การวางแผนพื้นที่สีเขียวของเมืองเพื่อบรรเทาผลกระทบทางอุทกวิทยา
: กรณีศึกษาเทศบาลเมือง จังหวัดจันทบุรี

นายพิศุทธ์ วิเชียรฉันท์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรม ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2552
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

URBAN GREEN SPACE PLANNING AS MITIGATION MEASURE FROM HYDROLOGICAL EFFECT : CASE STUDY THE MUNICIPALITY OF CHANTHABURI PROVINCE

MR. PISOOT VICHAICHANT

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Landscape Architecture Program in Landscape Architecture

Department of Landscape Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University

Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวางแผนพื้นที่สีเขียวเพื่อบรรเทาผลกระทบทางอุทกวิทยาในภูมิทัศน์ กรณีศึกษา: เทศบาลเมืองจันทบุรี
โดย	นายพิศุทธ์ วิเชียรฉันท์
สาขาวิชา	ภูมิสถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.ดนัย ทายตะคุ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต จุลาสัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นิลุบล คล่องเวสสะ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.ดนัย ทายตะคุ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชัยสิทธิ์ ด่านกิตติกุล)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร. ไพศาล เทพวงศ์ศิริรัตน์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายพิศุทธ์ วิเชียรฉันท์ : การวางแผนพื้นที่สีเขียวของเมืองเพื่อบรรเทาผลกระทบทางอุทกวิทยา: กรณีศึกษาเทศบาลเมือง จังหวัดจันทบุรี . (URBAN GREEN SPACE PLANNING AS MITIGATION MEASURE FROM HYDROLOGICAL EFFECT: CASE STUDY THE MUNICIPALITY OF CHANTHABURI PROVINCE) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ ดร.ดนัย ทายตะคุ, 111หน้า.

ความเป็นเมือง ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบและลักษณะทางกายภาพของภูมิทัศน์ เพื่อสร้างสภาพแวดล้อม ให้ตอบสนองต่อการอยู่อาศัยของมนุษย์ ในขณะที่กระบวนการทางอุทกวิทยา (Hydrological process) ซึ่งเป็นกระบวนการทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นในภูมิทัศน์ยังคงดำเนินตามวิถีทางเดิม จึงได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงนี้ เช่น การตัดหน้าดิน, การถมดิน, หรือการเปลี่ยนแปลงความชันของผืนดิน ทำให้ทางน้ำและลักษณะการไหลเปลี่ยนไป การวิจัยนี้จึงศึกษาหาวิธีการ เพื่อการวางแผนภูมิทัศน์ ให้เกิดความสัมพันธ์ของสองกระบวนการนี้ ด้วยเป้าหมายเพื่อการบรรเทาผลกระทบที่มีต่อกระบวนการทางอุทกวิทยา โดยมีกรณีศึกษาตัวอย่าง คือ บริเวณเทศบาลเมืองจันทบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ประสบปัญหาอุทกภัยแทบทุกปีจากปริมาณฝนตกเฉลี่ยมากถึง 3,900 มม.ในจำนวนวันที่ตกเฉลี่ย 162 วันต่อปี

การศึกษานี้เสนอแนะวิธีการเพื่อการวางแผนภูมิทัศน์ ขั้นแรก-ขั้นตอนการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ถึงกระบวนการทางอุทกวิทยาที่สัมพันธ์กับภูมิทัศน์ โดยมีเครื่องมือ ระบบภูมิศาสตร์-สารสนเทศ (GIS) ในการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างแผนที่ ผนวกกับการประยุกต์ใช้วิธีการจากพื้นฐานวิชาอุทกวิทยา เช่น การสร้างแผนภูมิชลภาพ เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางอุทกวิทยาของพื้นที่ โดยผลการวิเคราะห์พบความไม่สอดคล้องกัน ระหว่างรูปแบบการไหลกับองค์ประกอบต่างๆที่ปรากฏในภูมิทัศน์เมือง เช่น เส้นทางถนนและอาคารที่ขวางเส้นทางการไหลของน้ำ ประกอบกับลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาที่เป็นแอ่งกระทะ เหล่านี้เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาการระบายน้ำของพื้นที่ศึกษา และจากการศึกษาคุณลักษณะในบทบาทเชิงพื้นที่ พบว่าพื้นที่ศึกษานี้ยังคงมีพื้นที่ที่มีโอกาสพัฒนา เพื่อรองรับผลกระทบจากกระบวนการทางอุทกวิทยาได้ ฉะนั้น ในขั้นที่สอง-ขั้นตอนการวางแผนภูมิทัศน์ จึงใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์ข้างต้น เพื่อกำหนดตำแหน่งและลักษณะของพื้นที่สีเขียวที่เกิดขึ้น ให้เป็นแนวทางสู่การออกแบบภูมิทัศน์ ที่มีบทบาทรองรับผลกระทบจากกระบวนการทางอุทกวิทยา อีกทั้งยังเป็นโอกาสเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาอีกด้วย

ภาควิชา.....ภูมิสถาปัตยกรรม.....ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....ภูมิสถาปัตยกรรม.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา 2552

5174149625 : MAJOR LANDSCAPE ARCHITECTURE

KEYWORDS : LANDSCAPE PLANNING / URBAN LANDSCAPE / HYDROLOGICAL MITIGATION / THE MUNICIPALITY OF CHANTHABURI PROVINCE

PISOOT VICHAICHANT : URBAN GREEN SPACE PLANNING AS MITIGATION MEASURE FROM HYDROLOGICAL EFFECT: CASE STUDY THE MUNICIPALITY OF CHANTHABURI PROVINCE. ADVISOR: DANAI THAITAKOO, 111 pp.

Urbanization causes changes in elements and physical characteristics of landscape. It affects hydrological patterns and process which is a part of natural system by changing topography of the landscape which effectively change drainage pattern and flow direction. This research intend to lay the ground work for building a method of landscape planning to build the coherence between urbanization and hydrological process using the municipality of Chanthaburi province as a case study.

The first step of the method is a spatial analysis of landscape's hydrological patterns and functions in term of hydrological zone classification and characterization using GIS. The results of the analysis found an incongruence of drainage patterns and urban landscape elements and patterns, and the topographical characteristic (low elevation basin) of study areas are the factors of hydrological characteristics of study areas. Also, this study indicated potential areas for hydrological mitigation and management.

The second step of the method is integrating the areas for hydrological mitigation and management with an opportunity to develop the areas as green spaces. As a result, the areas for hydrological mitigation and management can be simultaneously developed with the integration of the building of green space for the areas.

Department : ....Landscape architecture Student's Signature พิสุทธ์ วิชัยชาติ

Field of Study:....Landscape architecture Advisor's Signature ดนัย ไทยเกษ

Academic Year : 2009

กิตติกรรมประกาศ

การที่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดีนั้นเนื่องจากได้รับความช่วยเหลือและเอาใจใส่อย่างยิ่งของ อาจารย์ ดร.ดนัย ทายตะคุ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งสละเวลาให้คำแนะนำ อธิบายถึงแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา และให้คำชี้แนะในการทำวิทยานิพนธ์ และแง่คิดด้านอื่นๆ และขอขอบพระคุณกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน

- รองศาสตราจารย์ นิลุบล คล่องเวสสะ
- รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยสิทธิ์ ด่านกิตติกุล
- อาจารย์ ดร. ไพศาล เทพวงศ์ศิริรัตน์

รวมถึงครอบครัววิเชียรฉันท์ ที่เป็นกำลังใจและเป็นเบื้องหลังที่สำคัญในการศึกษาตลอดมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ญ

สารบัญแผนที่..... ฐ

บทที่

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 3

1.3 ขอบเขตการวิจัย..... 4

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 5

1.5 คำถามในการวิจัย..... 5

1.6 การวางแผนงานวิจัยและระเบียบวิธีวิจัย..... 6

บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 8

2.1 ความหมายและลักษณะของผลกระทบทางอุทกวิทยา..... 9

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์กระบวนการทางอุทกวิทยา..... 11

2.3 แนวคิดด้านการศึกษารูปแบบอุทกวิทยาเมือง..... 18

2.4 ขีดความสามารถของภูมิทัศน์ในกระบวนการทางอุทกวิทยา..... 21

2.4.1. แผนภูมิชลภาพ (Hydrograph)..... 22

2.4.2. การประเมินค่าการไหลหลากตามผิวดิน (Direct runoff) จากวิธี Curve Number..... 25

2.5 แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนและจัดการทรัพยากรน้ำในเมือง..... 28

2.6 สรุปการทบทวนกรรณกรรม..... 41

บทที่ หน้า

บทที่ 3 การดำเนินการศึกษา..... 47
3.1 วิธีการศึกษา..... 47
3.2 พื้นที่ศึกษาและปัญหาทางอุทกวิทยาที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา..... 50
3.3 การวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาและกระบวนการทางอุทกวิทยาของพื้นที่... 55
บทที่ 4 การวิเคราะห์..... 59
4.1 องค์ประกอบทางภูมิทัศน์ของพื้นที่ศึกษา..... 59
4.2 ขอบเขตการศึกษาและพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง..... 69
4.3 คุณลักษณะของภูมิทัศน์ในกระบวนการทางอุทกวิทยา..... 73
บทที่ 5 การสังเคราะห์..... 74
5.1 การสังเคราะห์ข้อมูล..... 74
5.2 ตำแหน่งและเส้นทางของพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง..... 76
5.3 ลักษณะการใช้งานของพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง..... 79
5.4 ข้อเสนอแนะเพื่อการออกแบบ..... 82
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย..... 88
6.1 ผลที่ได้จากผลการศึกษา..... 88
6.2 ปัญหาอุปสรรคในการวิจัย..... 91
6.3 ข้อเสนอแนะ..... 92
รายการอ้างอิง..... 95
ภาคผนวก..... 97
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 111

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แผนการดำเนินการวิจัย.....	7
2	การแบ่งกลุ่มดินของพื้นที่รับน้ำตามวิธีของ SCS.....	26
3	แสดงค่า CN ที่ใช้ตามประเภทการใช้ที่ดิน.....	27
4	สรุปการทบทวนวรรณกรรม.....	42
5	สถิติน้ำท่วม, ระดับน้ำ และสาเหตุการเกิดน้ำท่วม.....	51
6	ระดับน้ำเทียบระดับน้ำทะเลที่สัมพันธ์กับพื้นที่ที่เกิดอุทกภัย.....	53

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แบบจำลองแสดงถึง กระบวนการความเป็นเมืองที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ และส่งผลกระทบต่อกระบวนการทางอุทกวิทยา แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางอุทกวิทยาและภูมิทัศน์.....	2
2	แบบจำลองกระบวนการทางอุทกวิทยา แสดงถึงความสัมพันธ์ของกระบวนการทางอุทกวิทยากับภูมิทัศน์.....	2
3	กรอบแนวคิดและทฤษฎีในการวิจัย.....	8
4	การวิเคราะห์เชิงพื้นที่.....	12
5	กระบวนการและความสัมพันธ์ในขั้นตอนของการวางแผนสิ่งแวดล้อม.....	13
6	วัฏจักรของน้ำ.....	14
7	แบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์จากกระบวนการความเป็นเมืองและกระบวนการอุทกวิทยา ที่ทำให้น้ำซึมลงดินน้อยลงทำให้เกิดน้ำท่ามากขึ้น.....	15
8	แบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์จากกระบวนการความเป็นเมืองและกระบวนการอุทกวิทยา ที่ทำให้น้ำซึมลงดินน้อยลงทำให้เกิดน้ำท่ามากขึ้น.....	16
9	แสดงการจัดการทรัพยากรน้ำในเมืองด้วยระบบเส้นทาง กระทำการรวบรวมปริมาณน้ำจากพื้นที่ต่างๆ ในภูมิทัศน์ ก่อนปล่อยลงสู่เส้นทางน้ำธรรมชาติ.....	17
10	การจัดพื้นที่ (Zoning) เพื่อการกำหนดเป็นเส้นทางทางอุทกวิทยา ให้สอดคล้องกับระบอบทางอุทกวิทยา (Hydrological Regime) ในภูมิทัศน์เมือง.....	17
11	โครงสร้างกระบวนการทางอุทกวิทยาในภูมิทัศน์และระบบย่อย (Sub system) ของอุทกวิทยาในเมือง.....	18
12	ระบบย่อย (Sub system) ที่เปลี่ยนไปจากกระบวนการความเป็นเมือง.....	19
13	ตัวอย่างของชลภาพน้ำท่าตลอดปี (Annual Hydrograph) ของลำน้ำที่มีน้ำไหลตลอดปี ลำน้ำที่มีน้ำไหลบางเวลา และลำน้ำที่ได้รับน้ำจากหิมะ ตามลำดับ.....	20
14	ส่วนประกอบของชลภาพน้ำท่าจากฝน.....	21
15	แผนภูมิชลภาพ Unit hydrograph ที่สังเคราะห์ตามวิธีของ Synder.....	23

16	ค่าคุณสมบัติของพื้นที่รับน้ำตามวิธีของ Synder……..	24
17	การแยกประเภทพื้นที่รับน้ำตามหน้าที่การลำเลียงน้ำ……	30
18	รายละเอียดการก่อสร้าง บ่อหน่วงน้ำ (Detention basin) ตามแนวคิด BMPs….	31
19	รายละเอียดการก่อสร้าง บ่อเก็บกักน้ำ (Retention basin) ตามแนวคิด BMPs….	32
20	รายละเอียดการก่อสร้าง บ่อซึมน้ำ (Infiltration Ponds) ตามแนวคิด BMPs……	33
21	การวางผังที่พักอาศัยเพื่อการบรรเทาผลกระทบทางอุทกวิทยา เปรียบเทียบกับการวางผังที่พักอาศัยในเมืองทั่วไป……	34
22	การจัดพื้นที่เส้นทางน้ำธรรมชาติเพื่อการรองรับน้ำและสร้างกิจกรรมนันทนาการ ในพื้นที่อยู่อาศัย……	35
23	การออกแบบถนนให้สอดคล้องกับเส้นชั้นความสูงและใช้วัสดุที่น้ำซึมผ่านได้เปรียบเทียบกับการออกแบบถนนในเมืองทั่วไป……...	35
24	รูปตัดแสดงรายละเอียดการออกแบบถนนเพื่อสร้างความชันให้ลำเลียงน้ำสู่พื้นที่รับน้ำที่จัดเตรียมไว้……	36
25	การออกแบบถนนในกรณีถนนแบบวงเวียน (Cul-de-sac)……..	36
26	การวางผังและออกแบบภูมิทัศน์ถนนและทางเท้าให้ สามารถใช้เป็นพื้นที่หน่วงน้ำได้……..	37
27	การกำหนดขอบเขตการรับน้ำและใช้ถนนเป็นเส้นทางในการสะสมและลำเลียง	38
28	การใช้ช่องว่างระหว่างรถในพื้นที่จอดรถเป็นพื้นที่หน่วงน้ำ……	39
29	การวางผังพื้นที่รับน้ำแบบธรรมชาติในโครงการขนาดใหญ่……	39
30	การวางโครงข่ายพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ชุมชนตามแนวคิด Water sensitive urban design……...	40
31	ผังและรูปตัดแสดงองค์ประกอบของเส้นทางสีเขียวที่ผนวกเข้ากับเส้นทางน้ำธรรมชาติ……...	43
32	ผังแสดงองค์ประกอบของเส้นทางสีเขียวตามเส้นทางการไหลของน้ำในภูมิทัศน์	44
33	ผังแสดงองค์ประกอบของเส้นทางสีเขียวที่ผนวกเข้ากับถนนและทางระบายน้ำขนาบถนน……	44
34	รูปตัดและรูปตัดขยายแสดงองค์ประกอบของพื้นที่สีเขียวที่ผนวกเข้ากับถนนและทางระบายน้ำขนาบถนน ในกรณีเพื่อการหน่วงน้ำ……	45

35	รูปตัดและรูปตัดขยายแสดงองค์ประกอบของพื้นที่สีเขียวที่ผนวกเข้ากับถนนและทางระบายน้ำขนาบถนน ในกรณีเพื่อการซึมน้ำ.....	45
36	รูปตัดและรูปตัดขยายแสดงองค์ประกอบของพื้นที่สีเขียวที่ผนวกเข้ากับถนนและทางระบายน้ำขนาบถนน ในกรณีเพื่อการกักเก็บน้ำ.....	46
37	รูปตัดแสดงองค์ประกอบของพื้นที่สีเขียวที่ผนวกเข้ากับพื้นที่สาธารณะในเขตชุมชน.....	46
38	ขั้นตอนการดำเนินการตามวิธีของ BMPs.....	47
39	วิธีการศึกษาและวางแผนตามวิธีของ BMPs.....	48
40	ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา.....	49
41	พื้นที่เขตการปกครองจังหวัดจันทบุรี.....	50
42	ระดับน้ำในแม่น้ำจันทบุรี และระดับตลิ่ง.....	53
43	ต้นแบบ แบบจำลองกระบวนการอุทกวิทยา เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่รับน้ำ.....	56
44	แบบจำลองกระบวนการอุทกวิทยาเพื่อการวิจัย.....	58
45	ขอบเขตการวิจัยตามแบบจำลองกระบวนการทางอุทกวิทยา.....	58
46	พื้นที่รับน้ำที่ปรากฏในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จ.จันทบุรี.....	69
47	เปรียบเทียบอัตราส่วนพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยพื้นผิวที่น้ำซึมผ่านได้ (Pervious area-สีเขียว) ต่อพื้นผิวที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ (Impervious area-สีแดง) จากการจำแนกด้วยวิธี Curve number ของ SCS ของพื้นที่ศึกษา N2 และ S3 ตามลำดับ.....	74
48	เปรียบเทียบแผนภูมิชลภาพของพื้นที่ศึกษา N2 และ S3 ตามลำดับ.....	74
49	เปรียบเทียบค่าคุณสมบัติจากการวิเคราะห์พื้นที่รับน้ำ (ค่าอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ซึมน้ำได้ต่อพื้นที่ซึมน้ำไม่ได้, ค่าการไหลหลากตามผิวดิน, ค่าอัตราการไหลสูงสุด, และค่าช่วงเวลาการเกิดอัตราการไหลสูงสุด) ในพื้นที่รับน้ำที่มีอัตราส่วนพื้นที่ซึมน้ำได้ต่อพื้นที่ซึมน้ำไม่ได้ที่น้อยกว่าและมากกว่า ตามลำดับ	75
50	เส้นทางการวางแผนจัดการน้ำในพื้นที่ชุมชน.....	79
51	ขั้นตอนและวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการวางแผนภูมิทัศน์เพื่อรองรับผลกระทบจากกระบวนการทางอุทกวิทยา.....	90
52	ปัจจัยในการวิเคราะห์ภูมิทัศน์ ในขั้นตอนการวางแผนภูมิทัศน์.....	93

สารบัญแผนที่

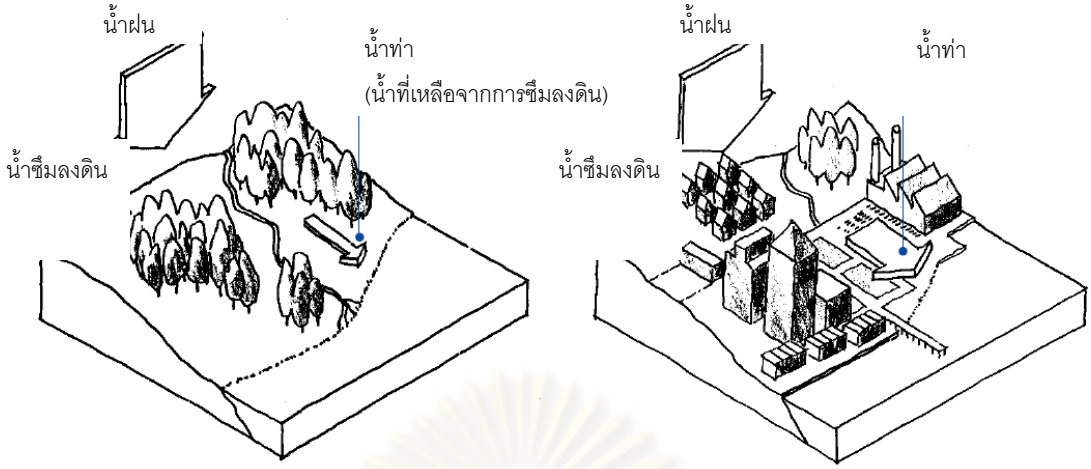
แผนที่		หน้า
1	สถิติพื้นที่ประสบปัญหาอุทกภัย ในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดจันทบุรี.....	52
2	พื้นที่เสี่ยงได้รับผลกระทบจากอุทกภัย เทียบตามระดับชั้นความสูง จากระดับน้ำทะเล.....	54
3	กระบวนการและแหล่งที่มาของน้ำนำเข้าในพื้นที่ (Input water).....	57
4	พื้นที่รับน้ำและเส้นทางน้ำที่ปรากฏในพื้นที่.....	60
5	พื้นที่รับน้ำที่จำเป็นต้องมีการวางแผนพื้นที่สีเขียวเพื่อรองรับ ผลกระทบทางอุทกวิทยา.....	61
6	พื้นที่ศึกษา 6 พื้นที่รับน้ำ สองฝากแม่น้ำจันทบุรี.....	62
7	พื้นที่ศึกษา N1.....	63
8	พื้นที่ศึกษา N2.....	64
9	พื้นที่ศึกษา S1.....	65
10	พื้นที่ศึกษา S2.....	66
11	พื้นที่ศึกษา S3.....	67
12	พื้นที่ศึกษา S4.....	68
13	เส้นทางถนนและอาคารที่ขวางการไหล ในพื้นที่ศึกษา N2.....	71
14	เส้นทางถนนและอาคารที่ขวางการไหลของน้ำ ในพื้นที่ศึกษา S3.....	72
15	ตำแหน่งและเส้นทางพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ศึกษา N2.....	77
16	ตำแหน่งและเส้นทางพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ศึกษา S3.....	78
17	ตำแหน่งและเส้นทางพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ศึกษา N2.....	80
18	ผังตำแหน่งพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ศึกษา S3.....	81
19	โครงข่ายเส้นทางสีเขียวที่ได้จากการวิเคราะห์ ภายในพื้นที่ศึกษา S3.....	83
20	บทบาทพื้นที่เพื่อการรับน้ำภายในพื้นที่ศึกษา S3.....	84
21	ผังโครงข่ายเส้นทางสีเขียวตัวอย่าง ภายในพื้นที่ศึกษา S3.....	85
22	แบบจำลอง ผังโครงข่ายเส้นทางสีเขียวตัวอย่าง ภายในพื้นที่ศึกษา S3.....	86
23	แบบจำลองเส้นทางสีเขียวตัวอย่าง ภายในพื้นที่ศึกษา S3.....	87

บทที่ 1
บทนำ

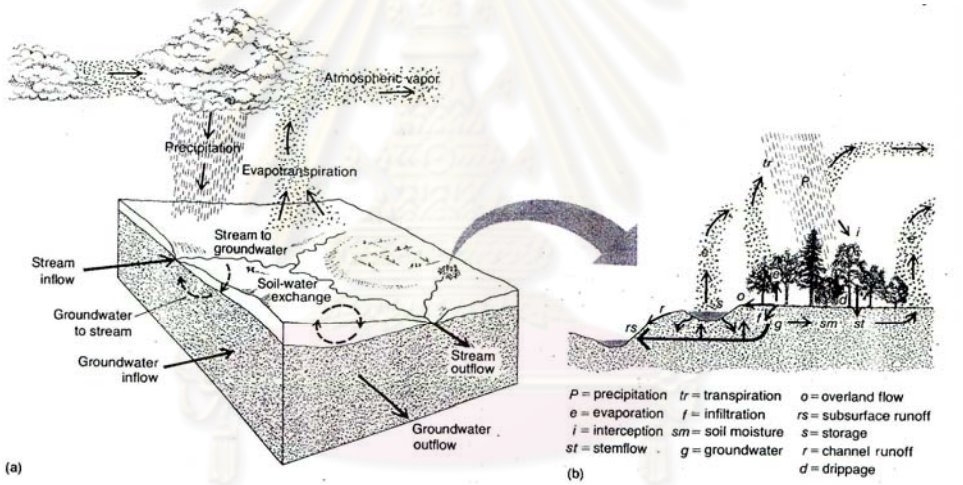
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุทกภัยเป็นสิ่งที่สร้างปัญหาแก่พื้นที่เมืองและการพัฒนาเมืองแทบทุกเมือง (Marsh,1980) ในขณะเดียวกัน น้ำเป็นสิ่งที่ให้ประโยชน์และสำคัญต่อการดำรงชีวิตทุกชีวิต ในพื้นที่ที่มีมนุษย์อาศัยอยู่ร่วมกันมากจนเกิดเป็นพื้นที่เมือง ผ่านกระบวนการความเป็นเมือง (Urbanization) ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางกายภาพ มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบทางอุทกวิทยา (Spirn,1984) ด้วยการนำพืชพรรณเก่าออกไป , การบดอัดดินให้แข็ง, การเปลี่ยนเส้นทางและรูปแบบการระบายน้ำ, การเปลี่ยนแปลงความชันของพื้นที่ , และการฉาบพื้นผิวด้วยวัสดุที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ โดยมีประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยของชุมชนมนุษย์ (Damm,1998) การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบอุทกวิทยา (Hydrological Regime) และกระบวนการธรรมชาติ (Natural Process) ทำให้รูปแบบการไหล (Flow Pattern) เปลี่ยนไป จากการเปลี่ยนเส้นทางระบายน้ำและการเปลี่ยนแปลงความชัน น้ำไม่สามารถซึมลงดินได้เพราะการบดอัดดิน, การเปลี่ยนพื้นผิว, และการนำพืชพันธุ์เก่าออก เหล่านี้ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่า (Runoff) มากขึ้น แต่เส้นทางการไหลของน้ำยังอยู่ภายใต้กฎการไหลจากแรงโน้มถ่วงตามความชันของผืนดินอยู่ ทำให้เส้นทางการไหลเก่าไม่สามารถรองรับปริมาณน้ำที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมตัวเมืองด้วยเหตุจากการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ตามกระบวนการข้างต้นนี้ (Marsh,1980)

การแก้ปัญหาอุทกภัยในปัจจุบันอาศัยสูตรทางคณิตศาสตร์และการคำนวณหาทางระบายน้ำเพื่อนำน้ำออกนอกพื้นที่เมือง ซึ่งไม่สอดคล้องกับระบบอุทกวิทยา (Hydrological system) เดิมของภูมิทัศน์ ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งในกระบวนการธรรมชาติที่เกิดขึ้นในภูมิทัศน์ในส่วนของอุทกภาค (Hydrosphere) เป็นระบบที่เป็นเหตุเป็นผลมีปัจจัยและกระบวนการที่มีแบบแผน (Black, 1996) การเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ที่มากขึ้นโดยเฉพาะในพื้นที่เมืองที่มีมนุษย์อาศัยอยู่หนาแน่นจะส่งผลกระทบต่อกระบวนทางการธรรมชาติ (Natural process) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เป็นการแลกเปลี่ยนกันของข้อมูลและพลังงานจากระบบหนึ่งสู่ระบบหนึ่ง เป็นสิ่งที่เชื่อมโยงมีผลกระทบสอดคล้องกัน (Mc Harg, 1971)



รูปที่ 1 แบบจำลองแสดงถึง กระบวนการความเป็นเมืองที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ และส่งผลกระทบต่อกระบวนการทางอุทกวิทยา แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางอุทกวิทยาและภูมิทัศน์ (ที่มา: Start at the Source, BASMAA, 1999)



รูปที่ 2 แบบจำลองกระบวนการทางอุทกวิทยา แสดงถึงความสัมพันธ์ของกระบวนการทางอุทกวิทยากับภูมิทัศน์ (Marsh, 1980)

การศึกษานี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางธรรมชาติ (Natural process) คือ กระบวนการทางอุทกวิทยาของพื้นที่ (Hydrological process) และกระบวนการความเป็นเมือง (Urbanization) ที่ทั้งสองกระบวนการนี้เกิดขึ้นภายในภูมิทัศน์และช่วงเวลาเดียวกัน แต่รูปแบบที่ไม่เหมือนกันนี้ จะส่งผลต่อกันอย่างไร สมมุติฐานในการวิจัยนี้ จึงศึกษาความไม่สอดคล้องกันนี้ ว่าเป็นสาเหตุทำให้เกิดปัญหาจากน้ำที่เกิดขึ้นกับเมืองหรือไม่ และสรุปรูปแบบกระบวนการทางอุทกวิทยาในพื้นที่ เพื่อโอกาสในการบรรเทาผลกระทบ ด้วยการวางแผนพื้นที่สีเขียวให้สอดคล้องกับกระบวนการทางธรรมชาติเดิมที่มีอยู่ โดยการศึกษาเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของภูมิทัศน์ ในเรื่องการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมผืนดิน อันเป็นสิ่งที่แสดงถึงลักษณะทาง

กายภาพที่เปลี่ยนไปโดยมีผลต่อกระบวนการทางธรรมชาติเดิมโดยตรง (Marsh,1980) ด้วยการจำแนกสิ่งปกคลุมผืนดิน (Land Cover Classification) ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อการเพิ่มน้ำท่า ส่งผลต่อรูปแบบการไหลน้ำ (flow Pattern) ที่เปลี่ยนไป ทำให้การวิจัยนี้จึงมีลักษณะเป็นการวัดค่า (Quantitative) เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยมีพื้นที่ศึกษาคือบริเวณเทศบาลเมืองจังหวัดจันทบุรี ซึ่งเป็นเมืองที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีเอกลักษณ์ทางภูมิทัศน์ มีลักษณะของพื้นที่ เป็นพื้นที่ที่อยู่ระหว่างเขาขนาดเล็กที่เป็นต้นกำเนิดทางน้ำสายหลักมาบรรจบกัน ไหลผ่านตัวเมือง แบ่งตัวเมืองออกเป็นสองฟากแม่น้ำ อีกทั้งยังเป็นพื้นที่บริเวณขอบของแผ่นดินติดชายฝั่งทะเลอ่าวไทย มีพื้นที่ป่าชายเลนและทางน้ำสายใหญ่และเล็กมากมาย ซึ่งมีแม่น้ำจันทบุรีเป็นแม่น้ำสายหลักของพื้นที่ การตั้งถิ่นฐานของเมืองจากอดีต จึงเกาะติดอยู่ตามขอบแม่น้ำจันทบุรี เมื่อบ้านเมืองถูกพัฒนา การก่อสร้างที่ทันสมัยและแข็งแรงจากการใช้โครงสร้างคอนกรีตปกคลุมพื้นผิวเมืองโดยทั่วไป เป็นสาเหตุทำให้เกิดปัญหากับระบบระบายน้ำของเมือง จากการสอบถามข้อมูลเบื้องต้นจากหน่วยงานราชการหลายฝ่าย ต่างสรุปรูปแบบของปัญหาของพื้นที่ อยู่สองปัญหาหลัก คือ ปัญหาน้ำท่วมและปัญหาน้ำแล้ง ซึ่งสาเหตุของน้ำท่วมมาจากฝนตกชุกในพื้นที่ประกอบกับการระบายน้ำล่าช้า เนื่องจากคลองต่างๆตื้นเขิน มีผลกระทบจากการขยายตัวของเมือง และประสบกับอิทธิพลการหนุนของน้ำทะเล ปัญหานี้เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นแทบทุกปีปรากฏมากในพื้นที่เมือง

การศึกษาจึงนี้ให้ความสำคัญกับการทำความเข้าใจปัญหา ถึงสาเหตุและกระบวนการ อันเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดความชัดเจนในการบ่งชี้สาเหตุ และนำไปสู่การแก้ปัญหา, วางแผนและวางผังที่ถูกทาง จึงให้ความสำคัญที่การวิเคราะห์ข้อมูลตามช่วงเวลาที่เป็นหลักฐาน และใช้ความรู้ทฤษฎีทางนิเวศภูมิทัศน์และอุทกวิทยา เป็นฐานความรู้ในการศึกษาความสัมพันธ์และผลกระทบ โดยใช้ระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล, วิเคราะห์ข้อมูล และประมวลผล นำไปสู่การเข้าใจปัญหาของเมืองที่มีต่อธรรมชาติ และหาทางแก้ปัญหาหรือวางแผนโดยคำนึงถึงปัญหาในการออกแบบในบทบาทของภูมิสถาปนิกและนักวางผังเมือง ในการออกแบบและจัดการภูมิทัศน์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1. เพื่อศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง อันจะนำไปสู่การสร้างวิธีการสำหรับการศึกษาวิเคราะห์ภูมิทัศน์ในเชิงการเป็นบทบาทหนึ่งของกระบวนการทางอุทกวิทยา เพื่อการวางแผนภูมิทัศน์ให้สอดคล้องกันได้

1.2.2. เพื่อศึกษากระบวนการทางอุทกวิทยา (Hydrological process) ที่ปรากฏในภูมิทัศน์ โดยมีพื้นที่ศึกษาคือบริเวณพื้นที่เทศบาลเมืองจันทบุรี โดยมีข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น แผนที่และ

ข้อมูลภูมิศาสตร์สารสนเทศ จากสามแหล่งด้วยกัน คือ 1. (ข้อมูลปี 2530) 2. กรมแผนที่ทหาร (ข้อมูลปี 2542) 3.ข้อมูลจากโครงการปรับปรุงผังเมืองรวม เทศบาลเมืองจันทบุรี (ข้อมูลปี 2550) อันจะนำไปสู่การอธิบายพฤติกรรมของกระบวนการที่สามารถนำมาประยุกต์สู่การวางแผนภูมิทัศน์ต่อไป

1.2.3. เพื่อศึกษาผลกระทบและความสัมพันธ์ของกระบวนการความเป็นเมือง เช่น การขยายตัวพื้นที่เมือง ของเทศบาลเมืองจังหวัดจันทบุรีด้วยการจำแนกองค์ประกอบของภูมิทัศน์ เช่น การจำแนกสิ่งปกคลุมผืนดิน (Land Cover Change) ว่าเป็นสาเหตุของปัญหาอุทกภัยของเมืองหรือไม่

1.2.4. เพื่อศึกษาลักษณะความสัมพันธ์ รวมถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์และกระบวนการทางอุทกวิทยาของพื้นที่ และทำความเข้าใจถึงต้นเหตุของปัญหา โดยใช้ระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศรวมทั้งพื้นฐานการวิเคราะห์ทางอุทกวิทยาของน้ำผิวดิน ในวิชาอุทกวิทยา เป็นเครื่องมือช่วยในเก็บข้อมูล แสดงผล และการใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.2.5. เพื่อศึกษาโอกาสในการวางแผนพื้นที่สีเขียวของเมือง ในการบรรเทาปัญหาทางอุทกวิทยาของพื้นที่ ให้สอดคล้องทั้งกับ กระบวนการทางธรรมชาติ และรองรับการขยายตัวของเมืองและทิศทางของการพัฒนาที่อาจเกิดขึ้น

1.3 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาโอกาสในการวางแผนพื้นที่สีเขียวของเมือง ในการบรรเทาปัญหาทางอุทกวิทยาของพื้นที่ ด้วยวิธีการที่สร้างเป็นแบบจำลองของการศึกษา ที่ได้จากทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการศึกษากระบวนการทางอุทกวิทยาของพื้นที่ เพื่อออกแบบพื้นที่สีเขียวให้สอดคล้องกับกระบวนการทางอุทกวิทยาที่ปรากฏ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการความเป็นเมือง กับกระบวนการทางอุทกวิทยา อันเป็นการค้นหาสาเหตุของปัญหาการประสบภัยธรรมชาติที่แท้จริง โดยมีพื้นที่ศึกษาคือ บริเวณเทศบาลเมือง จังหวัดจันทบุรี ด้วยข้อมูล เช่น ภาพถ่ายทางอากาศ และแผนที่ทางภูมิศาสตร์ที่ได้รับการบันทึกจากหน่วยงานที่ได้รับความเชื่อถือ เพื่อศึกษารูปแบบที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของภูมิทัศน์ด้านอุทกวิทยาของพื้นที่และวางแผนให้สอดคล้องกัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1. กระบวนการและวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการวางแผนภูมิทัศน์ ให้สามารถรองรับ กระบวนการทางอุทกวิทยา ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งในกระบวนการทางธรรมชาติ ที่เกิดขึ้นในภูมิทัศน์

1.4.2. ได้ทราบลักษณะและข้อเท็จจริงของพื้นที่ทางด้านกายภาพ เช่น สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ปรากฏในปัจจุบัน รวมถึงรูปแบบกระบวนการอุทกวิทยาของพื้นที่ อันจะนำไปสู่สาเหตุของปัญหาทางอุทกวิทยาของพื้นที่ที่แท้จริง ของบริเวณที่ทำการศึกษา ที่มีความสัมพันธ์กับกระบวนการธรรมชาติที่ดำเนินในภูมิทัศน์ ซึ่งแสดงถึงศักยภาพทางด้านอุทกวิทยาของภูมิทัศน์

1.4.3. ใช้ข้อมูล และวิธีการศึกษาที่ได้จากค้นคว้า เพื่อเป็นแนวทางเบื้องต้นสำหรับการศึกษาเพื่อการวางแผนภูมิทัศน์ ทั้งในพื้นที่ศึกษาหรือพื้นที่อื่นๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน เพื่อหาแนวทางในการกำหนดนโยบายและวางแผนในการพัฒนาเมือง ให้สอดคล้องกับกระบวนการทางธรรมชาติ โดยเฉพาะกระบวนการทางอุทกวิทยา

1.5 คำถามในการวิจัย

คำถามหลักในการวิจัย ซึ่งเป็นเป้าหมายของการวิจัยด้วย นั่นคือ การศึกษาการวางแผนภูมิทัศน์ให้สอดคล้องและบรรเทาผลกระทบจากกระบวนการทางอุทกวิทยา ควรมีขั้นตอนและวิธีการอย่างไร ทำให้สามารถจำแนกคำถามในแต่ละขอบเขตได้ดังนี้

1.5.1 คำถามในพื้นที่

1.5.1.1 โครงสร้างและกระบวนการทางอุทกวิทยาที่ปรากฏในพื้นที่ศึกษาตัวอย่างมีลักษณะเป็นอย่างไรและประกอบด้วยองค์ประกอบอะไรบ้าง

1.5.1.2 ลักษณะและสาเหตุของผลกระทบจากกระบวนการทางอุทกวิทยา ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาตัวอย่างเป็นอย่างไร

1.5.1.3 คุณลักษณะของกระบวนการทางอุทกวิทยาที่ปรากฏในพื้นที่ศึกษามีศักยภาพเป็นอย่างไร

1.5.2 คำถามในด้านกระบวนการศึกษา

1.5.2.1 กระบวนการทางอุทกวิทยาและภูมิทัศน์สัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

1.5.2.2 ขีดความสามารถในการพัฒนาของภูมิทัศน์ ตามกระบวนการความเป็นเมืองที่ไม่กระทบต่อกระบวนการทางอุทกวิทยาที่ปรากฏในพื้นที่ศึกษาตัวอย่างนี้เป็นอย่างไร

1.5.2.3 กระบวนการและวิธีการในการวางแผนภูมิทัศน์ตามเป้าหมายมีขั้นตอนและวิธีการอย่างไร

1.6 การวางแผนงานวิจัยและระเบียบวิธีวิจัย

1.6.1. การทบทวนวรรณกรรม หนังสือหรืองานวิจัยที่ได้รับการศึกษาในเรื่องที่ใกล้เคียงกันเพื่อเป็นการศึกษาประเด็น ลักษณะพิเศษของเนื้อหา และทฤษฎีต่างๆที่ได้รับการยอมรับ และประยุกต์สร้างวิธีการในการศึกษา (Methodology) รวมทั้งเพื่อใช้ฐานความรู้ที่ได้นี้ อธิบายเหตุการณ์ หรือกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในภูมิทัศน์ที่กำลังศึกษาอยู่

1.6.2. การสำรวจและเก็บข้อมูล ภาพถ่ายทางอากาศ แผนที่ รวมทั้งข้อมูลทางสถิติต่างๆ ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในพื้นที่เมือง กระบวนการทางธรรมชาติต่างๆทั้งที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ศึกษาและกระบวนการที่เป็นเอกลักษณ์และลักษณะพิเศษของภูมิทัศน์ จากแหล่งข้อมูลที่ได้รับการบันทึกจากแหล่งที่เชื่อถือได้ เช่น หน่วยงานราชการ หอจดหมายเหตุแห่งชาติ กรมแผนที่ทหาร ฯลฯ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบ

1.6.3. การสร้างแบบจำลองวิธีการศึกษา

1.6.4. การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการที่ได้จากการประยุกต์ทฤษฎี เพื่อใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลง และความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น และสรุปผลการศึกษาในรูปแบบของการนำเสนอผลงาน เช่น แผนภูมิ แผนภาพ เพื่อแสดงผลของการวิจัย

1.6.5. การสรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะเพื่อประโยชน์ต่อการศึกษาต่อยอดต่อไป

