ข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในผังเมืองรวม	รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินตามแนวคิดผังพัฒนาภาคกรุงเทพและปริมณฑล
3	บริเวณ ต.สำโรงเหนือ, ต.เทพารักษ์ , ต.บางเมืองใหม่ , ต.บางเมือง , ต.บางพลีใหญ่ ***(อ.เมืองสมุทรปราการ และ อ.บางพลี)***	เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยสูง – สูงมาก	ศักยภาพในการระบายน้ำท่าต่ำ – ปานกลาง	ส่วนใหญ่เป็นที่ดินประเภทตัวเมือง ย่านการค้า พาณิชยกรรม และที่อยู่อาศัย มีที่ดินประเภทเกษตรกรรมและที่ลุ่มรกร้างปะปนบ้างเป็นส่วนน้อย	ประกอบด้วย - ที่ดินประเภทพาณิชยกรรม - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย	พื้นที่พัฒนาเมือง
4	บริเวณ ต.บางพลีใหญ่ , ต.ราชาเทวะ , ต.บางโฉลง , ต.บางปลา ***(อ.บางพลี)***	เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยปานกลาง – สูงมาก	ศักยภาพในการระบายน้ำท่าปานกลาง – สูง	ส่วนใหญ่เป็นที่ดินประเภทเกษตรกรรม มีที่ดินประเภทที่อยู่อาศัย และ ที่ลุ่มรกร้างปะปนบ้างเป็นส่วนน้อย	ประกอบด้วย - ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย - ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า	พื้นที่อนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

ลำดับ	พื้นที่ตัวอย่าง	ระดับความเสี่ยงภัยน้ำท่วม	ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่า	สภาพกายภาพปัจจุบัน	ข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในผังเมืองรวม	รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินตามแนวคิดผังพัฒนาภาคกรุงเทพและปริมณฑล
5	บริเวณ ต.บางโฉลง , ต.ศรีษะจระเข้ใหญ่ , ต.บางเสาธง ***(อ.บางพลี และ อ.บางเสาธง)***	เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยปานกลาง – สูงมาก	ศักยภาพในการระบายน้ำท่าต่ำ – สูง	ส่วนใหญ่เป็นที่ดินประเภทเกษตรกรรม มีที่ดินประเภทที่อยู่อาศัย และ ที่ลุ่มรกร้างปะปนบ้างเป็นส่วนน้อย	ประกอบด้วย - ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง - ที่ดินประเภทพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก - ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า	พื้นที่พัฒนาด้านอุตสาหกรรม
6	บริเวณ ต.ปากน้ำ , ต.ท้ายบ้าน ต.ท้ายบ้านใหม่, ต.แพรกษา ต.แพรกษาใหม่ ต.บางปูใหม่ ***(อ.เมืองสมุทรปราการ)***	เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยสูง – สูงมาก	ศักยภาพในการระบายน้ำท่าต่ำ – สูงมาก	ส่วนใหญ่เป็นที่ดินประเภทตัวเมือง ย่านการค้า พาณิชยกรรม อุตสาหกรรม มีที่ดินประเภทเกษตรกรรม และ ที่ลุ่มรกร้างปะปนบ้างเป็นส่วนน้อย	ประกอบด้วย - ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย - ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก - ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า - ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมทั่วไปที่ไม่เป็นมลพิษต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม	พื้นที่พัฒนาด้านอุตสาหกรรม

4.6 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่อาคาร/สิ่งก่อสร้างที่สร้างกีดขวางทางน้ำ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลกายภาพของพื้นที่ศึกษาด้วยแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ทำให้ทราบถึงเส้นทางการไหลของน้ำ ตลอดจนขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยๆตามกายภาพของพื้นที่ศึกษา (รายละเอียดแสดงในภาพที่ 4.21 และ 4.22) จากผลลัพธ์ที่ได้ดังกล่าว เป็นประโยชน์อย่างมากต่อการวางแผนบริหารจัดการและการควบคุมความหนาแน่นของสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดินภายในพื้นที่ลุ่มน้ำ ให้มีสัดส่วนพื้นที่อาคารและที่ว่างอย่างเหมาะสมและสมดุล ตลอดจนการตรวจสอบประเภทและปริมาณอาคารสิ่งปลูกสร้างกีดขวางทางน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการควบคุมหรือการหามาตรการในการจำกัดสิ่งปลูกสร้างที่ไม่ปลอดภัยในพื้นที่น้ำท่วม ตลอดจนหาแนวทางแก้ไขสำหรับอาคารสิ่งปลูกสร้างกีดขวางทางน้ำที่ตั้งอยู่แล้วในพื้นที่ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำ

ในส่วนนี้จึงทำการวิเคราะห์และตรวจสอบประเภทและปริมาณอาคารสิ่งปลูกสร้างกีดขวางทางน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่าอาคารสิ่งปลูกสร้างใดที่มีระยะห่างจากเส้นทางการไหลของน้ำตามกายภาพของพื้นที่ (อ้างอิงจากผลจากการวิเคราะห์แบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ด้วยชุดเครื่องมือ Spatial Analyst Tools ของโปรแกรม ArcGIS 10) น้อยกว่า 12 เมตร ให้ถือว่าอาคารสิ่งปลูกสร้างนั้นๆกีดขวางทางไหลของน้ำ (การกำหนดระยะห่างจากเส้นทางการไหลของน้ำที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบในงานวิจัยนี้ อ้างอิงจากข้อกำหนดระยะถอยร่น (Set back) ระหว่างอาคารกับที่สาธารณะตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 โดยเลือกใช้ระยะห่างสูงสุดที่ระยะ 12 เมตร มาเป็นเกณฑ์ เพื่อให้ครอบคลุมโอกาสเสี่ยงในการเกิดภัยธรรมชาติ รายละเอียดดังตารางที่ 4.27)

ตารางที่ 4.27 แสดงข้อกำหนดระยะถอยร่น (Set back) ระหว่างอาคารกับที่สาธารณะพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522

ระยะระหว่างแนวอาคารกับที่สาธารณะ	เกณฑ์ระยะการถอยร่นต้องไม่น้อยกว่า (ม.)	ที่มา
การสร้างบ้านใกล้กับแม่น้ำ คูคลอง ลำราง ลำประโดน ที่แคบกว่า 10 ม.จะต้องถอยให้ตัวบ้านห่างจากขอบที่ดิน	3	พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522
แหล่งน้ำกว้างกว่า 10 ม. ต้องถอยห่างจากขอบที่ดิน	6	
แหล่งน้ำขนาดใหญ่ เช่น บึง ทะเลสาบ หรือทะเล ต้องถอยให้ตัวบ้านห่างจากขอบที่ดิน	12	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจากผลการตรวจสอบพบว่าในพื้นที่ศึกษามีอาคารสิ่งปลูกสร้างทั้งสิ้น 528,931 อาคาร คิดเป็นพื้นที่ทั้งหมด 79,052,667 ตร.ม. หรือคิดเป็น 49,407.92 ไร่ มีอาคารสิ่งปลูกสร้างที่กีดขวางทางไหลของน้ำทั้งหมดจำนวน 14,490 อาคาร เป็นพื้นที่ 1,130,637.99 ตร.ม. หรือคิดเป็น 706.65 ไร่ (1.43 % ของพื้นที่ทั้งหมด) โดยพบว่าอาคารสิ่งปลูกสร้างกีดขวางทางไหลของน้ำส่วนใหญ่ คืออาคารประเภทที่พักอาศัย จำนวน 10,174 อาคาร เป็นพื้นที่ 577,313.79 ตร.ม. หรือคิดเป็น 360.82 ไร่ (51.06 % ของพื้นที่อาคารกีดขวางทางน้ำทั้งหมด) รองลงมาคืออาคารประเภทอุตสาหกรรม จำนวน 531 อาคาร เป็นพื้นที่ 243,475.98 ตร.ม. หรือคิดเป็น 152.17 ไร่ (21.53 % ของพื้นที่อาคารกีดขวางทางน้ำทั้งหมด) โดยรายละเอียดผลการตรวจสอบปริมาณอาคารสิ่งปลูกสร้างกีดขวางทางไหลของน้ำจำแนกรายประเภทอาคารทั้งหมดได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.28 และแสดงตัวอย่างผลการเปรียบเทียบปริมาณอาคารสิ่งก่อสร้างปกคลุมดินก่อนและหลังการตรวจสอบไว้ในภาพที่ 4.23

ตารางที่ 4.28 แสดงรายละเอียดผลการตรวจสอบปริมาณอาคารสิ่งปลูกสร้างกีดขวางทางไหลของน้ำจำแนกรายประเภทอาคาร