โดยในการศึกษามีระยะเวลาและแผนการดำเนินการแสดงเป็นตารางขั้นตอนได้ดังนี้

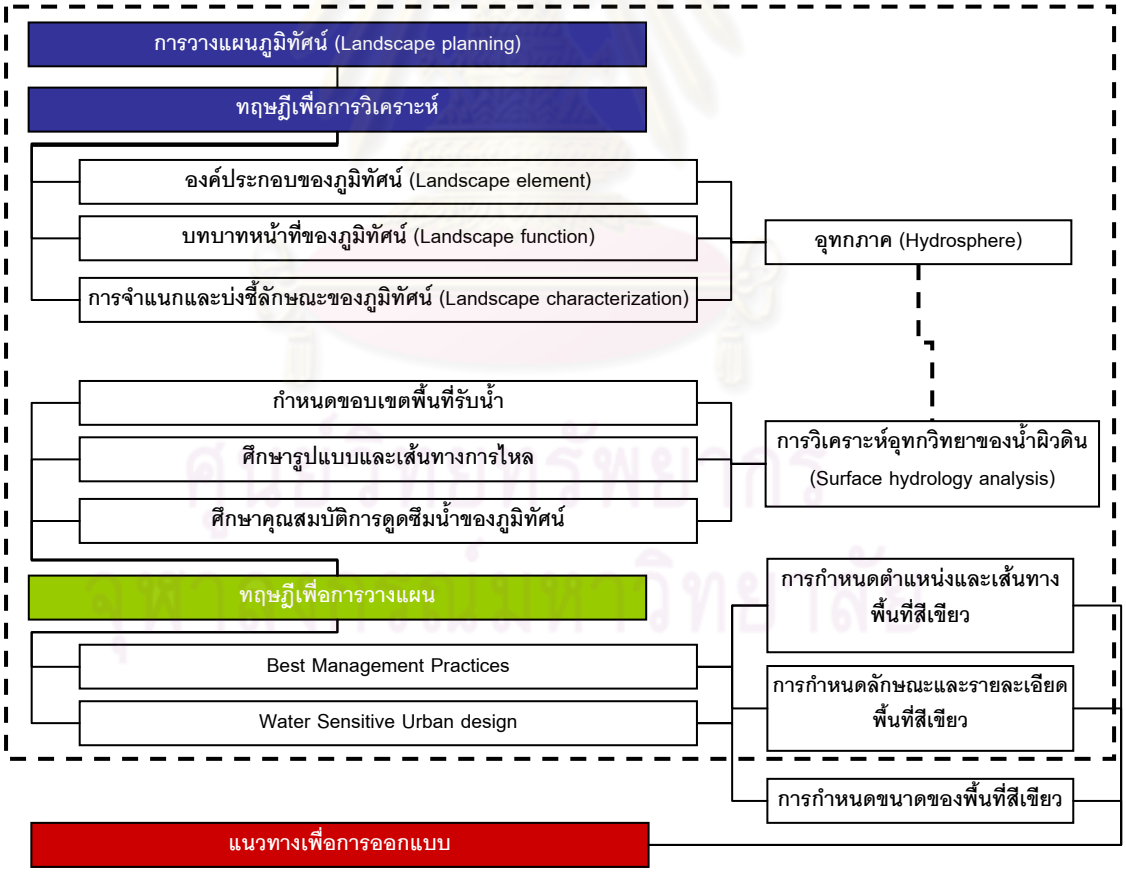
ขั้นที่	งาน	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.	มค.	กพ.
1	**ศึกษาแนวคิดและวิธีการ**									
	1.1 ศึกษาทฤษฎีและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง									
	1.2 รวบรวมข้อมูลของพื้นที่ศึกษาอันประกอบไปด้วย - 1.1.1 ข้อมูลสถิติต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น พื้นที่การเกิดปัญหาน้ำท่วม ข้อมูลประมาณน้ำฝน ฯลฯ - 1.1.2ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและแผนที่จากกรมแผนที่ทหาร									

	- 1.1.3 ข้อมูลภูมิศาสตร์ สารสนเทศ และข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ จากผังเมืองจังหวัด								
	1.3 สอบถามผู้รู้เรื่องการศึกษาอุทกวิทยา จากกรมชลประทาน								
	1.4 สร้างแบบจำลองการวิจัย								
2	**วิเคราะห์ข้อมูล**								
	2.1 ศึกษาข้อมูลและแปลงข้อมูลต่างๆสู่ข้อมูลเชิงพื้นที่ ในรูปแบบแผนที่ ด้วยระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ								
	2.2 ศึกษากระบวนการทางอุทกวิทยาที่เกิดขึ้นภายในภูมิทัศน์								
	2.3 วิเคราะห์คุณลักษณะของภูมิทัศน์ทางด้านอุทกวิทยา								
	2.4 สังเคราะห์และประมวลผลพร้อมทั้งศึกษาผลกระทบด้านอื่นๆ								
3.	**ขั้นตอนการวางแผนภูมิทัศน์**								
	3.1 สรุปคุณลักษณะทางด้านอุทกวิทยาของภูมิทัศน์								
	3.2 สรุปข้อมูลผลกระทบที่เกิดขึ้น, นำเสนอกระบวนการทางอุทกวิทยาของพื้นที่ และสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง								
	3.3 เสนอโอกาสในการสร้างพื้นที่สีเขียว								
	3.4 นำเสนองานวิจัย								
	3.5 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์								

ตารางที่ 1 แผนการดำเนินการวิจัย

บทที่ 2
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การวางแผน (Planning) และการจัดการภูมิทัศน์ (Management) เป็นกระบวนการที่ใกล้เคียงกับการออกแบบ โดยเฉพาะในขั้นตอนการศึกษาและวิเคราะห์ เพื่อกำหนดจุดประสงค์ (Objective) และรูปแบบที่เหมาะสม โดยในการศึกษาและวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เปรียบเสมือนการทำความเข้าใจภูมิทัศน์ ถึงกระบวนการที่ดำเนินอยู่ (Process) , รูปแบบของกระบวนการ (Pattern) หรือแม้กระทั่งผลกระทบ (Effect) ที่อาจเกิดขึ้นได้จากการจัดการใดๆต่อภูมิทัศน์นั้น การทำความเข้าใจถึงเรื่องเหล่านี้ เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อการวางแผน, จัดการหรือแม้กระทั่งการออกแบบภูมิทัศน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภูมิทัศน์เมือง (Urban Landscape) (Marsh,1980) โดยในการทำการวิจัยนี้ ได้ศึกษาถึงโอกาส (Opportunity) ในการใช้ประโยชน์จากกระบวนการหนึ่งในกระบวน-การธรรมชาติ (Natural Process) คือในส่วนของอุทกภาค (Hydrosphere) เพื่อบรรเทาปัญหาทางอุทกภัย มีกรอบแนวคิดและทฤษฎีในการวิจัยดังนี้



รูปที่ 3 กรอบแนวคิดและทฤษฎีในการวิจัย

การวิจัยนี้มีแนวคิดที่สำคัญคือ แนวคิดการวางแผนภูมิทัศน์ (Landscape Planning) เพื่อกำหนดจุดประสงค์ (Objective) และรูปแบบที่เหมาะสม รวมถึงแนวคิดทางการวางแผนภูมิทัศน์อื่นๆ ที่อาศัยการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ เข้ามามีผลต่อการจัดการ นอกจากนี้ยังประกอบด้วยพื้นฐานความรู้ทางอุทกศาสตร์ เพื่อให้สามารถอธิบายพฤติกรรม และรูปแบบทางกระบวนการที่เกิดขึ้นได้ ดังจะกล่าวถึงแนวคิดต่างๆในรายละเอียดดังนี้

2.1 ความหมายและลักษณะของผลกระทบทางอุทกวิทยา

ในการดำเนินการศึกษาและวิจัยนี้ เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจถึงเหตุผล, กระบวนการและการดำเนินการศึกษา การแสดงความหมายและการให้คำนิยามเป็นสิ่งสำคัญในขั้นเริ่มต้น โดยให้ความสำคัญที่การอธิบายจุดประสงค์การวิจัยคือการวางแผนพื้นที่สีเขียว เพื่อบรรเทาผลกระทบทางอุทกวิทยา จึงได้ให้คำอธิบาย ผลกระทบทางอุทกวิทยา (Hydrological effect) หมายถึงรูปแบบหรือลักษณะของรูปแบบที่ได้รับผลจากกระบวนการทางอุทกวิทยา (Hydrological process) โดยแสดงรูปแบบที่เกิดขึ้นตอบสนองกับกระบวนการนี้ ทั้งทางกายภาพหรือกระบวนการของความสัมพันธ์องค์ประกอบต่างๆในกระบวนการ

จากหลักการและนโยบายด้านการแก้ปัญหาทางอุทกวิทยาของกรมโยธาธิการและผังเมือง ได้แบ่งปัญหาทางอุทกวิทยาต่อชุมชนเมืองออกเป็นสามประเภทคือ น้ำท่วม, น้ำแล้ง, และปัญหาคุณภาพน้ำ โดยให้คำจำกัดความผลกระทบทางอุทกวิทยาที่ปัญหาน้ำท่วมหรืออุทกภัยเป็นหลัก และได้มีการวิเคราะห์ถึงสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาอุทกภัยในประเทศไทยได้ดังนี้

2.1.1. สาเหตุจากธรรมชาติ ได้แก่

2.1.1.1) ฝนตกหนักในพื้นที่ มากเกินความสามารถใน การระบายน้ำของพื้นที่หรือแม่น้ำลำคลองในบริเวณข้างเคียงไม่สามารถระบายได้ทัน การเกิดอุทกภัยโดยทั่วไปมีสาเหตุสำคัญจากปริมาณฝนตกหนัก เช่น ในปี 2538 มีพายุโซนร้อนหลายลูกพัดผ่านประเทศไทย ได้แก่ แกรี่, เฮลเลน, เออร์วิ่ง, โลอิส, และนินา

2.1.1.2) น้ำล้นตลิ่ง

2.1.1.3) อิทธิพลน้ำทะเลหนุนจากปากแม่น้ำขึ้นไปตามลำน้ำ ทำให้น้ำหลากในแม่น้ำระบายลงสู่อ่าวไทยได้ช้าลงเป็นเหตุให้น้ำท่วมขังยาวนานขึ้นโดยเฉพาะจังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม และ กรุงเทพมหานคร จะได้รับผลกระทบจากน้ำทะเลหนุนเป็นประจำ

2.1.1.4) อิทธิพลของน้ำแม่น้ำหนุนจากแม่น้ำสายใหญ่ เช่น แม่น้ำโขง เป็นต้น

2.1.2. สาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่

2.1.2.1) การทำลายพื้นที่ธรรมชาติโดยเฉพาะพื้นที่ป่า ทำให้บริเวณน้ำฝนไม่สามารถดูดซึมโดยลำต้น ใบ และรากได้ สำหรับบริเวณที่โล่งการไหลบ่าของน้ำผิวดินเร็วขึ้น เพราะไม่มีต้นไม้ชะลอน้ำ ซึ่งทำให้อัตราการไหลสูงสุดของน้ำสูงขึ้น นอกจากนี้ฝนยังมีโอกาสที่จะชะเอาหน้าดินไปด้วย ซึ่งจะทำให้ความขุ่นของน้ำและตะกอนที่มากับน้ำมีมากขึ้นตามไปด้วย

2.1.2.2) การเปลี่ยนแปลงประโยชน์การใช้ที่ดินเพื่อพัฒนาชุมชน เมื่อมีการพัฒนาพื้นที่ชุมชนเมืองมากขึ้นส่งผลทำให้มีผิวพื้นที่น้ำฝนซึมผ่านได้ยาก ทำให้น้ำฝนไหลไปสู่คลองระบายมากขึ้นซึ่งต่างกับพื้นที่ชนบทที่น้ำฝนสามารถไหลซึมลงไปใต้ดินได้ รวมทั้งการพัฒนาชุมชนที่ไม่ถูกหลักวิชาและกีดขวางทางไหลของน้ำ ทำให้ประสิทธิภาพการระบายน้ำน้อยลง ทำให้ไม่สามารถระบายน้ำออกนอกพื้นที่ชุมชนได้ก่อให้เกิดสภาพน้ำท่วมขัง นอกจากนั้นในพื้นที่ชุมชนส่วนใหญ่มักจะมีการสร้างบ้านเรือนอยู่ริมคลองแม่น้ำซึ่งเป็นการก่อสร้างบ้านเรือนลุกล้ำลำน้ำสาธารณะ ทำให้ขนาดของลำน้ำแคบลงแล้วยังมีการทิ้งสิ่งปฏิกูลลงลำน้ำทำให้ลำน้ำตื้นเขินอีกด้วย

2.1.2.3) การทำลายคันป้องกันน้ำท่วม ราษฎรที่อาศัยอยู่นอกคันป้องกันน้ำท่วมมักจะทำลายคันป้องกันน้ำท่วม ทำให้ปริมาณน้ำหลากทะลักเข้าไปในพื้นที่ชุมชน ถึงแม้ว่าหน่วยราชการที่เกี่ยวข้องจะทำหน้าที่ดูแลรักษาคันป้องกันก็ตาม

2.1.2.4) การสูบน้ำบาดาล เป็นเหตุให้แผ่นดินทรุดตัวทำให้ระดับน้ำท่วมเพิ่มมากขึ้นและเวลาที่น้ำท่วมยาวนานขึ้น ซึ่งหน่วยราชการที่เกี่ยวข้องได้พยายามที่จะจำกัดการสูบน้ำบาดาล

ปัจจุบันแนวทางการป้องกันและบรรเทาปัญหาน้ำท่วมไม่ได้จำกัดอยู่แค่การก่อสร้างระบบป้องกันอย่างเดียวเท่านั้นยังถูกแบ่งแยกออกไป 2 แนวทางอย่างชัดเจน นั่นคือ แนวทางการแก้ปัญหาด้วยมาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง (structural Measures) และแนวทางการแก้ปัญหาด้วยมาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง (Non-Structural Measures) มาตรการใช้สิ่งก่อสร้างนั้น หมายความถึง การแก้ปัญหาด้วยการก่อสร้างเป็นหลัก เช่น การก่อสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำ การสร้างกำแพงและคันดินหรือคอนกรีตเสริมตามแนวตลิ่งริมฝั่งแม่น้ำ เพื่อกันมิให้น้ำเอ่อล้นเข้าเมืองการขุดคลองระบายน้ำเลี่ยงเมือง (Diversion Channel) เป็นต้น เหมาะสำหรับพื้นที่ชุมชนเมืองมีความสำคัญทางเศรษฐกิจสูง สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็วมีการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่น้อยเมื่อเปรียบเทียบพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด

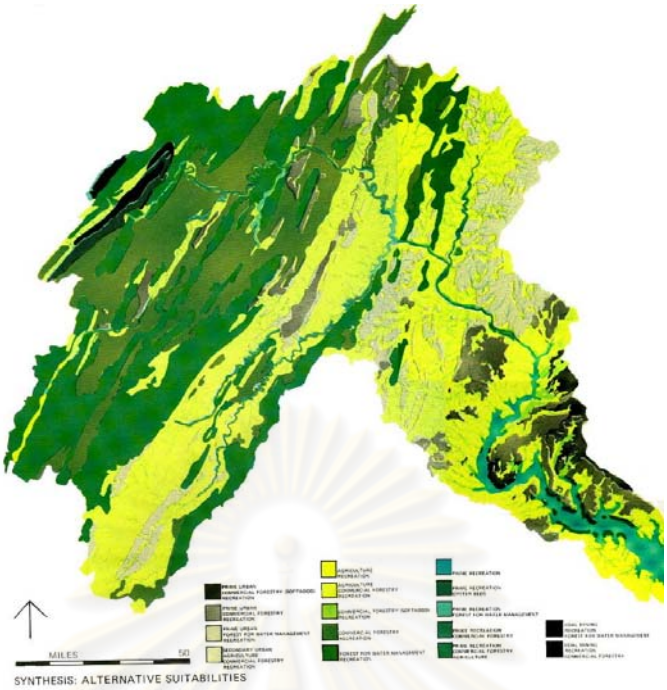
สำหรับมาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้างนั้น หมายถึง การแก้ไขและบรรเทาปัญหาด้วยการปรับวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์ให้สอดคล้องกับภาวะน้ำท่วมพยายามรักษาสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ของน้ำให้มากที่สุด มาตรการหลักที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้ ได้แก่ การกำหนด

พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม การกำหนดแนวน้ำท่วมหลากตามธรรมชาติ พร้อมกับการกำกับควบคุมมิให้พัฒนาและมีสิ่งปลูกสร้างบนแนวน้ำท่วมหลากที่ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการระบายน้ำการกำหนดพื้นที่เก็บกักน้ำชั่วคราว (Temporary Reservoir) หรือเป็นที่รู้จักในชื่อ “พื้นที่แก้มลิง” การ ตั้งระบบเตือนภัยน้ำท่วม ตลอดจนมาตรการอื่นๆที่ไม่ลงทุนสูง โดยเฉพาะการก่อสร้างใดๆที่อาจมีผลกระทบต่อสมดุลของวัฏจักรของน้ำตามธรรมชาติเดิม

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์กระบวนการทางอุทกวิทยา

การศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบอุทกวิทยาในภูมิทัศน์ ได้มีทฤษฎีและแนวคิดหลายประการที่มีความสำคัญ ในแนวคิดการวางแผนภูมิทัศน์ (Landscape Planning) คือ กระบวนการในการกำหนดการใช้งานและการจัดการภูมิทัศน์ให้ตรงไปตามเป้าหมาย (Objective) โดยคำนึงถึงความเหมาะสม อาศัยการอ้างอิงมาจากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) ทั้งทางด้านธรรมชาติ (Natural) สังคมและวัฒนธรรม (Cultural) หรือทางด้านความงาม (Aesthetic) เพื่อประโยชน์ต่อการใช้งานภูมิทัศน์ อันจะนำไปสู่การตัดสินใจ (Decision making) และการออกแบบภูมิทัศน์ (Landscape Design) ในรูปแบบที่เหมาะสมต่อไป และเนื่องด้วยความเป็นมาของแนวคิดการวางแผนภูมิทัศน์ (Landscape Planning) นี้เกิดขึ้นในช่วงของกระแสการสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งในขณะนั้นได้เสื่อมโทรมลง และอิทธิพลจากหนังสือ “Design with nature” ของ Ian Mc Harg (Mc Harg,1971) ที่กล่าวถึงการออกแบบภูมิทัศน์ให้เหมาะสมและเข้ากันได้กับกระบวนการธรรมชาติ (Natural Process) ของภูมิทัศน์ที่มีอยู่เดิม ทำให้แนวคิดวางแผนภูมิทัศน์ (Landscape Planning) นี้ให้ความสำคัญที่ขั้นตอนของการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) ที่ปรากฏในภูมิทัศน์ในรูปแบบของกระบวนการต่างๆ โดยมีความเชื่อว่าการออกแบบภูมิทัศน์ที่สอดคล้องกับกระบวนการธรรมชาติเดิมที่มีอยู่ จะนำมาซึ่งความยั่งยืน (Sustainability) ต่อภูมิทัศน์ทั้งทางด้านการใช้งาน และไม่สร้างความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Mc Harg, 1971)

William M. Marsh ผู้เขียนหนังสือ Landscape Planning (Marsh,2005) ได้ให้ความสำคัญในขั้นตอนของการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) เพื่อการสร้างข้อมูลให้การตัดสินใจ (Decision making) โดย Marsh ได้ให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ว่าเป็นการทำความเข้าใจภูมิทัศน์ถึงรูปแบบ (Pattern) และกระบวนการ (Process) ที่เกิดขึ้น จากการศึกษาถึงกระบวนการเหล่านี้นำมาซึ่งข้อมูลที่มีความสำคัญเพื่อช่วยสร้างเหตุผลในการตัดสินใจ และกำหนดรูปแบบที่เหมาะสมในการออกแบบ รวมถึงวิธีการที่ถูกที่ควรในการปฏิบัติงานต่อไป โดย Marsh ได้แบ่งหัวข้อสำคัญที่ใช้ในการศึกษาวิเคราะห์ออกเป็นปัจจัยหลักที่ได้รับผลกระทบจากการออกแบบหรือการเปลี่ยนแปลงใดๆ คือ

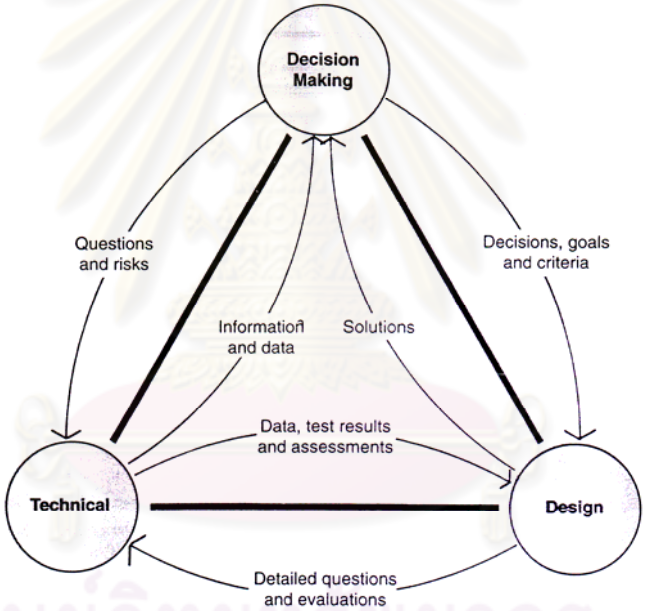
1. ผลกระทบทางด้านนิเวศวิทยาของพื้นที่ (Ecology) อันเกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ภูมิทัศน์ของสิ่งมีชีวิตเพื่อการอยู่อาศัย

2. ผลกระทบทางด้านมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Pollution) ที่เกิดขึ้นได้จากการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ ทั้งมลพิษต่อน้ำ มลพิษต่ออากาศ มลพิษต่อผืนดิน และมลพิษทางเสียง และ

3. ผลกระทบทางด้านความงาม (Aesthetic) มักปรากฏในรูปแบบทางกายภาพที่มนุษย์สามารถรับรู้ได้จากทางสายตาหรือความรู้สึก

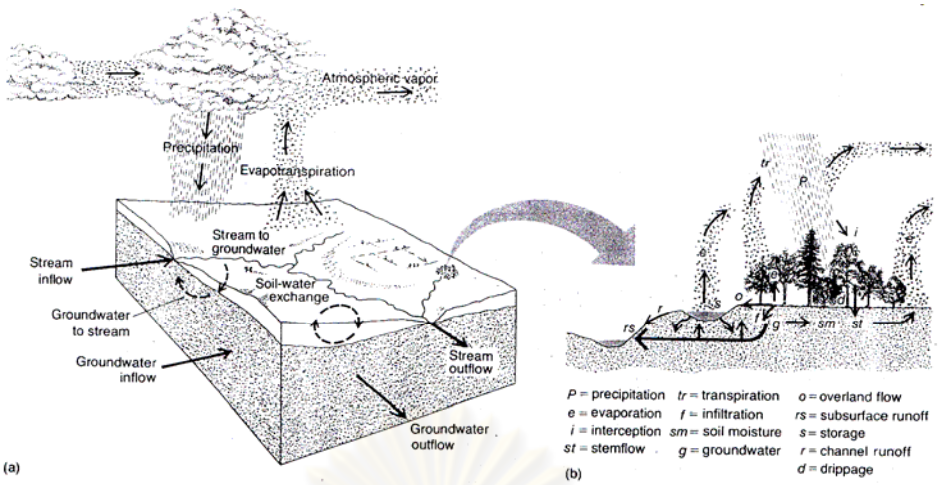
ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาปัจจัยเหล่านี้นำไปสู่การกำหนดขอบเขต (Edge) ของผลกระทบและปัจจัยต่างๆที่มีส่วนสำคัญต่อการตัดสินใจ และการออกแบบต่อไป

การวางแผนภูมิทัศน์ (Landscape Planning) ในอีกลักษณะหนึ่ง เป็นการวางแผนโดยประยุกต์ใช้การวางแผนเชิงยุทธศาสตร์ (Strategic Planning) มาใช้ โดยในรูปแบบนี้ให้ความสำคัญที่การนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) มาใช้ในการตัดสินใจกำหนดเป้าหมาย (Objective) นโยบาย (Policy) และการปฏิบัติงาน (Implementation) ต่างจากรูปแบบของ Ian Mc Harg (Mc Harg,1971) ที่การวิเคราะห์ดำเนินไปเพื่อการกำหนดนโยบายที่เหมาะสม และนำกลับมาหารูปแบบของการออกแบบที่เหมาะสมอีกครั้ง ทำให้การวางแผนภูมิทัศน์ ในลักษณะนี้มองเห็นโอกาส (Opportunity) ในการสร้างสรรค์และสร้างทางเลือกหลายๆทางเลือก เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด และการออกแบบที่เหมาะสมที่สุด ในการศึกษารูปแบบนี้จึงมองหา ประโยชน์ใช้สอย (Function) ของภูมิทัศน์เพื่อหาโอกาส (Opportunity) ในการผนวกเอาบทบาทหน้าที่เชิงนิเวศน์ (Ecological Function) มาเป็นส่วนประกอบในการทำงานของภูมิทัศน์ เพื่อสร้างเอกลักษณ์และความยั่งยืนในการออกแบบไปพร้อมกัน



รูปที่ 5 กระบวนการและความสัมพันธ์ในขั้นตอนของการวางแผนสิ่งแวดล้อม (Marsh, 2005)

การวางแผนภูมิทัศน์ในเรื่องอุทกวิทยาใช้การมองกระบวนการทั้งหมดเป็นองค์รวม จากคุณสมบัติการเปลี่ยนสถานะของน้ำ จากการแลกเปลี่ยนพลังงานสามารถอธิบายได้ในรูปของวัฏจักรของน้ำ (Hydrologic cycle) แสดงถึงความสัมพันธ์กันระหว่างองค์ประกอบต่างๆในภูมิทัศน์ที่เกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงกัน ทำให้สรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงใดๆต่อระบบใดระบบหนึ่งในภูมิทัศน์ย่อมส่งผลกระทบต่อระบบอื่นๆเสมอ เพื่อความง่ายต่อการเข้าใจ Marsh ได้อธิบายกระบวนการแสดงได้ดังนี้



รูปที่ 6 วัฏจักรของน้ำ :

(รูป a) รูปแสดงกระบวนการหลักของน้ำที่ดำเนินตามกระบวนการธรรมชาติ

(รูป b) รูปแสดงรายละเอียดของกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับภูมิทัศน์ (Marsh, 2005)

<u>สัญลักษณ์</u>

p = precipitation (ฝนตก)

o = overland flow (การไหลบ่า)

f = infiltration (การซึม)

i = interception (การสกัดกั้น)

s = storage (พื้นที่เก็บน้ำ)

g = groundwater (น้ำบาดาล)

d = drippage (การหยดลง)

tr = transpiration (การคายน้ำ)

e = evaporation (การระเหย)

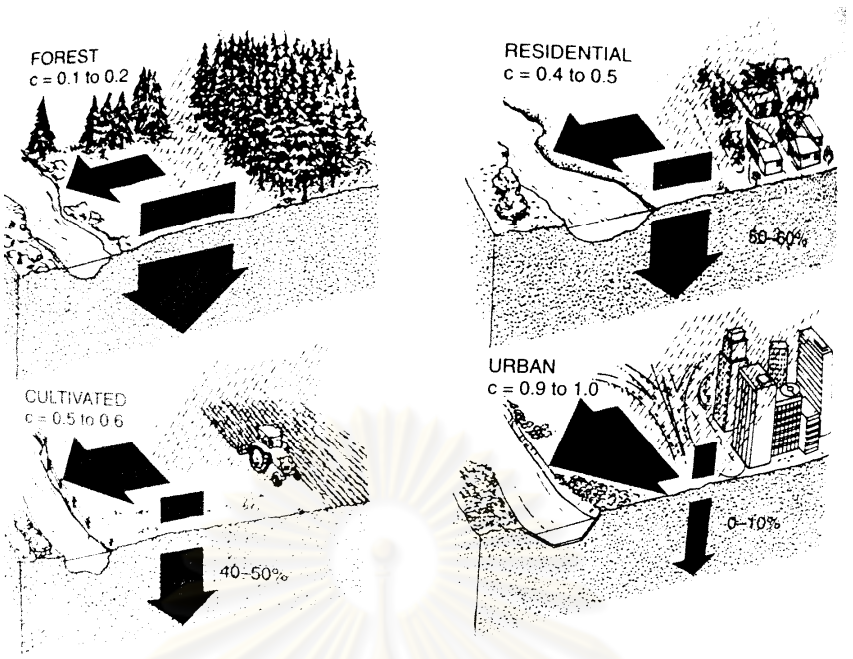
rs = subsurface runoff (น้ำไหลใต้ผิวดิน)

sm = Soil moisture (ความชื้นในดิน)

St = stemflow (น้ำไหลตามผิวลำต้น)

r = channel runoff (ลำน้ำ)

จากรูปได้แสดงกระบวนการที่เกิดขึ้นเป็นระบบแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ในภูมิทัศน์ การประยุกต์ความรู้นี้เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบในภูมิทัศน์เมือง (Urban landscape) Marsh ได้กล่าวถึง การเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ (Landscape change) ว่าเป็นปัจจัยที่ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนแปลงไปโดยสิ้นเชิง เป็นส่วนทำให้กระบวนการที่ดำเนินอยู่เดิมนั้นเปลี่ยนไป ในด้านอุทกวิทยา Marsh ได้ยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมผืนดิน (Land cover change) ว่ามีส่วนทำให้รูปแบบการไหล (Flow pattern) ของน้ำในภูมิทัศน์เปลี่ยนไป ซ้ำยังทำให้อัตราการซึมน้ำลงดินเปลี่ยนไป จากการเปลี่ยนแปลงวัสดุจากที่น้ำสามารถซึมผ่านได้ (Previous) เป็นวัสดุที่น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ (Impervious) ส่งผลให้ปริมาณน้ำผิวดิน (Runoff) เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ระบอบอุทกวิทยาของพื้นที่เปลี่ยนไปอย่างมาก (Marsh,2005)



รูปที่ 7 แบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์จากกระบวนการความเป็นเมืองและกระบวนการอุทกวิทยา ที่ทำให้น้ำซึมลงดินน้อยลงทำให้เกิดน้ำท่ามากขึ้น (Marsh, 2005)

การประยุกต์ใช้แนวคิด การเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ (Landscape change) เพื่อการวางแผนภูมิทัศน์ สามารถกระทำได้ในขั้นตอนการวิเคราะห์และบ่งชี้คุณลักษณะของภูมิทัศน์ ในการรองรับกระบวนการอุทกวิทยา เป็นการทำความเข้าใจคุณสมบัติภูมิทัศน์และลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงไป (Marsh,1980) โดยทั่วไปผลกระทบจากอุทกภัยที่เกิดขึ้นในภูมิทัศน์เมืองมีสามลักษณะคือ ปัญหาน้ำท่วม ปัญหาน้ำแล้ง และปัญหาคุณภาพน้ำ (Spirn, 1984) การแก้ปัญหาด้วยการวางแผนภูมิทัศน์ เริ่มต้นในขั้นตอนของการกำหนดขอบเขต พื้นที่น้ำหลาก (Floodplain mapping) โดยจำเป็นต้องจำแนก (Classify) ประเภทและองค์ประกอบของภูมิทัศน์เป็นข้อมูลดังนี้

1. ข้อมูลเส้นทางน้ำและพื้นที่น้ำหลากที่ปรากฏในภูมิทัศน์ (Flood flow and stream flow)

2. ข้อมูลชั้นความสูงที่ปรากฏในภูมิทัศน์ (Contours)

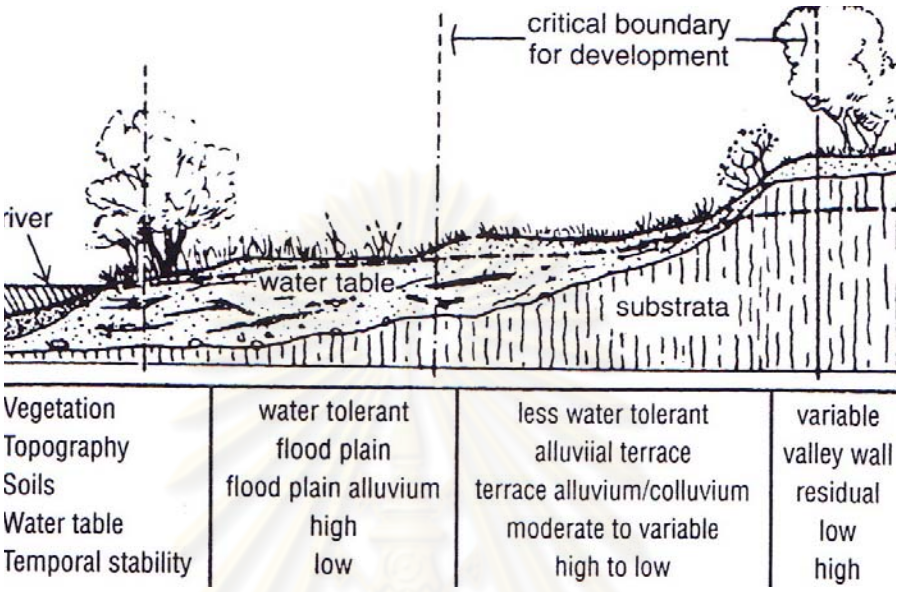
3. ข้อมูลพืชพันธุ์ที่ปรากฏในภูมิทัศน์ (Vegetation)

4. ข้อมูลประเภทของดินที่ปรากฏในภูมิทัศน์ (Soil type)

5. ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของเมืองที่ปรากฏในภูมิทัศน์ (Land use)

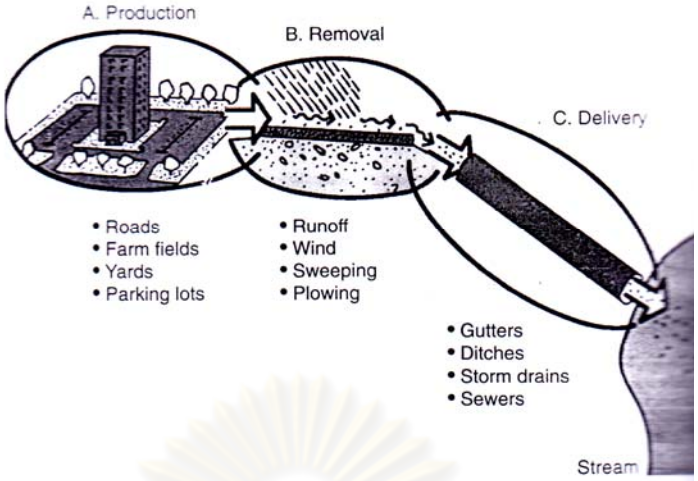
ข้อมูลเหล่านี้เมื่อใช้ในการกำหนดขอบเขตพื้นที่รับน้ำทำให้สามารถมองเห็นขอบเขตและแนวทางที่กระบวนการทางอุทกวิทยาจะดำเนินไป โดยสามารถคำนวณอัตราการเกิดของกระบวนการได้ด้วยวิธีการชลภาพ (Hydrograph) ซึ่งเป็นการคำนวณกระบวนการทางอุทกวิทยาแล้วแสดง

ออกมาอยู่ในรูปกราฟแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ สามารถบ่งบอกได้อย่างชัดเจนถึงคุณภาพของขั้นตอนต่างๆ ทำให้เมื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาประกอบกันและสามารถใช้ในการตัดสินใจ (Decision Making) ในขั้นตอนของการวางแผนภูมิทัศน์ได้

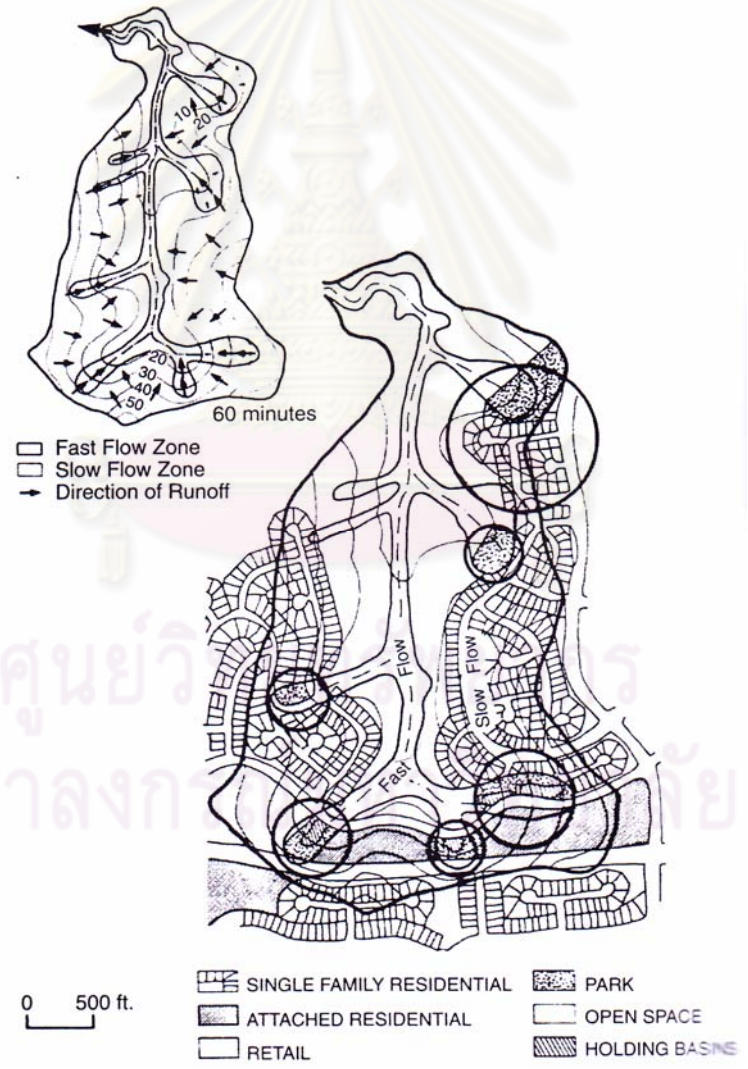


รูปที่ 8 แบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์จากกระบวนการความเป็นเมืองและกระบวนการอุทกวิทยา ที่ทำให้น้ำซึมลงดินน้อยลงทำให้เกิดน้ำท่ามากขึ้น (Marsh, 2005)

ในหนังสือ Landscape planning ของ William M. Marsh (Marsh, 2005) ยังได้กล่าวถึงการวางแผนภูมิทัศน์ที่สามารถแก้ปัญหาน้ำในเมืองได้ด้วยการจัดการทรัพยากรน้ำ (Water resource management) อาศัยการบริหารและจัดการน้ำที่เข้ามาในพื้นที่ทั้งจากฝนตกและทางน้ำ โดยกำหนดให้ปริมาณน้ำจากพายุ (Strom water) คือปริมาณน้ำที่มากสุด (Ultimate) ที่เข้ามาในพื้นที่ และโอกาสในการใช้พื้นที่ประโยชน์ใช้สอย (Land use area) เป็นพื้นที่รับน้ำทั้งยังใช้ถนนเป็นเส้นทางในการระบายน้ำในเมือง โดยมีการออกแบบให้เหมาะสม เอื้อให้มีพื้นที่สีเขียวเพื่อการระบายน้ำและการจัดระบบเส้นทางการจัดเก็บและบำบัดน้ำ ที่เข้ามาสู่เมืองด้วยการจัดพื้นที่ (Zoning) และการวางผังเมืองให้สอดคล้องกับระบบอุทกวิทยาในภูมิทัศน์ด้วย



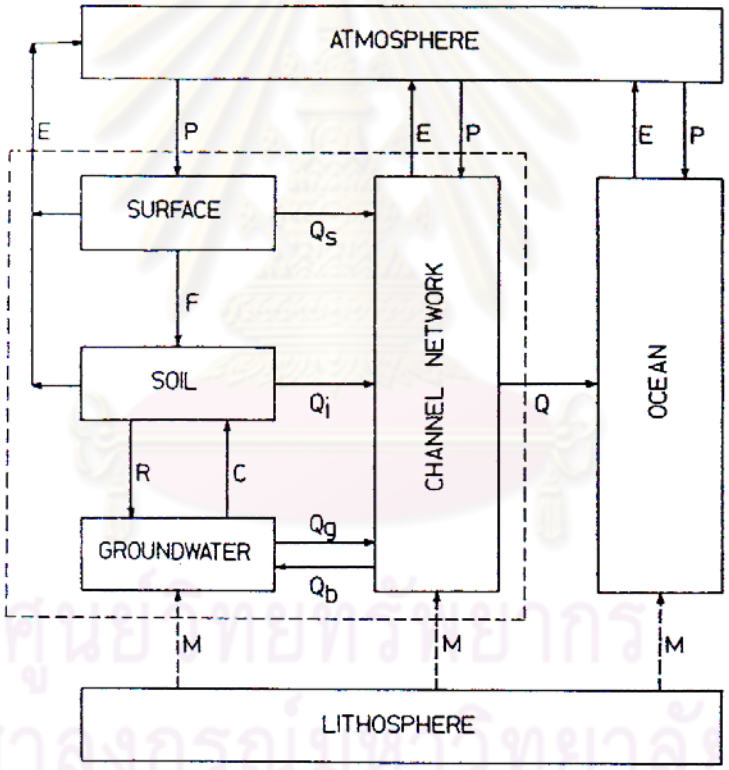
รูปที่ 9 แสดงการจัดการทรัพยากรน้ำในเมืองด้วยระบบเส้นทาง กระทำการรวบรวมปริมาณน้ำจากพื้นที่ต่างๆ ในภูมิทัศน์ ก่อนปล่อยลงสู่เส้นทางน้ำธรรมชาติ (Marsh, 2005)



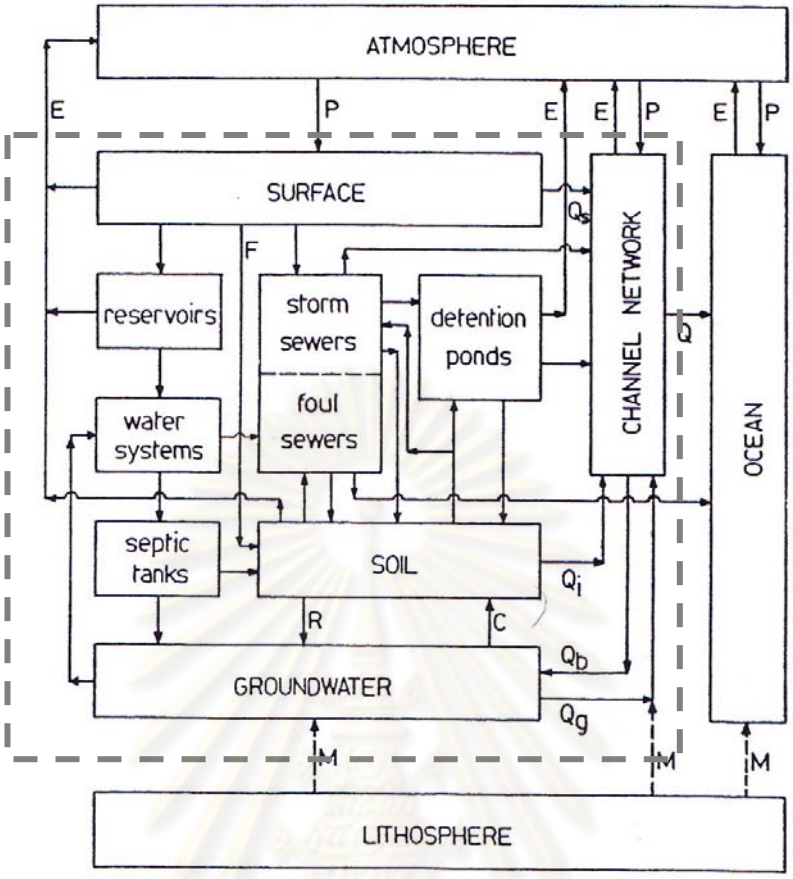
รูปที่ 10 การจัดพื้นที่ (Zoning) เพื่อการกำหนดเป็นเส้นทางทางอุทกวิทยา ให้สอดคล้องกับระบอบทางอุทกวิทยา (Hydrological Regime) ในภูมิทัศน์เมือง (Marsh, 2005)