ลำดับที่	การใช้ประโยชน์อาคาร	จำนวนอาคาร (หลังคาเรือน)	ขนาดพื้นที่		ร้อยละ
			ตร.ม.	ไร่	%
1	ที่พักอาศัย	10,174	577,313.79	360.82	51.06
2	พาณิชยกรรม	508	62,537.95	39.09	5.53
3	อุตสาหกรรม	531	243,475.98	152.17	21.53
4	คลังสินค้า	121	57,288.88	35.81	5.07
5	ที่พักอาศัยกึ่งพาณิชยกรรม	628	39,409.67	24.63	3.49
6	สถานที่ราชการ	14	2,174.92	1.36	0.19
7	สถานศึกษา	55	10,203.71	6.38	0.90
8	ศาสนสถาน	60	7,220.26	4.51	0.64
9	ปศุสัตว์	24	2,317.74	1.45	0.20
10	อื่นๆ	2,375	128,695	80.43	11.38
	รวม	**14,490**	**1,130,637.99**	**706.65**	**100.00**

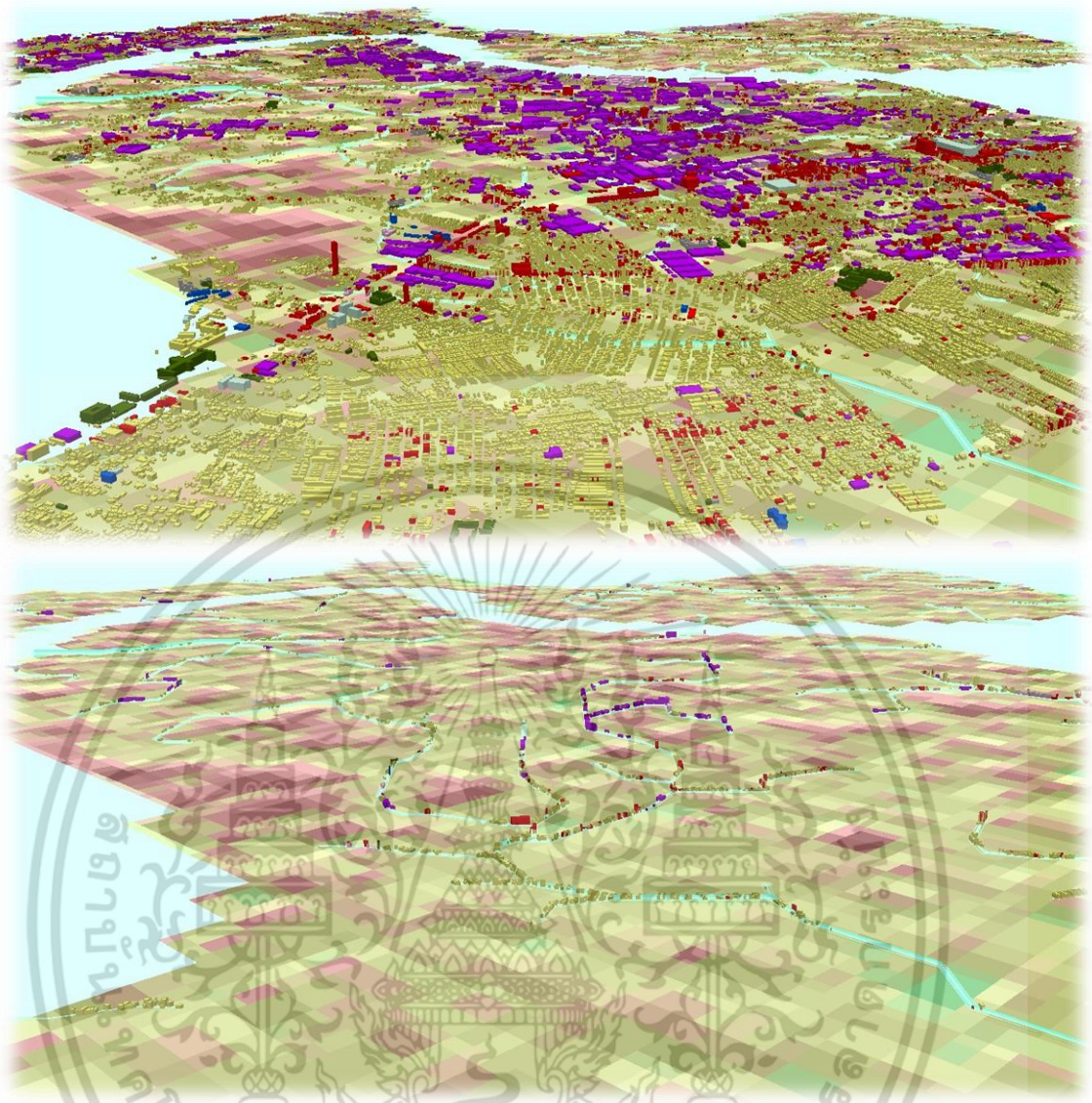
ที่มา : จากการวิเคราะห์ผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.21 แสดงผลรายละเอียดเส้นทางการไหลของน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) และรายละเอียดการกระจายตัวของอาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดินภายในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ

ภาพที่ 4.22 แสดงรายละเอียดเส้นทางการไหลของน้ำและขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยๆ ตามกายภาพของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.23 แสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณอาคารสิ่งก่อสร้างปกคลุมดินก่อนและหลังการตรวจสอบประเภทและปริมาณอาคารสิ่งปลูกสร้างกีดขวางทางน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่รับน้ำฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ ด้วยการเชื่อมโยงความรู้แบบบูรณาการระหว่าง 2 ปัจจัยหลัก คือ โอกาสเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (analysis hierarchy process , AHP) และ ระดับความสามารถในการระบายน้ำท่าผิวดินของพื้นที่ ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งเกี่ยวของกับพฤติกรรมการไหลรวมตัวของน้ำท่าผิวดิน จากจุดใดๆในพื้นที่ไปจนสู่ทางออกของน้ำ (Time of concentration ,T_c) สามารถสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะได้ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลงานวิจัย

ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากลมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งนำความชื้นจากทะเลอันดามันเข้าปกคลุมประเทศ ทำให้จังหวัดสมุทรปราการเผชิญกับอุทกภัยเป็นประจำทุกปี เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มต่ำ มีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านและมีลำคลองมากมาย ประกอบกับตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นบริเวณอ่าวไทย ทำให้ได้รับผลกระทบจากพายุต่าง ๆ และอิทธิพลน้ำทะเลหนุนสูง รวมทั้งน้ำเหนือไหลหลากตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนเป็นจำนวนมาก

การวางแผนเชิงพื้นที่ (Spatial Planning) เป็นแนวทางหนึ่งในการกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาเมือง และสามารถลดความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยได้ มีงานวิจัยจำนวนมากที่วิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยในการเกิดน้ำท่วมเพื่อเสนอแนะรูปแบบการวางผังการใช้ประโยชน์ที่ดิน แต่ส่วนใหญ่เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาข้อจำกัดในการใช้พื้นที่เท่านั้น มิได้มีการพิจารณาในมุมมองเรื่องศักยภาพของพื้นที่ร่วมด้วย ซึ่งอาจส่งผลให้บางพื้นที่สูญเสียโอกาสในการได้รับการพัฒนาไป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ศึกษา ภายใต้ข้อจำกัดเรื่องภัยพิบัติ (อุทกภัย) เพื่อบริหารจัดการและกำหนดรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสมสอดคล้องกับข้อจำกัด และ ศักยภาพของพื้นที่ โดยดำรงไว้ซึ่งความสามารถในการเป็นพื้นที่รับน้ำ และไม่เป็นอุปสรรคต่อพื้นที่ที่กำลังพัฒนาเป็นเมืองในอนาคต ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) โดยประเมินระดับศักยภาพของพื้นที่ด้วยการเชื่อมโยงความรู้แบบบูรณาการระหว่าง 2 ปัจจัยหลัก คือ โอกาสเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (analysis hierarchy process , AHP) และ ระดับความสามารถใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การระบายน้ำท่าผิวดินของพื้นที่ ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งเกี่ยวของกับพฤติกรรมการไหลรวมตัวของน้ำท่าผิวดิน จากจุดใดๆในพื้นที่ไปจนสู่ทางออกของน้ำ (Time of concentration ,T_c) โดยมีพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการเป็นพื้นที่ศึกษา

การวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงในการเกิดอุทกภัยของพื้นที่ศึกษาโดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System , GIS) ร่วมกับหลักการวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ (Potential Surface Analysis : PSA) ได้ใช้ปัจจัยในการวิเคราะห์จำนวน 7 ปัจจัย คือ การระบายน้ำของดิน , ความหนาแน่นของถนน , ความหนาแน่นของอาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน , ปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุด , ความสูงจากระดับน้ำทะเล , พื้นที่ลุ่มรับน้ำ และความลาดชันของระดับภูมิประเทศ ตามลำดับ มาทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการซ้อนทับข้อมูล โดยปัจจัยทั้งหมดดังกล่าวจะถูกนำมาให้ค่าคะแนนโดยใช้เกณฑ์มาตรฐานจากตำราและงานวิจัยที่สามารถอ้างอิงได้ สำหรับค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย ได้จากผลการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญ โดยผ่านกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น หรือ Analytical Hierarchy Process (AHP) จากผลการศึกษาได้แบ่งระดับความเสี่ยงออกเป็น 4 ระดับ โดยพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดมีระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยอยู่ในระดับปานกลาง (คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 485.76 ตร.กม. หรือ 52.88 % ของพื้นที่ทั้งหมด) รองลงมาคือมีระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยในระดับต่ำ (คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 373.54 ตร.กม. หรือ 40.67 % ของพื้นที่ทั้งหมด) , ระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยสูง (คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 54.17 ตร.กม. หรือ 5.90 % ของพื้นที่ทั้งหมด) และระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยสูงมาก (คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 5.08 ตร.กม. หรือ 0.55 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ตามลำดับ ซึ่งในบริเวณที่มีระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยสูงและสูงมากนั้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทตัวเมือง, ย่านการค้า และพาณิชยกรรม เป็นเขตศูนย์กลางทางการค้าที่หนาแน่นและมีเส้นทางคมนาคมสายหลักพาดผ่าน โดยกระจุกตัวอยู่ในบริเวณสองฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นส่วนใหญ่

การศึกษาระดับความสามารถในการระบายน้ำท่าผิวดินของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองการไหลรวมตัวของน้ำท่า (Time of Concentration ,Tc) ร่วมกับเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geographic information Technology , GIS) การเลือกใช้แบบจำลองจำเป็นต้องเลือกที่ใกล้เคียงกับบริบททางกายภาพของพื้นที่ สำหรับงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้วิธี Kinematic Wave Formula ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดย Morgale and Linsley (1965) เนื่องจากแบบจำลองนี้ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อประเมินระยะเวลาการไหลรวมตัวของน้ำท่าสำหรับพื้นที่ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการซึ่งมีแนวโน้มจะพัฒนาไปสู่ความเป็นเมืองที่เข้มข้นในอนาคต ค่าปัจจัยหรือค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญสำหรับแบบจำลอง ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของการไหลบนผิวดิน (overland flow roughness coefficients) , ค่าความเข้มฝน (Rainfall Intensity) , ระยะทางการไหลบนผิวดิน (Length of overland flow) และ ค่าความลาดชันเฉลี่ย (Slope) ผลลัพธ์การประเมินหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าของพื้นที่ศึกษา พบว่าพื้นที่ศึกษามีระยะเวลาการไหลรวมตัวของน้ำท่าจากจุดใดๆในพื้นที่ไปสู่ทางออกของน้ำ มีระยะเวลาอยู่ในช่วง 0 – 8.75 ชั่วโมง สามารถแบ่งระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าออกเป็น 4 ระดับ โดยพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดสมุทรปราการมีศักยภาพในการระบายน้ำท่าสูงมาก น้ำท่าสามารถระบายจากจุดใด ๆ ในพื้นที่ไปสู่ทางออกของน้ำได้โดยใช้เวลาระหว่าง 0 – 2.19 ชั่วโมง (คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 658.89 ตร.กม. หรือ 71.53 % ของพื้นที่ทั้งหมด) รองลงมาคือระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าสูง น้ำท่าสามารถระบายจากจุดใด ๆ ในพื้นที่ไปสู่ทางออกของน้ำได้โดยใช้เวลาระหว่าง 2.19 – 4.37 ชั่วโมง (คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 247.68 ตร.กม. หรือ 26.89 % ของพื้นที่ทั้งหมด) , ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าปานกลาง น้ำท่าสามารถระบายจากจุดใด ๆ ในพื้นที่ไปสู่ทางออกของน้ำได้โดยใช้เวลาระหว่าง 4.37 – 6.56 ชั่วโมง (คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 14.03 ตร.กม. หรือ 1.52 % ของพื้นที่ทั้งหมด) และระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าต่ำ น้ำท่าสามารถระบายจากจุดใด ๆ ในพื้นที่ไปสู่ทางออกของน้ำได้โดยใช้เวลาระหว่าง 6.56 – 8.75 ชั่วโมง (คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 0.51 ตร.กม. หรือ 0.06 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ในมุมมองเรื่องขีดจัดกัดในการพัฒนาภายใต้เงื่อนไขเรื่องความเสี่ยงภัยในการเกิดอุทกภัย โดยใช้เทคนิคการซ้อนทับข้อมูล (Overlay function) ด้วยปัจจัย 2 ปัจจัย คือ ระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าผิวดิน (ปัจจัยด้านบวก) และระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัย (ปัจจัยด้านลบ) ผลการวิเคราะห์สามารถแบ่งระดับศักยภาพในการพัฒนาพื้นที่ออกเป็น 3 ระดับ โดยพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดสมุทรปราการเหมาะสมสำหรับรองรับการขยายตัวของเมือง โดยพื้นที่ดังกล่าวมีระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าส่วนเกินออกจากพื้นที่สูงกว่าระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัย ดังนั้นจึงมีศักยภาพเพียงพอต่อการรองรับการขยายตัวของเมืองในอนาคตได้ (คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 695.52 ตร.กม. หรือ 71.93 % ของพื้นที่ทั้งหมด) รองลงมาคือพื้นที่ที่จำเป็นต้องควบคุมระดับความเข้มข้นของกิจกรรมไว้ เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีศักยภาพในการระบายน้ำท่าส่วนเกินออกจากพื้นที่ในระดับสูงกว่าความเสี่ยงในการเกิดอุกทกภัยเพียงเล็กน้อย ไม่เพียงพอที่จะส่งเสริมให้มีการพัฒนาพื้นที่สำหรับรองรับการขยายตัวของเมืองในอนาคตได้ (คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 187.59 ตร.กม. หรือ 19.40 % ของพื้นที่ทั้งหมด) และสุดท้ายพื้นที่ที่สมควรต้องหลีกเลี่ยงการใช้พื้นที่ เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีค่าระดับความเสี่ยงในการเกิดอุกทกภัยในระดับตั้งแต่สูงกว่าไปจนถึงในระดับเท่าๆกัน เมื่อเปรียบเทียบกับระดับศักยภาพในการระบายน้ำท่าส่วนเกินออกจากพื้นที่ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องจำกัดและควบคุมระดับการพัฒนารวมถึงจัดเตรียมมาตรการปรับลดระดับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต (คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 83.81 ตร.กม. หรือ 8.67 % ของพื้นที่ทั้งหมด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 แนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ

สาเหตุที่พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดสมุทรปราการมีศักยภาพในการพัฒนาเหมาะสมสำหรับรองรับการขยายตัวของเมือง เป็นผลมาจากลักษณะทางกายภาพของจังหวัดสมุทรปราการมีตำแหน่งที่ตั้งติดกับทะเล ประกอบกับมีแม่น้ำและลำคลองจำนวนมากไหลผ่าน ดังนั้นถึงแม้ว่าจังหวัดสมุทรปราการจะเป็นจังหวัดที่มีความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยเป็นประจำ เนื่องจากลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบราบลุ่มแอ่งกระทะ และเป็นจังหวัดปลายน้ำมีหน้าที่รองรับน้ำจากฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานครก็ตาม แต่ด้วยจุดเด่นเรื่องลักษณะทางด้านกายภาพของพื้นที่ ซึ่งมีศักยภาพในการระบายน้ำท่าผิวดินส่วนเกินออกจากพื้นที่ได้เร็ว ส่งผลให้จังหวัดสมุทรปราการเป็นจังหวัดที่มีศักยภาพในการใช้พื้นที่สูงและเป็นจังหวัดที่มีความสำคัญอย่างมากต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าผลการวิเคราะห์ระดับศักยภาพของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการจะให้ผลว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดมีศักยภาพในการพัฒนาสูง แต่ในทางปฏิบัติแล้วก็มิควรปล่อยปะละเลยให้มีการพัฒนาหรือการก่อสร้างอย่างไร้ขอบเขต ควรมีการกำหนดทิศทางการพัฒนาอย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม โดยคำนึงถึงรูปลักษณ์อาคาร ความสูง รูปแบบทางสถาปัตยกรรม ความหนาแน่นจำเป็นต้องควบคุมความหนาแน่นของอาคารให้มีสัดส่วนพื้นที่อาคารและที่ว่างที่อย่างเหมาะสมและสมดุล ตลอดจนทำเลและตำแหน่งที่ตั้งของโครงการหรือสิ่งปลูกสร้างที่จะพัฒนาขึ้นใหม่ ต้องได้รับการพิสูจน์แล้วว่าไม่กีดขวางเส้นทางการไหลหรือเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลของน้ำ

การจัดลำดับพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาในแต่ละกิจกรรมย่อยๆ เป็นวิธีหนึ่งในการช่วยชี้นำการตัดสินใจเลือกลงทุนของภาครัฐและเอกชน สำหรับการเลือกพื้นที่ที่จะพัฒนาจำเป็นต้องเลือกพื้นที่ที่มีความพร้อมในด้านการบริการพื้นฐาน และบริเวณดังกล่าวต้องไม่เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม จากผลการวิเคราะห์ระดับศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่ศึกษา สามารถทำการจำแนกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาออกเป็นอีก 2 ระดับย่อย คือ พื้นที่เหมาะสม และพื้นที่เหมาะสมมาก ตามลำดับ เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจเลือกพื้นที่สำหรับการพัฒนา โดยทางผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนามากในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินตามผังแนวคิดการพัฒนาภาคกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ได้ผลลัพธ์ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

- *พื้นที่ที่เหมาะสมอย่างมากสำหรับการพัฒนาด้านอุตสาหกรรม* มีพื้นที่ทั้งหมด 45.71 ตร.กม. (4.73 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ อ.บางบ่อ และ อ.บางเสาธง
- *พื้นที่ที่เหมาะสมอย่างมากสำหรับการพัฒนาเป็นพื้นที่เมือง* มีพื้นที่ทั้งหมด 5.98 ตร.กม. (0.62 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ อ.เมืองสมุทรปราการ
- *พื้นที่ที่เหมาะสมอย่างมากสำหรับการพัฒนาเป็นที่อยู่อาศัย* มีพื้นที่ทั้งหมด 120.77 ตร.กม. (12.49 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ อ.พระสมุทรเจดีย์ และ อ.บางบ่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- *พื้นที่ที่เหมาะสมอย่างมากสำหรับการพัฒนาเป็นพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม* มีพื้นที่ทั้งหมด 14.03 ตร.กม. (1.45 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ อ.พระสมุทรเจดีย์

- *พื้นที่ที่เหมาะสมอย่างมากสำหรับการพัฒนาเป็นพื้นที่อนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม* มีพื้นที่ทั้งหมด 63.11 ตร.กม. (6.53 % ของพื้นที่ทั้งหมด) ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ อ.พระสมุทรเจดีย์

5.3 มาตรการการบังคับใช้การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ

การปรับตัวที่ดีของภาคส่วนและชุมชนต่างๆ คือ การพิจารณาปรับทิศทางของยุทธศาสตร์การพัฒนาในปัจจุบันให้สอดคล้องเหมาะสม สามารถรองรับกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตทั้งมิติทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ โดยไม่เป็นเพียงการตั้งรับปัญหาแต่ควรมีมาตรการป้องกันบรรเทาและแก้ไขปัญหาในเชิงรุก เพื่อให้การแก้ไขปัญหาดังกล่าวทันต่อสถานการณ์และเหมาะสมกับสภาพปัญหา ภาคส่วนและชุมชนควรกำหนดเป้าหมายเพื่อปรับลดความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยอย่างชัดเจน อาทิเช่น เป้าหมายการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อใช้เป็นพื้นที่หน่วงน้ำและชะลอน้ำทั้งในเมืองและในชนบท หรือเพิ่มมาตรการผลักดันโยกย้ายอาคารสิ่งปลูกสร้างที่บุกรุกกีดขวางลำรางสาธารณะสำหรับระบายน้ำของชุมชน เป็นต้น โดยจากผลการวิเคราะห์ศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ ทางผู้วิจัยขอเสนอแนะมาตรการสำหรับบริหารจัดการและบังคับใช้การใช้ประโยชน์ที่ดินของแต่ละกิจกรรมดังต่อไปนี้

5.3.1 พื้นที่สำหรับพัฒนาด้านอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรมมีความสำคัญอย่างมากในการขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจของประเทศ แต่อุตสาหกรรมมักก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อชุมชน ดังนั้นการแยกกิจกรรมประเภทนี้ออกจากกิจกรรมอื่นๆของเมือง น่าจะเป็นทางออกและช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้ดีที่สุด การรวมกลุ่มกันทางอุตสาหกรรมจัดตั้งเป็นเขตนิคมอุตสาหกรรม สามารถช่วยลดต้นทุนในเรื่องระบบสาธารณูปโภค ระบบโครงสร้างพื้นฐานและการจัดหาระบบป้องกันภัยน้ำท่วมได้ ช่วยให้สามารถควบคุมและบริหารจัดการความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยภายในพื้นที่อุตสาหกรรมได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น มาตรการในการบังคับใช้การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่อุตสาหกรรมเพื่อช่วยปรับลดความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยสามารถกระทำได้ดังต่อไปนี้

1. การกำหนดพื้นที่อุตสาหกรรมให้อยู่นอกเมือง ไม่ปะปนกับแหล่งชุมชน โรงงานใหม่ต้องบังคับให้จัดตั้งรวมกลุ่มกันเป็นนิคมอุตสาหกรรม และสถานที่ตั้งนิคมอุตสาหกรรมต้องได้รับการพิสูจน์แล้วว่าไม่กีดขวางทางไหลหรือเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ควบคุมความหนาแน่นของโรงงาน ให้มีสัดส่วนอาคารและที่ว่างที่เหมาะสมและสมดุล ด้วยการออกกฎหมายควบคุมสัดส่วนพื้นที่อาคารต่อพื้นที่ดิน (Floor Area Ratio) พื้นที่ว่าง (Open Space) พื้นที่ของอาคาร (Building Coverage) และระยะในการถอยร่น (Setback) อย่างจริงจังและเข้มงวด

3. จัดเตรียมพื้นที่หน่วงน้ำชะลอน้ำภายในเขตนิคมอุตสาหกรรม (อาจใช้พื้นที่ลานจอดรถ หรือสวนสาธารณะ) เพื่อช่วยให้ระบบระบายน้ำสาธารณะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถบรรเทาปัญหาน้ำท่วมได้

5.3.2 พื้นที่สำหรับพัฒนาเป็นพื้นที่เมืองและที่อยู่อาศัย

ปัจจุบันพื้นที่เมืองและที่อยู่อาศัยมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วเพื่อสนองตอบการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจ การวางแผนเพื่อจำกัดความเจริญเติบโตของพื้นที่เมืองและที่อยู่อาศัยเอาไว้ ด้วยการใช้พื้นที่สีเขียว (Green area , Green Belt) นอกจากสามารถป้องกันการขยายตัวของเมืองอย่างไร้ขอบเขต และช่วยลดปัญหาการพัฒนาตามแนวยาว (Ribbon Development) ได้แล้ว ยังสามารถช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยของพื้นที่เมืองและพื้นที่อยู่อาศัยได้อีกด้วย เนื่องจากพื้นที่สีเขียวสามารถช่วยหน่วงน้ำชะลอน้ำฝนส่วนเกินภายในพื้นที่ได้ มาตรการในการบังคับใช้การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่เมืองและที่อยู่อาศัย เพื่อช่วยปรับลดความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยสามารถกระทำได้ดังต่อไปนี้

1. ควบคุมความหนาแน่นของอาคาร ให้มีสัดส่วนพื้นที่อาคารและที่ว่างที่อย่างเหมาะสมและสมดุล ด้วยการออกกฎหมายควบคุมสัดส่วนพื้นที่อาคารต่อพื้นที่ดิน (Floor Area Ratio) พื้นที่ว่าง (Open Space) พื้นที่ของอาคาร (Building Coverage) และระยะในการถอยร่น (Setback) อย่างจริงจังและเข้มงวด

2. กรณีพื้นที่เมืองและถนนอยู่ในเส้นทางการระบายน้ำ (Floodway) จำเป็นต้องกำหนดและควบคุมให้ระยะถอยร่น (Setback) ของอาคารจากแนวถนนสูงขึ้นกว่าปกติ เพื่อไม่ให้มีการก่อสร้างอาคารตามแนวถนน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำท่าส่วนเกินออกจากพื้นที่เมือง

3. ผลักดันส่งเสริมให้มีการเพิ่มพื้นที่สีเขียวของเมือง เช่น สวนสาธารณะ พื้นที่เปิดโล่ง การปลูกต้นไม้ริมสองข้างทาง เป็นต้น เพื่อเป็นการช่วยเพิ่มพื้นที่หน่วงน้ำชะลอน้ำให้กับพื้นที่เมือง

4. บังคับใช้กฎหมายควบคุมอาคาร กฎกระทรวงผังเมืองรวมจังหวัด กฎหมายการถมที่ดินอย่างเข้มงวด ผลักดันโยกย้ายอาคารสิ่งปลูกสร้างที่บุกรุกกีดขวางลำรางสาธารณะสำหรับระบายน้ำของชุมชน