2.3 แนวคิดด้านการศึกษารูปแบบอุทกวิทยาเมือง

อุทกวิทยาเมือง (Urban Hydrology) คือ การศึกษากระบวนการทางอุทกวิทยาที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงทั้งในและนอกสภาพแวดล้อมเมืองที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะจากชนบทกลายเป็นเมือง (Hall, 1986) แนวคิดอุทกวิทยาเมือง เป็นแนวคิดที่กล่าวถึงหลักการเชิงปฏิบัติและการคำนวณ เพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่เมือง โดยแนวคิดนี้เชื่อว่าระบบอุทกวิทยาของภูมิทัศน์ที่เปลี่ยนไป เป็นเพราะได้รับผลกระทบจากกระบวนการความเป็นเมือง (Urbanization) ทำให้ระบบย่อย (Sub system) ในระบบอุทกวิทยาของภูมิทัศน์เดิมเปลี่ยนแปลง ก่อให้เกิดปัญหาน้ำในเมือง โดยเฉพาะปัญหาน้ำท่วมและปัญหาการระบายน้ำในตัวเมือง



รูปที่ 11 โครงสร้างกระบวนการทางอุทกวิทยาในภูมิทัศน์
และระบบย่อย (Sub system) ของอุทกวิทยาในเมือง (Hall, 1986)



รูปที่ 12 ระบบย่อย (Sub system) ที่เปลี่ยนไปจากกระบวนการความเป็นเมือง (Hall, 1986)

จากการประยุกต์ความรู้ทางอุทกวิทยา น้ำจากฟ้าทั้งหมดที่ไหลไปบนผิวดินจะมีการถ่ายเทไปในสามลักษณะ คือ การซึมลงดิน (Infiltration) การกักเก็บบนผิวดิน (Depression Storages) และน้ำที่เหลือจะไหลรวมกันกลายเป็นเส้นทางน้ำไหลผิวดิน (Overland flow) (ประกอบ วิโรจนกูฏ ,2545) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของภูมิทัศน์จากกระบวนการความเป็นเมือง เพื่อความสะดวก สบายและความคงทน ทำให้เกิดขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงกายภาพของภูมิทัศน์ที่มีผลต่อระบบอุทกวิทยา ดังนี้

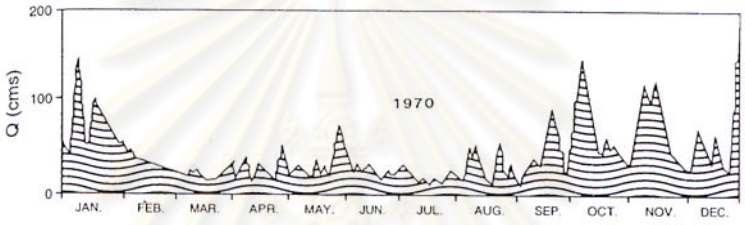
1. การถากถางพืชพันธุ์เก่า
2. การบดอัดแน่นดิน
3. การกักเก็บ
4. การเปลี่ยนเส้นทาง
5. การเปลี่ยนแปลงความชัน
6. การเปลี่ยนแปลงประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน (Damm, 1998)

ขั้นตอนเหล่านี้มีผลทำให้ปริมาณน้ำในกระบวนการการถ่ายเทเปลี่ยนไป แสดงออกมาทางปริมาณ Runoff ที่มากขึ้น จากการที่น้ำไม่สามารถซึมลงดินได้เพราะดินถูกอัดแน่นและผลจากการ

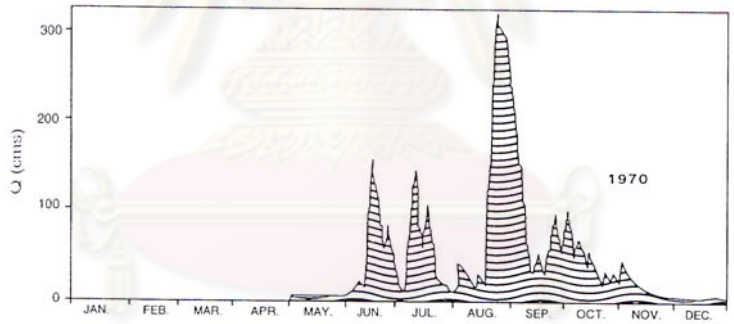
เปลี่ยนแปลงประเภทสิ่งปกคลุมผิวดินผนวกกับไม่มีพืชพันธุ์เพื่อช่วยดูดซับน้ำ อีกทั้งยังเอ่อล้นเนื่องจากความชันของพื้นที่ที่ราบลง ก่อให้เกิดปัญหาใหญ่จากน้ำ คือปัญหาน้ำท่วม

แนวคิดอุทกวิทยาเมืองได้ศึกษากระบวนการเหล่านี้ในรูปของความสัมพันธ์ (Hall, 1986) และแสดงออกในสูตรคณิตศาสตร์และกราฟ เพื่อแสดงคุณภาพของอุทกวิทยาของพื้นที่ วิธีการหนึ่งที่เป็นมาตรฐานคือ วิธีการสร้างชลภาพ (Hydrograph) ของพื้นที่ เพื่อใช้แสดงพฤติกรรมปริมาณ น้ำท่าหรือน้ำไหลผิวดิน (Overland flow) ในพื้นที่ ชลภาพนี้จะแสดงออกมาในรูปของกราฟหรือตารางที่แสดงอัตราการไหลของน้ำท่าผ่านจุดใดจุดหนึ่งของลำน้ำที่เวลาต่างๆ โดยทั่วไปสามารถแยกประเภทชลภาพออกเป็นสองประเภทคือ (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545)

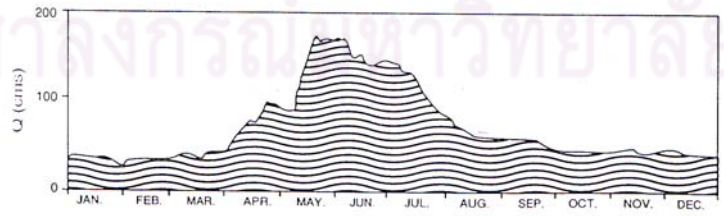
1. ชลภาพน้ำท่าตลอดปี (Annual Hydrograph) แสดงอัตราการไหลของน้ำท่าทั้งปี ซึ่งถือว่าเป็นผลรวมเฉลี่ยของกระบวนการทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำในระยะยาว



ก. แม่น้ำปัตตานี ที่บางรางซึ่งเป็นแม่น้ำในเขตฝนตกชุก พื้นที่รับน้ำ 2,100 ตร.กม.



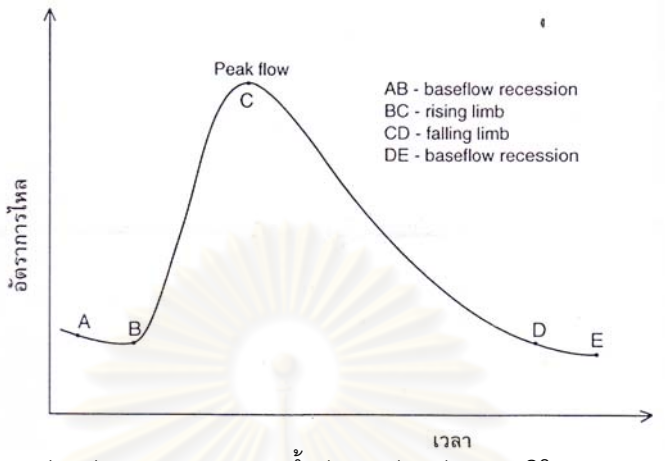
ข. ลำโดมใหญ่ที่เดชอุดม ซึ่งเป็นแม่น้ำในเขตกึ่งแห้งแล้ง พื้นที่รับน้ำ 3,340 ตร.กม.



ค. แม่น้ำในเขตที่มีหิมะ

รูปที่ 13 ตัวอย่างของชลภาพน้ำท่าตลอดปี (Annual Hydrograph) ของลำน้ำที่มีน้ำไหลตลอดปี ลำน้ำที่มีน้ำไหลบางเวลา และลำน้ำที่ได้รับน้ำจากหิมะ ตามลำดับ (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545)

2. ชลภาพน้ำท่าจากฝน (Strom Hydrograph) แสดงชลภาพน้ำท่าระยะสั้นที่เกิดจากฝน ทำให้เกิดการไหลในลำน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นสูงสุด (Peak flow) เป็นช่วงๆ ตามขนาดของฝน



รูปที่ 14 ส่วนประกอบของชลภาพน้ำท่าจากฝน (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545)

การใช้ประโยชน์จากทฤษฎีและหลักการอุทกวิทยาเมืองนี้ ทำให้เราสามารถติดตามและมองเห็นรูปแบบทางอุทกวิทยาที่เกิดขึ้นในภูมิทัศน์เมืองได้ และสามารถแสดงผลรูปแบบเหล่านี้อย่างชัดเจนถึงคุณภาพด้วยกราฟและตัวเลขจากการคำนวณด้วยสูตรที่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆเหล่านี้ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาระบบอุทกวิทยาเพื่อการออกแบบหรือวางแผนภูมิทัศน์ได้ (Marsh,2005)

2.4 ขีดความสามารถของภูมิทัศน์ในกระบวนการทางอุทกวิทยา

ในการแจกแจงถึงคุณลักษณะทางอุทกวิทยาของภูมิทัศน์เพื่อการแสดงถึงคุณภาพสามารถแสดงออกด้วย คุณภาพของการระบายน้ำออกนอกพื้นที่ และปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่รับน้ำนั้นๆ เป็นคุณสมบัติของแต่ละภูมิทัศน์ที่มีความเป็นเอกลักษณ์ สามารถแจกแจงและคำนวณได้ ด้วยการเขียนแผนภูมิชลภาพ (Hydrograph) และการประเมินค่าการไหลหลากตามผิวดิน (direct runoff) ซึ่งแสดงถึงคุณสมบัติในการรองรับผลกระทบทางอุทกวิทยา จากเดิมที่เกิดเป็นกระบวนการตามธรรมชาติ แต่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจากกระบวนการความเป็นเมือง (Urbanization) แล้ว ภูมิทัศน์นั้นจะมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจนสามารถรองรับผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นได้หรือไม่ โดยมีหลักการการศึกษาต่อไปนี้ (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545)

2.4.1. แผนภูมิชลภาพ (Hydrograph)

จากหนังสือ อุทกวิทยาของน้ำผิวดิน ของ ประกอบ วิโรจนกูฏ (ประกอบ วิโรจนกูฏ,2545) กล่าวว่า ชลภาพ หรือ Hydrograph คือ กราฟหรือตารางที่แสดงอัตราการไหลของน้ำท่า ผ่านจุดใดจุดหนึ่งของลำน้ำที่เวลาต่างๆ โดยทั่วไปสามารถแบ่งชลภาพออกเป็นสองประเภท คือ 1.ชลภาพน้ำท่าตลอดปี (Annual Hydrograph) ซึ่งแสดงอัตราการไหลของน้ำท่าทั้งปี ซึ่งถือว่าเป็นผลรวมของกระบวนการทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำในระยะเวลายาว และ 2.ชลภาพน้ำท่าจากฝน (Strom hydrograph) ซึ่งแสดงชลภาพน้ำท่าที่เกิดจากฝน ทำให้เกิดเป็นการไหลในลำน้ำที่เพิ่มขึ้นสูงสุด (peak flow) เป็นช่วงๆ ตามขนาดของฝนแต่ละลูก

สำหรับพื้นที่รับน้ำที่ไม่มีข้อมูลซึ่งจะนำมาวิเคราะห์หา Hydrograph นั้น ทางเลือกที่เหลือก็คือการสังเคราะห์หา unit hydrograph โดยอาศัยประสบการณ์และข้อมูล จากการสร้าง unit hydrograph สำหรับลุ่มน้ำอื่นที่มีสภาพใกล้เคียงกัน หรือการประยุกต์ใช้ unit hydrograph ของลุ่มน้ำที่อยู่ใกล้เคียง มีวิธีที่เหมาะสมอยู่สองวิธีคือ

2.4.1.1. วิธีของ Synder (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545) ซึ่งถือว่า ชลภาพน้ำท่าของลุ่มน้ำจะมีความสัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำและสามารถอธิบายความสัมพันธ์เหล่านั้นได้เป็นหลักการและ สูตรคณิตศาสตร์ โดย Synder กำหนดให้

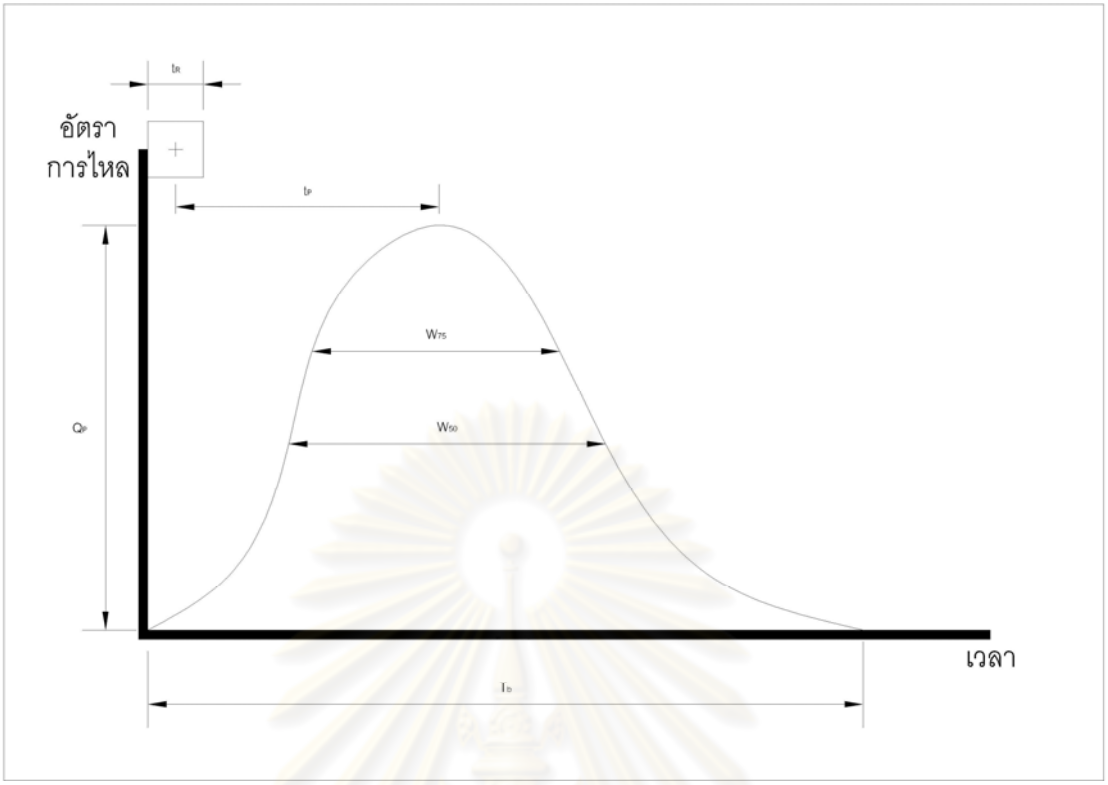
t_R เป็นช่วงเวลาการตกของฝนส่วนเกิน (ชั่วโมง)

t_P เป็นช่วงเวลาจากจุดกึ่งกลางของฝนไปยังจุดอัตราการไหลสูงสุด หรือที่เรียกว่า basin lag (ชั่วโมง)

T_b เป็นระยะเวลาของการไหลออกหรือ time base ของชลภาพ (ชั่วโมง)

Q_P เป็นอัตราการไหลสูงสุด (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

W_{50} และ W_{75} เป็นความกว้างของ unit hydrograph ที่ 50% และ 75% ของอัตราการไหลสูงสุด (ชั่วโมง) (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545)



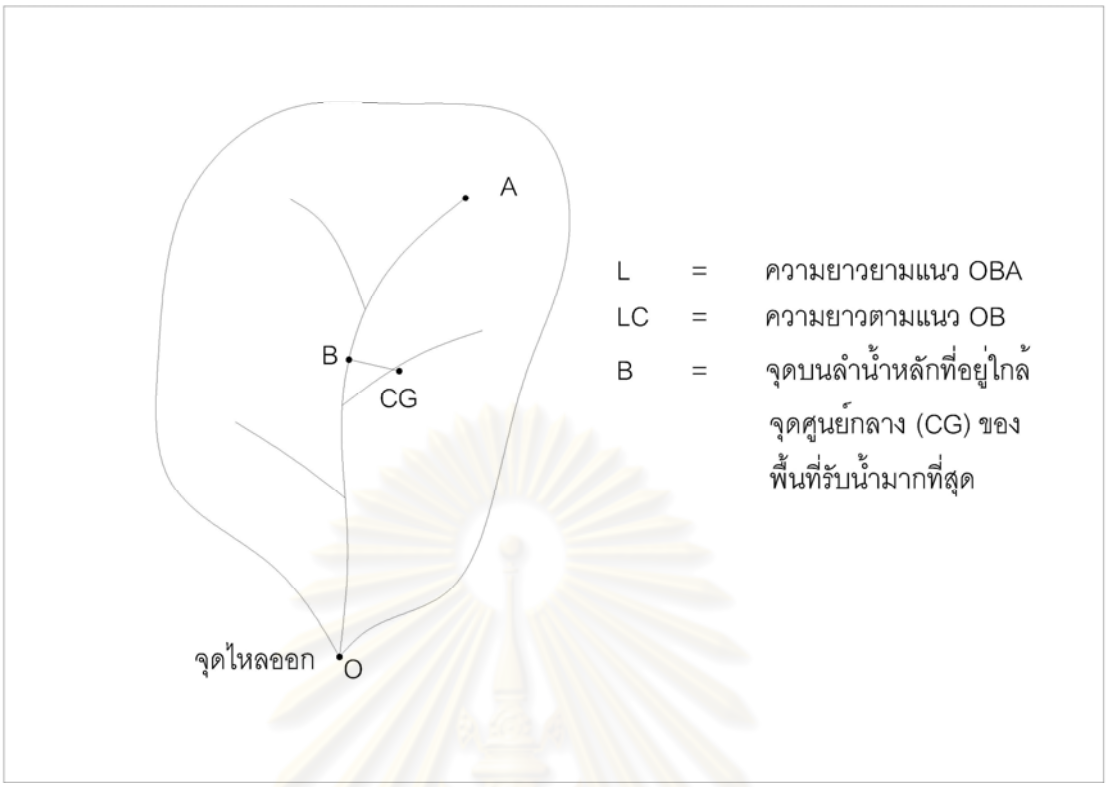
รูปที่ 15 แผนภูมิชลภาพ Unit hydrograph ที่สังเคราะห์ตามวิธีของ Synder
(ประยุกต์จาก ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545)

ซึ่งค่าต่างๆในชลภาพ สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้ (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545)

1) คำนวณค่า basin lag, t_P

$$t_P = 0.75C_t(LL_c)^{0.3}$$

โดยที่ L และ L_c คือความยาวของลำน้ำหลักในลักษณะที่แสดงใน รูปที่ 16 มีหน่วยเป็นกิโลเมตร C_t เป็นค่าสัมประสิทธิ์ หาได้จากลุ่มน้ำข้างเคียงที่มีข้อมูล ซึ่งโดยทั่วมีค่าอยู่ระหว่าง 1.8-2.2 โดยจะมีค่ามากขึ้นเมื่อพื้นที่มีความลาดชันน้อยลง



รูปที่ 16 ค่าคุณสมบัติของพื้นที่รับน้ำตามวิธีของ Synder (ประยุกต์จาก ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545)

2) วิธีการของ Synder (ประกอบ วิโรจนกูฏ,2545) ได้กำหนดให้ระยะเวลาของฝนส่วนเกินที่ทำให้เกิด unit hydrograph มาตรฐาน มีความสำคัญกับค่า basin lag, t_P ดังนี้

$$t_R = t_P / 5.5$$

3) อัตราการไหลสูงสุดของ unit hydrograph มาตรฐาน ในหน่วย ลูกบาศก์เมตร/วินาที คำนวณได้ดังนี้

$$Q_P = 7C_PA \div t_P$$

โดยที่ C_P คือค่าสัมประสิทธิ์ที่หาได้จากลุ่มน้ำใกล้เคียงที่มีข้อมูล การวัดซึ่งโดยทั่วไปมีค่าอยู่ระหว่าง 0.56 ถึง 0.69 และA คือขนาดพื้นที่รับน้ำในหน่วยตารางกิโลเมตร (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545)

4) ระยะเวลาของการไหลออก หรือ time base, T_b หน่วยเป็นชั่วโมง คำนวณได้จาก

$T_b = 72 + 3\,t_P$ สำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่

หรือ $T_b = 5(t_P + 0.5\,t_R)$ สำหรับพื้นที่ขนาดเล็ก

หมายเหตุ: พื้นที่รับน้ำขนาดใหญ่หมายถึง พื้นที่ที่มีค่า T_b มากกว่า1วัน (ประกอบ วิโรจนกูฏ,2545)

5) เพื่อให้สามารถวาดรูปร่าง unit hydrograph ได้ดียิ่งขึ้นจึงจำเป็นต้องคำนวณความกว้าง ที่ 50% และ 75% คำนวณได้ดังนี้ (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545)

$$W_{75} = 9.3A / Q_P^{1.1}$$

$$W_{50} = 16.5A / Q_P^{1.1}$$

2.4.1.2. วิธีของSCS (ประกอบ วิโรจนกูฏ,2545) ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ unit hydrograph ของลุ่มน้ำขนาดเล็กจำนวนมาก โดยองค์กร Soil Conservation Service และเหมาะสำหรับพื้นที่รับน้ำขนาดเล็กกว่า 260 ตารางกิโลเมตร ใช้สำหรับคาดการณ์วาด unit hydrograph ได้อย่างคร่าวๆ แต่สิ่งที่น่าสนใจคือสามารถคำนวณหาเวลาที่น้ำไหลจากจุดไกลสุดของพื้นที่รับน้ำมายังจุดไหลอออกหรือที่เรียกว่า time of concentration มีหน่วยเป็นชั่วโมง และหาค่าได้ดังนี้

$$t_c = 2.5L^{1.15} / 7700H^{0.38}$$

โดยที่ L ระยะจากจุดไหลออกบนลำน้ำหลักไปจนถึงจุดไกลสุดของลำน้ำมีหน่วยเป็นเมตร และ H คือผลต่างของระดับเป็นเมตร (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545)

2.4.2. การประเมินค่าการไหลหลากตามผิวดิน (Direct runoff) จากวิธี Curve Number

หน่วยงาน Soil Conservation Service (SCS) ของสหรัฐอเมริกาได้พัฒนาวิธี ประเมินค่าการไหลหลากตามผิวดินออกจากพื้นที่รับน้ำ (Direct Runoff, DR) ที่เกิดจากฝนลูกหนึ่ง โดยอาศัยข้อมูลน้ำฝนและข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของพื้นที่รับน้ำ ซึ่งได้แก่ ชนิดของดิน (Soil type), การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) และ ความชื้นของดินในขณะนั้น (Antecedent moisture conditions) วิธีของ SCS ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำฝนและน้ำท่าจำนวนมากในสหรัฐอเมริกา ผลจากการศึกษาพบว่า ถ้าพล๊อตปริมาณน้ำฝนสะสม (P) และปริมาณน้ำหลากตามผิวดินออกจากพื้นที่

รับน้ำ (DR) แสดงช่วงเวลาของการเกิด Direct Runoff จะเกิดขึ้นภายหลังจากที่ฝนตกไปแล้วช่วงเวลาหนึ่ง ปริมาณฝนที่สูญเสียก่อนจะเกิด Direct Runoff ถือว่าเป็นการสูญหายเริ่มแรก (Initial abstraction, I_a) ดังนั้น ศักยภาพสูงสุดของการเกิด Direct Runoff คือ ($P - I_a$) แต่ในขณะที่เกิดน้ำไหลตามผิวดินนั้น ก็จะเกิดการสูญเสียจากการซึมลงผ่านผิวดิน (F) ส่วนที่เหลือจึงจะกลายเป็น Direct Runoff ที่แท้จริง วิธีการของ SCS กำหนดให้ศักยภาพของการสูญเสียสูงสุด มีค่าเท่ากับ S และสมมุติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง P และ DR แสดงได้เป็นสมการดังนี้ (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545)

$$DR = (P - 0.2S)^2 / (P + 0.8S)$$

หน่วยงาน SCS ได้นำข้อมูลปริมาณน้ำฝน P และ DR ของพื้นที่รับน้ำต่างๆในสหรัฐอเมริกามาศึกษา หาความสัมพันธ์ พบว่า เส้นแสดงความสัมพันธ์สำหรับพื้นที่รับน้ำที่ไม่ยอมให้น้ำซึมลง (S = 0) ไปจนถึงพื้นที่รับน้ำที่การสูญเสียเนื่องจากการซึมลงสูงมาก (S มีค่าสูง) เส้นแสดงความสัมพันธ์ดังกล่าวได้รับการปรับให้เป็นเส้นมาตรฐานโดยการกำหนดค่าที่ไม่มีหน่วยขึ้นเรียกว่า Curve number (CN) มีความสัมพันธ์กับ ค่า S ดังในสมการ

$$CN = 1000 / (S + 10)$$

โดยที่ S มีหน่วยเป็น นิ้ว CN = 100 สำหรับพื้นที่รับน้ำที่ไม่ยอมให้น้ำซึมลง CN = 0 สำหรับพื้นที่รับน้ำที่มีการสูญหายเนื่องจากการซึมลงสูงมากและสำหรับพื้นที่รับน้ำโดยทั่วไป CN อยู่ระหว่าง 0 – 100 โดย SCS ได้กำหนดค่า S หรือ CN ให้ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) และประเภทของดิน (Soil type) ของพื้นที่รับน้ำ ตารางที่ 2 และ 3 แสดงการแบ่งประเภทของดินตามวิธีของ SCS ดังนี้ (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545)

กลุ่มดิน	ลักษณะของดินและชั้นดิน
A	ชั้นดินหนาและมีความซึมผ่านได้สูง เช่น ทราย ดินตะกอนปนกรวด ดินอินทรีย์
B	ชั้นดินบางและมีความซึมผ่านได้ปานกลาง เช่นดินร่วนปนทราย ดินอินทรีย์
C	ดินที่มีความซึมผ่านได้ต่ำ เช่น ดินร่วนปนดินเหนียว ดินที่มีสารอินทรีย์ต่ำ
D	ดินที่มีความซึมผ่านได้ต่ำมาก เช่น ดินเหนียว ดินเหนียวที่พองตัวมาก

ตารางที่ 2 การแบ่งกลุ่มดินของพื้นที่รับน้ำตามวิธีของ SCS (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545)

Land use description	Hydrological soil group			
	A	B	C	D
ที่ดินเกษตรกรรม:				
- พื้นที่เกษตรกรรมแบบไม่อนุรักษ์ธรรมชาติ	72	81	88	91
- พื้นที่เกษตรกรรมแบบอนุรักษ์ธรรมชาติ	62	71	78	81
พื้นที่ราบหรือทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์:				
- มีสภาพไม่ดี	68	79	86	89
- มีสภาพดี	39	61	74	80
ที่ราบโล่ง หรือทุ่งหญ้า	30	58	71	78
พื้นที่ป่า:				
- ไม่มีพืชพันธุ์ปกคลุม หรือมีความชื้นในดินสูง	45	66	74	80
- มีพืชพันธุ์ปกคลุม	25	55	79	84
พื้นที่เปิดโล่งสาธารณะ				
- มีพืชพันธุ์ปกคลุมมากกว่า 75%	39	61	74	80
- มีพืชพันธุ์ปกคลุมตั้งแต่ 50-75 %	49	69	79	84
พื้นที่ค้าขาย	89	92	94	95
พื้นที่อุตสาหกรรม	81	88	91	93
พื้นที่พักอาศัย				
- มีพื้นที่ 1/8 เอเคอร์หรือน้อยกว่า หรือ มีพื้นที่ที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ 65%	77	85	90	92
- มีพื้นที่ 1/4 เอเคอร์หรือน้อยกว่า หรือ มีพื้นที่ที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ 38%	61	75	83	87
- มีพื้นที่ 1/3 เอเคอร์หรือน้อยกว่า หรือ มีพื้นที่ที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ 30%	57	72	81	86
- มีพื้นที่ 1/2 เอเคอร์หรือน้อยกว่า หรือ มีพื้นที่ที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ 25%	54	70	80	85
- มีพื้นที่ 1 เอเคอร์หรือน้อยกว่า หรือ มีพื้นที่ที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ 20%	51	68	79	84
พื้นที่จอดรถ	98	98	98	98
ถนนและเส้นทางการสัญจร				
- ถนนคอนกรีต	98	98	98	98
- ถนนหิน	76	85	89	91
- ถนนดิน	72	82	87	89

ตารางที่ 3 แสดงค่า CN ที่ใช้ตามประเภทการใช้ที่ดิน (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545)

จากวิธีการคำนวณที่กล่าวมาแล้วนี้ เป็นวิธีการที่ใช้แจกแจงคุณลักษณะของภูมิทัศน์ในเชิงคุณภาพ กล่าวคือ สามารถใช้วัดความสามารถทางด้านอุทกวิทยาของภูมิทัศน์ ในบทบาทของการเป็นแหล่งรองรับกระบวนการทางอุทกวิทยาที่เกิดขึ้นในภูมิทัศน์ การคำนวณเพื่อเขียนแผนภูมิชลภาพ และค่าช่วงเวลาที่เกิดอัตราการไหลสูงสุด (Time of concentration) เป็นการแจกแจงคุณภาพ แสดงถึงขีดความสามารถของภูมิทัศน์ ในการระบายน้ำนำออก (Output water) เพราะแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับเวลา หากมีค่าช่วงเวลาไหลออก (Time base) ของแผนภูมิชลภาพมีค่ามาก แสดงถึงการกักเก็บน้ำไว้ภายในพื้นที่รับน้ำนั้นๆ และแสดงถึงโอกาสในการเกิดอุทกภัยของภูมิทัศน์ด้วย (Marsh,1980)

การประเมินค่าการไหลหลากตามผิวดิน (Direct runoff) เป็นการแสดงออกถึงคุณสมบัติทางกายภาพของภูมิทัศน์ ด้วยการแจกแจงคุณลักษณะของภูมิทัศน์ (Landscape characterization) ด้วยคุณสมบัติด้านการซึมน้ำของพื้นผิวที่ปรากฏในภูมิทัศน์ ซึ่งพื้นผิวแต่ละประเภทจะมีคุณสมบัติในการดูดซึมน้ำแตกต่างกันไป โดยหากภูมิทัศน์นั้น ปรากฏพื้นผิวที่มีความสามารถในการดูดซึม จะแสดงออกในรูปของ ค่าการไหลหลากตามผิวดิน (Direct runoff) ที่น้อย และมีส่วนทำให้ ค่าช่วงเวลาที่เกิดอัตราการไหลสูงสุด (Time of concentration) มีค่ามาก และทำให้ค่าช่วงเวลาไหลออก (Time base) น้อยลง ซึ่งลดโอกาสในการเกิดผลกระทบจากกระบวนการทางอุทกวิทยาต่อพื้นที่เมืองด้วย

2.5 แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนและจัดการทรัพยากรน้ำในเมือง

แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนและจัดการทรัพยากรน้ำในเมือง มีแนวทางหลายแนวทางด้วยกันทั้งทางด้านเน้นการนันทนาการเป็นหลัก หรือแนวทางที่เน้นการจัดการที่เสร็จสรรพเชิงวิศวกรรม แนวคิดที่สำคัญคือ แนวคิดการจัดการทรัพยากรน้ำละเอียดอ่อนในชุมชนเมือง (Water Sensitive Urban Design) (Fletcher, 2005) มีต้นกำเนิดจากงานวิจัยทางด้านการวางแผนภูมิทัศน์จากประเทศ Australia และได้รับการนำมาใช้ปฏิบัติงานจริงในเมือง Sydney เป็นแนวคิดที่เกี่ยวกับการวางแผน วางผังและออกแบบรายละเอียดองค์ประกอบต่างๆในภูมิทัศน์เมือง เพื่อช่วยและจัดการทรัพยากรน้ำ ด้วยการใช้วัสดุ และองค์ประกอบทางธรรมชาติเข้ามาช่วย เช่น การวางผังให้สอดคล้องและตอบรับกับระบอบทางอุทกวิทยา (Hydrological regime) เป็นแนวคิดที่ประยุกต์นำแนวคิดที่จะใช้ประโยชน์จากเส้นทาง ในบทบาทหลายๆบทบาทในภูมิทัศน์เมือง (Multi-purpose corridor) เช่น ความสามารถของถนนที่สามารถใช้เป็นพื้นที่สีเขียวเพื่อการพักผ่อน โดยในแนวคิดการจัดการทรัพยากรน้ำละเอียดอ่อนในชุมชนเมือง (Water Sensitive

Urban Design) นี้ได้เสนอทางเลือกที่จะใช้ระบบเส้นในองค์ประกอบของภูมิทัศน์ให้มีบทบาทเพื่อการบรรเทาผลกระทบจากทางอุทกวิทยาได้ โดยมีเป้าหมายดังนี้ (Fletcher, 2005)

1. ปกป้องระบบธรรมชาติเดิมที่มีอยู่ให้สอดคล้องกับการพัฒนาเมือง
2. ผนวกบทบาทเพื่อการบรรเทาอุทกภัยเข้ากับระบบเส้นต่างๆในภูมิทัศน์ รวมทั้งมุมมองที่ดีและการนันทนาการให้สอดคล้องกับการพัฒนาเมือง
3. คงคุณภาพน้ำจากการพัฒนาเมือง
4. ลดปริมาณน้ำท่า (runoff) และอัตราการไหลของแม่น้ำ (peak flow)
5. ประหยัดค่าใช้จ่ายการพัฒนาเมืองจากการลดการสร้างระบบการระบายน้ำ

กระบวนการในการวางแผนเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนของการวิเคราะห์พื้นที่ โดยอาศัยข้อมูลจากชั้นความสูง, รูปแบบการไหล, ชนิดของดิน, สิ่งปกคลุมผืนดิน, ชนิดของพืชพันธุ์, เส้นทางน้ำ, พื้นที่เก็บน้ำ, และรวมถึงเส้นทางสัตว์และชนิดของสัตว์ด้วย (Fletcher, 2005) การเก็บข้อมูลเหล่านี้เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจโครงสร้างและองค์ประกอบทางอุทกวิทยาของภูมิทัศน์เดิมทางกระบวนการและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเหล่านี้ มีส่วนอย่างมากเพื่อการกำหนดขอบเขตและการมองผลกระทบที่อาจส่งถึงกันของแต่ละองค์ประกอบ จากนั้นจึงศึกษาปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นในพื้นที่จากสถิติที่เก็บรวบรวมไว้เพื่อศึกษาถึงสาเหตุของปัญหา ว่ามีผลกระทบต่อองค์ประกอบด้านใดบ้างเพื่อใช้เป็นฐานความรู้และการทำความเข้าใจระบบอุทกวิทยาของภูมิทัศน์แห่งนั้น (Fletcher, 2005)

การนำเสนอโอกาสในการบรรเทาปัญหาด้วย ระเบียงน้ำ (Water corridor) นี้ได้รับอิทธิพลจากแนวคิด เส้นทางสีเขียว (Greenways) ในแง่การผนวกพื้นที่สีเขียวเข้ากับระบบเส้นทางการสัญจรภายในเมือง เพื่อใช้รองรับผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นได้จากมลพิษและการพัฒนาเมือง เพื่อใช้พื้นที่สีเขียวที่เสริมเข้าไปนี้ สร้างให้เกิดมุมมองที่ดีและสวยงาม ร่มรื่นแก่เมือง ทั้งยังใช้ประโยชน์จากการสัญจรไปในตัว จึงทำให้เกิดโครงข่ายเส้นทางสีเขียวภายในเมืองขึ้น โดยในการเสนอการบรรเทาด้วยเส้นทางน้ำ หรือเรียกว่า Blueway (Turner, 1997) นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์เช่นเดียวกับการจัดการทรัพยากรน้ำละเอียดอ่อนในชุมชนเมือง (Water Sensitive Urban Design) โดยเริ่มมองบทบาทของพื้นที่สีเขียวที่เพิ่มมา เพื่อใช้ลดผลกระทบทางอุทกวิทยาในระดับหนึ่ง หากแต่ในการนำเสนอโอกาสของแนวคิด Blueway นี้ให้ความสำคัญเชิงนันทนาการและการสัญจรที่รื่นรมย์มากกว่า ทั้งยังถูกใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างภาพลักษณ์ของเมืองว่ามีสภาพแวดล้อมที่ดี แต่ยังมิได้มีการศึกษาในเชิงวิทยาศาสตร์หรือการคำนวณว่าสามารถลด

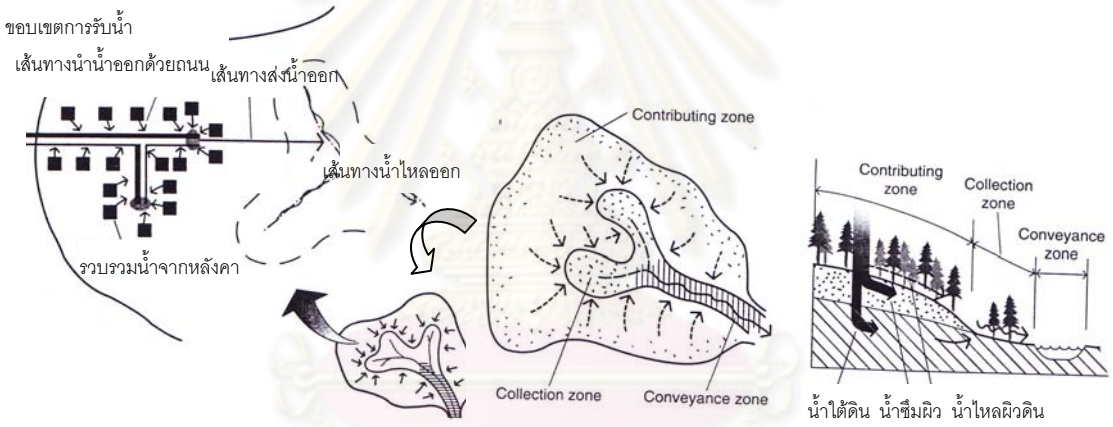
ผลกระทบเหล่านั้นได้จริงหรือไม่ จึงเป็นเพียงแต่การศึกษาโครงข่ายการสัญจรและองค์ประกอบในรูปแบบเส้นต่างๆ ในภูมิทัศน์ที่จะมีศักยภาพสามารถเพิ่มพื้นที่สีเขียวเข้าไปได้เท่านั้น

การวางแผนภูมิทัศน์ได้กล่าวถึงการจัดการเชิงปฏิบัติในพื้นที่รับน้ำ (Best Management Practices หรือ BPMs) (Marsh, 2005) เพื่อรองรับน้ำท่าที่จะเกิดขึ้น ได้เสนอการจัดพื้นที่รับน้ำออกเป็น 3 ส่วน ตามบทบาทในกระบวนการ คือ

1. Contributing zone คือส่วนแจกจ่ายน้ำที่มาจากฝนตก สู่ขั้นตอนต่างๆ ทั้งการซึมลงดินหรือไหลบนผิวดินสู่แม่น้ำ

2. Collective zone คือส่วนสะสมน้ำผิวดินเพื่อรวบรวมจากการไหลตามความชันของภูมิทัศน์ ไปยังส่วนที่สาม

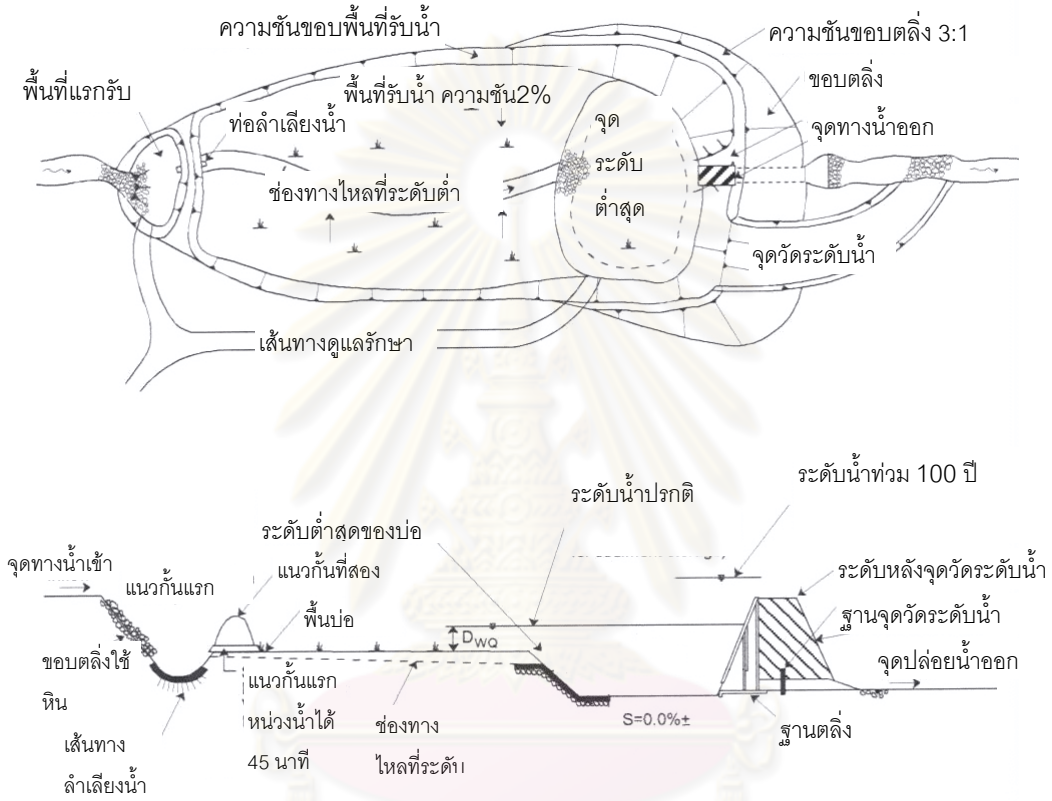
3. Conveyance zone คือส่วนรองรับอันประกอบไปด้วยเส้นทางน้ำในภูมิทัศน์ ที่เป็นเส้นทางรองรับและลำเลียงปริมาณน้ำผิวดินในพื้นที่รับน้ำนั้น



รูปที่ 17 การแยกประเภทพื้นที่รับน้ำตามหน้าที่การลำเลียงน้ำ (Marsh, 2005)

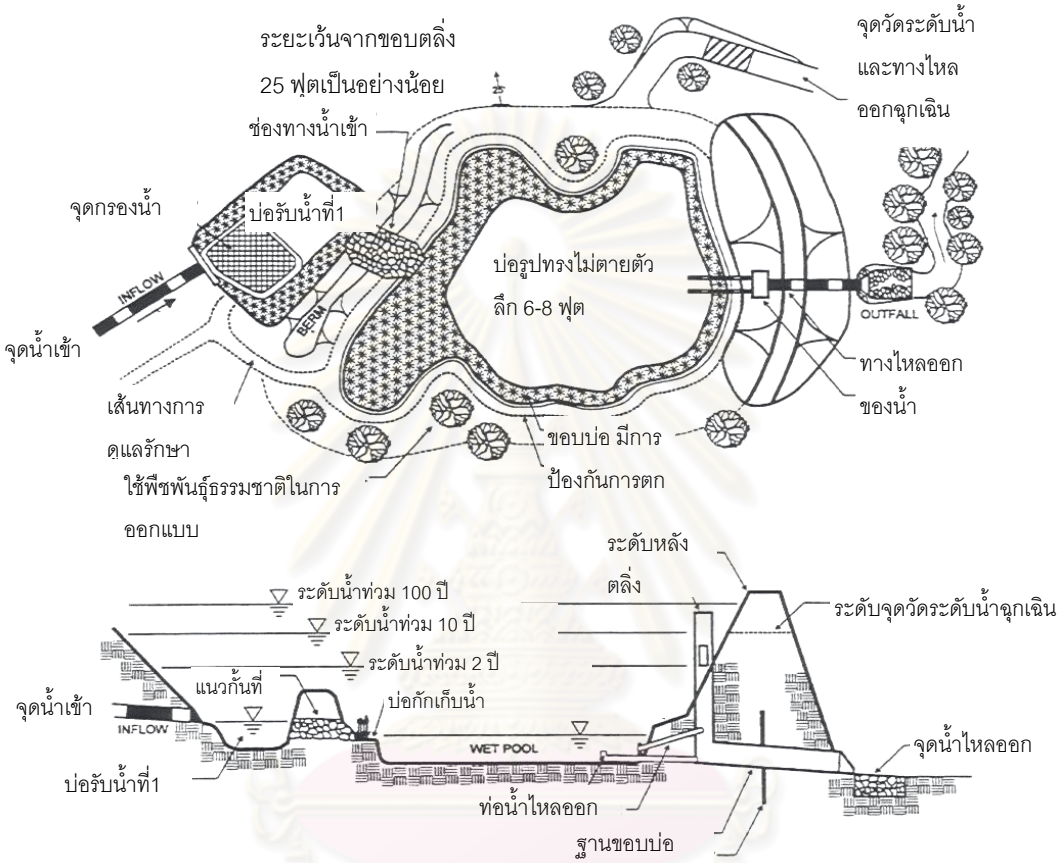
ในพื้นที่ที่รองรับกระบวนการธรรมชาติที่เกิดขึ้นในภูมิทัศน์ในแต่ละ Zone นี้การเก็บรักษาและดำรงองค์ประกอบต่างๆให้ใกล้เคียงกับที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จะนำมาซึ่งความแข็งแรงของระบบ, กระบวนการ, รวมถึงระบบนิเวศน์ แสดงออกมาทางองค์ประกอบต่างๆในภูมิทัศน์ โดยในแนวคิด BPMs นี้ได้เสนอการศึกษาโครงสร้างของพื้นที่รับน้ำในภูมิทัศน์ เพื่อหาตำแหน่งที่สำคัญต่อกระบวนการในบทบาทต่างๆ แล้วใช้พื้นที่เหล่านี้เป็นพื้นที่รองรับผลกระทบทางอุทกวิทยา หรือใช้เป็นพื้นที่เพื่อการลำเลียงน้ำลักษณะเส้นทางจากตัวเมืองได้ ทั้งยังสามารถใช้พื้นที่เหล่านี้เพื่อประโยชน์ในการสัญจรและการนันทนาการได้ โดยในแนวคิด BPMs ได้กล่าวถึงพื้นที่ที่มีบทบาทสำคัญในเชิงโครงสร้างของกระบวนการทางอุทกวิทยา ได้ดังนี้ (Marsh, 2005)

1. บ่อหน่วงน้ำ (Detention pond) มีลักษณะเป็นพื้นที่รับน้ำที่ช่วยในการชะลอน้ำก่อนเข้าสู่พื้นที่ชุมชน จึงมีการกักขังอยู่ช่วงหนึ่ง จึงสามารถใช้เป็นพื้นที่เพื่อการนันทนาการได้ ในช่วงที่ไม่มีการรับน้ำ (Clar, 2004)



รูปที่ 18 รายละเอียดการก่อสร้าง บ่อหน่วงน้ำ (Detention basin) ตามแนวคิด BMPs (Clar,2004)

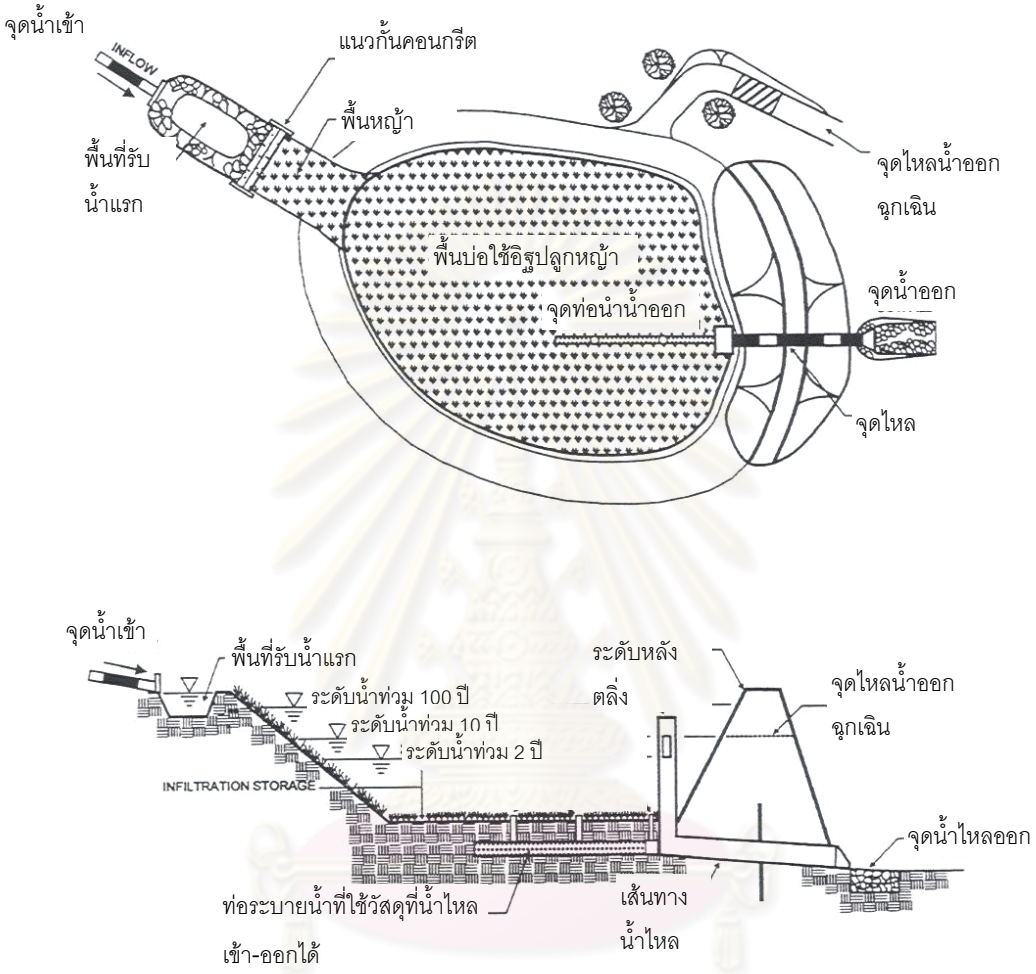
2. บ่อกักเก็บน้ำ (Retention pond) เป็นพื้นที่เพื่อการกักเก็บ รวมทั้งกระจายการรับรับน้ำที่เข้ามาในพื้นที่ชุมชน และเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีน้ำขังตลอดจึงมีคุณภาพที่ดี จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการจัดการน้ำที่เหมาะสม (Clar, 2004)



รูปที่ 19 รายละเอียดการก่อสร้าง บ่อเก็บกักน้ำ (Retention basin) ตามแนวคิด BMPs (Clar,2004)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. บ่อซึมน้ำ (Infiltration Pond) เป็นพื้นที่ที่เป็นพื้นที่พักน้ำที่น้ำสามารถซึมผ่านได้ด้วยการใช้วัสดุธรรมชาติ และอาจมีการจัดทำระบบระบายน้ำใต้ดิน (Sub drain) ร่วมด้วยการใช้พืชพันธุ์เพื่อการบำบัดคุณภาพน้ำ ก่อนที่จะปล่อยน้ำสู่ทางน้ำสาธารณะต่อไป (Clar, 2004)



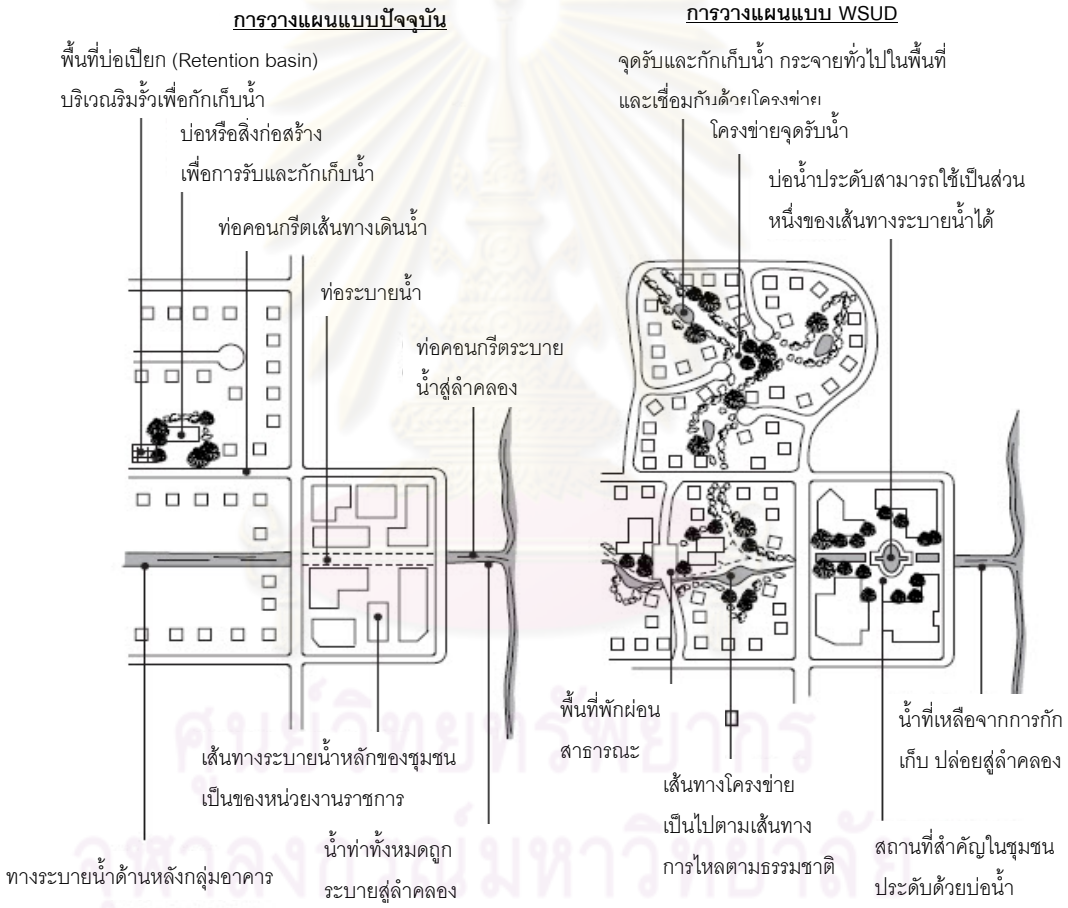
รูปที่ 20 รายละเอียดการก่อสร้าง บ่อซึมน้ำ (Infiltration Ponds) ตามแนวคิด BMPs (Clar,2004)

ในการออกแบบรายละเอียด มีแนวคิดที่แจกแจงรายละเอียดเพื่อเป็นแนวทางเพื่อการออกแบบได้เหมาะสมคือ ด้วยแนวคิดการจัดการทรัพยากรน้ำละเอียดอ่อนในชุมชนเมือง (Water Sensitive Urban Design) เป็นแนวคิดที่ถูกพัฒนามาเพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำในเมือง โดยเฉพาะจากหน่วยงานด้านการวางแผนจากประเทศออสเตรเลีย ได้แสดงการออกแบบเมืองให้สอดคล้องกับองค์ประกอบของภูมิทัศน์คือ การแบ่งประเภทของพื้นที่สีเขียวเพื่อการรองรับน้ำตามประเภทการใช้ที่ดิน ได้แบ่งประเภทการออกแบบได้เป็น 2 ประเภทตามการใช้ประโยชน์ที่ดินคือ (Fletcher, 2005)

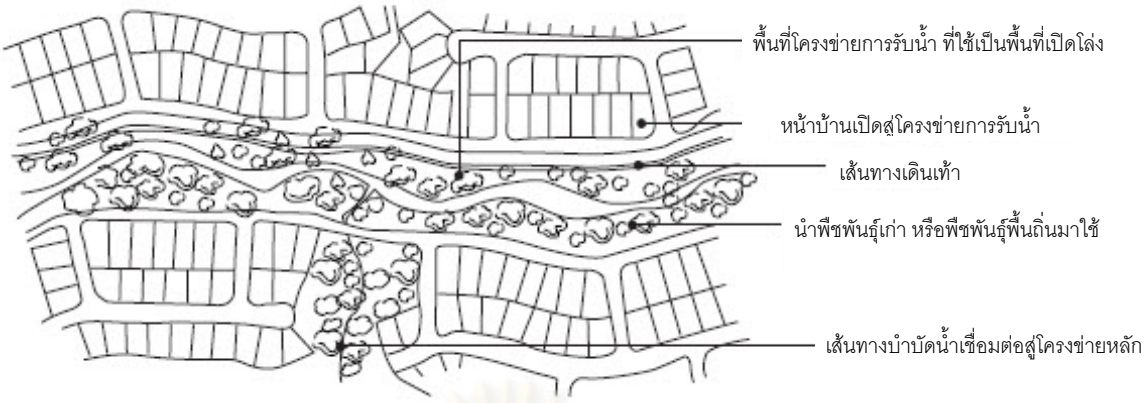
2.5.1. รายละเอียดการออกแบบในเขตที่พักอาศัย เป็นพื้นที่ที่ใช้ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย รายละเอียดการออกแบบภูมิทัศน์เพื่อช่วยบรรเทาปัญหาอุทกภัยมีดังนี้

2.5.1.1) สร้างโครงข่ายพื้นที่สีเขียวสาธารณะให้เกิดขึ้นเพื่อเชื่อมระหว่างพื้นที่สีเขียวอื่น เพื่อสร้างให้เกิดกิจกรรมนันทนาการและการพักผ่อนแบบโครงข่าย ให้สามารถสร้างเส้นทางรองรับน้ำจากพายุ (storm water corridors) ได้

2.5.1.2) วางผังที่อยู่อาศัยให้สอดคล้องกับระบบธรรมชาติ วางตัวอาคารให้มีพื้นที่รับน้ำจากกลุ่มอาคารหรือตัวอาคารเองและสร้างเส้นทางรวบรวมปริมาณน้ำเหล่านั้นสู่เส้นทางน้ำธรรมชาติ

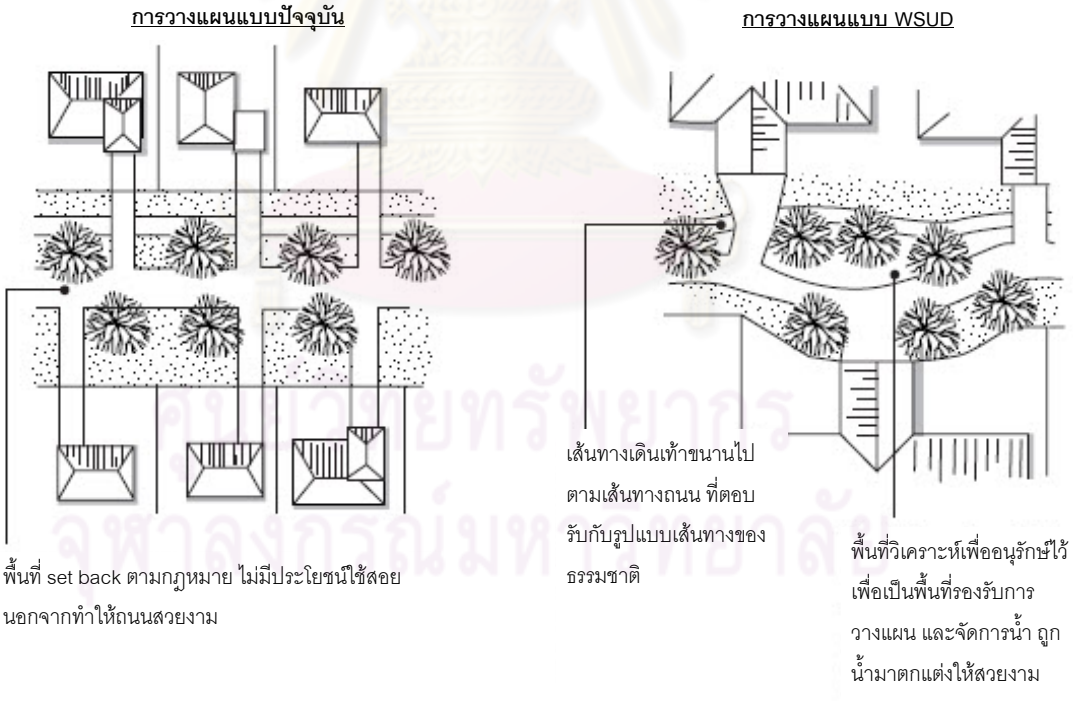


รูปที่ 21 การวางผังที่พักอาศัยเพื่อการบรรเทาผลกระทบทางอุทกวิทยา เปรียบเทียบกับการวางผังที่พักอาศัยในเมืองทั่วไป (Fletcher, 2005)

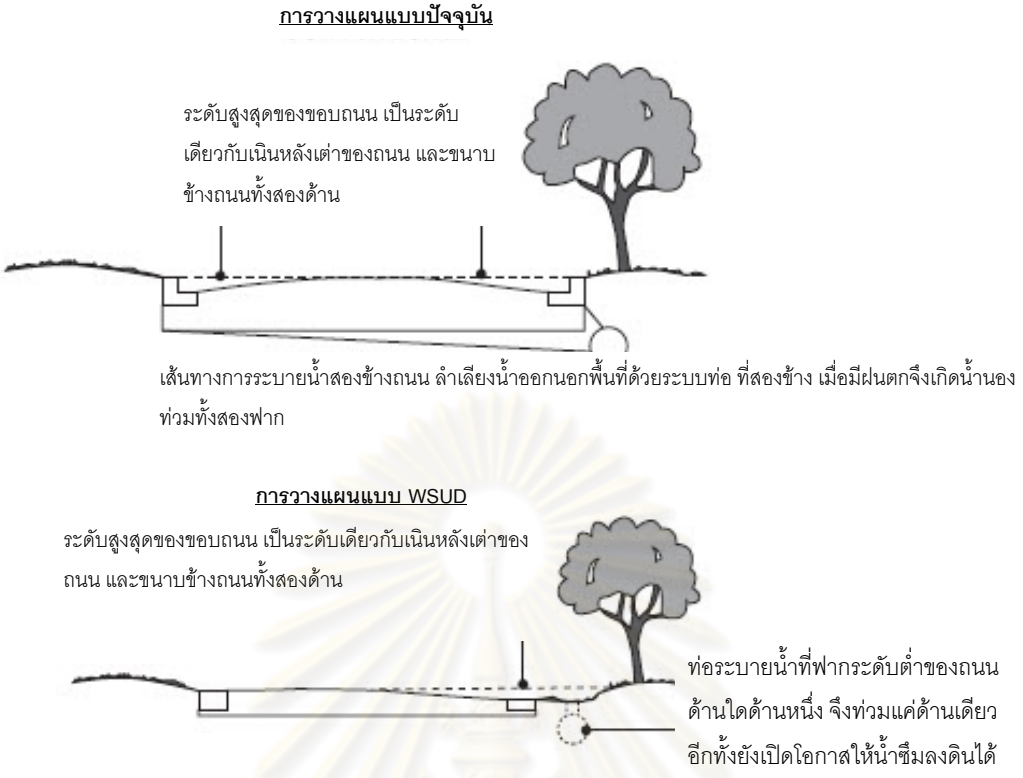


รูปที่ 22 การจัดพื้นที่เส้นทางน้ำธรรมชาติเพื่อการรองรับน้ำและสร้างกิจกรรมนันทนาการ ในพื้นที่อยู่อาศัย (Fletcher, 2005)

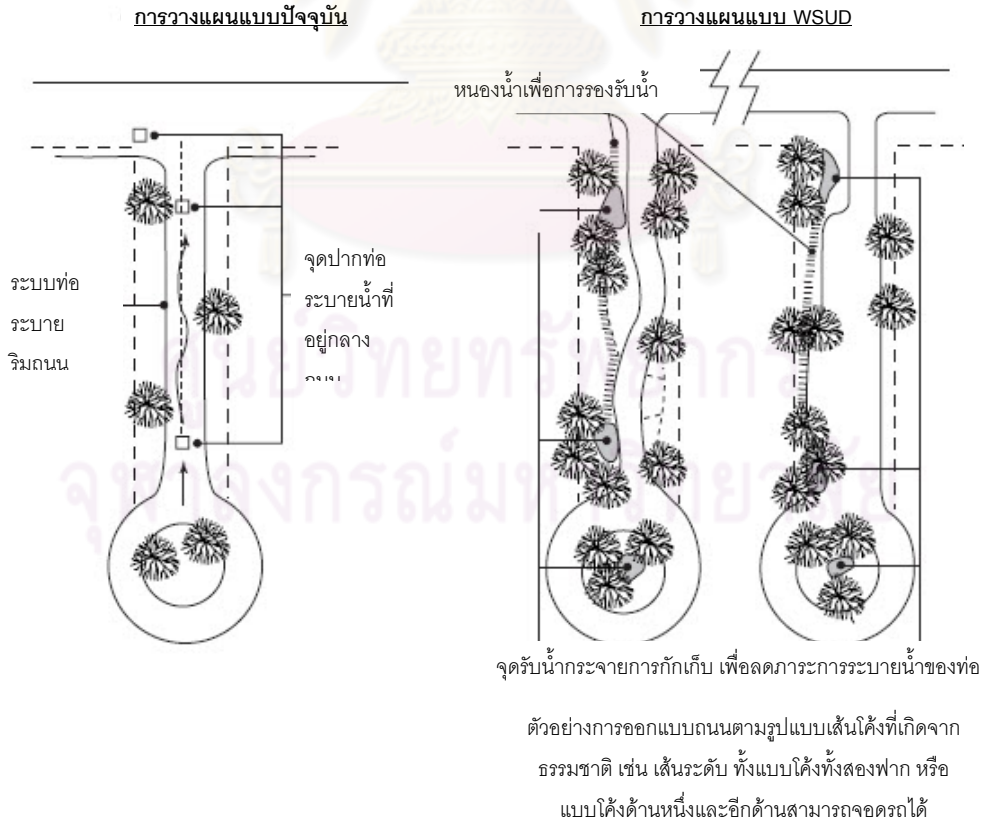
2.5.1.3) วางผังเส้นทางถนน ให้สอดคล้องกับเส้นชั้นความสูงของพื้นที่ และเปิดโอกาสให้มีพื้นที่ที่น้ำสามารถซึมผ่านได้เพื่อใช้ระบบถนนเป็นพื้นที่ในการรับน้ำและลำเลียงน้ำไปในตัว



รูปที่ 23 การออกแบบถนนให้สอดคล้องกับเส้นชั้นความสูงและใช้วัสดุที่น้ำซึมผ่านได้ เปรียบเทียบกับการออกแบบถนนในเมืองทั่วไป (Fletcher, 2005)

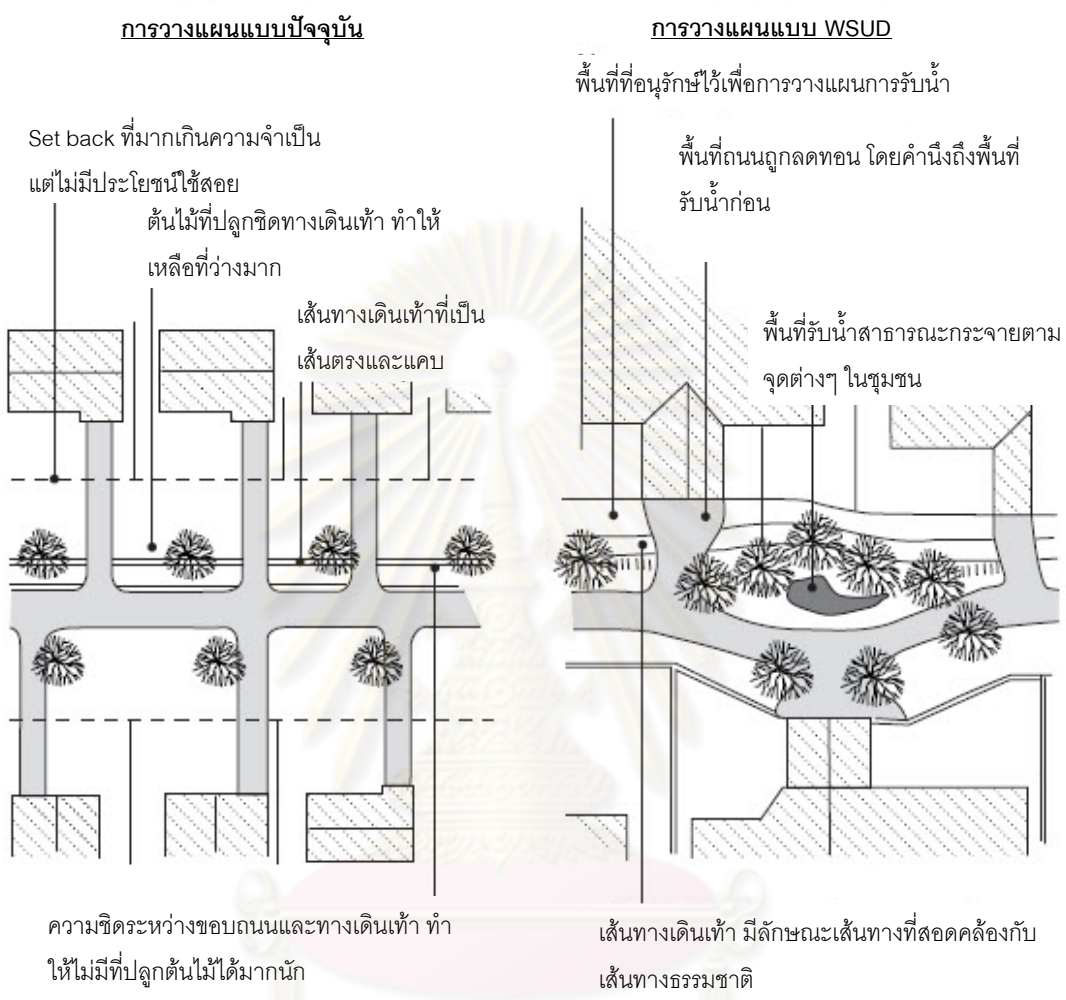


รูปที่ 24 รูปตัดแสดงรายละเอียดการออกแบบถนนเพื่อสร้างความชันให้ลำเลียงน้ำสู่พื้นที่รับน้ำที่จัดเตรียมไว้ (Fletcher, 2005)



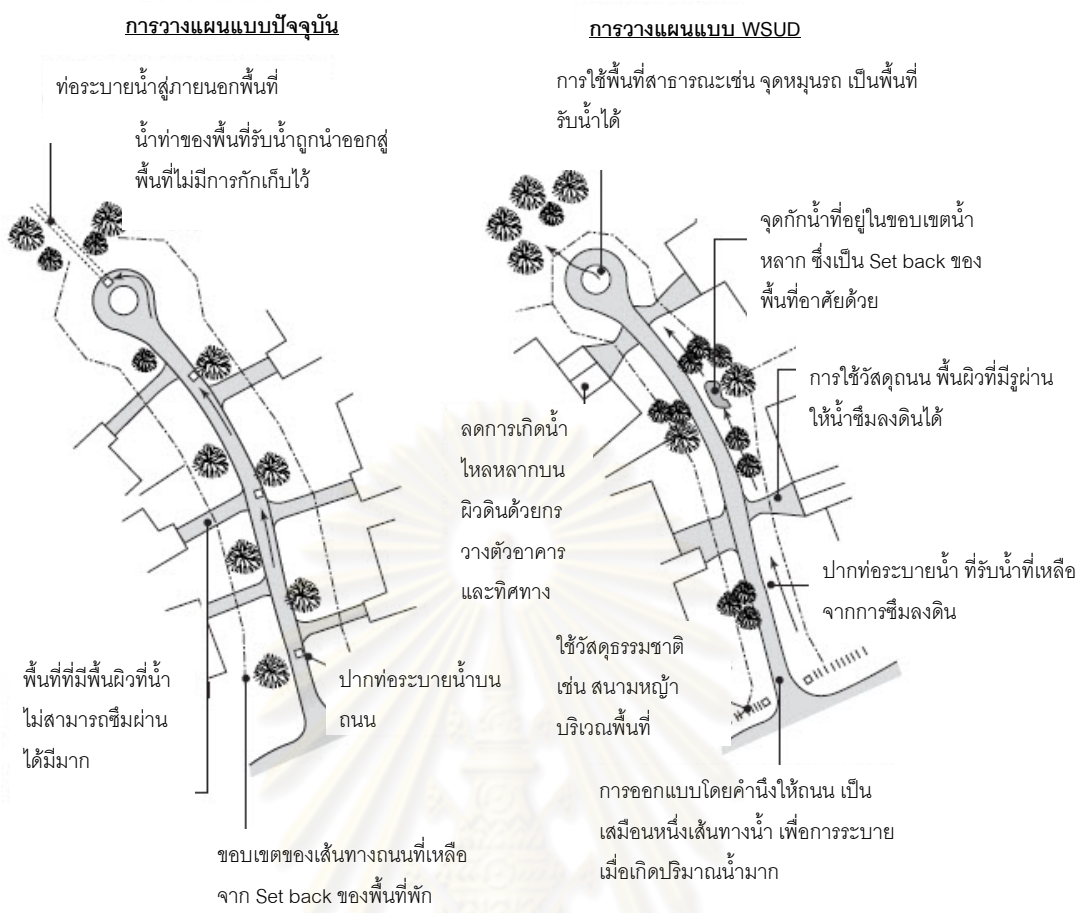
รูปที่ 25 การออกแบบถนนในกรณีถนนแบบวงเวียน (Cul-de-sac) (Fletcher, 2005)

2.5.1.4) วางผังและออกแบบภูมิทัศน์ถนนและทางเท้าให้ สามารถใช้เป็นพื้นที่หน่วงน้ำได้ในลักษณะเส้นทาง และใช้วัสดุปูพื้นที่น้ำไม่ซึมผ่านเท่าที่จำเป็น



รูปที่ 26 การวางผังและออกแบบภูมิทัศน์ถนนและทางเท้าให้ สามารถใช้เป็นพื้นที่หน่วงน้ำได้ (Fletcher, 2005)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

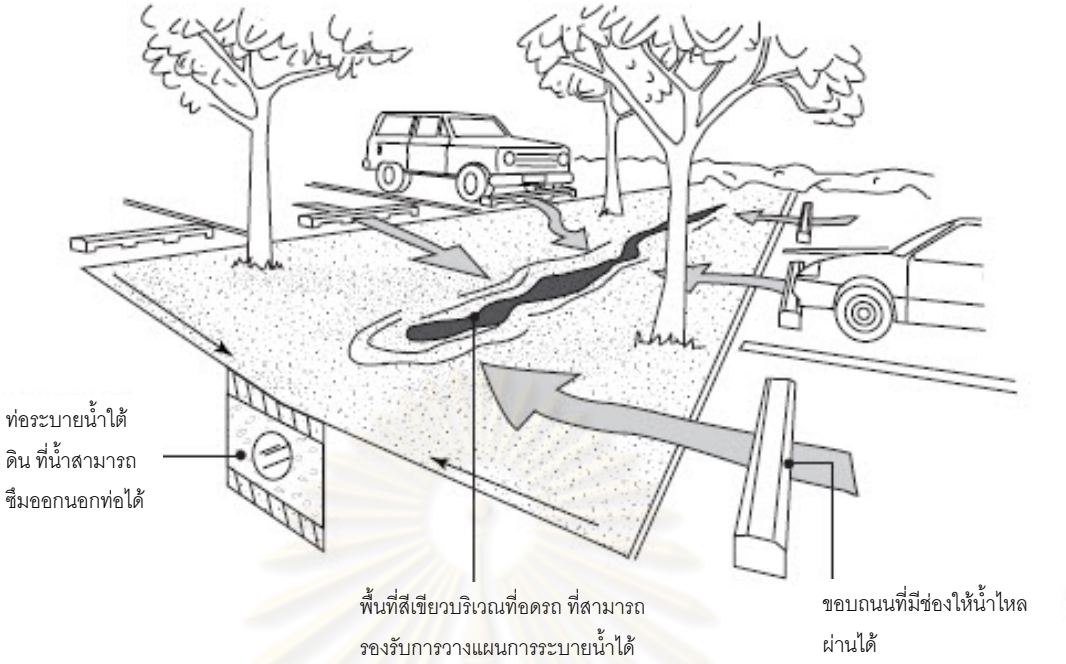


รูปที่ 27 การกำหนดขอบเขตการรับน้ำและใช้ถนนเป็นเส้นทางในการสะสมและลำเลียง (Fletcher, 2005)

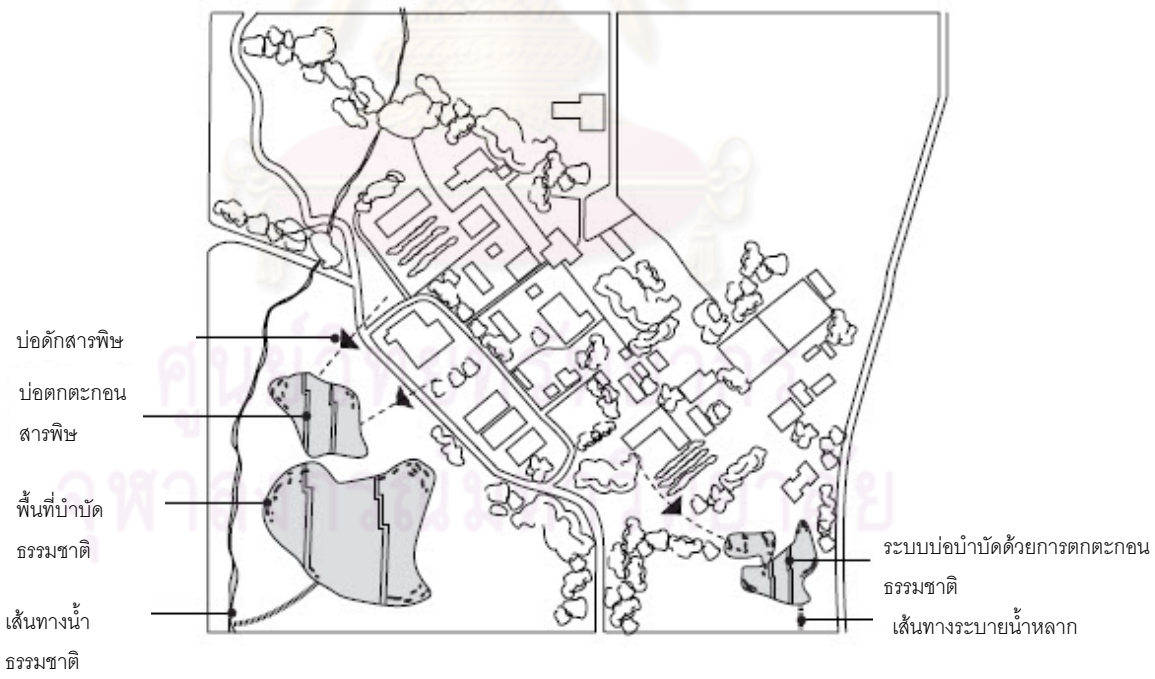
2.5.2. รายละเอียดการออกแบบในเขตค้าขายและอุตสาหกรรม เนื่องด้วยในเขตค้าขายและอุตสาหกรรมส่วนมากเป็นพื้นที่ที่มีราคาที่ดินแพง ฉะนั้นพื้นที่ส่วนใหญ่จะถูกจัดไว้เพื่อการใช้สอย และถูกจัดให้เป็นพื้นที่สาธารณะเพียงส่วนน้อย การออกแบบเพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัยนี้จึงใช้ประโยชน์จากพื้นที่เหล่านี้ให้มากที่สุด ดังนี้

2.5.2.1) ใช้พื้นที่จอดรถเป็นพื้นที่เก็บน้ำชั่วคราว เพราะเป็นพื้นที่สาธารณะที่จำเป็นต้องมีในเขตค้าขายและอุตสาหกรรม และพื้นที่ส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่ การออกแบบเริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์หาจุดที่เหมาะสมต่อการใช้งานและสามารถเป็นจุดรองรับน้ำของทั้งเขตได้ และกำหนดใช้วัสดุที่เป็นรูพรุนเปิดโอกาสให้น้ำซึมลงดินได้

2.5.2.2) จัดเตรียมพื้นที่หน่วงน้ำในโครงการขนาดใหญ่ เป็นพื้นที่ที่ใช้เก็บน้ำชั่วคราวเพื่อการลำเลียงออกสู่พื้นที่



รูปที่ 28 การใช้ช่องว่างระหว่างรถในพื้นที่จอดรถเป็นพื้นที่หน่วงน้ำ (Fletcher, 2005)



รูปที่ 29 การวางผังพื้นที่รับน้ำแบบธรรมชาติในโครงการขนาดใหญ่ (Fletcher, 2005)

ขั้นตอนและประเภทพื้นที่เพื่อการวางแผนจัดการน้ำวิธีของ WSUD

1. ถังเก็บน้ำฝนจากหลังคา
2.บ่อดักน้ำใช้วัสดุธรรมชาติ (Bioretention)
3.บ่อดักน้ำนี้สามารถกันน้ำสู่ถนนได้
4.บ่อดักนี้รวบรวมจากทั้งพื้นที่พักอาศัยและถนน
5.บ่อดักที่อนุรักษ์ไว้ ชนิดที่ปลูกพืชพันธุ์ประกอบ
6.ปลายของบ่อมีท่อนำน้ำออกนอกพื้นที่
7.การใช้วัสดุมีรูพรุน น้ำสามารถซึมลงดินได้
8.บ่อบำบัดธรรมชาติก่อนปล่อยสู่ธรรมชาติ

รูปที่ 30 การวางโครงข่ายพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ชุมชนตามแนวคิด Water sensitive urban design (Fletcher, 2005)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.6 สรุปการทบทวนกรรณกรรม

จากจุดประสงค์และเป้าหมายในการวิจัย ทำให้สามารถแยกขั้นตอนหลักของการวิจัยได้เป็นสองขั้นตอนคือ ขั้นตอนการวิเคราะห์ และขั้นตอนการสังเคราะห์เพื่อการวางแผนภูมิทัศน์ โดยในขั้นตอนการวิเคราะห์นี้ ได้มองภูมิทัศน์ในบทบาทความเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทางอุทกวิทยา ซึ่งความสัมพันธ์กันทั้งสองสิ่งนี้ สามารถแจกแจงได้ ด้วยการวิเคราะห์ระบบอุทกวิทยาของน้ำผิวดิน (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545) จากการศึกษาความสามารถในการดูดซึมน้ำซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของภูมิทัศน์ อันจะส่งผลต่อน้ำท่าที่เหลือจากกระบวนการที่เกิดในภูมิทัศน์นี้ที่อาจส่งผลต่อพื้นที่เมือง ซึ่งเป็นการแสดงศักยภาพของภูมิทัศน์ที่ศึกษานี้ ในกระบวนการทางอุทกวิทยาด้วย