5. ส่งเสริมและควบคุมให้อาคารที่ก่อสร้างใหม่ในเขตพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากเป็นอาคารที่สามารถป้องกันและรับมือกับภัยพิบัติน้ำท่วมได้ เช่น กำหนดการสร้างอาคารให้ยกพื้นสูงจากระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำที่เคยท่วมถึง หรือการสร้างอาคารยกใต้ถุนสูง เปิดโล่ง เลียนแบบการสร้างบ้านเรือนไทยในอดีต เพื่อลดความเสียหายและสามารถฟื้นฟูให้กลับมาใช้การได้เป็นปกติได้อย่างรวดเร็วภายหลังจากการเกิดอุทกภัย

5.3.3 พื้นที่สำหรับพัฒนาเป็นพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม และ พื้นที่อนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม

บทบาทที่สำคัญหนึ่งของพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม และ พื้นที่อนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรมของจังหวัดสมุทรปราการ คือ ใช้เป็นพื้นที่รับน้ำเพื่อหน่วงน้ำชะลอน้ำฝนส่วนเกินก่อนระบายออกสู่อ่าวไทย และบางพื้นที่อาจถูกใช้เพื่อเป็นเส้นทางระบายน้ำ (Floodway) ตามธรรมชาติของพื้นที่อีกด้วย หนึ่งปัญหาใหญ่ที่ทำให้เกิดน้ำท่วมบ่อยครั้งของจังหวัดสมุทรปราการ คือ ระบบระบายน้ำทางธรรมชาติของพื้นที่ไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากปัญหาการก่อสร้างอาคารกีดขวางทางไหลของน้ำ มาตรการในการบังคับใช้การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม และ พื้นที่อนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรมของจังหวัดสมุทรปราการเพื่อช่วยปรับลดความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยสามารถกระทำได้ดังต่อไปนี้

1. ควบคุมความหนาแน่นของอาคาร ให้มีสัดส่วนพื้นที่อาคารและที่ว่างที่อย่างเหมาะสมและสมดุล ด้วยการออกกฎหมายควบคุมสัดส่วนพื้นที่อาคารต่อพื้นที่ดิน (Floor Area Ratio) พื้นที่ว่าง (Open Space) พื้นที่ของอาคาร (Building Coverage) และระยะในการถอยร่น (Setback) อย่างจริงจังและเข้มงวด โดยในพื้นที่ที่ถูกกำหนดให้เป็นเส้นทางระบายน้ำ (Floodway) ตามธรรมชาติของพื้นที่ จำเป็นต้องกำหนดให้สัดส่วนพื้นที่อาคารต่อพื้นที่ดิน (Floor Area Ratio) มีค่าต่ำ และกำหนดให้พื้นที่ว่าง (Open Space) มีค่าสูง เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำท่าส่วนเกินออกจากพื้นที่

2. บังคับใช้กฎหมายควบคุมอาคาร กฎกระทรวงผังเมืองรวมจังหวัด กฎหมายการถมที่ดินอย่างเข้มงวด ผลักดันโยกย้ายอาคารสิ่งปลูกสร้างผิดประเภทจากที่ได้อนุญาตให้ก่อสร้างได้ออกจากพื้นที่

3. ให้ความรู้แก่ประชาชนที่อยู่อาศัยในพื้นที่รับน้ำ ระบายน้ำ (Floodway) ตามธรรมชาติของจังหวัด ได้ตระหนักและเข้าใจถึงความเสี่ยงที่หลีกเลี่ยงไม่ได้เนื่องจากอาศัยอยู่ในพื้นที่ลุ่มต่ำ เช่น การปลูกสร้างบ้านเรือนที่สอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศ โดยการสร้างบ้านในลักษณะยกเสาสูง ใต้ถุนเปิดโล่งในบริเวณพื้นที่ลุ่ม การเลือกใช้วัสดุการก่อสร้างที่ทนต่อน้ำได้ดี รวมถึงมาตรการเชิงรุกในการให้ความรู้เกี่ยวกับกฎหมายเพื่อทำความเข้าใจในเหตุผลของข้อบังคับต่างๆ ทำให้ประชาชนยอมรับและให้การร่วมมือเพื่อผลประโยชน์ต่อส่วนรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเวนคืนที่ดินและรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างบริเวณทางน้ำท่วม เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำ สามารถจำกัดสิ่งปลูกสร้างที่ไม่ปลอดภัยในพื้นที่น้ำท่วม และช่วยลดจำนวนเงินชดเชยที่จะต้องจ่ายเพื่อบรรเทาทุกข์ภายหลังสถานการณ์น้ำท่วมได้อีกด้วย

ท้ายที่สุดพื้นที่เสี่ยงภัยแม้จะมีการแก้ไขปัญหาโดยการสร้างระบบระบายน้ำที่ดีเยี่ยมเพียงใด ความเสี่ยงก็ยังคงอยู่ ประชาชนจึงควรเรียนรู้และปรับตัวที่จะอยู่ภายใต้พื้นที่เสี่ยง เพราะมันจะเป็นหนทางที่ยั่งยืนมากกว่าการที่จะเอาชนะธรรมชาติ นโยบายใดๆจะประสบความสำเร็จได้หรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับความร่วมมือของทุกภาคส่วน ไม่ว่าจะเป็นประชาชนในพื้นที่ เจ้าหน้าที่รัฐ และผู้เชี่ยวชาญที่จะต้องร่วมมือกัน โดยตราบใดที่ทุกฝ่ายตระหนักถึงปัญหาความร่วมมือก็จะเกิดขึ้น ความขัดแย้งก็จะลดน้อยลง ส่งผลให้แผนงานต่างสำเร็จได้อย่างเป็นรูปธรรม

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

จากการศึกษาเรื่องการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่รับน้ำจากฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา จังหวัดสมุทรปราการ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่คาดว่าน่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่กำลังศึกษาในลักษณะเดียวกันในอนาคต ดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยเรื่องปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุดที่ใช้ในส่วนของการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม ผู้วิจัยใช้ข้อมูลย้อนหลังเพียง 10 ปี ในการวิเคราะห์ผล (เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องข้อมูลที่มีอยู่อย่างจำกัด) ทั้งนี้เพื่อให้งานวิจัยให้ผลเป็นที่น่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้นข้อมูลปริมาณน้ำฝนควรมีระยะอยู่ในช่วง 30-50 ปี เพื่อครอบคลุมโอกาสเสี่ยงในการเกิดภัยธรรมชาติ

2. ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ใช้ในการสร้างพารามิเตอร์ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระการไหลบนผิวดิน (Manning's roughness coefficient) สำหรับใช้ในแบบจำลองการไหลรวมตัวของน้ำท่า (Time of Concentration, T_c) ควรมีความละเอียดและเป็นปัจจุบันมากกว่านี้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ทางผู้วิจัยเสนอแนะว่าอาจใช้การตีความภาพถ่ายสิ่งปกคลุมผิวดินจากดาวเทียมสำรวจ (Remote sensing) ซึ่งจะสามารถจำแนกรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ละเอียดและตรงกับความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น แต่วิธีนี้จำเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญทางเทคนิคในระดับสูง

3. ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ระยะเวลาในการระบายน้ำท่าผิวดินในครั้งนี้ เป็นการวิเคราะห์การไหลโดยตั้งบนสมมุติฐานที่ว่าน้ำท่าสามารถไหลไปบนพื้นผิวการไหลรูปแบบต่างๆ โดยไม่มีอุปสรรคหรือสิ่งกีดขวางใดๆ ดังนั้นในสภาพจริงที่การระบายน้ำไม่สามารถกระทำได้เต็มประสิทธิภาพ อาจเนื่องจากสิ่งกีดขวางต่างๆหรือการปล่อยให้ทางระบายน้ำอุดตันไปด้วยขยะมูลฝอย เศษวัสดุก่อสร้างหรือวัชพืช เป็นต้น ผลลัพธ์จากการพิจารณาตามสภาพจริงอาจใช้ระยะเวลาใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การระบายน้ำมากกว่าหรือต่างไปจากผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยชิ้นนี้ ซึ่งอาจเป็นประเด็นที่น่าสนใจสำหรับงานวิจัยในอนาคต ในการพิจาณาหารูปแบบวิธีที่จะสามารถวิเคราะห์ผลได้ถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

4. เนื่องจากระยะเวลาและงบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัด ทำให้งานวิจัยชิ้นนี้ยังขาดข้อมูลปัจจัยที่สำคัญที่อาจส่งผลต่อระดับความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยบางข้อมูลไป เช่น ข้อมูลระบบระบายน้ำและท่อระบายน้ำของเมือง ซึ่งอาจเป็นประเด็นที่จำเป็นต้องเพิ่มเติมสำหรับงานวิจัยในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กมลวรรณ พันธุ์แก้ว. 2551 **พื้นที่เหมาะสมสำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่ออยู่อาศัยในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม กรณีศึกษาผังเมืองรวมเมืองน่าน** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. สถาปัตยกรรมศาสตร์ (การวางแผนภาคและเมือง) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรมการปกครอง. 2540. **แนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมเมือง** กรุงเทพมหานคร

กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม. 2554. **รายงานทางวิชาการการออกแบบแก้ไขการระบายน้ำและจัดทิศทางการไหล ของน้ำ ด้วยท่อ HDPE ในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง**

กรมพัฒนาที่ดิน http://www.ldd.go.th

กรมโยธาธิการและผังเมือง http://www.dpt.go.th

กรมโยธาธิการและผังเมือง. **ผังเมืองรวมสมุทรปราการ พ.ศ.2556**

กรมโยธาธิการและผังเมือง. **ผังแนวความคิดโครงสร้างเพื่อการพัฒนาผังภาคกรุงเทพมหานครและปริมณฑล**

กรมอุตุนิยมวิทยา http://www.tmd.go.th

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2537. **วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม** กรุงเทพมหานคร

เกษม จันทร์แก้ว. 2539. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ** กรุงเทพฯ ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โครงการไทยศึกษา. 2526. **คลองในกรุงเทพฯ : ความเปลี่ยนแปลงและผลกระทบต่อกรุงเทพฯในรอบ 200 ปี (2825 – 2525)** กรุงเทพมหานคร

จะเด็ด วันทอง มานิตย์ เหง้ายอด และวสันต์ พิลึก. 2548. **การประมาณปริมาณน้ำฝนรายวันในบริเวณพื้นที่ฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง, กรรมาธิการสถาปัตยกรรมผังเมือง สมาคมสถาปนิกสยาม. 2529. **รวมความเห็นทางวิชาการ แนวความคิดประสานการพัฒนา กทม. กับการแก้ปัญหาน้ำท่วม การสัมมนาวิชาการเรื่องโครงการเจ้าพระยา 2 ในทัศนะการพัฒนาภาคและเมือง** กรุงเทพมหานคร

ฉัตรชัย พงศ์ประยูร. 2536. **ภูมิศาสตร์การตั้งถิ่นฐานมนุษย์ทฤษฎีและแนวทางปฏิบัติ** กรุงเทพมหานคร

ชูเกียรติ ทรัพย์ไพศาล และ ไตรรัตน์ ศรีวัฒนา. 2529. **การป้องกันน้ำท่วมและการระบายน้ำกรุงเทพมหานคร** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

ดรรชนี เอมพันธุ์. 2531. **หลักการใช้ที่ดินเบื้องต้น** กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2538. **คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน** สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

ธงชัย โรจนกนันท์. 2554. **ภัยพิบัติบทเรียนราคาแพงจากภาคใต้ปี 2554** สำนักผังเมืองรวมและผังเมืองเฉพาะกรมโยธาธิการและผังเมือง ผู้ประสานงานด้านสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงประจำกระทรวงมหาดไทย

ธงชัย โรจนกนันท์. **การเตรียมพร้อมรับปัญหาน้ำท่วมปี 2549 – 2550** http://www.dpt.go.th/sub-web/web_stbd/web-stbd/article/water.doc

ธนยศ ฉัตรภูติ และ ธนิตย์ อินทรัตน์. 2554. **การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี** คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ธัชชัย แสนเสนา. 2547. **การประยุกต์ใช้แบบจำลองชลศาสตร์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม พื้นที่ศึกษาแม่น้ำแม่กลองตอนบน** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาชนบท มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ธีรวัตร์ กมลรัตน์. 2554. **การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อประเมินการชะล้างพังทลายของดิน พื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนจังหวัดนครราชสีมา** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหิดล

นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2525. **เอกสารบรรยายหลักการใช้ที่ดิน** กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บรรเจิด พลางกูล. 2523. **ทรัพยากรที่ดิน** กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน

ปุณยนุช รุธิรโก. 2556. **ความยั่งยืนในการจัดการพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง** วารสารสุทธิปริทัศน์ ศูนย์บริการวิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

โปรดปราน คำอ่อน. 2548 **การประยุกต์ฐานข้อมูลระบบสาสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการประเมินระดับความเสี่ยงภัยธรรมชาติบริเวณลุ่มน้ำแม่สูง จังหวัดแพร่** บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์

รอยล จิตรดอน และวีระวงศ์ แสงนาค. 2555. **"การบริหารทรัพยากรน้ำเพื่อการรับมือมหาอุทกภัย"**, เอกสารการประชุมวิชาการประจาปี 2555 "รู้สู้พิบัติภัยไปกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี", ฉบับประจำปี 2555, 10 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

ฤทัยรัตน์ มั่งศิลป์. 2550. **ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และแบบจำลองทางอุทกวิทยา เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมบริเวณลุ่มแม่น้ำแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต การจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร มหาวิทยาลัยมหิดล

วรวิทย์ อัคนิพัชร. 2552. **การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมของทำเลที่ตั้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในจังหวัดชุมพร** ว.สมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย 10(3): 13-26.

วันเพ็ญ เจริญตระกูลปิติ. 2540. **การศึกษาศักยภาพของพื้นที่ที่ควรทำการปรับปรุงฟื้นฟูในเขตชั้นในกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษาเขตราชเทวี** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ศันสนีย์ ศรีศุกรี. 2555. **พื้นที่สีเขียวและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม : แนวความคิดในการจัดทำผังเมืองไทย** วารสารกรมโยธาธิการและผังเมือง

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2542. **การศึกษาเพื่อการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดอุทกภัยและภัยธรรมชาติ (ในเขตลุ่มน้ำภาคกลาง)** รายงานฉบับสมบูรณ์เสนอต่อสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม

สถิตย์ วัชรกิตติ. 2521. **ระบบการแบ่งแยกที่ดิน** กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมบัติ อยู่เมือง. 2540. ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย http://www.gisthai.org/about-gis/remote-sensing.html

สำนักงานนโยบายแผนสิ่งแวดล้อม. 2541. **การศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดอุทกภัยและภัยธรรมชาติ (ในเขตลุ่มน้ำภาคเหนือ)** รายงานฉบับสุดท้าย สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณะภัยจังหวัดสมุดปราการ. 2554. **สรุปสถานการณ์อุทกภัยจังหวัดสมุทรปราการ ปี 2554**

สุจารี ผุดผาด. 2539. **แนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตพื้นที่รับน้ำฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานครและสมุทรปราการ** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุพัชฌาย์ ธนารุณ. 2553 **การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยจังหวัดอ่างทอง** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม) สถาบันบัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

สุเพชร จิรขจรนกุล. 2552. **เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศ ด้วยโปรแกรม ArcGIS Destop 9.3.1**

สุเพชร จิรขจรกุล, พีระวัฒน์ แกล้ววิการณ์ และสุนันต์ อ่วมกระทุ่ม. 2555. **เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในเขตอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย** ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

เสาวนีย์ วิจิตรโกสุม. 2545. **การตั้งถิ่นฐานและการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลต่อคุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำลำตะคอง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา** หน้า 24-25 วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. สถาปัตยกรรมศาสตร์ (การวางแผนภาค) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อรพินท์ เพชรสวนแตง และสุเพชร จิรขจรกุล. 2555. **บูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (MUSLE) เพื่อประเมินการไหลบ่าและพัดพาดินตะกอนในลุ่มน้ำอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย** ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

อวิรุทธ์ สุขสมอรรถ. 2538. **การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนกับน้ำท่าในลุ่มน้ำบางประกงโดยใช้แบบจำลอง RIBAMAN (RBM-DOGGS)** หน้า 5-232 วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Bo Zhang. 2011. **Top 5 most expensive natural disasters in history**

Felino P. Lansigan. 2006. **Assessing Vulnerability of Urban Areas to Floods for Effective Disaster and Risk Management in Local Government Units.** University of the Philippines Los Banos College, Philippine

Goodman , William I. 1986. **Principle and Practice of Urban Planning.**

Malczewski, J. 1999. **GIS and Multicriteria Decision Analysis, John Wiley and Sons**, New York.