ในส่วนขั้นตอนการวางแผน มีแนวคิดและทฤษฎีหลักคือ แนวคิดการจัดการทรัพยากรน้ำอ่อนไหว (Water Sensitive Urban Design หรือ WSUD) (Fletcher, 2005) และ แนวคิดการจัดการเชิงปฏิบัติในพื้นที่รับน้ำ (Best Management Practices หรือ BPMs) (Clar,2004) โดยในแนวคิด WSUD จะกล่าวถึงการกำหนดตำแหน่งและการวางผังที่สามารถเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองให้เอื้อต่อกระบวนการทางอุทกวิทยาของภูมิทัศน์เป็นหลัก โดยแสดงความสัมพันธ์ของการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) ที่มีผลต่อการกำหนดตำแหน่งของพื้นที่สีเขียวในภูมิทัศน์เมือง ส่วนในแนวคิด BMPs จะกล่าวถึงรายละเอียดของพื้นที่สีเขียวโดยให้ความสำคัญที่บทบาทของพื้นที่สีเขียวนี้ต่อกระบวนการทางอุทกวิทยาว่ามีความสัมพันธ์กันซึ่งสะท้อนในรายละเอียด เช่น การเลือกใช้วัสดุ หรือรูปแบบของพื้นที่สีเขียว เป็นต้น ด้วยผลสรุปที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์ข้างต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มทฤษฎีและแนวคิด	สาเหตุของปัญหาน้ำในเมือง				การวิเคราะห์						การวางแผน						
	พื้นผิวเปลี่ยน	อัตราการไหลสูงสุดเปลี่ยน	โครงสร้างการรับน้ำเปลี่ยน	การใช้ที่ดินเปลี่ยน	แผนภูมิชลภาพ	ช่วงเวลาที่เกิดการไหลสูงสุด	ปริมาณน้ำไหลหลากตามพื้นดิน	เส้นทางการไหลตามธรรมชาติ	อัตราส่วนพื้นที่น้ำซึมผ่านไม่ได้	บทบาทพื้นที่รับน้ำ	ฟื้นฟูทางน้ำเก่า	พื้นที่ที่น้ำซึมผ่านได้	เก็บรักษาทางน้ำเก่า	พื้นที่หน่วงน้ำ	พื้นที่กักเก็บน้ำ	พื้นที่สีเขียวเพื่อรองรับผลกระทบ	การวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน
William M. Marsh Landscape architect																	
Anne Whiston Spirn Landscape architect																	
BMPs																	
WSUD																	
Thomas Damm and Luna B. Leopold. Hydrologist and Geomorphologies																	
M.J. Hall Hydrologic Engineer																	
ประกอบ วิโรจนกูฏ Hydrologic Engineer																	
ประยุกต์สู่การศึกษา																	

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรม

ในรายละเอียด เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการออกแบบ นอกเหนือจากการวางผังตามวิธีของ WSUD และ จุดรองรับกระบวนการแบบต่างๆ จาก BMPs แล้ว ในเรื่องบทบาทและหน้าที่ที่สำคัญที่สุดในการออกแบบและวางผังพื้นที่ชุมชนเมืองโดยคำนึงถึงกระบวนการทางอุทกวิทยานี้ คือ การเก็บรักษาและสร้างความสมดุลของหน้าที่ที่ปรากฏอยู่เดิมให้ดำรงอยู่ในภูมิทัศน์ เพื่อรักษากระบวนการและหลีกเลี่ยงผลกระทบที่อาจเกิดจากน้ำสู่เมืองได้ ฉะนั้น ข้อเสนอแนะและรายละเอียดเพื่อขั้นตอนการออกแบบนี้ จึงเป็นข้อเสนอแนะ รายละเอียดที่เหมาะสม ของพื้นที่สีเขียวเหล่านี้ให้สอดคล้องกับหน้าที่และคุณสมบัติที่ได้จากการสังเคราะห์ทั้งหมด ดังต่อไปนี้

2.6.1. เส้นทางสีเขียวที่ผนวกเข้ากับองค์ประกอบทางธรรมชาติ

2.6.1.1. เส้นทางน้ำธรรมชาติ

รูปที่ 31 ผังและรูปตัดแสดงองค์ประกอบของเส้นทางสีเขียวที่ผนวกเข้ากับเส้นทางน้ำธรรมชาติ (ประยุกต์จาก Clar, 2004)

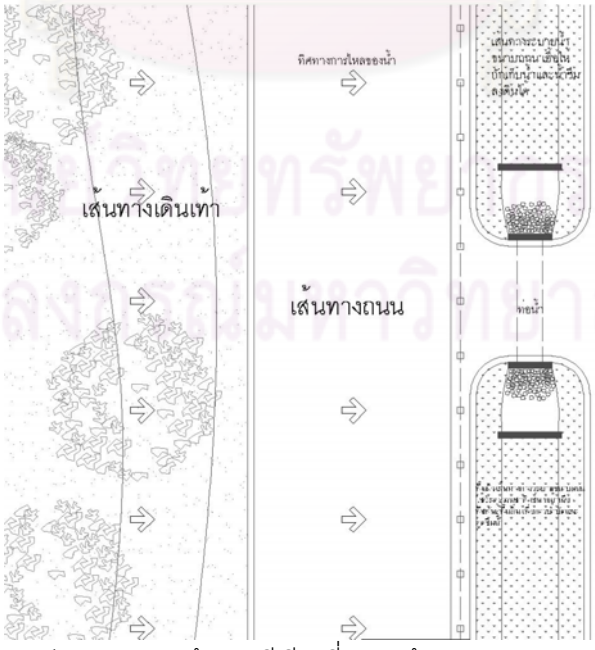
2.6.1.2. เส้นทางการไหลของน้ำ

รูปที่ 32 ผังแสดงองค์ประกอบของเส้นทางสีเขียวตามเส้นทางการไหลของน้ำในภูมิทัศน์

(ประยุกต์จาก Clar, 2004)

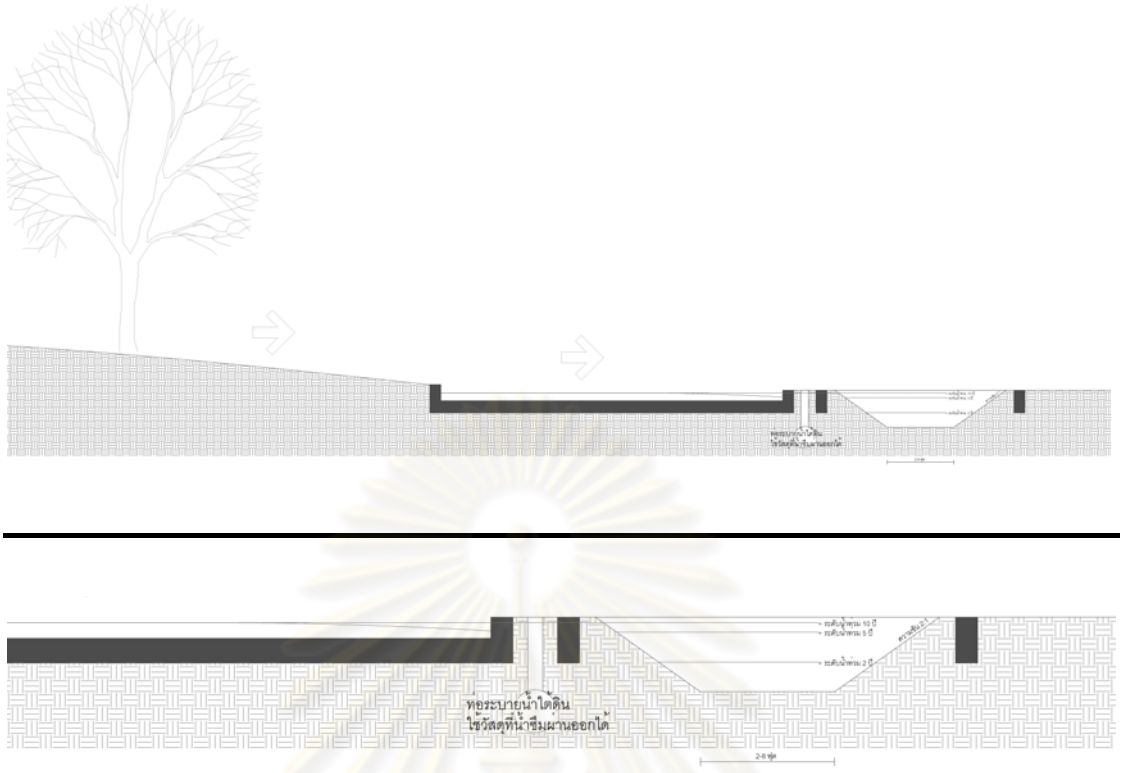
2.6.2. เส้นทางสีเขียวที่ผนวกเข้ากับองค์ประกอบที่มนุษย์สร้างขึ้น

2.6.2.1. ถนนและทางระบายน้ำขนาบถนน

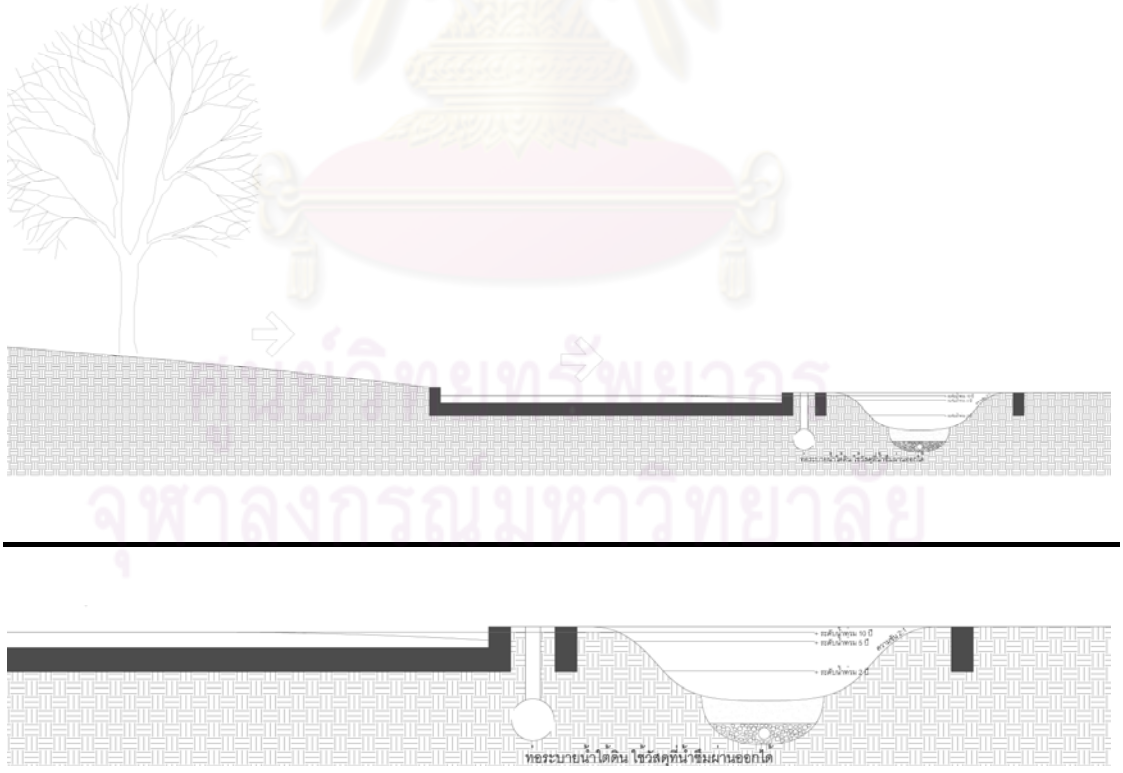


รูปที่ 33 ผังแสดงองค์ประกอบของเส้นทางสีเขียวที่ผนวกเข้ากับถนนและทางระบายน้ำขนาบถนน

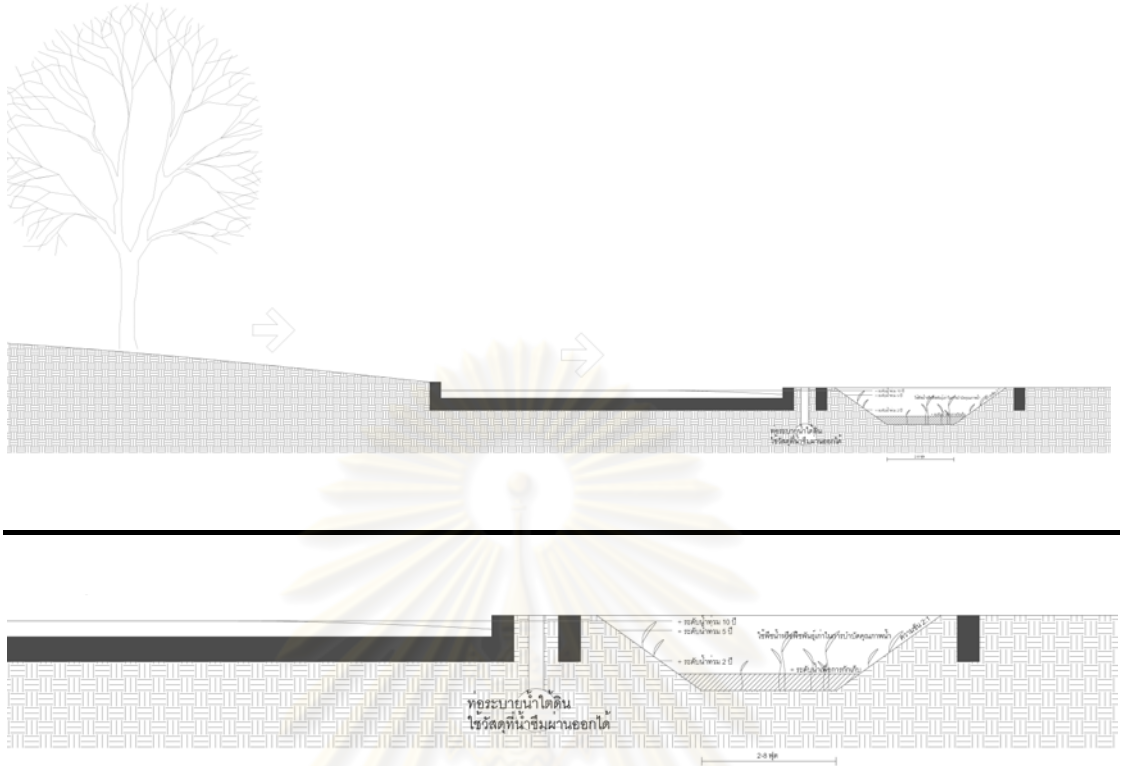
(ประยุกต์จาก Clar, 2004)



รูปที่ 34 รูปตัดและรูปตัดขยายแสดงองค์ประกอบของพื้นที่สีเขียวที่ผนวกเข้ากับถนนและทางระบายน้ำขนานถนน ในกรณีเพื่อการหน่วงน้ำ (ประยุกต์จาก Clar, 2004)

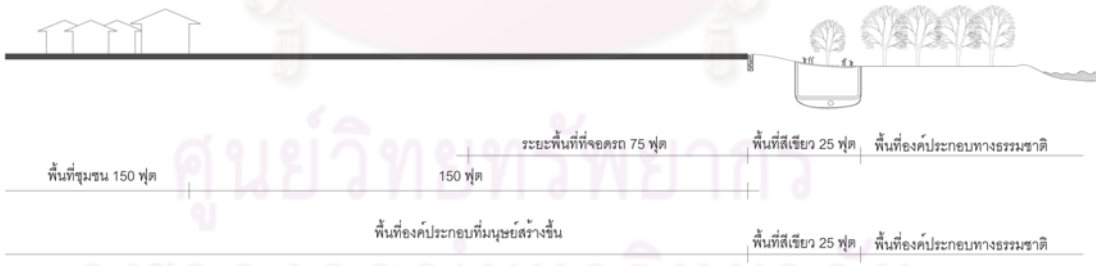


รูปที่ 35 รูปตัดและรูปตัดขยายแสดงองค์ประกอบของพื้นที่สีเขียวที่ผนวกเข้ากับถนนและทางระบายน้ำขนานถนน ในกรณีเพื่อการซึมน้ำ (ประยุกต์จาก Clar, 2004)



รูปที่ 36 รูปตัดและรูปตัดขยายแสดงองค์ประกอบของพื้นที่สีเขียวที่ผนวกเข้ากับถนนและทางระบายน้ำขนาบถนน ในกรณีเพื่อการกักเก็บน้ำ (ประยุกต์จาก Clar, 2004)

2.6.2.2. พื้นที่สาธารณะในเขตชุมชน



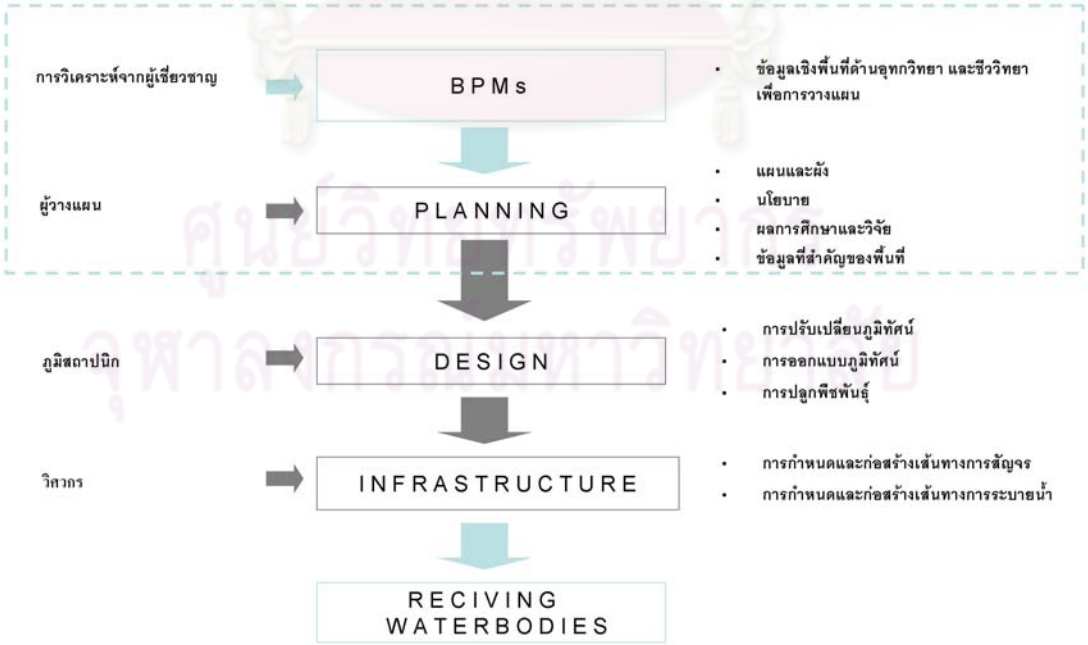
รูปที่ 37 รูปตัดแสดงองค์ประกอบของพื้นที่สีเขียวที่ผนวกเข้ากับพื้นที่สาธารณะในเขตชุมชน (ประยุกต์จาก Clar, 2004)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

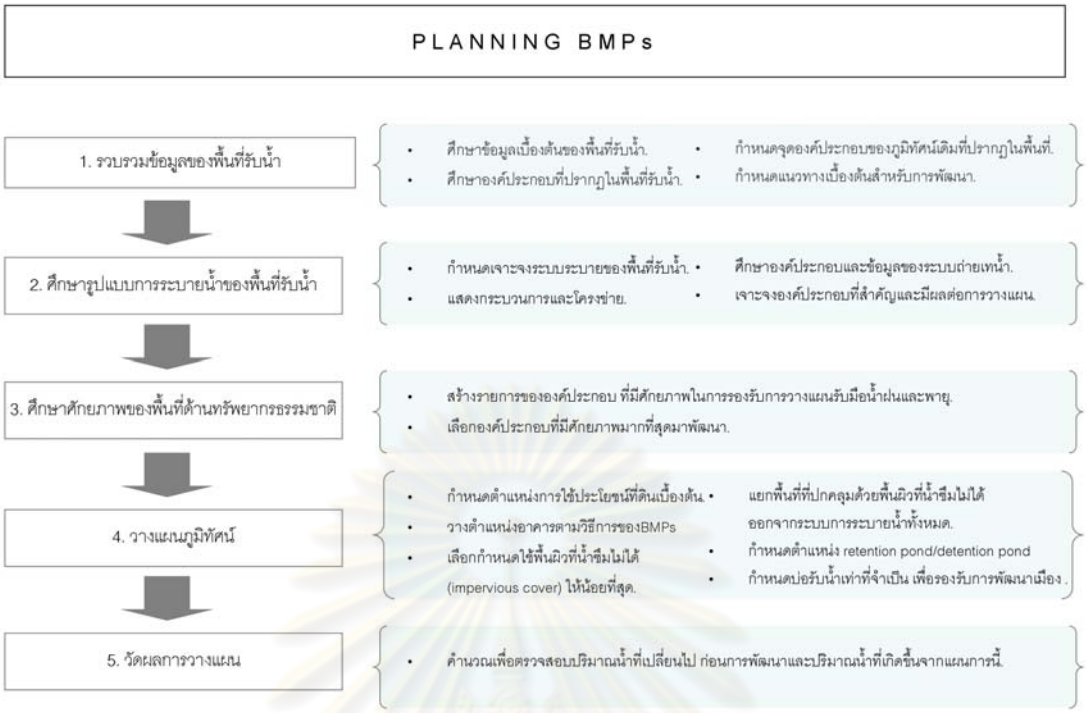
บทที่ 3
การดำเนินการศึกษา

3.1 วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษานี้ได้ประยุกต์กระบวนการวางแผนตามวิธีของ BMPs ที่มีความใกล้เคียงกับจุดประสงค์การวิจัยนี้ โดยในการวางแผนตามวิธีของ BMPs แบ่งขั้นตอนออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ 1. การรวบรวมข้อมูลของพื้นที่รับน้ำ ซึ่งเป็นการศึกษาองค์ประกอบเดิมของพื้นที่รับน้ำและพื้นที่รับน้ำย่อยที่ปรากฏและการกำหนดขอบเขตรวมทั้งกำหนดการพัฒนาที่อาจเกิดขึ้นกับพื้นที่ได้ 2.ศึกษารูปแบบการระบายน้ำของพื้นที่รับน้ำรวมทั้งกระบวนการที่เกี่ยวเนื่องกันกำหนดเป็นเส้นทางลงในแผนที่ 3.ศึกษาศักยภาพของพื้นที่ด้านทรัพยากรธรรมชาติที่มีโอกาสในการประยุกต์นำมาใช้ผนวกการวางแผนพื้นที่สีเขียวนี้ 4.วางแผนภูมิทัศน์ โดยมีหลักการคือ กำหนดการใช้ผืนดินเพื่อการพัฒนาเท่าที่จำเป็นและกันพื้นที่อนุรักษ์เพื่อจัดการทรัพยากรน้ำไว้ด้วยการจัดทำบ่อเก็บกักประเภทต่างๆ และ 5.การวัดผลการวางแผนทั้งก่อนการวางแผนซึ่งแสดงศักยภาพของพื้นที่ก่อนการวางแผน และหลังการวางแผนเพื่อการหาความเหมาะสม ให้การวางแผนนี้สามารถตอบสนองได้ทั้งการพัฒนาของเมือง, การสร้างพื้นที่สีเขียวเพื่อการพักผ่อน, และการบรรเทาผลกระทบจากปัญหาอุทกภัยสามารถสรุปเป็นแผนภูมิ ขั้นตอนการศึกษาได้ดัง รูปที่ 38 - 39



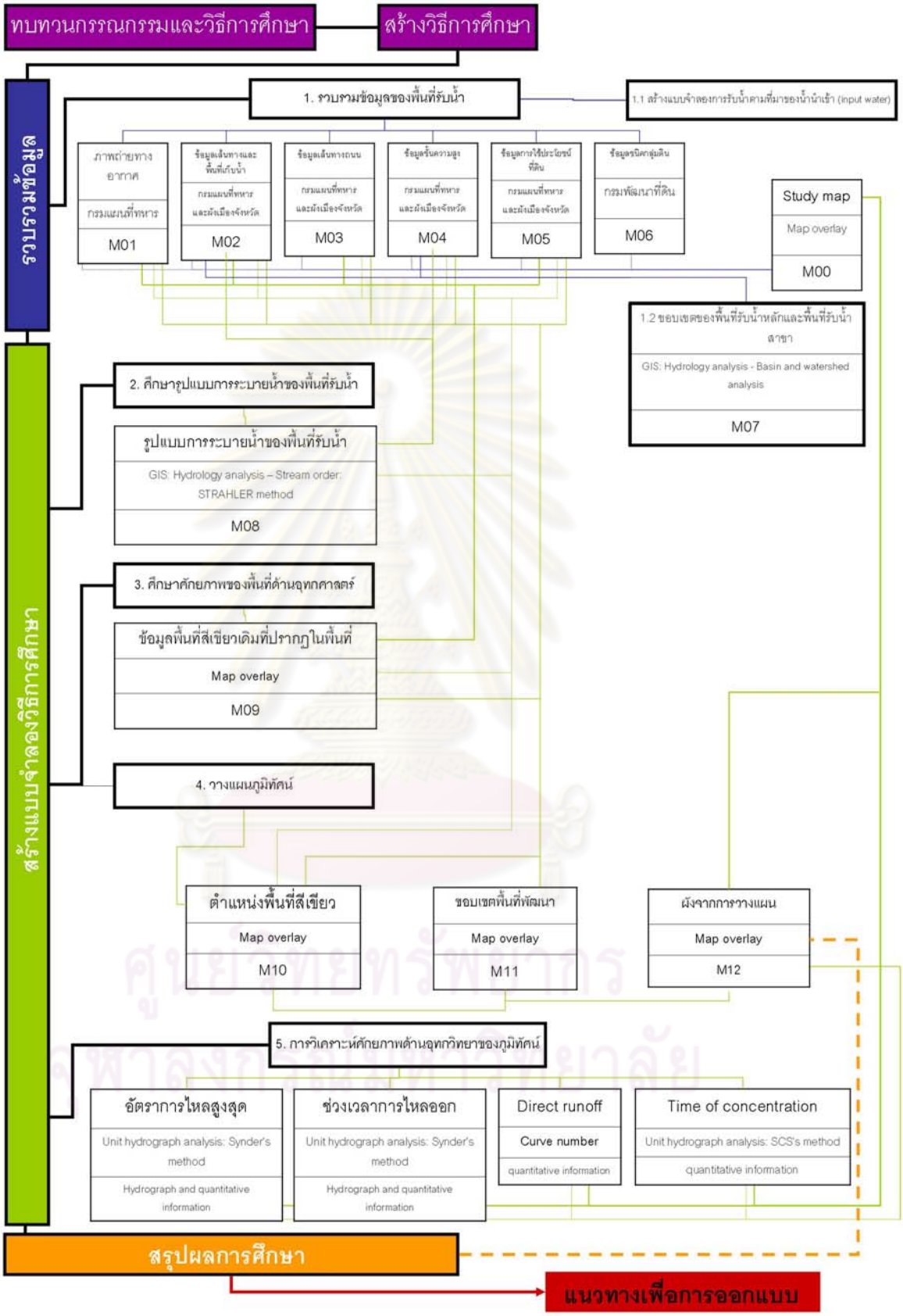
รูปที่ 38 ขั้นตอนการดำเนินการตามวิธีของ BMPs (ประยุกต์จาก Marsh, 2005)



รูปที่ 39 วิธีการศึกษาและวางแผนตามวิธีของ BMPs (ประยุกต์จาก Marsh, 2005)

การวิจัยนี้จึงได้ประยุกต์วิธีการให้สอดคล้องกับกระบวนการศึกษาวิจัย มี 5 ขั้นตอนคือ 1. ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล 2.ขั้นตอนการศึกษาวิธีการวิเคราะห์จากการทบทวนวรรณกรรม 3. สร้างแบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์ 4.สังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ และ 5.สรุปผลการวิจัย สามารถสรุปเป็นแผนภูมิ ขั้นตอนการศึกษาได้ดัง รูปที่ 40

การดำเนินการศึกษา เริ่มจากรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานราชการที่เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น ภาพถ่ายทางอากาศจากกรมแผนที่ทหาร เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแบบจำลองโดยมีทฤษฎีที่สำคัญคือ การวางแผนภูมิทัศน์ (Landscape planning) เพื่อประยุกต์สร้างหลักการในการศึกษา, ทฤษฎีการจำแนกคุณลักษณะภูมิทัศน์ (Landscape characterization) เพื่อใช้วิเคราะห์ในขั้นตอนการศึกษาคุณลักษณะด้านอุทกวิทยาของภูมิทัศน์, และประยุกต์พื้นฐานความรู้ทางอุทกวิทยา (Hydrology) เพื่อใช้อธิบายพฤติกรรมและกระบวนการที่เกิดขึ้นทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ



รูปที่ 40 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

3.2 พื้นที่ศึกษาและปัญหาทางอุทกวิทยาที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา

จังหวัดจันทบุรีตั้งอยู่ในภาคตะวันออกของประเทศไทย แบ่งการปกครองออกเป็น 9 อำเภอ และ 1 กิ่งอำเภอ พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง ตั้งอยู่บริเวณส่วนกลางตอนใต้ของจังหวัด มีภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มน้ำ ในลุ่มน้ำจันทบุรี ที่ไหลผ่านจากทางตะวันตกของอำเภอมะขาม ผ่านอำเภอเมืองจันทบุรีและอำเภอแหลมสิงห์ ไหลลงสู่ทะเล จึงได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลหนุนเป็นจังหวัดที่มีฝนตกสะสมต่อปีมากที่สุดเป็นอันดับสามของประเทศมีสถิติฝนตกสะสมมากสุด 4109.8 มม.(จำนวนวันที่ฝนตก 160 วัน) ในปี พ.ศ. 2526 และมีจำนวนวันที่ฝนตกมากสุด 192 วัน ในปี พ.ศ.2543

รูปที่ 41 พื้นที่เขตการปกครองจังหวัดจันทบุรี

ที่มา : กรมการปกครอง

จากความหมายและลักษณะของผลกระทบทางอุทกวิทยา ทำให้สามารถจำแนกผลกระทบทางอุทกวิทยาต่อพื้นที่เมือง ในพื้นที่ศึกษาได้คือ ปัญหาอุทกภัย โดยเริ่มต้นศึกษาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลทางสถิติอุทกภัยน้ำท่วมและการสัมภาษณ์ จากหน่วยงานองค์การบริหารส่วนตำบล ทุกตำบลในเขตอำเภอเมืองที่ทำหน้าที่ดูแลปัญหาน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในพื้นที่รับผิดชอบ ทำให้สามารถทราบบริเวณพื้นที่ได้อย่างคร่าวๆ จากนั้นจึงแปลงข้อมูลดังกล่าวลงในระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ ดังปรากฏใน แผนที่ 1 ประกอบกับการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ที่ได้

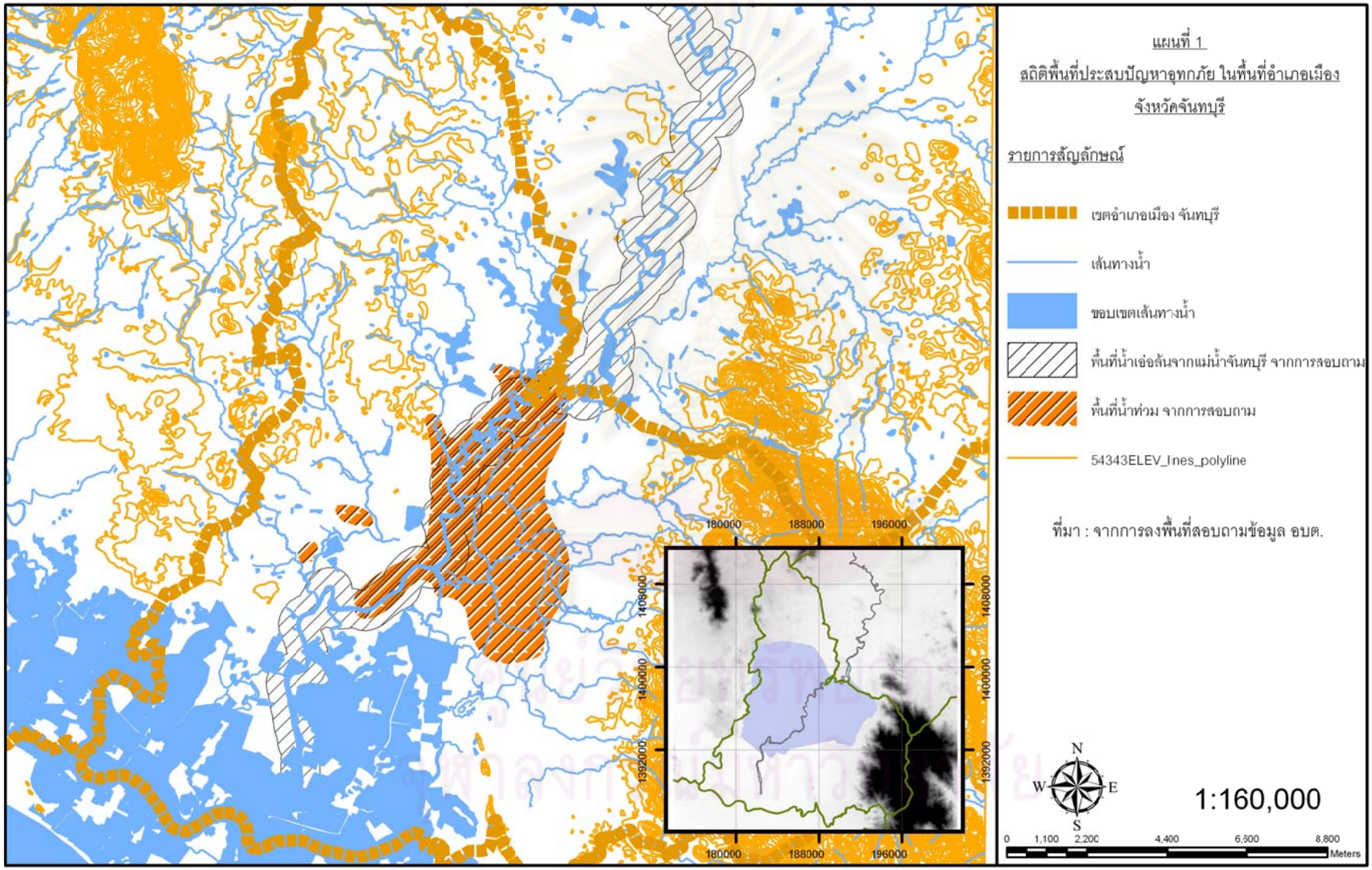
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทำการบันทึกเหตุการณ์การเกิดอุทกภัยในเขตอำเภอเมืองไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ.2536 ถึงปี พ.ศ.2551 ดังนี้

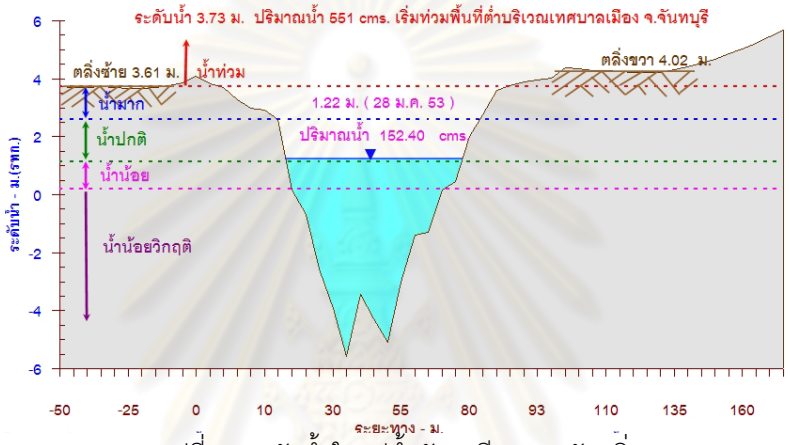
พ.ศ.	ครั้งที่	ระดับน้ำเทียบระดับน้ำทะเล (เมตร)	วัน/เดือน	หมายเหตุ
2536	-	5.54	25 ส.ค.	พายุไต้ฝุ่น
2537	1	5.28	1 ก.ค.	ร่องความกดอากาศต่ำ
	2	5.59	3 ส.ค.	พายุโซนร้อน “เอมี่”
	3	5.17	27 ส.ค.	พายุโซนร้อน “แฮรี่”
	4	5.47	2 ก.ย.	พายุโซนร้อน “ลุค”
2538	1	5.27	29 ส.ค.	ลมมรสุมกำลังแรง
2539	1	4.42	17 ส.ค.	พายุโซนร้อน “ไนกี้”
	2	3.88	27 ส.ค.	ดีเปรสชั่น
	3	5.20	29 ต.ค.	พายุโซนร้อน “เบส”
	4	4.20	2 พ.ย.	ดีเปรสชั่น
2540	1	5.44	7 ส.ค.	ร่องความกดอากาศต่ำ
	2	4.00	24 ก.ย.	พายุโซนร้อน “พริทซ์”
	3	3.80	4 พ.ย.	พายุโซนร้อน “ลินดา”
2541	1	5.20	3 ก.ค.	ร่องความกดอากาศต่ำ
	2	4.10	6 ส.ค.	ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กำลังแรง
				ร่องความกดอากาศต่ำ
	3	4.30	7 ก.ย.	ร่องความกดอากาศต่ำ
	4	3.30	10 พ.ย.	
2542	1	7.00	31 ก.ค. - 6ส.ค.	ร่องความกดอากาศต่ำ
2543	1	5.70	3 มิ.ย.	ร่องความกดอากาศต่ำ
2544	1	6.40	8-13 ก.ค.	พายุไต่ฝุ่น “อูตอร์”
2545	1	5.50	15 ส.ค.	ร่องความกดอากาศต่ำ
2546	1	5.50	5 ส.ค.	ดีเปรสชั่น
	2	5.70	23 ส.ค.	พายุโซนร้อน “กรอวาญ”
2547	1	5.30	4 ส.ค.	ร่องความกดอากาศต่ำ
2548	1	4.45	15 ส.ค.	พายุโซนร้อน “ซันหวู่”
2549	1	5.50	15 มิ.ย.	ดีเปรสชั่น
	2	7.00	5-6 ต.ค.	พายุโซนร้อน “ช้างสาร”
2550	1	4.80	28 มิ.ย.	ดีเปรสชั่น
2551	1	5.85	20 ก.ย.	ดีเปรสชั่น

ตารางที่ 5 สถิติน้ำท่วม, ระดับน้ำ และสาเหตุการเกิดน้ำท่วม

ที่มา : ข้อมูลสถิติระดับน้ำท่วมสูงสุดในเขตอำเภอเมืองจันทบุรี วัดที่ฝายยาง จันทบุรี


แผนที่ 1
สถิติพื้นที่ประสบปัญหาอุทกภัย ในพื้นที่อำเภอเมือง
จังหวัดจันทบุรี
รายการสัญลักษณ์
เขตอำเภอเมือง จันทบุรี
เส้นทางน้ำ
ขอบเขตเส้นทางน้ำ
พื้นที่น้ำเอ่อล้นจากแม่น้ำจันทบุรี จากการสอบถาม
พื้นที่น้ำท่วม จากการสอบถาม
54343ELEV_lines_polyline
ที่มา : จากการลงพื้นที่สอบถามข้อมูล อบต.
180000
188000
196000
1408000
1400000
1392000
N
W
E
S
1:160,000
0
1,100
2,200
4,400
6,600
8,800
Meters

จากข้อมูลสถิตินี้ สามารถวิเคราะห์ได้ถึงระดับน้ำเทียบระดับน้ำทะเลที่น้อยที่สุด ที่จะทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมคือ 3.30 เมตร ซึ่งมีความสัมพันธ์กับระดับตลิ่งของแม่น้ำจันทบุรี คือ 3.61 เมตร ในฝั่งซ้าย และ 4.02 เมตร ในฝั่งขวา ทำให้ทราบคุณลักษณะของพื้นที่ศึกษา และสามารถคาดการณ์ได้ว่าปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่อำเภอเมืองกำลังจะเกิดขึ้น เมื่อระดับน้ำในแม่น้ำจันทบุรีมีระดับประมาณ 3 เมตร และ ระดับน้ำที่ทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมร้ายแรงมากที่สุดคือ 7.00 เมตร ในปี พ.ศ. 2542 และ พ.ศ. 2549 ฉะนั้น พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบคือ พื้นที่ที่มีระดับความสูงอยู่ในช่วง 3.00 ถึง 7.00 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง จึงแปลงข้อมูลดังกล่าวลงในระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ ดังปรากฏใน แผนที่ 2



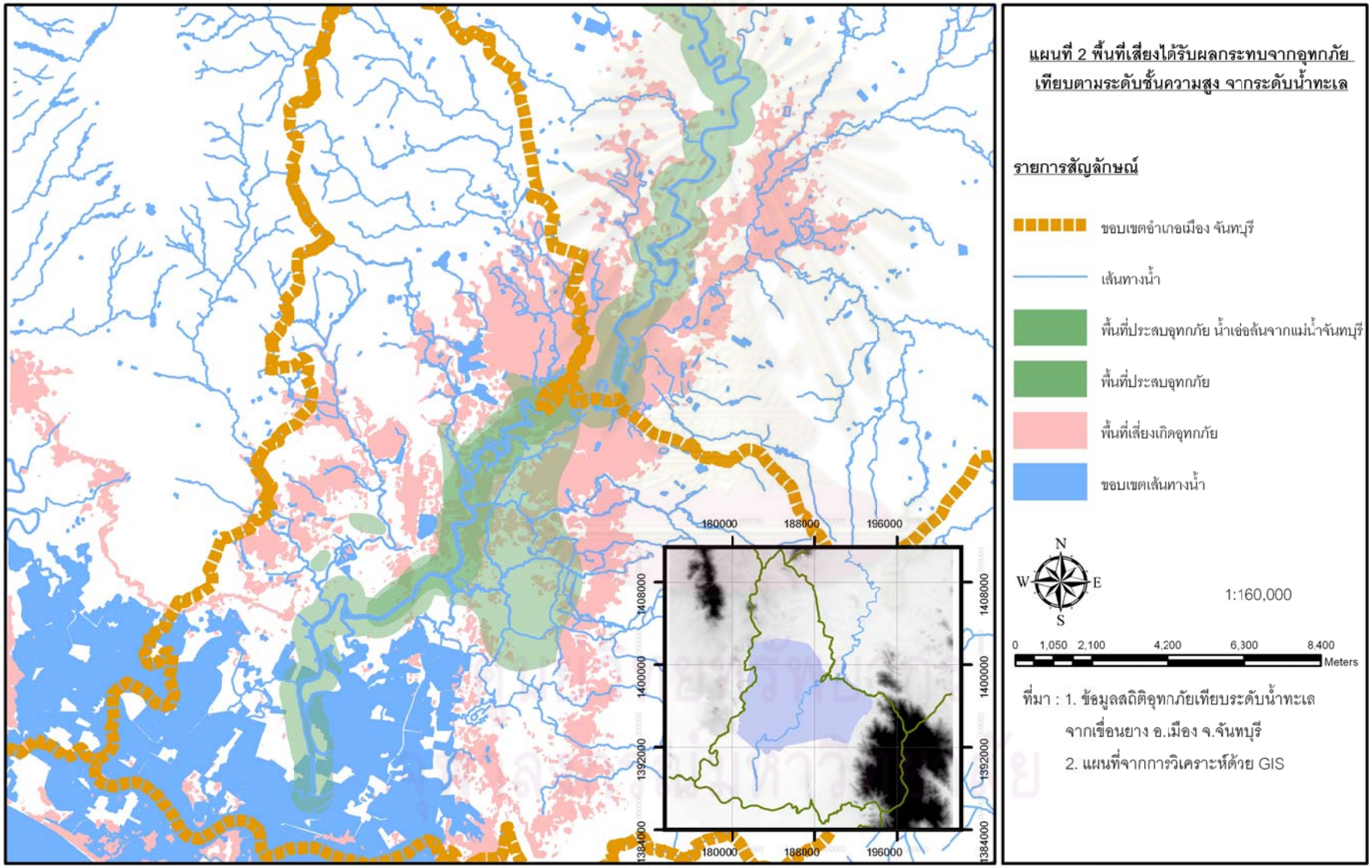
รูปที่ 42 ระดับน้ำในแม่น้ำจันทบุรี และระดับตลิ่ง

ที่มา : ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคตะวันออก จ. ชลบุรี และส่วนอุทกวิทยา สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน

ระดับน้ำเทียบระดับน้ำทะเล	ผลกระทบที่เกิดขึ้น
3.00	น้ำเต็มตลิ่งแม่น้ำจันทบุรี
3.01	น้ำเริ่มล้นตลิ่ง
3.10	น้ำท่วมพื้นที่ ม.2, 8 ต.จันทนิมิต บางส่วน
3.15	น้ำท่วม พื้นที่ ม.6, 7 ต.ท่าช้าง บางส่วน
3.20	น้ำท่วม พื้นที่ ม.1, 4 ต.เกาะขวาง บางส่วน
3.30 - 3.40 ขึ้นไป	- น้ำท่วม ต.จันทนิมิต เต็มพื้นที่ - น้ำท่วม พื้นที่ ม.6, 7 ต.ท่าช้าง เต็มพื้นที่ - น้ำท่วม พื้นที่ ม.4 ต.เกาะขวาง เต็มพื้นที่ - น้ำท่วมเขตเทศบาลเมือง ถนนศรีจันท์ ถนนขวาง ถนนศรีรองเมือง และถนนท่าแฉลบ

ตารางที่ 6 ระดับน้ำเทียบระดับน้ำทะเลที่สัมพันธ์กับพื้นที่ที่เกิดอุทกภัย

ที่มา : ข้อมูลระดับน้ำที่มีผลกระทบต่อการเกิดภาวะน้ำท่วมในเขตชุมชนเมืองจันทบุรี


แผนที่ 2 พื้นที่เสี่ยงได้รับผลกระทบจากอุทกภัย
เทียบตามระดับชั้นความสูง จากระดับน้ำทะเล
รายการสัญลักษณ์
ขอบเขตอำเภอเมือง จันทบุรี
เส้นทางน้ำ
พื้นที่ประสบอุทกภัย น้ำเอ่อล้นจากแม่น้ำจันทบุรี
พื้นที่ประสบอุทกภัย
พื้นที่เสี่ยงเกิดอุทกภัย
ขอบเขตเส้นทางน้ำ
N
W
E
S
1:160,000
0 1,050 2,100 4,200 6,300 8,400
Meters
ที่มา : 1. ข้อมูลสถิติอุทกภัยเทียบระดับน้ำทะเล
จากเขื่อนยาง อ.เมือง จ.จันทบุรี
2. แผนที่จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
180000
188000
196000
1408000
1400000
1392000
1384000

54

3.3 การวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาและกระบวนการทางอุทกวิทยาของพื้นที่

จากข้อมูลสถิติ ฝนตกเฉลี่ยในพื้นที่มีค่า 2,909.88 มม. อยู่ในระดับของปริมาณฝนในเขตฝนตกชุกมาก (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545) ซึ่งเป็นปริมาณฝนในระดับปรกติของพื้นที่ แสดงถึงประสิทธิภาพในการระบายน้ำของพื้นที่ศึกษาว่า สามารถระบายน้ำออกได้แม้กระทั่งมีปริมาณมาก จากการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ มักเกิดขึ้นในขณะที่มีพายุหรือการเปลี่ยนแปลงทางความกดอากาศเข้ามาในพื้นที่ จากอิทธิพลของดีเปรสชั่นและพายุไต้ฝุ่นประจำฤดู นำพาน้ำปริมาณมากมาสู่พื้นที่ โดยจากการวิเคราะห์ถึงสาเหตุและลักษณะของการนำพาทำให้สามารถจำแนกลักษณะที่มาของ น้ำนำเข้าพื้นที่ (Input water) ได้ดังนี้

1. น้ำจากแม่น้ำจันทบุรี ซึ่งเป็นแม่น้ำสายหลักในพื้นที่ลุ่มน้ำฝั่งตะวันออก มีขนาดกว้างประมาณ 70 เมตร เกิดจากการรวบรวมปริมาณน้ำจากแม่น้ำใหญ่หลายสายและรวบรวมน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำต่อเนื่องจากจังหวัดอื่นเช่น ลุ่มน้ำประแสร์จากจังหวัดระยอง เป็นต้น คุณภาพอัตราการไหล (Flow) ของแม่น้ำจันทบุรี ไม่สามารถวัดได้แน่นอน เนื่องจากอิทธิพลจากน้ำทะเลหนุน ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนต่อการวัดค่า ทำให้ไม่สามารถประมวลปริมาณน้ำที่แม่น้ำจันทบุรีมีอยู่ได้อย่างแน่นอน การแจกแจงคุณภาพจึงใช้ระดับน้ำในแม่น้ำ เปรียบเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยมีค่าความสูงของขอบตลิ่งที่ 3.61 ม.จากระดับน้ำทะเลที่ฝั่งซ้าย และ 4.02 ม.จากระดับน้ำทะเลที่ฝั่งขวา

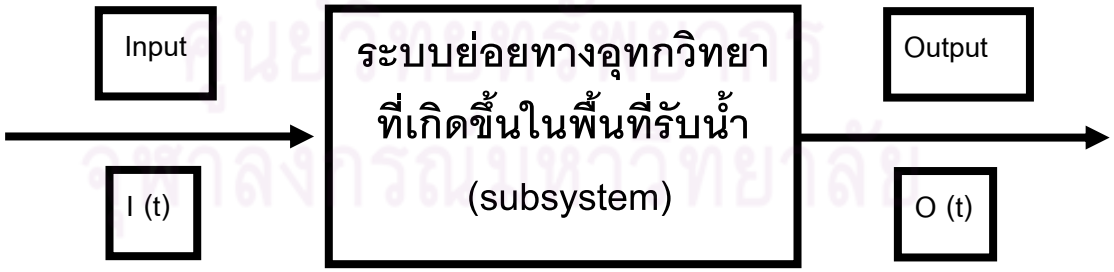
2. น้ำท่า (runoff) ที่เกิดขึ้นเมื่อมีฝนตกจากพื้นที่สูงสองฝั่งแม่น้ำ ซึ่งมีลักษณะเป็นเขาขนาดเล็กทั้งสองฝั่ง

3. น้ำฝนที่ตกในพื้นที่ราบตีนเทือกเขา ซึ่งเป็นพื้นที่ตั้งของเขตเทศบาลเมืองจันทบุรี มีปริมาณเฉลี่ย 25.68 มม.ต่อวัน

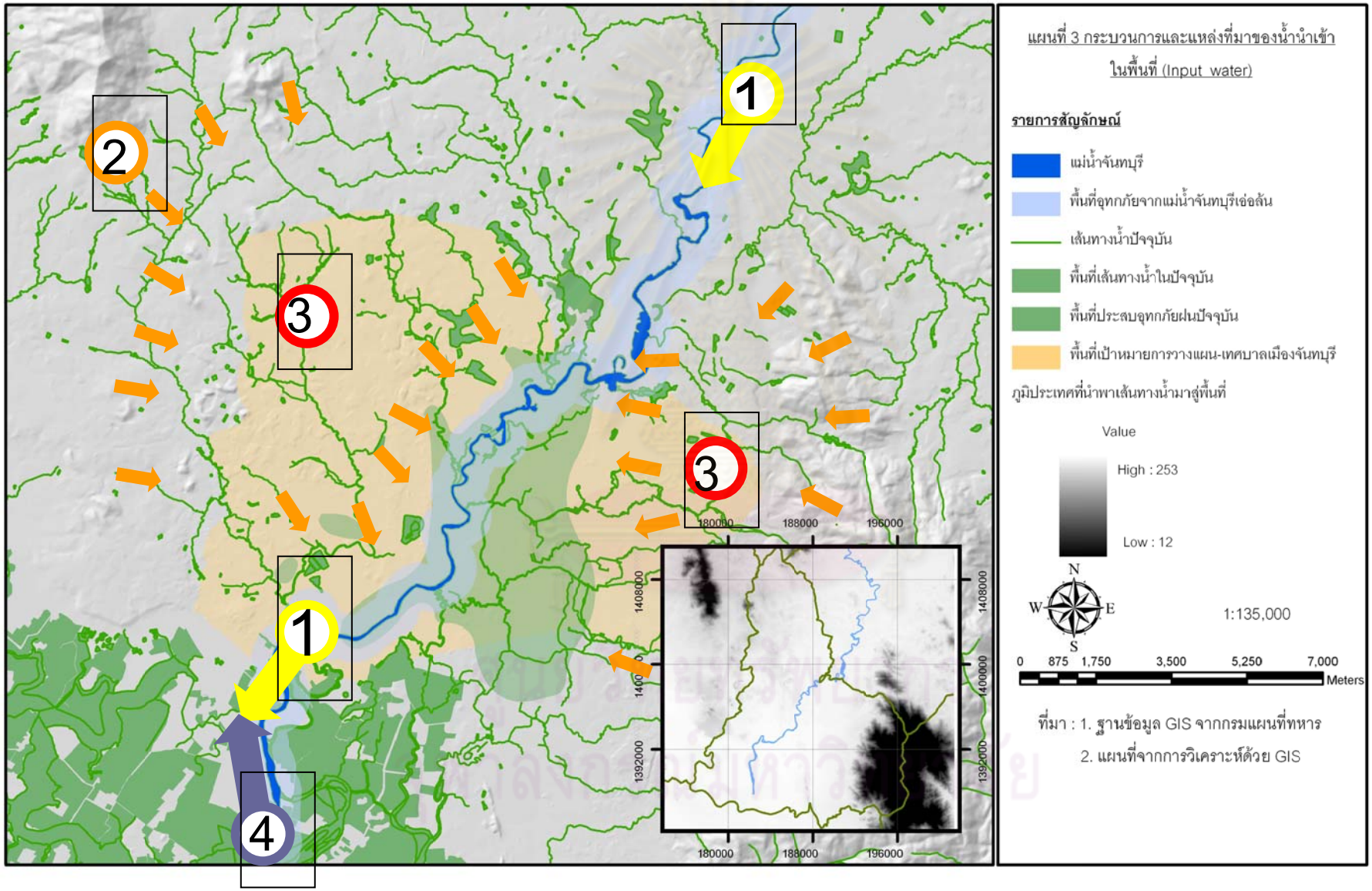
4. อิทธิพลจากน้ำทะเลหนุน ตามรอบการขึ้น-ลงของน้ำทะเล ในสองรอบต่อหนึ่งวัน สามารถทำให้เกิดอุทกภัยขึ้นได้ถ้าจังหวะของน้ำทะเลสูงสุดเป็นเวลาเดียวกับที่มีเหตุการณ์ฝนตกในพื้นที่ ทำให้แม่น้ำจันทบุรีไม่สามารถรองรับปริมาณน้ำได้ทำให้เกิดปัญหาน้ำเอ่อล้นจากแม่น้ำจันทบุรีขึ้น

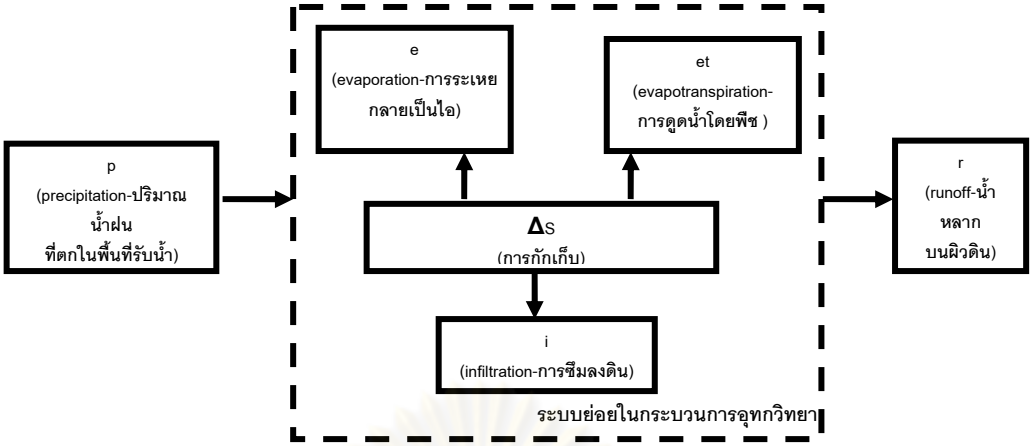
ลักษณะที่มาของ Input water เหล่านี้ ทำให้สามารถจำแนกปัญหาทางอุทกวิทยาของพื้นที่ได้อย่างชัดเจนว่าเกิดใน สามลักษณะคือ 1.ปัญหาน้ำไหลผ่านตัวเมืองที่มีปริมาณมากเกินจากฝนที่ตกหนักและพื้นที่เมืองตั้งอยู่ปลายทางออกของน้ำ (Output water) 2.ปัญหาน้ำเอ่อล้นจากแม่น้ำจันทบุรีจากอิทธิพลน้ำทะเลหนุนผนวกกับน้ำที่มีอยู่ในแม่น้ำอยู่แล้ว และ 3.ปัญหาน้ำท่วมขังในพื้นที่ต่ำ ซึ่งการแก้ปัญหาที่ผ่านมา ได้ใช้การออกแบบระบบระบายน้ำแบบวิศวกรรมและท่อ ในการนำน้ำออกนอกพื้นที่ มีประสิทธิภาพการแก้ปัญหาได้ดี สามารถแก้ปัญหาการระบายน้ำไหลผ่านตัวเมืองในพื้นที่ฝั่งขวาของแม่น้ำจันทบุรีได้ แต่ปัญหาน้ำท่วมขังในพื้นที่ฝั่งซ้ายของแม่น้ำจันทบุรี บริเวณตำบลจันทนิมิต ยังไม่สามารถแก้ไขได้ ทำให้มีรายงานการเกิดปัญหาน้ำท่วมในตำบลจันทนิมิตในทุกปี จึงแปลงข้อมูลดังกล่าวลงในระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ ดังปรากฏในแผนที่ 3

ในการศึกษากระบวนการทางอุทกวิทยา สามารถนำข้อมูลข้างต้นไปสร้างแบบจำลอง ของพื้นที่รับน้ำ (Hydrological Model) ได้สามแบบจำลอง จาก input water ที่แตกต่างกัน (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545) เพื่อความง่ายต่อการมองภาพรวมระบบอุทกวิทยาของพื้นที่ศึกษา โดยการวิจัยนี้ได้เลือกสร้างแบบจำลองจาก input water แบบที่ 3 คือจากน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ เนื่องจากสามารถเจาะจงแหล่งที่มาและปริมาณของน้ำนำเข้า (input water) และน้ำนำออก (output water) ของพื้นที่รับน้ำได้ อีกทั้งผลต่างของปริมาณน้ำนำเข้าและน้ำนำออกนี้ ซึ่งเป็นผลจากกระบวนการทางอุทกวิทยาในระบบย่อย นั่นคือ การซึมลงดิน, การระเหย, การคายระเหยน้ำ, และการกักเก็บที่ผิวดิน อันแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางอุทกวิทยากับภูมิทัศน์อย่างชัดเจน ด้วยการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่า, และลักษณะทางกายภาพของพื้นที่รับน้ำในเชิงปริมาณจากพื้นฐานวิชาอุทกวิทยา



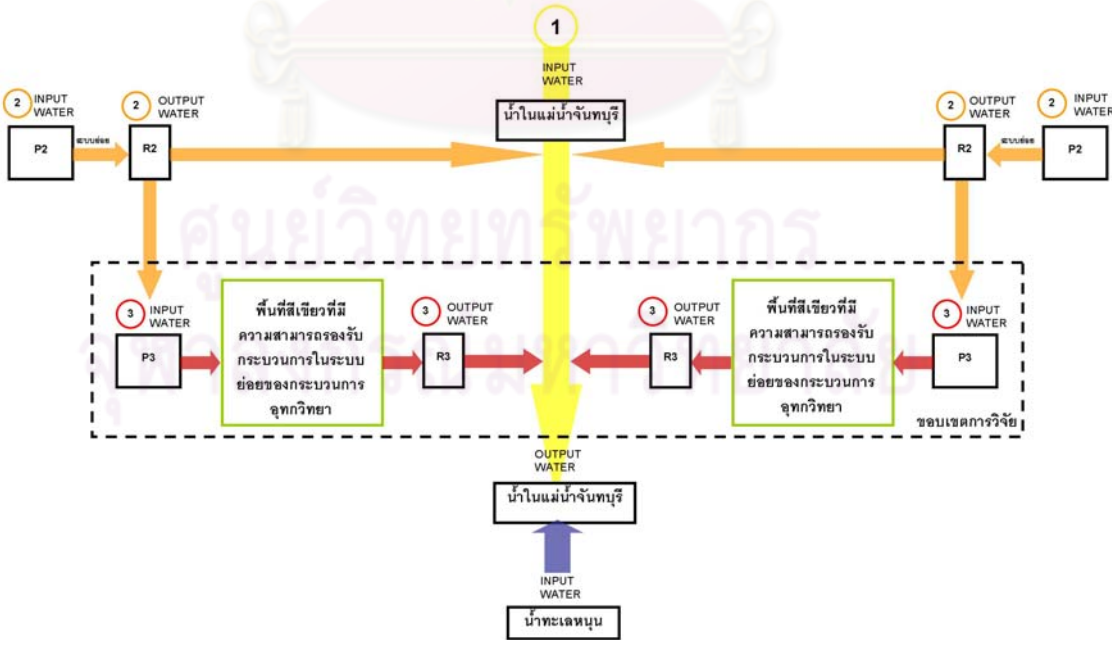
รูปที่ 43 ต้นแบบแบบจำลองกระบวนการอุทกวิทยา เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่รับน้ำ (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545)


แผนที่ 3 กระบวนการและแหล่งที่มาของน้ำนำเข้าในพื้นที่ (Input water)
รายการสัญลักษณ์
แม่น้ำจันทบุรี
พื้นที่อุทกภัยจากแม่น้ำจันทบุรีเอ่อล้น
เส้นทางน้ำปัจจุบัน
พื้นที่เส้นทางน้ำในปัจจุบัน
พื้นที่ประสบอุทกภัยฝนปัจจุบัน
พื้นที่เป้าหมายการวางแผน-เทศบาลเมืองจันทบุรี
ภูมิประเทศที่นำพาเส้นทางน้ำมาสู่พื้นที่
Value
High : 253
Low : 12
N
W
E
S
1:135,000
0 875 1,750 3,500 5,250 7,000
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. แผนที่จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
1
2
3
3
1
4
180000
188000
196000
1408000
1400000
1392000



รูปที่ 44 แบบจำลองกระบวนการอุทกวิทยาเพื่อการวิจัย (ประยุกต์จาก ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2545)

จากแบบจำลองและแผนที่ 3 ได้แสดงขอบเขตของการวิจัย โดยมีขอบเขตทางด้านเนื้อหาเน้นที่การวางแผนภูมิทัศน์ ให้รองรับน้ำนำเข้า หรือ Input water ที่มาจากปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่เท่านั้น เนื่องจากเป็นปัจจัยในระดับพื้นที่ศึกษาที่สามารถใช้ศึกษาการแก้ปัญหาด้วยการวางแผนภูมิทัศน์ได้ ภายในระยะเวลาการวิจัยที่กำหนด ทำให้มีข้อมูลที่จำเป็นต้องวิเคราะห์และสังเคราะห์ที่สำคัญ คือ การประมาณค่าการไหลหลากบนผิวดิน และคุณสมบัติการกักเก็บและการซึมน้ำของภูมิทัศน์ เพื่อใช้ในการวางแผนและสร้างแนวทางสู่การออกแบบพื้นที่สีเขียว ให้มีคุณสมบัติตามกระบวนการย่อยในระบบอุทกวิทยา ดังแสดงขอบเขตการวิจัยตามแบบจำลองกระบวนการทางอุทกวิทยาใน รูปที่ 45



รูปที่ 45 ขอบเขตการวิจัยตามแบบจำลองกระบวนการทางอุทกวิทยา

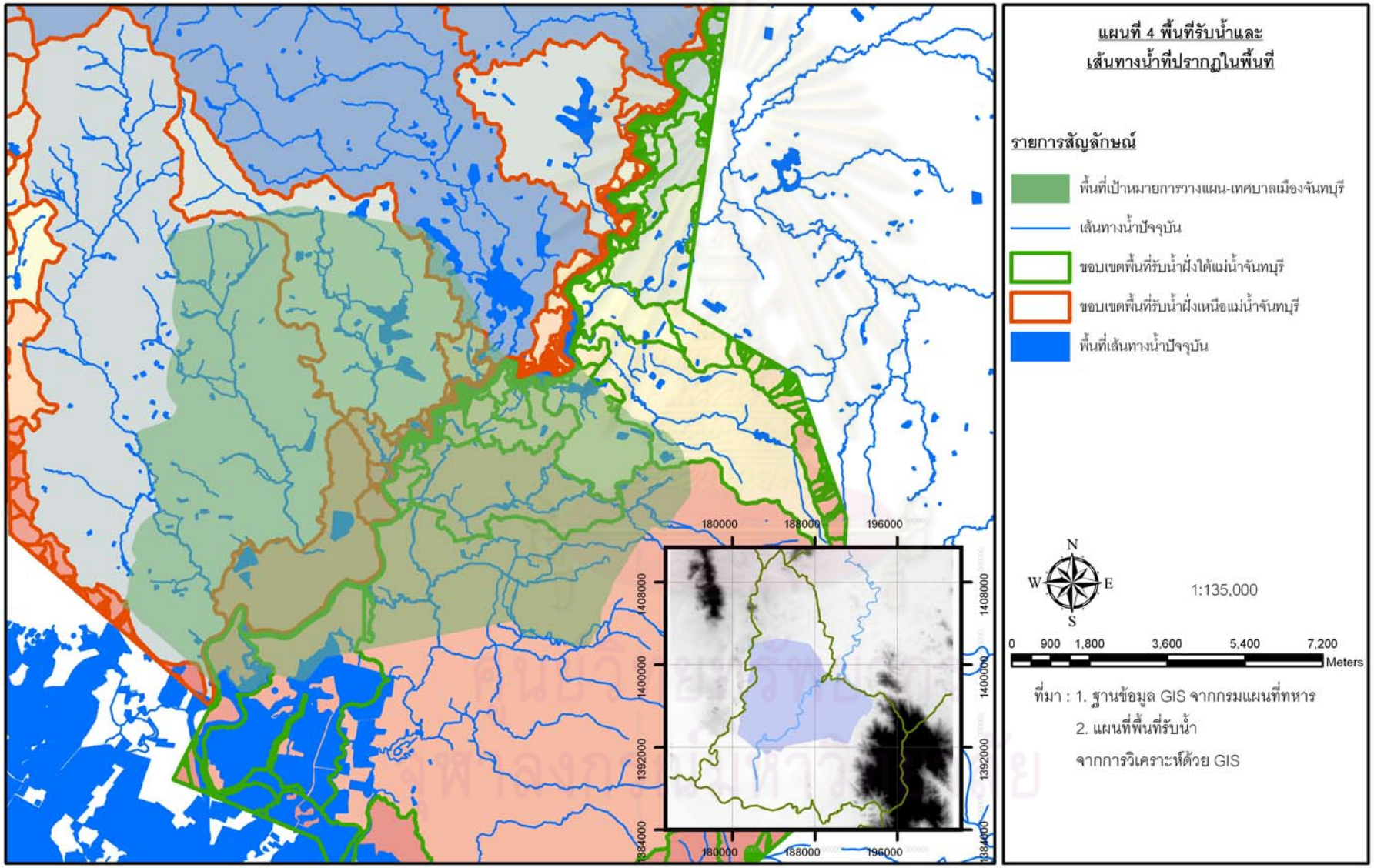
บทที่ 4
การวิเคราะห์

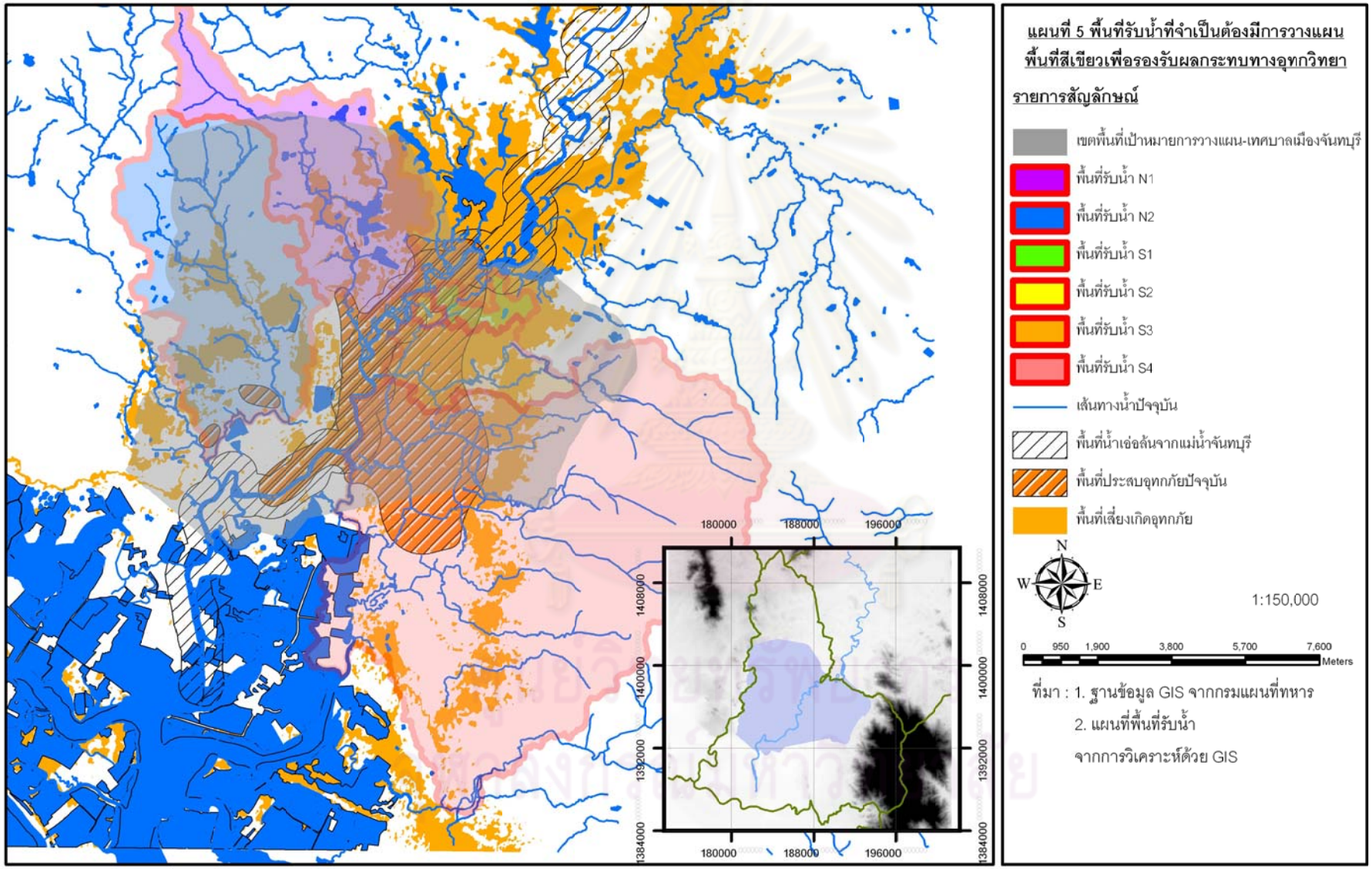
การวิเคราะห์คุณลักษณะของภูมิทัศน์ในกระบวนทางอุทกวิทยา เริ่มต้นที่การจำแนกบทบาทหน้าที่และความสัมพันธ์ของภูมิทัศน์ต่อระบบอุทกวิทยา ซึ่งเป็นเสมือนตัวกลางในการรองรับกระบวนการที่จะเกิดขึ้น ความสัมพันธ์ที่สำคัญคือ ลักษณะทางกายภาพของภูมิทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กับการไหล หรือรูปแบบการไหลของน้ำ ทั้งนี้ ในการดำเนินการวิเคราะห์เริ่มต้นที่การกำหนดขอบเขตของพื้นที่ศึกษา โดยใช้ขอบเขตพื้นที่รับน้ำ (Watershed) เป็นตัวกำหนด โดยวิเคราะห์จากข้อมูลเส้นชั้นเส้นระดับความสูง (Contour) จากน้ำทะเล ข้อมูลจากกรมแผนที่ทหาร ผนวกกับการวิเคราะห์เส้นทางการไหลของน้ำ ทำให้สามารถกำหนดขอบเขตพื้นที่รับน้ำภายในบริเวณศึกษาได้

4.1 องค์ประกอบทางภูมิทัศน์ของพื้นที่ศึกษา

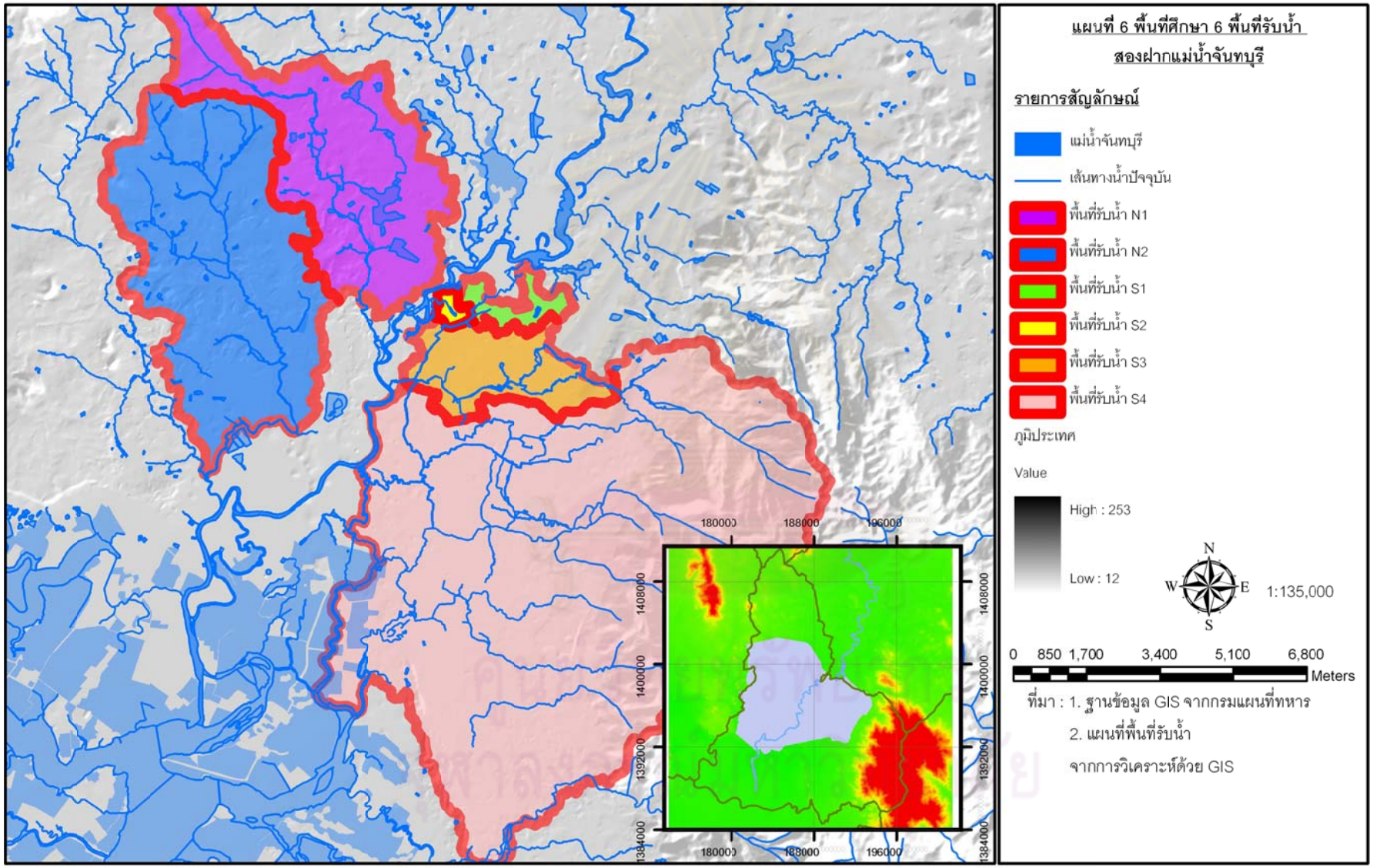
จากการวิเคราะห์ด้วยระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ ด้วยเครื่องมือ Hydrology (สุเพชร จิร-ขจรกุล, 2552) พบว่าพื้นที่เทศบาลเมืองตั้งอยู่บนพื้นที่รับน้ำจำนวน 10 พื้นที่รับน้ำ ดังปรากฏในแผนที่ 4 และเนื่องจากเป้าหมายในการวางแผน เป็นไปเพื่อการวางแผนพื้นที่สีเขียวสำหรับการบรรเทาผลกระทบทางอุทกวิทยาในพื้นที่เทศบาลเมืองเป็นสำคัญ ฉะนั้น การกำหนดขอบเขต จึงใช้พื้นที่รับน้ำที่ซ้อนทับกับขอบเขตเทศบาลเมืองจันทบุรี และซ้อนทับกับพื้นที่ที่มีความเสี่ยงได้รับผลกระทบ คือ ในพื้นที่ที่มีระดับความสูงจากน้ำทะเลที่ 3.00 ถึง 7.00 เมตร ทำให้สามารถเลือกพื้นที่รับน้ำได้ ดังปรากฏใน แผนที่ 5 ซึ่งประกอบไปด้วยพื้นที่รับน้ำจำนวน 6 พื้นที่ด้วยกัน แบ่งเป็นพื้นที่รับน้ำฝั่งเหนือแม่น้ำจันทบุรี จำนวน 2 พื้นที่รับน้ำ รหัส N1 และ N2 และพื้นที่รับน้ำฝั่งใต้แม่น้ำจันทบุรี จำนวน 4 พื้นที่รับน้ำ รหัส S1, S2, S3 และ S4 ดังปรากฏใน รูปที่ 46 และ แผนที่ 6

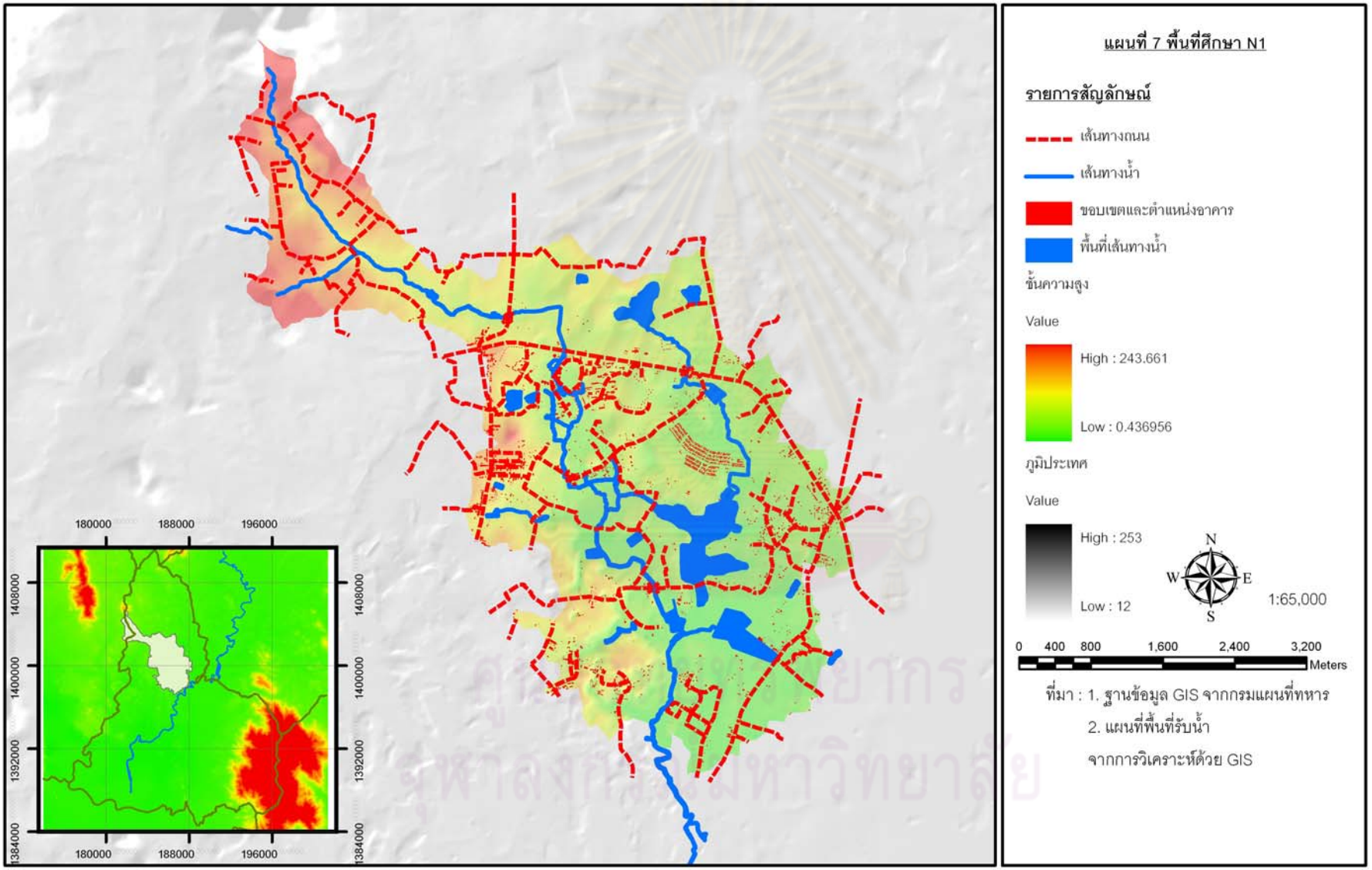
การจำแนกองค์ประกอบทางภูมิทัศน์ในแต่ละพื้นที่รับน้ำทำให้ได้ตำแหน่งและคุณลักษณะต่างๆ ขององค์ประกอบนั้น สามารถแปลงเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบแผนที่ ด้วยการนำข้อมูลที่ตั้งอาคาร, ถนน, เส้นทางน้ำ, และชั้นความสูงจากกรมแผนที่ทหารและโครงการปรับปรุงผังเมืองรวม เทศบาลเมืองจันทบุรี นำเข้าสู่ระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ ดังปรากฏใน แผนที่ 7-12 เพื่อประโยชน์ในการศึกษา ซึ่งในการศึกษานี้เป็นการศึกษาผลกระทบทางอุทกวิทยาต่อภูมิทัศน์เมือง จึงมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ รูปแบบการวางตัวขององค์ประกอบชุมชนเมืองซึ่งประกอบด้วยตำแหน่งขอบเขตพื้นที่ของอาคารและถนน