Morgale and Linsley. 1965. **How to Calculate Time of Concentration using the Kinematic Wave Method.**

PILGRIM DH and CORDERY I. 1993. Chapter 9: **Flood Runoff. In: Maidment DR (ed.) Handbook of Hydrology**. McGraw-Hill, New York, USA

Richard, J.F. 1990. Land Transformation. In : B.L. Turner II, W.C. Chlark, R.W. Kate, J.F. Richard, J.T. Mathew, and W.B. Meyer eds. **The Earth as Transformed by Guman Action,** Cambridge University Press.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

Saaty T.L. 1980. **The Analysis Hierarchy Process.** McCraw-Hill, Newyork

USGS, Water Science for schools. 2005. **How Urbanization affects the hydrological system.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ผลการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักและการคำนวณค่าความเชื่อมันของปัจจัย ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

1.1 นำปัจจัยมาเปรียบเทียบความสำคัญทีละคู่

เริ่มจากนำปัจจัยมาเปรียบเทียบความสำคัญที่ละคู่ตามค่ามาตรฐานในตารางที่ 1.1 แล้วนำค่าที่ได้ใส่ลงในตารางเมตริกซ์ ดังแสดงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.1 มาตรฐานในการเปรียบเทียบวินิจฉัยรายคู่

ระดับความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้ง 2 ปัจจัยส่งผลต่อวัตถุประสงค์เท่าๆกัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งปานกลาง
5	สำคัญกว่ามาก	ความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่ง
7	สำคัญกว่ามากที่สุด	ปัจจัยหนึ่งได้รับความพึงพอใจมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งอย่างเห็นได้ชัด
9	สำคัญกว่าสูงสุด	ปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งในระดับสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 ตารางเมตริกซ์แสดงการเปรียบเทียบปัจจัยรายคู่เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

ปัจจัย	ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (1)	โครงข่ายถนน (2)	อาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน (3)	ปริมาณน้ำฝน (4)	ความสูงจากระดับน้ำทะเล (5)	พื้นที่ลุ่มรับน้ำ (6)	Slope (7)
ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (1)	1	1/2	1/5	1/2	4	3	4
โครงข่ายถนน (2)	2	1	1/2	1/4	3	2	4
อาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน (3)	5	2	1	2	4	4	5
ปริมาณน้ำฝน (4)	2	4	1/2	1	5	4	5
ความสูงจากระดับน้ำทะเล (5)	1/4	1/3	1/4	1/5	1	1/4	1/4
พื้นที่ลุ่มน้ำ (6)	1/3	1/2	1/4	1/4	4	1	2
Slope (7)	1/4	1/4	1/5	1/5	4	1/2	1

หมายเหตุ ค่าคะแนนได้จากการตอบแบบสอบถามของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านผังเมืองจำนวน 20 ท่าน ประกอบด้วยคณาจารย์จากภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง คณะสถาปัตยกรรม สจล. และเจ้าหน้าที่ผังเมือง จ.สมุทรปราการ โดยใช้เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) ในการสอบถามความคิดเห็น

1.1.1 ผลจากการเปรียบเทียบปัจจัยแต่ละปัจจัยเป็นรายคู่

ผลการเปรียบเทียบปัจจัยแต่ละปัจจัยเป็นรายคู่และผลรวมทั้งหมดของแต่ละคอลัมน์แสดงในตารางที่ 1.3 และนำผลที่ได้จากการเปรียบเทียบในแต่ละปัจจัยเป็นรายคู่มาหารด้วยผลรวมทั้งหมดของแต่ละคอลัมน์ จะได้ Normalized Matrix ซึ่งค่าที่ได้ใน Normalized Matrix เรียกว่า Normalized score ดังตารางที่ 1.4 จากนั้นคำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของ Normalized Matrix โดยนำค่า Normalized score รวมกันแล้วหารด้วยจำนวนปัจจัย จะได้ค่าน้ำหนักปัจจัยหรือค่าลำดับความสำคัญของปัจจัย ดังตารางที่ 1.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.3 ผลจากการเปรียบเทียบปัจจัยรายคู่และผลรวมของคอลัมน์แต่ละแถว

ปัจจัย	ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (1)	โครงข่ายถนน (2)	อาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน (3)	ปริมาณน้ำฝน (4)	ความสูงจากระดับน้ำทะเล (5)	พื้นที่ลุ่มรับน้ำ (6)	Slope (7)
ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (1)	1.00	0.50	0.20	0.50	4.00	3.00	4.00
โครงข่ายถนน (2)	2.00	1.00	0.50	0.25	3.00	2.00	4.00
อาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน (3)	5.00	2.00	1.00	2.00	4.00	4.00	5.00
ปริมาณน้ำฝน (4)	2.00	4.00	0.50	1.00	5.00	4.00	5.00
ความสูงจากระดับน้ำทะเล (5)	0.25	0.33	0.25	0.20	1.00	0.25	0.25
พื้นที่ลุ่มน้ำ (6)	0.33	0.50	0.25	0.25	4.00	1.00	2.00
Slope (7)	0.25	0.25	0.20	0.20	4.00	0.50	1.00
รวม	10.83	8.58	2.90	4.40	25.00	14.75	21.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.4 Normalized Matrix และค่า Normalized score

ปัจจัย	ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (1)	โครงข่ายถนน (2)	อาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน (3)	ปริมาณน้ำฝน (4)	ความสูงจากระดับน้ำทะเล (5)	พื้นที่ลุ่มรับน้ำ (6)	Slope (7)
ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (1)	0.09	0.06	0.07	0.11	0.16	0.20	0.19
โครงข่ายถนน (2)	0.18	0.12	0.17	0.06	0.12	0.14	0.19
อาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน (3)	0.46	0.23	0.34	0.45	0.16	0.27	0.24
ปริมาณน้ำฝน (4)	0.18	0.47	0.17	0.23	0.20	0.27	0.24
ความสูงจากระดับน้ำทะเล (5)	0.02	0.04	0.09	0.05	0.04	0.02	0.01
พื้นที่ลุ่มน้ำ (6)	0.03	0.06	0.09	0.06	0.16	0.07	0.09
Slope (7)	0.02	0.03	0.07	0.05	0.16	0.03	0.05
รวม	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ตารางที่ 1.5 คำนวณค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยหรือค่าลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย

ปัจจัย		น้ำหนักปัจจัย
ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (1)	(0.09+0.06+0.07+0.11+0.16+0.20+0.19) / 7	0.13
โครงข่ายถนน (2)	(0.18+0.12+0.17+0.06+0.12+0.14+0.19) / 7	0.14
อาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน (3)	(0.46+0.23+0.34+0.45+0.16+0.27+0.24) / 7	0.31
ปริมาณน้ำฝน (4)	(0.18+0.47+0.17+0.23+0.20+0.27+0.24) / 7	0.25
ความสูงจากระดับน้ำทะเล (5)	(0.02+0.04+0.09+0.05+0.04+0.02+0.01) / 7	0.04
พื้นที่ลุ่มน้ำ (6)	(0.03+0.06+0.09+0.06+0.16+0.07+0.09) / 7	0.08
Slope (7)	(0.02+0.03+0.07+0.05+0.16+0.03+0.05) / 7	0.06
รวม		1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.2 คำนวณหาค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio : CR.)

เพื่อทดสอบว่าผลของการเปรียบเทียบรายคู่ที่ได้ทำมานั้นมีความสอดคล้องกันของเหตุผลหรือไม่ โดยการคำนวณหาค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล คือ การหาอัตราส่วนเปรียบเทียบระหว่างค่า C.I. ที่คำนวณได้จากตารางเมตริกซ์ กับค่า R.I. ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจากตาราง โดยค่า C.R. สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$C.R. = C.I./R.I \quad (1.1)$$

เมื่อ CI. คือ ค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (Consistency Index : C.I.)

RI. คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency Index : R.I.)

โดย ค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (Consistency Index : C.I.) สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$C.I. = (\lambda max - n)/(n-1) \quad (1.2)$$

เมื่อ ค่า λ_{max} เป็นค่าที่คำนวณได้จากการนำผลการเปรียบเทียบปัจจัยเป็นรายคู่ตามลำดับในแต่ละแถวจากตาราง 3.6 มาคูณด้วยน้ำหนักปัจจัยของแต่ละปัจจัยตามลำดับ จากตารางที่ 3.8 จากนั้นนำผลคูณที่ได้มารวมกัน แล้วหารด้วยน้ำหนักปัจจัย จากนั้นนำผลที่ได้มาทำการเฉลี่ย ซึ่งจะได้ค่า λ_{max} และในกรณีที่การวินิจฉัยในปัจจัยนั้นมีความสอดคล้องกันอย่างสมบูรณ์ จะทำให้ค่า $\lambda_{max} = n$ ดังตารางที่ 1.6

ตารางที่ 1.6 การคำนวณค่าความเชื่อมั่นของปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

ปัจจัย	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	Weight
ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (1)	1.00	0.50	0.20	0.50	4.00	3.00	4.00	0.13
โครงข่ายถนน (2)	2.00	1.00	0.50	0.25	3.00	2.00	4.00	0.14
อาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน (3)	5.00	2.00	1.00	2.00	4.00	4.00	5.00	0.31
ปริมาณน้ำฝน (4)	2.00	4.00	0.50	1.00	5.00	4.00	5.00	0.25
ความสูงจากระดับน้ำทะเล (5)	0.25	0.33	0.25	0.20	1.00	0.25	0.25	0.04
พื้นที่ลุ่มน้ำ (6)	0.33	0.50	0.25	0.25	4.00	1.00	2.00	0.08
Slope (7)	1.00	0.50	0.20	0.50	4.00	3.00	4.00	0.06
รวม	10.83	8.58	2.90	4.40	25.00	14.75	21.25	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.6 (ต่อ)