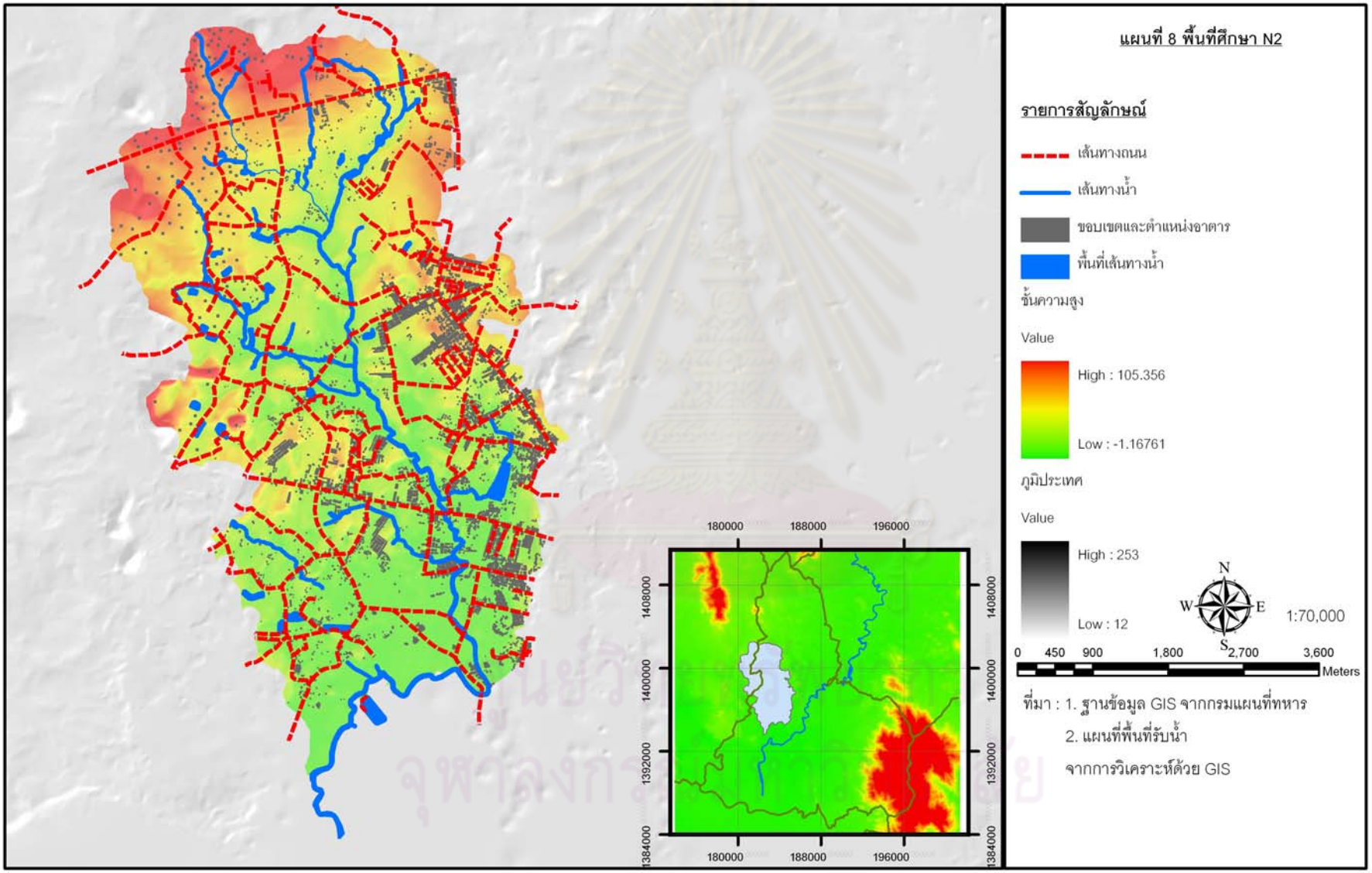

แผนที่ 4 พื้นที่รับน้ำและ
เส้นทางน้ำที่ปรากฏในพื้นที่
รายการสัญลักษณ์
พื้นที่เป้าหมายการวางแผน-เทศบาลเมืองจันทบุรี
เส้นทางน้ำปัจจุบัน
ขอบเขตพื้นที่รับน้ำฝั่งใต้แม่น้ำจันทบุรี
ขอบเขตพื้นที่รับน้ำฝั่งเหนือแม่น้ำจันทบุรี
พื้นที่เส้นทางน้ำปัจจุบัน
N
W
E
S
1:135,000
0 900 1,800 3,600 5,400 7,200
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. แผนที่พื้นที่รับน้ำ
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
180000
188000
196000
1408000
1400000
1392000
1384000

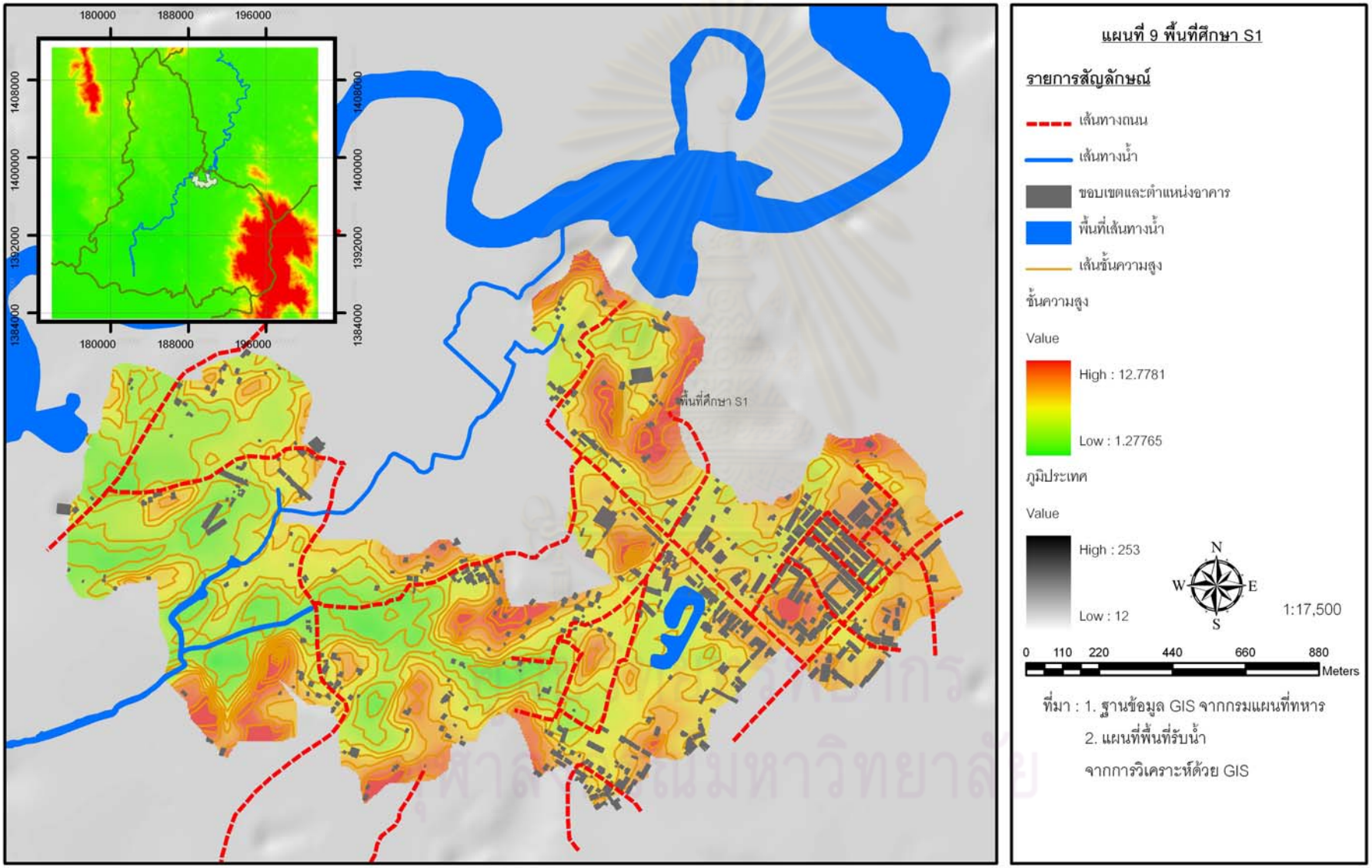

แผนที่ 5 พื้นที่รับน้ำที่จำเป็นต้องมีการวางแผน
พื้นที่สีเขียวเพื่อรองรับผลกระทบทางอุทกวิทยา
รายการสัญลักษณ์
เขตพื้นที่เป้าหมายการวางแผน-เทศบาลเมืองจันทบุรี
พื้นที่รับน้ำ N1
พื้นที่รับน้ำ N2
พื้นที่รับน้ำ S1
พื้นที่รับน้ำ S2
พื้นที่รับน้ำ S3
พื้นที่รับน้ำ S4
เส้นทางน้ำปัจจุบัน
พื้นที่น้ำเอ่อล้นจากแม่น้ำจันทบุรี
พื้นที่ประสบอุทกภัยปัจจุบัน
พื้นที่เสี่ยงเกิดอุทกภัย
N
W
E
S
1:150,000
0 950 1,900 3,800 5,700 7,600
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. แผนที่พื้นที่รับน้ำ
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
180000
188000
196000
1408000
1400000
1392000
1384000

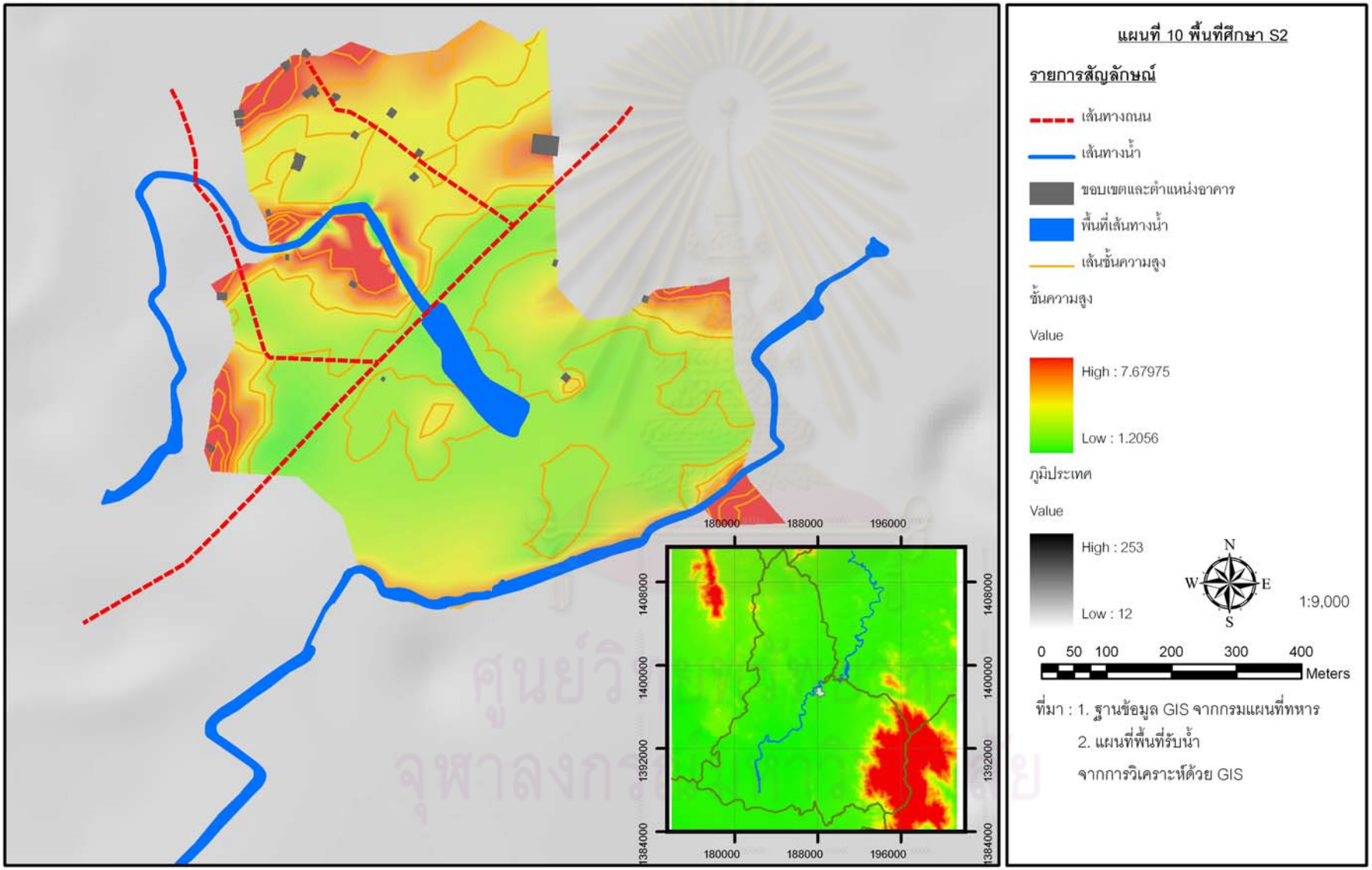
61

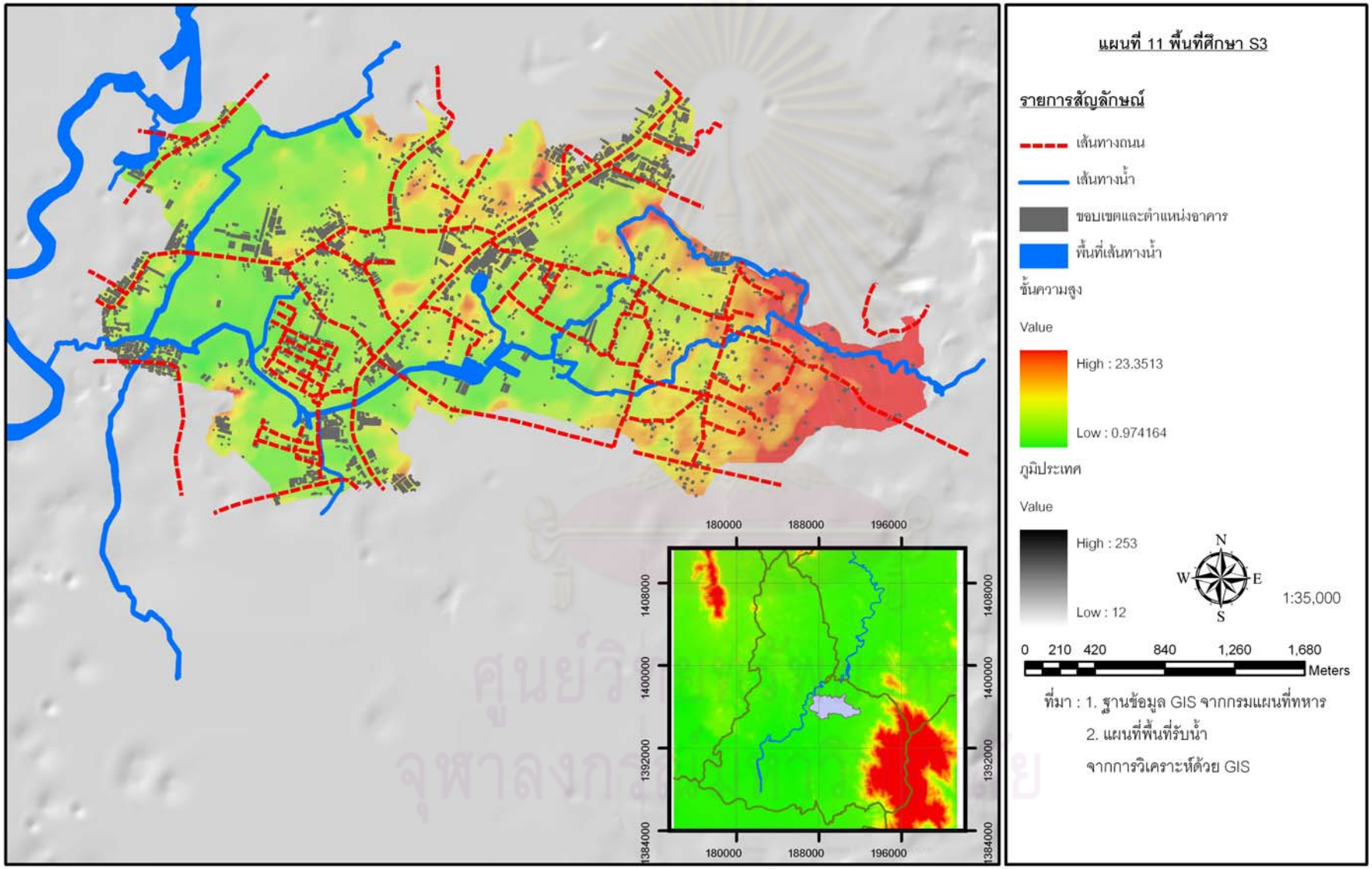

แผนที่ 6 พื้นที่ศึกษา 6 พื้นที่รับน้ำ
สองฝากแม่น้ำจันทบุรี
รายการสัญลักษณ์
แม่น้ำจันทบุรี
เส้นทางน้ำปัจจุบัน
พื้นที่รับน้ำ N1
พื้นที่รับน้ำ N2
พื้นที่รับน้ำ S1
พื้นที่รับน้ำ S2
พื้นที่รับน้ำ S3
พื้นที่รับน้ำ S4
ภูมิประเทศ
Value
High : 253
Low : 12
N
W
E
S
1:135,000
0 850 1,700 3,400 5,100 6,800
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. แผนที่พื้นที่รับน้ำ
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
180000
188000
196000
1408000
1400000
1392000
1384000

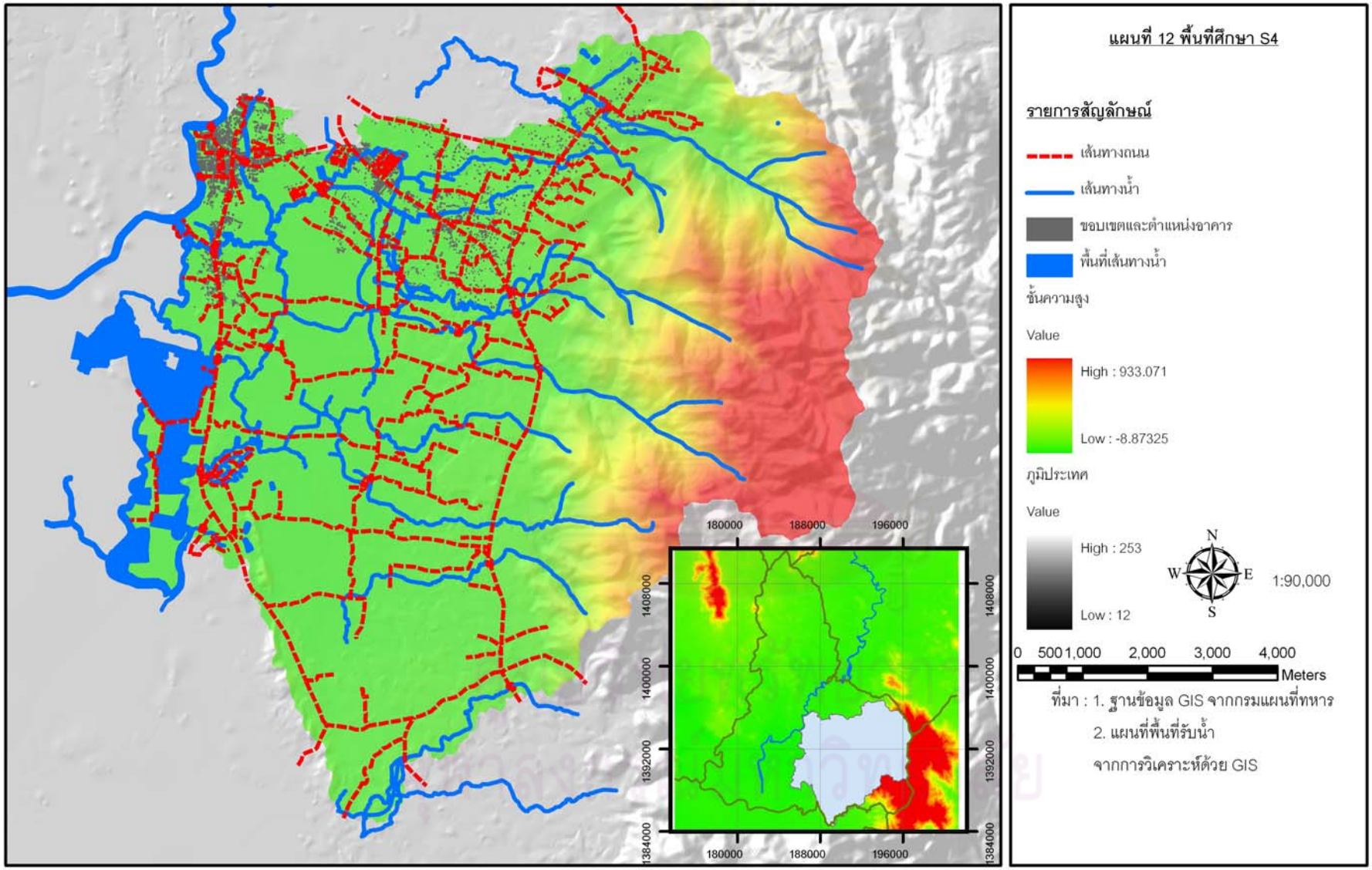

แผนที่ 7 พื้นที่ศึกษา N1
รายการสัญลักษณ์
เส้นทางถนน
เส้นทางน้ำ
ขอบเขตและตำแหน่งอาคาร
พื้นที่เส้นทางน้ำ
ชั้นความสูง
Value
High : 243.661
Low : 0.436956
ภูมิประเทศ
Value
High : 253
Low : 12
N
W
E
S
1:65,000
0 400 800 1,600 2,400 3,200
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. แผนที่พื้นที่รับน้ำ
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
180000
188000
196000
1408000
1400000
1392000
1384000

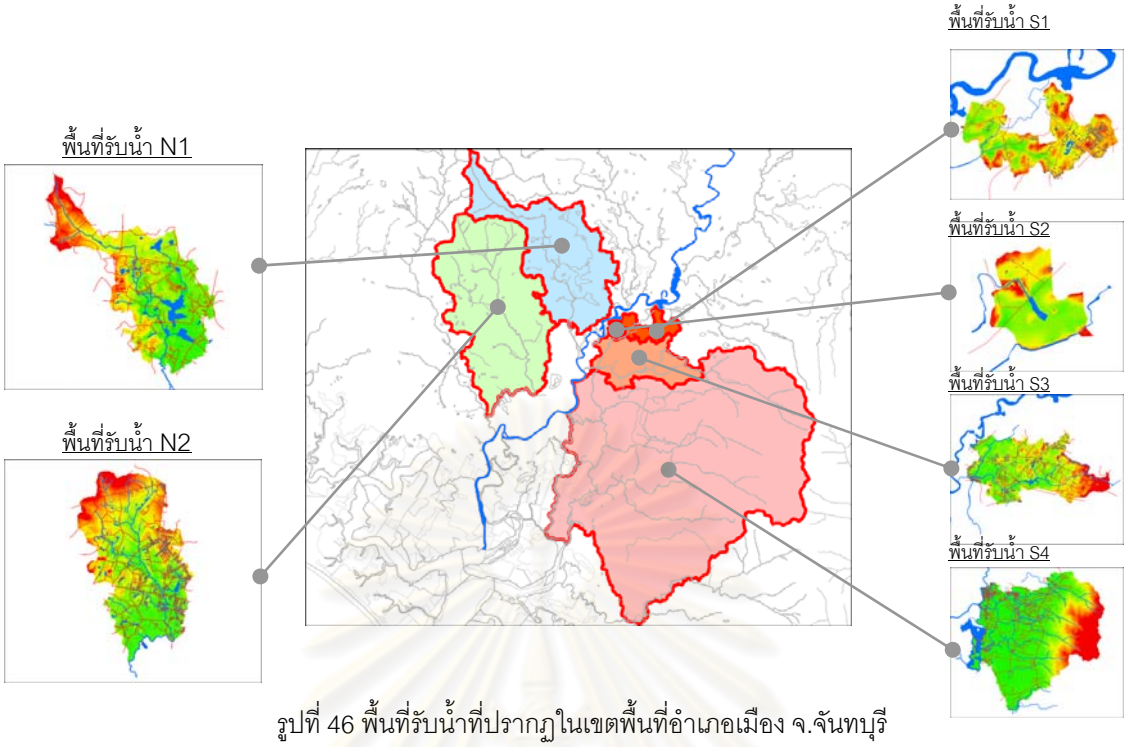

แผนที่ 8 พื้นที่ศึกษา N2
รายการสัญลักษณ์
เส้นทางถนน
เส้นทางน้ำ
ขอบเขตและตำแหน่งอาคาร
พื้นที่เส้นทางน้ำ
ชั้นความสูง
Value
High : 105.356
Low : -1.16761
ภูมิประเทศ
Value
High : 253
Low : 12
N
W
E
S
1:70,000
0 450 900 1,800 2,700 3,600
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. แผนที่พื้นที่รับน้ำ
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
180000
188000
196000
1408000
1400000
1392000
1384000


180000
188000
196000
1408000
1400000
1392000
1384000
พื้นที่ศึกษา S1
แผนที่ 9 พื้นที่ศึกษา S1
รายการสัญลักษณ์
เส้นทางถนน
เส้นทางน้ำ
ขอบเขตและตำแหน่งอาคาร
พื้นที่เส้นทางน้ำ
เส้นชั้นความสูง
ชั้นความสูง
Value
High : 12.7781
Low : 1.27765
ภูมิประเทศ
Value
High : 253
Low : 12
N
W
E
S
1:17,500
0 110 220 440 660 880
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. แผนที่พื้นที่รับน้ำ
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS


แผนที่ 10 พื้นที่ศึกษา S2
รายการสัญลักษณ์
เส้นทางถนน
เส้นทางน้ำ
ขอบเขตและตำแหน่งอาคาร
พื้นที่เส้นทางน้ำ
เส้นชั้นความสูง
ชั้นความสูง
Value
High : 7.67975
Low : 1.2056
ภูมิประเทศ
Value
High : 253
Low : 12
N
W
E
S
1:9,000
0 50 100 200 300 400
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. แผนที่พื้นที่รับน้ำ
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
180000
188000
196000
1408000
1400000
1392000
1384000


แผนที่ 11 พื้นที่ศึกษา S3
รายการสัญลักษณ์
เส้นทางถนน
เส้นทางน้ำ
ขอบเขตและตำแหน่งอาคาร
พื้นที่เส้นทางน้ำ
ชั้นความสูง
Value
High : 23.3513
Low : 0.974164
ภูมิประเทศ
Value
High : 253
Low : 12
N
W
E
S
1:35,000
0 210 420 840 1,260 1,680
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. แผนที่พื้นที่รับน้ำ
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
180000
188000
196000
1408000
1400000
1392000
1384000


แผนที่ 12 พื้นที่ศึกษา S4
รายการสัญลักษณ์
เส้นทางถนน
เส้นทางน้ำ
ขอบเขตและตำแหน่งอาคาร
พื้นที่เส้นทางน้ำ
ชั้นความสูง
Value
High : 933.071
Low : -8.87325
ภูมิประเทศ
Value
High : 253
Low : 12
N
W
E
S
1:90,000
0 500 1,000 2,000 3,000 4,000
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. แผนที่พื้นที่รับน้ำ
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
180000
188000
196000
1408000
1400000
1392000
1384000



รูปที่ 46 พื้นที่รับน้ำที่ปรากฏในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จ.จันทบุรี

4.2 ขอบเขตการศึกษาและพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง

จากการจำแนกองค์ประกอบทางภูมิทัศน์ ทำให้สามารถกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาโดยอ้างอิงตามขอบเขตพื้นที่รับน้ำ จำนวน 6 พื้นที่รับน้ำที่มีผลต่อการบรรเทาผลกระทบทางอุทกวิทยาของพื้นที่เป้าหมาย คือ บริเวณเทศบาลเมืองจันทบุรี เนื่องด้วยข้อจำกัดในการศึกษา ในเรื่องข้อมูลและระยะเวลาในการศึกษา จึงไม่สามารถศึกษาการวางแผนพื้นที่สีเขียวได้ทั้งหมด 6 พื้นที่รับน้ำ ในการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกตัวอย่างพื้นที่รับน้ำที่เป็นตัวแทนพื้นที่ที่มีโอกาสได้รับผลกระทบ เป็นตัวแทนของพื้นที่โดยทั่วไป คือ 1.พื้นที่รับน้ำรหัส N2 ในฝั่งเหนือแม่น้ำจันทบุรี และ 2.พื้นที่รับน้ำรหัส S3 ในฝั่งใต้แม่น้ำจันทบุรี

4.2.1. พื้นที่รับน้ำรหัส N2

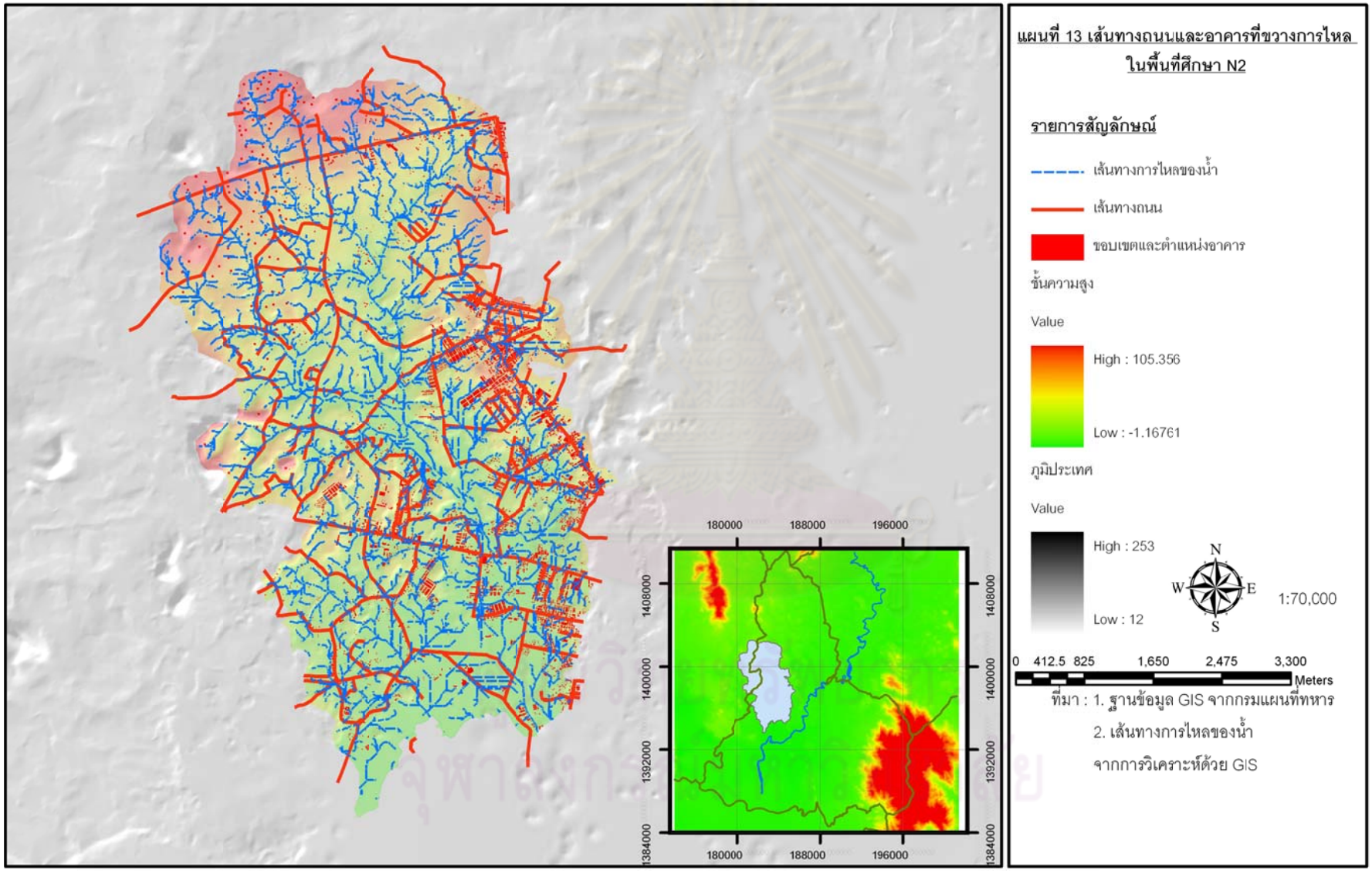
ลักษณะโดยทั่วไปของ พื้นที่รับน้ำรหัส N2 เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำ ล้อมรอบด้วยเทือกเขาขนาดเล็กเป็นตัวกำหนดขอบเขตพื้นที่รับน้ำนี้ มีลำน้ำสายหลักคือ คลองน้ำใส และลำน้ำสายย่อยอีก 5 สาย มีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 29.24 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมบางส่วนของเทศบาลเมือง และบางส่วนของตำบลบางกระจะ จากการศึกษาองค์ประกอบทางภูมิทัศน์ ดังแสดงใน แผนที่ 8 พื้นที่รับน้ำรหัส N2 เป็นพื้นที่เมืองที่ไม่หนาแน่น ไม่ใช่ตัวเมืองชั้นใน และยังมีโอกาสในการพัฒนาขยายตัวของพื้นที่เมืองออกไปได้ อีกทั้งยังเป็นพื้นที่ชั้นต้น ของพื้นที่รับน้ำ ซึ่งทางปลายน้ำเป็นพื้นที่

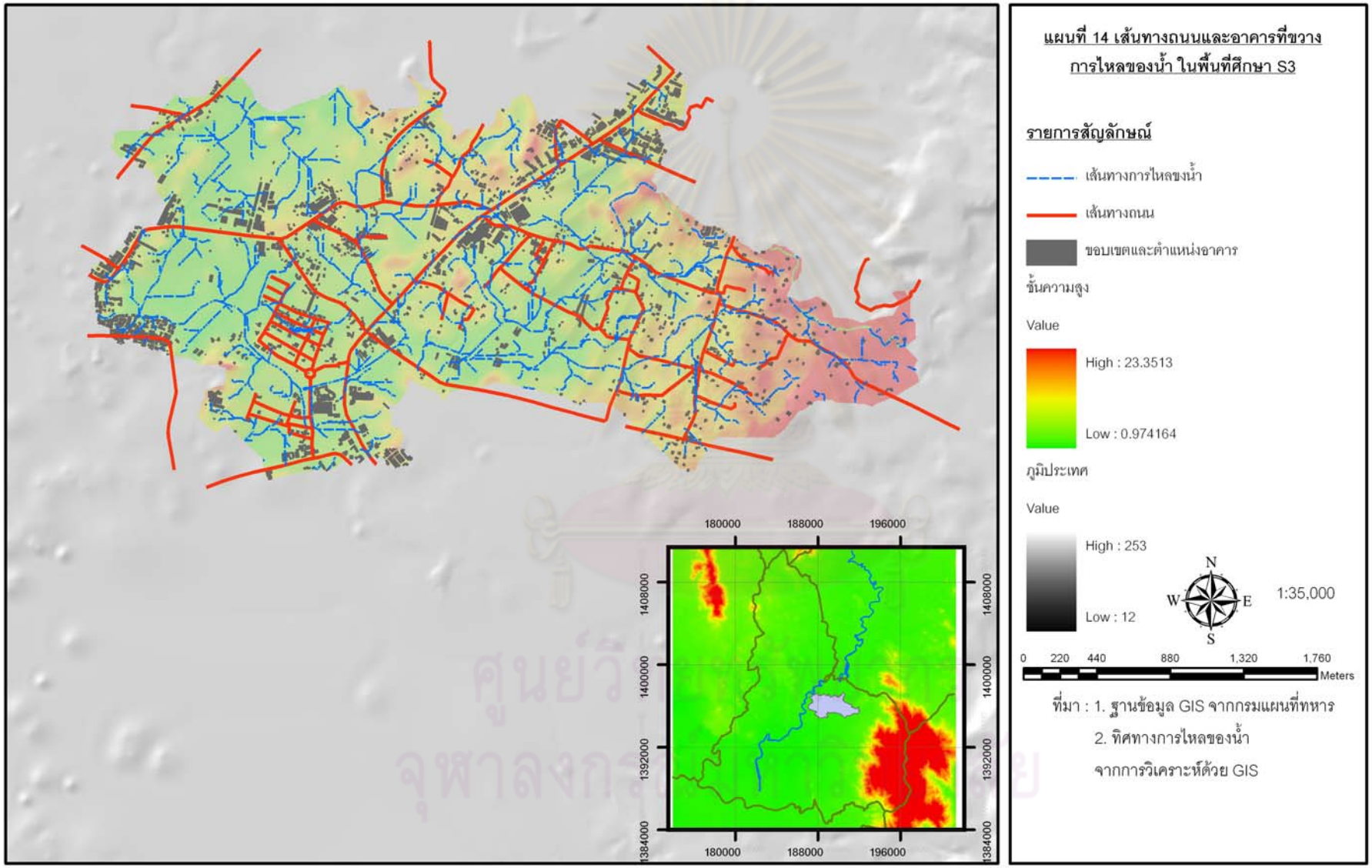
เป้าหมายคือเทศบาลเมือง จึงมีโอกาสในการจัดหาพื้นที่เพื่อกำหนดให้เป็นพื้นที่สีเขียวสำหรับการบรรเทาผลกระทบจากอุทกวิทยาได้

จากการศึกษา รูปแบบการไหล (Drainage pattern) จากระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศด้วยวิธีการวิเคราะห์เส้นทางการไหลของ Strahler ด้วยเครื่องมือ Stream Order ในหมวดการวิเคราะห์อุทกวิทยา (Hydrology analysis) (สุเพชร จิรขจรกุล, 2552) ดังแสดงใน แผนที่ 13 ได้แสดงถึงความขัดแย้งกันขององค์ประกอบทางภูมิทัศน์เมืองคือ ถนนและตัวอาคาร กับ รูปแบบการไหลที่ได้จากการวิเคราะห์ กล่าวคือ พื้นที่เมืองซึ่งประกอบไปด้วยตัวอาคารและเส้นทางถนน วางตัวขัดขวางกับรูปแบบการไหลอย่างเห็นได้ชัดเจน อีกทั้งยังมีการวางอาคารในพื้นที่จุดรวมน้ำในบางพื้นที่ ทำให้สามารถสรุปได้ว่าพื้นที่รับน้ำรหัส N2 มีโอกาสที่จะได้รับผลกระทบทางอุทกวิทยาเหมือนพื้นที่ทั่วๆไป ทำให้ พื้นที่รับน้ำรหัส N2 เป็นตัวแทนที่ชัดเจน จึงเลือกพื้นที่รับน้ำรหัส N2 นี้เป็นพื้นที่ศึกษาตัวอย่างที่ 1

4.2.2. พื้นที่รับน้ำรหัส S3

ลักษณะโดยทั่วไปของ พื้นที่รับน้ำรหัส S3 เป็นที่ราบลุ่มริมฝั่งแม่น้ำจันทบุรี มีระนาบเป็นแอ่งกระทะขนาดเล็ก ระหว่างแม่น้ำจันทบุรีกับตีนเทือกเขาสระบาป ล้อมรอบด้วยลำน้ำหลักห้าสายคือ คลองหนองน้ำ คลองข่า คลองดาวเรือง คลองพลับพลา และคลองโป่งแรด เป็นตัวกำหนดขอบเขตของพื้นที่รับน้ำนี้ มีเนื้อที่ประมาณ 7.47 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ในบริเวณบางส่วนของพื้นที่เทศบาลเมือง บางส่วนของตำบลพลับพลา และบางส่วนของตำบลจันทนิมิต พื้นที่รับน้ำรหัส S3 นี้เป็นพื้นที่ที่ยังปรากฏปัญหาน้ำท่วมขังในพื้นที่แอ่งกระทะ บริเวณปลายทางน้ำออก และประกอบกับเป็นริมฝั่งด้านใต้แม่น้ำที่มีระดับต่ำกว่าอีกฝั่ง ปริมาณน้ำจากฝั่งที่สูงกว่าจึงไหลมารวมกัน เมื่อเกิดฝนตกในพื้นที่ พื้นที่นี้จึงประสบปัญหาทั้งการระบายน้ำล่าช้าจากปริมาณน้ำที่มากเกิน และปัญหาน้ำท่วมขังในพื้นที่แอ่งกระทะ การศึกษานี้ จึงเลือก พื้นที่รับน้ำรหัส S3 นี้เป็นตัวแทนพื้นที่ศึกษาในการวางแผนเพื่อบรรเทาอุทกภัย ในกรณีเพื่อการแก้ปัญหาของพื้นที่เอง โดยเริ่มที่การศึกษารูปแบบการไหลของน้ำของพื้นที่ (สุเพชร จิรขจรกุล, 2552) ดังแสดงใน แผนที่ 14


แผนที่ 13 เส้นทางถนนและอาคารที่ขวางการไหล
ในพื้นที่ศึกษา N2
รายการสัญลักษณ์
เส้นทางการไหลของน้ำ
เส้นทางถนน
ขอบเขตและตำแหน่งอาคาร
ชั้นความสูง
Value
High : 105.356
Low : -1.16761
ภูมิประเทศ
Value
High : 253
Low : 12
N
W
E
S
1:70,000
0 412.5 825 1,650 2,475 3,300
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. เส้นทางการไหลของน้ำ
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
180000
188000
196000
1408000
1400000
1392000
1384000


แผนที่ 14 เส้นทางถนนและอาคารที่ขวางการไหลของน้ำ ในพื้นที่ศึกษา S3
รายการสัญลักษณ์
เส้นทางการไหลของน้ำ
เส้นทางถนน
ขอบเขตและตำแหน่งอาคาร
ชั้นความสูง
Value
High : 23.3513
Low : 0.974164
ภูมิประเทศ
Value
High : 253
Low : 12
N
W
E
S
1:35,000
0 220 440 880 1,320 1,760
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. ทิศทางการไหลของน้ำ
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
180000
188000
196000
1408000
1400000
1392000
1384000

4.3 คุณลักษณะของภูมิทัศน์ในกระบวนการทางอุทกวิทยา

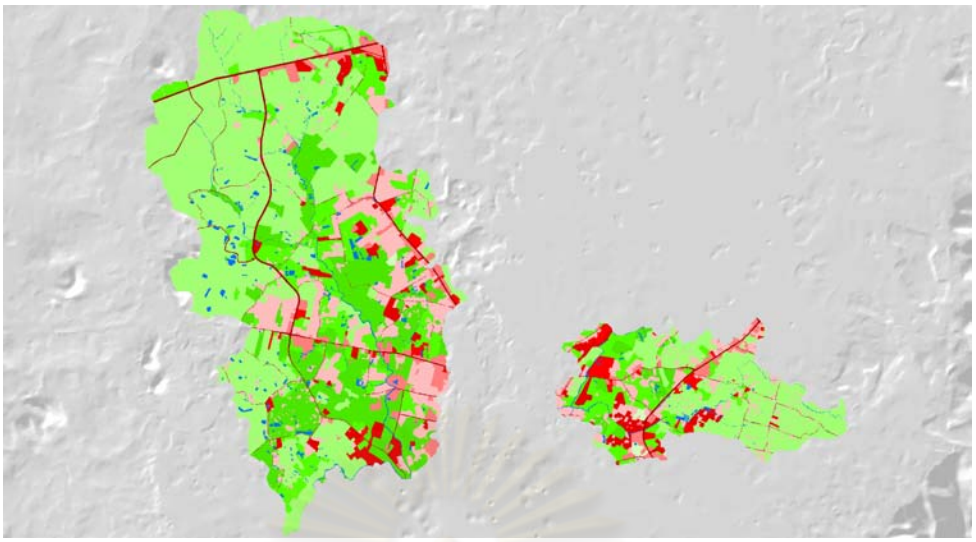
การแจกแจงคุณลักษณะจากการวิเคราะห์ด้วยพื้นฐานวิชาอุทกวิทยา เป็นการศึกษาคุณลักษณะหรือคุณภาพในบทบาทการเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการทางอุทกวิทยาของภูมิทัศน์ ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า บทบาทหน้าที่ที่ภูมิทัศน์พึงมีต่อกระบวนการทางอุทกวิทยา คือ 1. บทบาทการลำเลียงน้ำ 2. บทบาทการกักเก็บน้ำ และ 3. บทบาทการซึมน้ำ ซึ่งในแต่ละบทบาทสามารถแจกแจงได้ด้วยพื้นฐานวิชาทางอุทกศาสตร์ ด้วยการคำนวณค่าเวลาที่น้ำไหลจากจุดไกลสุดของพื้นที่รับน้ำมายังจุดไหลอออกหรือ time of concentration เป็นช่วงเวลาที่จะทำให้เกิดอัตราการไหลสูงสุด ณ จุดปลายทางออกของพื้นที่รับน้ำนั้น เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงคุณภาพหรือคุณลักษณะของภูมิทัศน์ ในบทบาทการลำเลียงได้ และวิธีการการคำนวณหาค่าการไหลหลากตามผิวดิน หรือ Direct runoff เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงบทบาทในการซึมน้ำและกักเก็บน้ำของภูมิทัศน์ได้เช่นกัน จากการศึกษาตามวิธีการด้วยข้อมูลเบื้องต้น ทำให้สามารถแจกแจงคุณลักษณะพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง N2 และ S3 ได้เบื้องต้นดังนี้

4.3.1 คุณลักษณะของพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง N2

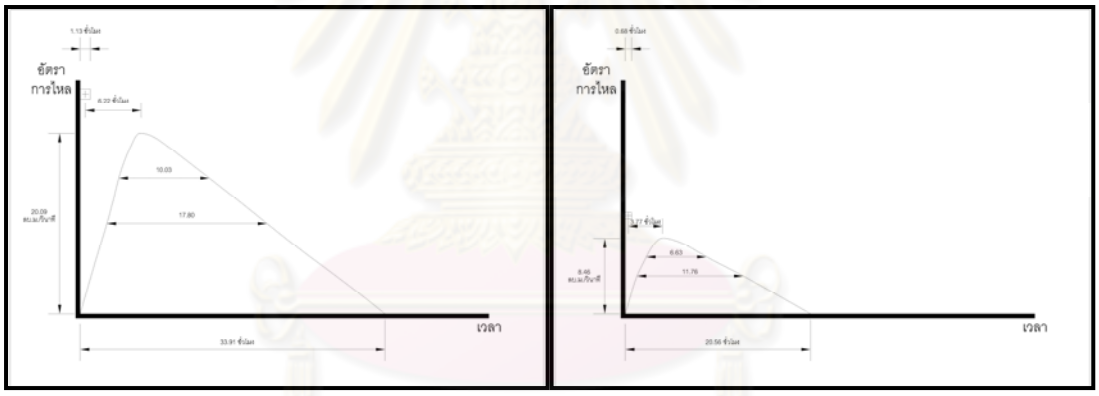
พื้นที่รับน้ำ N2 ความยาวสายน้ำ 13.83 กม.มีพื้นที่รับน้ำ 29.25 ตร.กม.จะมีอัตราการไหลสูงสุด 20.09 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ระยะเวลาของการไหลออกหรือ time base 33.91117 ชั่วโมง เวลาที่น้ำไหลจากจุดไกลสุดของพื้นที่รับน้ำมายังจุดไหลอออกหรือ time of concentration 4.54 ชั่วโมง ประกอบด้วยชุดดิน 5 ชุดคือ 6, 27B, 34, 34B, และ45B มีอัตราส่วนการใช้ที่ดินตามรูปที่ 47 อัตราส่วน pervious area : impervious area = 76.27 : 23.73 ทำให้สามารถคำนวณหาค่าการไหลหลากตามผิวดิน (Direct runoff) ได้ 0.0526 นิ้ว หรือ 1.3150 มม.