ปัจจัย	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	รวม
ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (1)	0.13	0.07	0.06	0.13	0.15	0.24	0.23	1.00
โครงข่ายถนน (2)	0.25	0.14	0.15	0.06	0.11	0.16	0.23	1.11
อาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน (3)	0.63	0.28	0.31	0.50	0.15	0.32	0.29	2.48
ปริมาณน้ำฝน (4)	0.25	0.56	0.15	0.25	0.19	0.32	0.29	2.01
ความสูงจากระดับน้ำทะเล (5)	0.03	0.05	0.08	0.05	0.04	0.02	0.01	0.28
พื้นที่ลุ่มน้ำ (6)	0.04	0.07	0.08	0.06	0.15	0.08	0.12	0.60
Slope (7)	0.03	0.03	0.06	0.05	0.15	0.04	0.06	0.43

ปัจจัย	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
ผลรวมแนวนอน	1.00	1.11	2.48	2.01	0.28	0.60	0.43
ค่าน้ำหนัก (Weight)	0.13	0.14	0.31	0.25	0.04	0.08	0.06
ผลหาร	7.94	7.99	8.03	8.01	7.40	7.54	7.32

จะได้ค่า λ_{max} = (7.94+7.99+8.03+8.01+7.40+7.54+7.32) / 7

= 7.75

คำนวณหาค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (Consistency Index : C.I.) จากสมการที่ 3.3 จะได้ค่า CI. ดังนี้

CI. = $(\lambda max - n)/(n-1)$

= (7.75-7) / (7-1)

= 0.125

หาค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency Index: R.I.) โดยที่ค่า R.I. ได้จากการรวบรวมของ Oak Ridge National Laboratory และคณะทำงาน เป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับตารางของเมตริกซ์ตั้งแต่ 1×1 จนถึง 15 ×15 ผลของค่า R.I. ดังแสดงในตารางที่ 1.7

ตารางที่ 1.7 ค่าของดัชนีความสอดคล้องตามขนาดของเมตริกซ์

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ n = 7

RI. = 1.32

คำนวณค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio : CR.) จากสมการที่ 3.2 จะได้ค่า CR. ดังนี้

CR. = C.I./R.I

= 0.125 / 1.32

= 0.095

ถ้าผลจากการคำนวณได้ค่า C.R. $\leq$ 0.10 หรือ 10% ถือว่าการเปรียบเทียบรายคู่นั้นมีความสอดคล้องกันของเหตุผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่หากค่า C.R. > 0.10 จะถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่สามารถยอมรับได้ ผู้ตัดสินใจจะต้องทบทวนการวินิจฉัยและการจัดลำดับความสำคัญในการเปรียบเทียบรายคู่ใหม่อีกครั้ง

ค่า CR. มีค่าเท่ากับ 0.095 เพราะฉะนั้นการเปรียบเทียบรายคู่นั้นมีความสอดคล้องกันของเหตุผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดแนวทางการใช้ประโยชน์ ที่ดินพื้นที่รับน้ำฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ

คำชี้แจง ขอความอนุเคราะห์ท่านผู้ทรงคุณวุฒิทำแบบสอบถามการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัยในการประเมินหาพื้นที่ที่มีศักยภาพในการพัฒนาภายใต้ความเสี่ยงด้านอุทกภัย เพื่อนำไปสู่การกำหนดแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดสมุทรปราการ โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 (ข้อมูลทั่วไปของผู้ทำแบบสอบถาม)

ส่วนที่ 2 (การให้คะแนนความสำคัญของปัจจัยด้วยวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis hierarchy process, AHP)

ทางผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ได้เสียสละเวลาและให้ความร่วมมือในการทำแบบสอบถาม ขอรับรองว่าข้อมูลส่วนตัวที่ได้จากการตอบแบบสอบถามของท่านทั้งหมดจะถูกเก็บเป็นความลับและถูกนำไปใช้ในการศึกษาเพื่อประโยชน์ในงานวิจัยนี้เท่านั้น

นายมงคล ลิขิตขจรเกียรติ
นักศึกษาหลักสูตรการวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

ชื่อ.....นามสกุล .....

เพศ ( ) ชาย ( ) หญิง อายุ.....ปี

วุฒิการศึกษา .....

หน่วยงาน .....

ตำแหน่ง .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 การให้คะแนนความสำคัญของปัจจัยด้วยวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis hierarchy process, AHP)

คำชี้แจง จงใช้เกณฑ์การให้น้ำหนักสำหรับใช้ในการตัดสินใจเลือกปัจจัย (ดังตารางที่ 2.1) ในการประเมินแบบสอบถาม AHP เปรียบเทียบเชิงคู่สำหรับปัจจัยหลัก เพื่อนำไปใช้ในการประเมินหาพื้นที่ที่มีศักยภาพต่อการพัฒนาภายใต้ความเสี่ยงด้านอุทกภัย ของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การให้น้ำหนักสำหรับใช้ในการตัดสินใจเลือกปัจจัย

ระดับความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้ง 2 ปัจจัยส่งผลต่อวัตถุประสงค์เท่าๆกัน
2	สำคัญเท่ากันถึงปานกลาง	
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งปานกลาง
4	สำคัญกว่าปานกลางถึงมาก	
5	สำคัญกว่ามาก	ความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่ง
6	สำคัญกว่ามากถึงมากที่สุด	
7	สำคัญกว่ามากที่สุด	ปัจจัยหนึ่งได้รับความพึงพอใจมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งอย่างเห็นได้ชัด
8	สำคัญกว่ามากที่สุดถึงสูงสุด	
9	สำคัญกว่าสูงสุด	ปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งในระดับสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แบบสอบถาม AHP เพื่อเปรียบเทียบเชิงคู่ สำหรับปัจจัยหลักในการประเมินหาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

ปัจจัย	เกณฑ์การให้น้ำหนัก																	ปัจจัย
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ความสามารถในการระบายน้ำของดิน																		โครงข่ายถนน
ความสามารถในการระบายน้ำของดิน																		อาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน
ความสามารถในการระบายน้ำของดิน																		ปริมาณน้ำฝน
ความสามารถในการระบายน้ำของดิน																		ความสูงจากระดับน้ำทะเล
ความสามารถในการระบายน้ำของดิน																		พื้นที่ลุ่มรับน้ำ
ความสามารถในการระบายน้ำของดิน																		Slope
โครงข่ายถนน																		อาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน
โครงข่ายถนน																		ปริมาณน้ำฝน
โครงข่ายถนน																		ความสูงจากระดับน้ำทะเล
โครงข่ายถนน																		พื้นที่ลุ่มรับน้ำ
โครงข่ายถนน																		Slope

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ปัจจัย	เกณฑ์การให้น้ำหนัก																	ปัจจัย
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
อาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน																		ปริมาณน้ำฝน
อาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน																		ความสูงจากระดับน้ำทะเล
อาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน																		พื้นที่ลุ่มรับน้ำ
อาคารสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน																		Slope
ปริมาณน้ำฝน																		ความสูงจากระดับน้ำทะเล
ปริมาณน้ำฝน																		พื้นที่ลุ่มรับน้ำ
ปริมาณน้ำฝน																		Slope
ความสูงจากระดับน้ำทะเล																		พื้นที่ลุ่มรับน้ำ
ความสูงจากระดับน้ำทะเล																		Slope
พื้นที่ลุ่มรับน้ำ																		Slope

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายมงคล ลิขิตขจรเกียรติ

วัน เดือน ปีเกิด 15 มกราคม 2531 จังหวัดฉะเชิงเทรา

ที่อยู่ 44/9 ม.9 ต.บางไผ่ อ.เมือง จ.ฉะเชิงเรา 24000

โทร. 087-0424828

ประวัติการศึกษา

2553 อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต (การบริหารงานก่อสร้าง) เกียรตินิยมอันดับ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขต ปราจีนบุรี

2558 การวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต (การวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัย

2558– ปัจจุบัน Freelance ออกแบบเขียนแบบเพื่อยื่นขออนุญาตก่อสร้าง, Perspective 3D Presentation , ประมาณราคาค่าก่อสร้าง

2555 - 2557 อาจารย์พิเศษ ภาควิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์และจัดการอุตสาหกรรมก่อสร้าง คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปราจีนบุรี

2554 พนักงานเขียนแบบ ประมาณราคา ประจำบริษัท ASME Team

2553 Freelance ออกแบบเขียนแบบเพื่อยื่นขออนุญาตก่อสร้าง, Perspective 3D Presentation , ประมาณราคาค่าก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้