4.3.2 คุณลักษณะของพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง S3

พื้นที่รับน้ำ S3 ความยาวสายน้ำ 7.076 กม.มีพื้นที่รับน้ำ 7.476 ตร.กม.จะมีอัตราการไหลสูงสุด 8.46 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ระยะเวลาของการไหลออกหรือ time base 20.56200 ชั่วโมง เวลาที่น้ำไหลจากจุดไกลสุดของพื้นที่รับน้ำมายังจุดไหลอออกหรือ time of concentration 3.18 ชั่วโมง ประกอบด้วยชุดดิน 2 ชุดคือ 6, และ27B มีอัตราส่วนการใช้ที่ดินตามรูปที่ 47 มีอัตราส่วน pervious area : impervious area = 65.15 : 34.85 ทำให้สามารถคำนวณหาค่าการไหลหลากตามผิวดิน (Direct runoff) ได้ 0.2411นิ้ว หรือ 6.0270 มม.



รูปที่ 47 เปรียบเทียบอัตราส่วนพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยพื้นผิวที่น้ำซึมผ่านได้ (Pervious area-สีเขียว) ต่อพื้นผิวที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ (Impervious area-สีแดง) จากการจำแนกด้วยวิธี Curve number ของ SCS ของพื้นที่ศึกษา N2 และ S3 ตามลำดับ



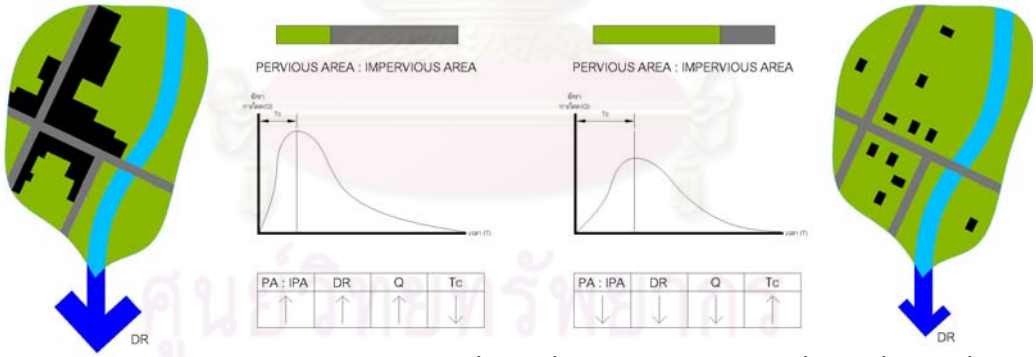
รูปที่ 48 เปรียบเทียบแผนภูมิชลภาพของพื้นที่ศึกษา N2 และ S3 ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้นี้ สามารถนำไปสังเคราะห์เพื่อเป็นการแจกแจงถึงคุณภาพทางด้านอุทกวิทยาของพื้นที่ศึกษาตัวอย่างทั้งสอง ซึ่งจะกล่าวในบทต่อไป

บทที่ 5
การสังเคราะห์

5.1 การสังเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์ศักยภาพทางด้านอุทกวิทยาด้วยพื้นฐานวิชาอุทกวิทยา พบศักยภาพทางด้านอุทกศาสตร์ที่ดี กล่าวคือ สามารถระบายน้ำออกจากพื้นที่ได้ โดยสังเกตได้จากค่า Time of concentration เป็นค่าที่แสดงถึงช่วงเวลาที่จะเกิดอัตราการไหลสูงสุดของลุ่มน้ำ เพราะได้รับน้ำจากทุกสายมารวมกัน มีความสัมพันธ์กับอัตราส่วนระหว่าง pervious area : impervious area กล่าวคือ ถ้าอัตราส่วนพื้นที่ ที่น้ำซึมผ่านไม่ได้มีมาก ก็จะทำให้ ช่วงเวลาที่น้ำไหลมายังจุดออกมีน้อยลง และทำให้มี direct runoff เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งในพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง N2 และ S3 ได้แสดงว่า ที่ในปริมาณน้ำฝน 25.68 มม.ต่อวัน พื้นที่ศึกษาสามารถดูดซึมน้ำให้เหลือ Direct runoff เพียง 1.3150 มม.ในพื้นที่ศึกษารหัส N2 และ 6.0270 มม. ในพื้นที่ศึกษารหัส S3 ซึ่งถือว่ามีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบปริมาณฝนที่ตกมาทั้งหมด เนื่องจากอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ที่น้ำสามารถซึมผ่านได้ต่อพื้นที่ที่น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้มีสัดส่วนมาก เอื้อให้มีโอกาสที่น้ำฝนจะซึมลงได้มาก ลดโอกาสเกิดน้ำท่าปริมาณมากได้ และสามารถคาดการณ์ได้ว่าทั้งสองพื้นที่ศึกษา มีโอกาสในการเพิ่มพื้นที่ pervious area ได้มากขึ้น หมายถึงสามารถพัฒนาภูมิทัศน์ให้กลายเป็นเมืองได้มากขึ้นด้วย



รูปที่ 49 เปรียบเทียบค่าคุณสมบัติจากการวิเคราะห์พื้นที่รับน้ำ (ค่าอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ซึมน้ำได้ต่อพื้นที่ซึมน้ำไม่ได้, ค่าการไหลหลากตามผิวดิน, ค่าอัตราการไหลสูงสุด, และค่าช่วงเวลาการเกิดอัตราการไหลสูงสุด) ในพื้นที่รับน้ำที่มีอัตราส่วนพื้นที่ซึมน้ำได้ต่อพื้นที่ซึมน้ำไม่ได้ที่น้อยกว่าและมากกว่า ตามลำดับ

(ประยุกต์จาก Marsh, 1980)

เมื่อศึกษาพบศักยภาพที่ดีด้านการซึมน้ำของภูมิทัศน์นี้ จึงสามารถสรุปสาเหตุที่แท้จริงของผลกระทบจากกระบวนการทางอุทกวิทยา ที่เกิดขึ้นบริเวณเทศบาลเมืองจันทบุรี คือ ตำแหน่งที่ตั้ง หรือลักษณะทางภูมิประเทศของพื้นที่ที่เป็นแอ่งกระทะ ทำให้รวบรวมน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ และน้ำท่าจากพื้นที่รับน้ำใกล้เคียงที่สูงกว่า ไหลมารวมกันในส่วนต่ำสุดแล้วขังอยู่ รอเวลาเพื่อระบายน้ำปริมาณมากออกสู่แม่น้ำจันทบุรี ซึ่งเวลาในการไหลออกนี้มีค่าเกินกว่าค่า Time of

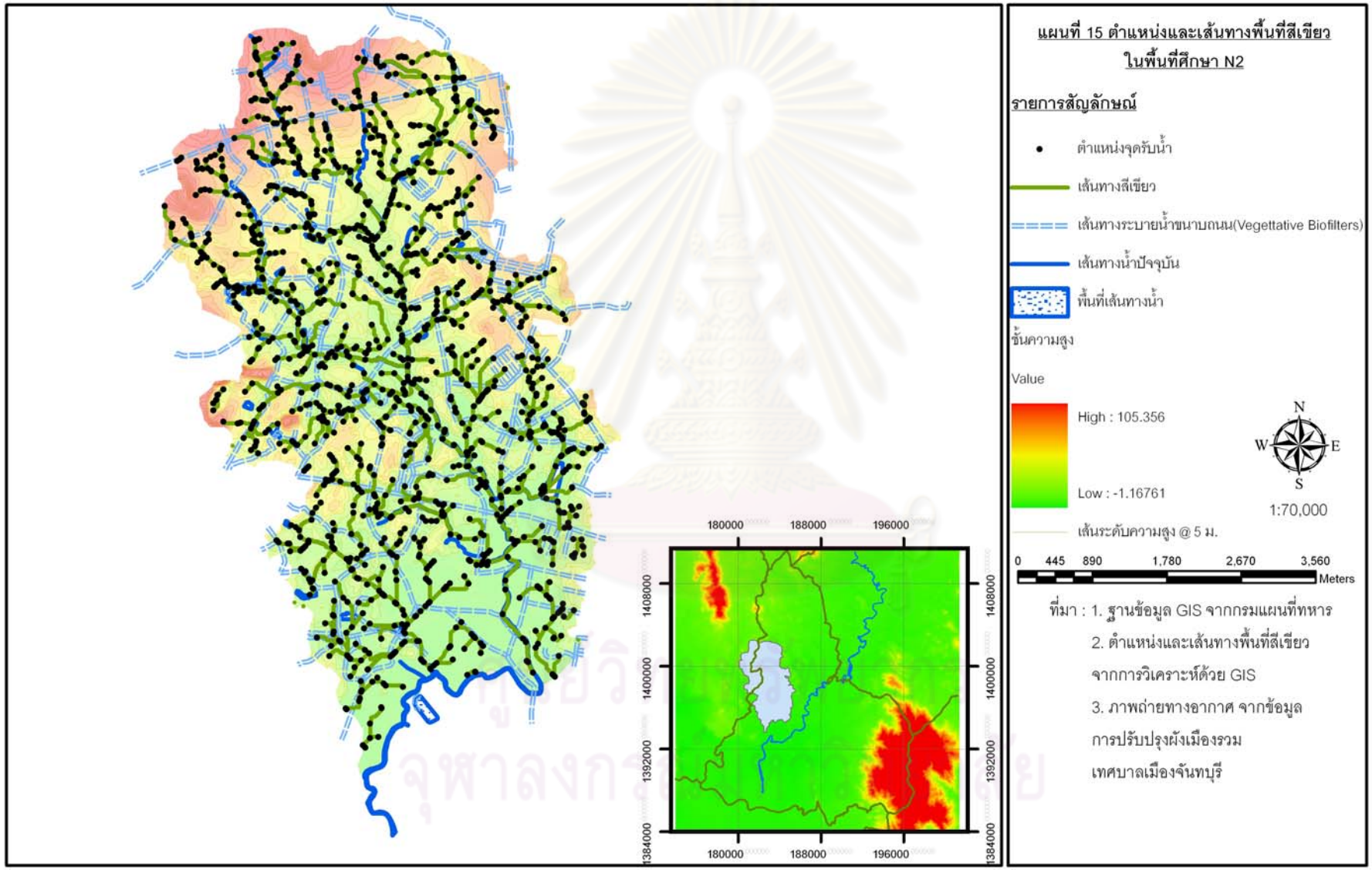
concentration แน่นอน จึงทำให้การกักขังนี้เป็นสิ่งรบกวนการดำเนินกิจกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ที่เป็นพื้นที่เมืองนี้

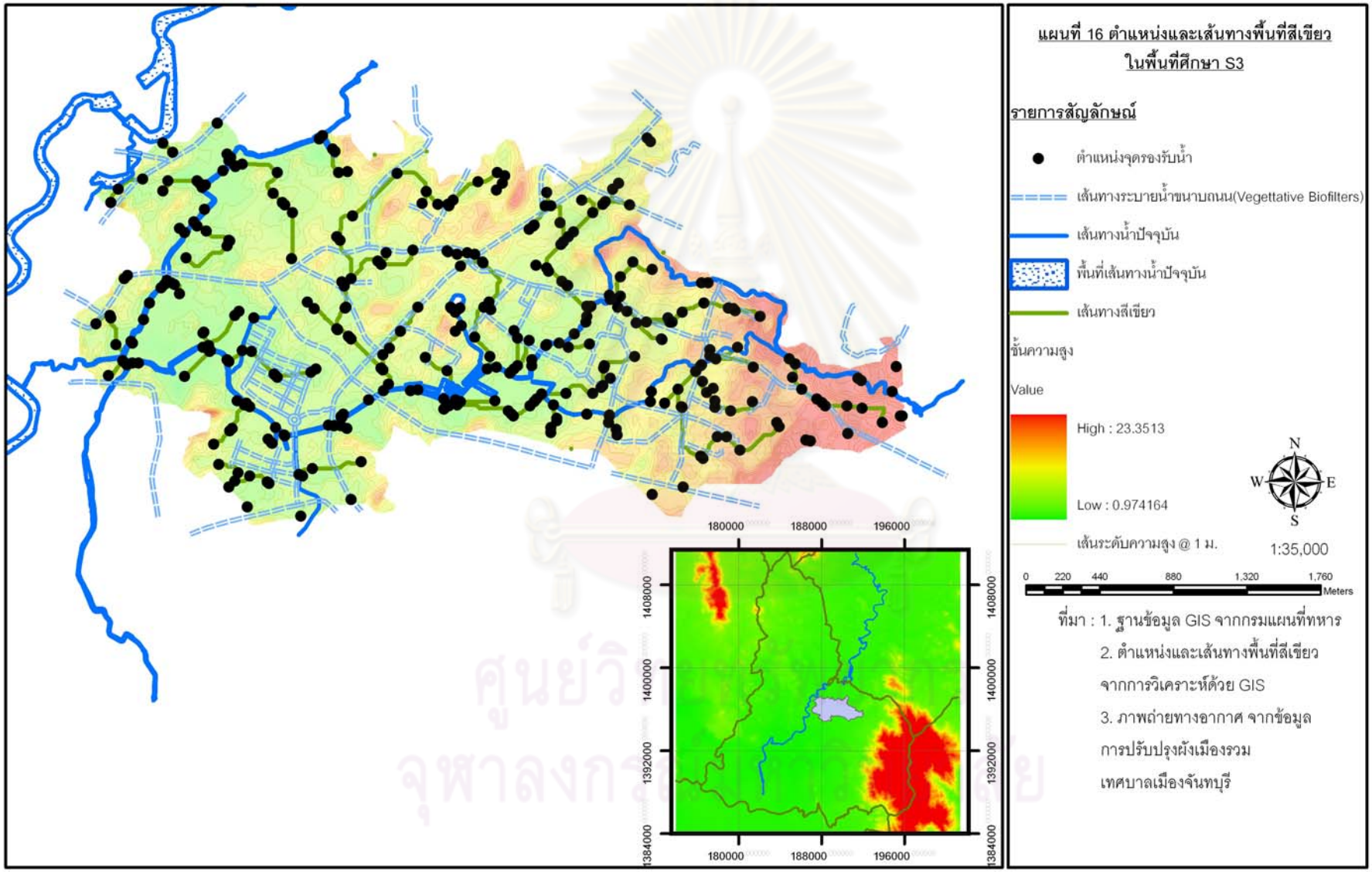
จากวิธีการการศึกษาข้างต้น เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะทางกายภาพของภูมิทัศน์กับกระบวนการทางอุทกวิทยา ฉะนั้น จึงสามารถตอบคำถามของการวิจัยได้ว่า กระบวนการความเป็นเมือง มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางอุทกวิทยา และการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นส่วนหนึ่งของสาเหตุของปัญหาน้ำในพื้นที่เมือง เช่น การเปลี่ยนแปลงประเภทสิ่งปกคลุมผืนดินและการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเส้นทางการระบายน้ำ เป็นส่วนหนึ่งของสาเหตุของปัญหาอุทกภัยในพื้นที่เมือง ฉะนั้น จากสาเหตุข้างต้นนี้ ทำให้สามารถมองเห็นโอกาสในการวางแผนพื้นที่สีเขียว ในลักษณะของการสร้างพื้นที่ที่มีบทบาทเพื่อรองรับผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ขยายตัวของเมืองสำหรับอนาคต จากการศึกษาโครงข่ายการระบายน้ำตามธรรมชาติ เพื่อเลือกกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสม

5.2 ตำแหน่งและเส้นทางของพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง

ในกระบวนการทางอุทกวิทยานั้น หน้าที่ในเชิงพื้นที่ของภูมิทัศน์ แบ่งได้เป็น สามพื้นที่หลัก คือ พื้นที่ขอบเขตการรับน้ำ (Contributing zone), พื้นที่รวบรวมน้ำ (collective zone), และพื้นที่ลำเลียงน้ำ (Conveyance zone) มีหน้าที่ในกระบวนการแตกต่างกันไป พื้นที่ที่เหมาะสมแก่การพัฒนาเป็นชุมชนคือ พื้นที่ขอบเขตการรับน้ำ (Contributing zone) เพราะได้รับผลกระทบจากน้ำท่าน้อยที่สุด ในขณะที่พื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อกำหนดให้เป็นพื้นที่สีเขียวเพื่อรองรับกระบวนการทางอุทกวิทยาคือ พื้นที่รวบรวมน้ำ (collective zone), และพื้นที่ลำเลียงน้ำ (Conveyance zone) เพราะสามารถระบายน้ำเชื่อมต่อสู่พื้นที่เส้นทางน้ำไหลโดยตรง มีลักษณะพิเศษคือเป็นจุดรวบรวมน้ำจากสายอื่นมาบรรจบกัน และเชื่อมต่อกัน ฉะนั้น พื้นที่สีเขียวที่ปรากฏนี้ จะมีลักษณะเป็นเส้นทางเชื่อมต่อจากจุดรวบรวมหนึ่ง ไปสู่อีกจุดรวบรวมหนึ่งเป็นโครงข่าย ตามเส้นทางการไหล (Drainage line) ที่สอดคล้องกับความชันของภูมิทัศน์ ซึ่งเส้นทางของโครงข่ายนี้ก็คือ พื้นที่ลำเลียงน้ำ (Conveyance zone) ในกระบวนการของอุทกวิทยานั่นเอง (Marsh, 2005)

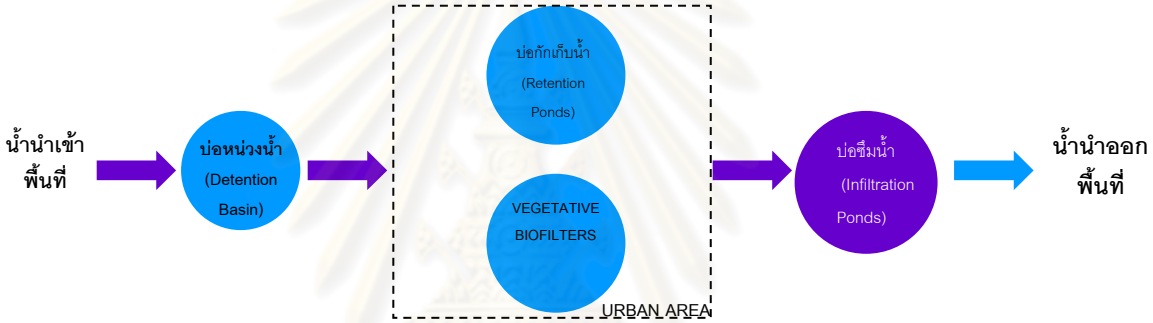
จากการวิเคราะห์ด้วยระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ ในพื้นที่ N2 มีจุดรวบรวมน้ำที่สามารถเชื่อมโยงโครงข่ายเพื่อรองรับผลกระทบได้ทั้งหมด 1,508 จุดมีความยาวของโครงข่าย137,237.84 เมตร และในพื้นที่ S3 มีจุดรวบรวมน้ำที่สามารถเชื่อมโยงโครงข่ายเพื่อรองรับผลกระทบได้ทั้งหมด 339 จุดมีความยาวของโครงข่าย 30,189.722776 เมตร ดังแสดงใน แผนที่ 15-16


แผนที่ 15 ตำแหน่งและเส้นทางพื้นที่สีเขียว
ในพื้นที่ศึกษา N2
รายการสัญลักษณ์
ตำแหน่งจุดรับน้ำ
เส้นทางสีเขียว
เส้นทางระบายน้ำขนาบถนน(Vegetative Biofilters)
เส้นทางน้ำปัจจุบัน
พื้นที่เส้นทางน้ำ
ชั้นความสูง
Value
High : 105.356
Low : -1.16761
เส้นระดับความสูง @ 5 ม.
N
W
E
S
1:70,000
0 445 890 1,780 2,670 3,560
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. ตำแหน่งและเส้นทางพื้นที่สีเขียว
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
3. ภาพถ่ายทางอากาศ จากข้อมูล
การปรับปรุงผังเมืองรวม
เทศบาลเมืองจันทบุรี
180000
188000
196000
1408000
1400000
1392000
1384000


แผนที่ 16 ตำแหน่งและเส้นทางพื้นที่สีเขียว
ในพื้นที่ศึกษา S3
รายการสัญลักษณ์
ตำแหน่งจุดรองรับน้ำ
เส้นทางระบายน้ำขนาบถนน(Vegettative Biofilters)
เส้นทางน้ำปัจจุบัน
พื้นที่เส้นทางน้ำปัจจุบัน
เส้นทางสีเขียว
ชั้นความสูง
Value
High : 23.3513
Low : 0.974164
เส้นระดับความสูง @ 1 ม.
N
W
E
S
1:35,000
0 220 440 880 1,320 1,760
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. ตำแหน่งและเส้นทางพื้นที่สีเขียว
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
3. ภาพถ่ายทางอากาศ จากข้อมูล
การปรับปรุงผังเมืองรวม
เทศบาลเมืองจันทบุรี
180000
188000
196000
1408000
1400000
1392000
1384000

5.3 ลักษณะการใช้งานของพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง

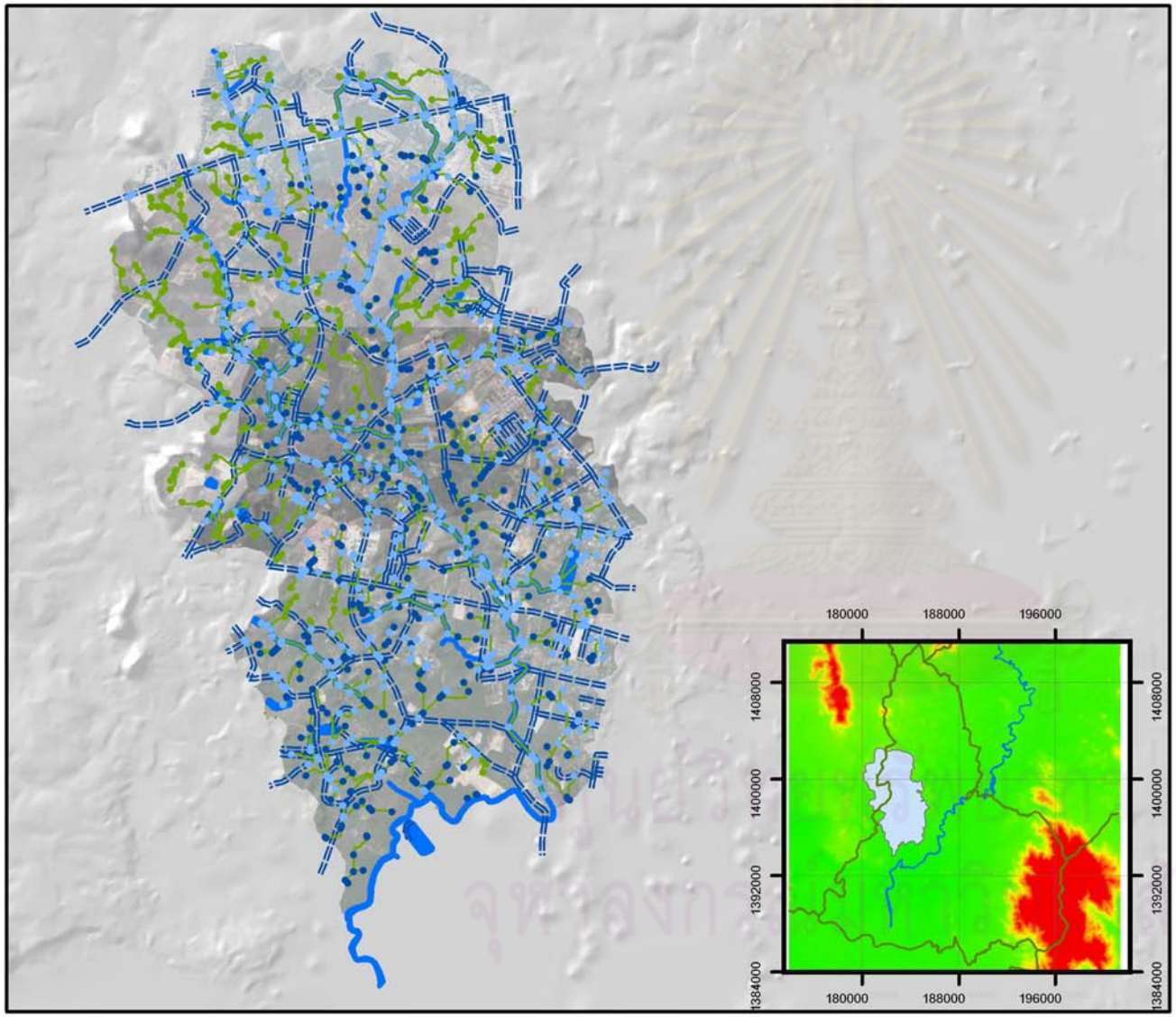
จุดรวบรวมน้ำจุดต่างๆ ที่สามารถวิเคราะห์ได้นี้ จะมีหน้าที่ใช้สอย (Function) แตกต่างกันไป กล่าวคือ สามารถแบ่งประเภทได้เป็นสามลักษณะคือ บ่อหน่วงน้ำ (Detention pond) มีลักษณะเป็นพื้นที่รับน้ำที่ช่วยในการชะลอน้ำก่อนเข้าสู่พื้นที่ชุมชน มีการกักขังอยู่ช่วงหนึ่ง จึงสามารถใช้เป็นพื้นที่เพื่อการนันทนาการได้ ในช่วงที่ไม่มีการรับน้ำ, บ่อกักเก็บน้ำ (Retention pond) เป็นพื้นที่เพื่อการกักเก็บ รวมทั้งกระจายการรับน้ำที่เข้ามาในพื้นที่ชุมชน และเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีน้ำขังตลอด จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการจัดการน้ำที่เหมาะสม , และบ่อซึมน้ำ (Infiltration Pond) เป็นพื้นที่เป็นพื้นที่พักน้ำที่น้ำสามารถซึมผ่านได้ด้วยการใช้วัสดุธรรมชาติ และอาจมีการจัดทำระบบระบายน้ำใต้ดิน (Sub drain) ร่วมด้วยการใช้พืชพันธุ์เพื่อการบำบัดคุณภาพน้ำ ก่อนที่จะปล่อยน้ำสู่ทางน้ำสาธารณะต่อไป (Fletcher, 2005)



รูปที่ 50 เส้นทางการวางแผนจัดการน้ำในพื้นที่ชุมชน

จากการวิเคราะห์ ในพื้นที่ N2 สามารถจำแนกจุดรวบรวมน้ำเป็น บ่อหน่วงน้ำ , บ่อกักเก็บน้ำ, และบ่อซึมน้ำ ได้มีจำนวน 366 จุด, 816 จุด, 386 จุด ตามลำดับ และในพื้นที่ S3 สามารถจำแนกได้มีจำนวน 53 จุด, 192 จุด, 90 จุด ตามลำดับ ดังแสดงใน แผนที่ 17-18 โดยกำหนดจากตำแหน่งที่สัมพันธ์กับตำแหน่งชุมชน กล่าวคือ การกำหนด บ่อหน่วงน้ำ เลือกใช้พื้นที่ที่อยู่ก่อนตำแหน่งชุมชน, บ่อกักเก็บน้ำใช้พื้นที่ที่อยู่ภายในชุมชน, และบ่อซึมน้ำจะอยู่ ณ ตำแหน่งปลายทางออกจากชุมชน โดยจุดรับน้ำทั้งสามประเภทนี้ ตั้งอยู่ ณ เส้นทางการไหลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ

การวางแผนการจัดการทรัพยากรน้ำนี้ มีผลทำให้สามารถชะลอน้ำท่าจากพื้นที่สูง ที่จะเข้ามาสู่พื้นที่เมืองได้ ทำให้มีค่า Time of concentration มากขึ้น อีกทั้งโอกาสในการวางโครงข่ายที่ได้ยังนำประโยชน์มาสู่การแก้ปัญหาน้ำท่วมขังในพื้นที่ศึกษา S3 ซึ่งสามารถเป็นพื้นที่กระจายการกักเก็บน้ำฝนในพื้นที่สูง และเปิดโอกาสให้ปริมาณน้ำซึมลงดิน จะส่งผลทำให้ค่า direct runoff น้อยลงด้วย



แผนที่ 17 ตำแหน่งและเส้นทางพื้นที่สีเขียว
ในพื้นที่ศึกษา N2

รายการสัญลักษณ์

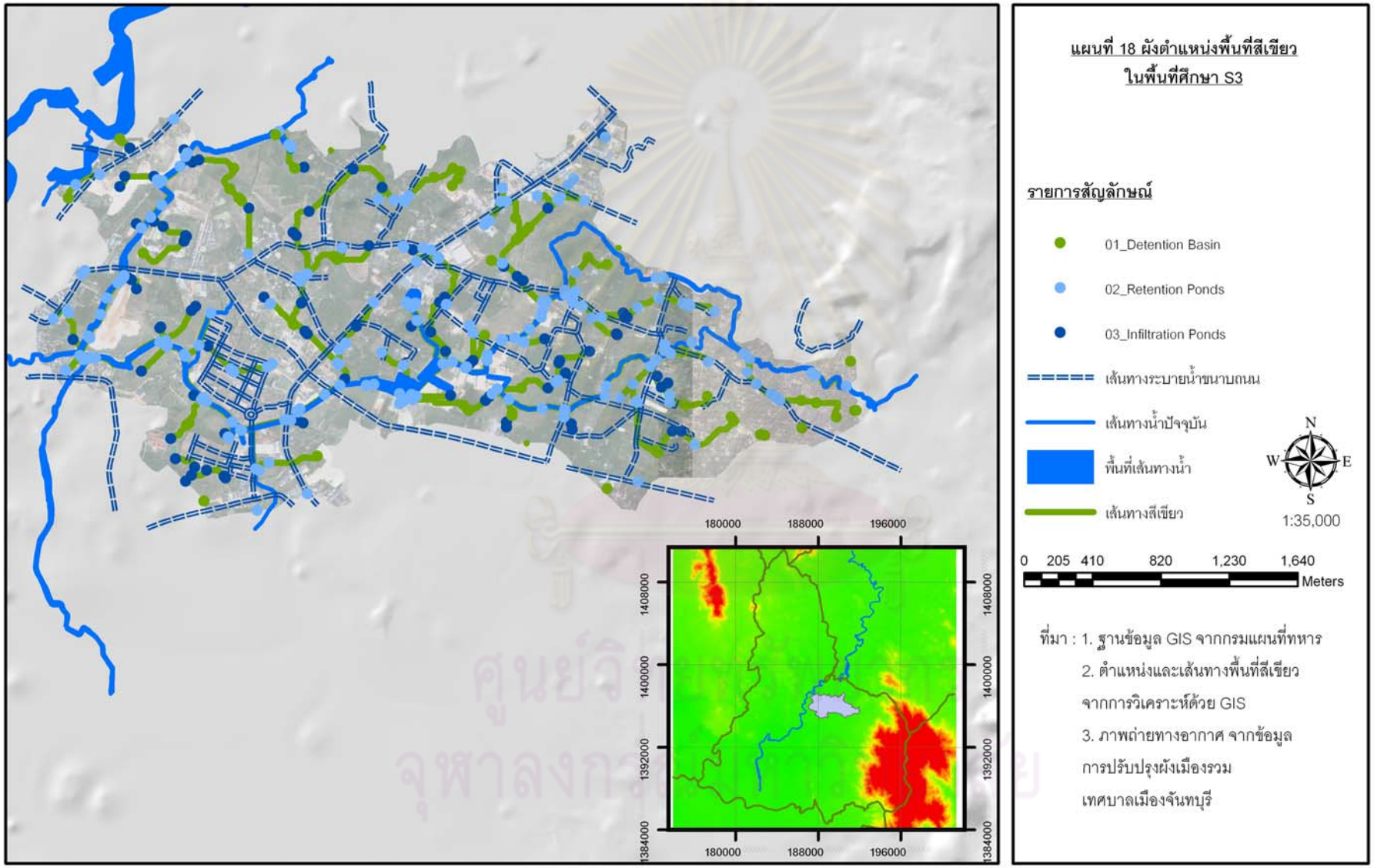
- 01_Detention Basin
- 02_Retention Ponds
- 03_Infiltration Ponds
- เส้นทางสีเขียว
- เส้นทางระบายน้ำขนาบถนน
- เส้นทางน้ำปัจจุบัน
- พื้นที่เส้นทางน้ำ

N
W E
S

1:70,000

0 435 870 1,740 2,610 3,480
Meters

ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. ตำแหน่งและเส้นทางพื้นที่สีเขียว
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
3. ภาพถ่ายทางอากาศ จากข้อมูล
การปรับปรุงผังเมืองรวม
เทศบาลเมืองจันทบุรี


แผนที่ 18 ผังตำแหน่งพื้นที่สีเขียว
ในพื้นที่ศึกษา S3
รายการสัญลักษณ์
01_Detention Basin
02_Retention Ponds
03_Infiltration Ponds
เส้นทางระบายน้ำขนาบถนน
เส้นทางน้ำปัจจุบัน
พื้นที่เส้นทางน้ำ
เส้นทางสีเขียว
N
W
E
S
1:35,000
0 205 410 820 1,230 1,640
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. ตำแหน่งและเส้นทางพื้นที่สีเขียว
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
3. ภาพถ่ายทางอากาศ จากข้อมูล
การปรับปรุงผังเมืองรวม
เทศบาลเมืองจันทบุรี
180000
188000
196000
1408000
1400000
1392000
1384000

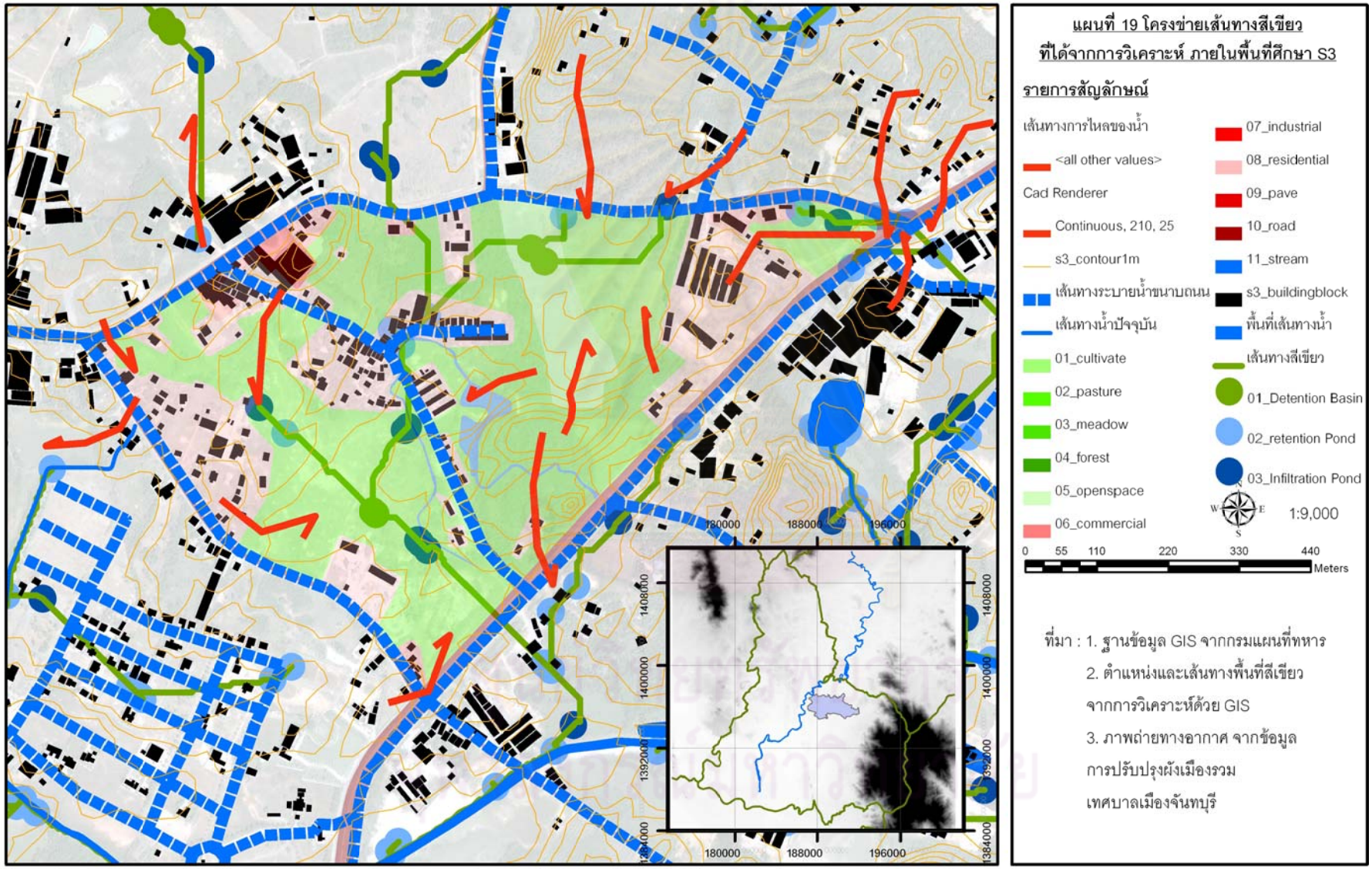
5.4 ข้อเสนอแนะเพื่อการออกแบบ

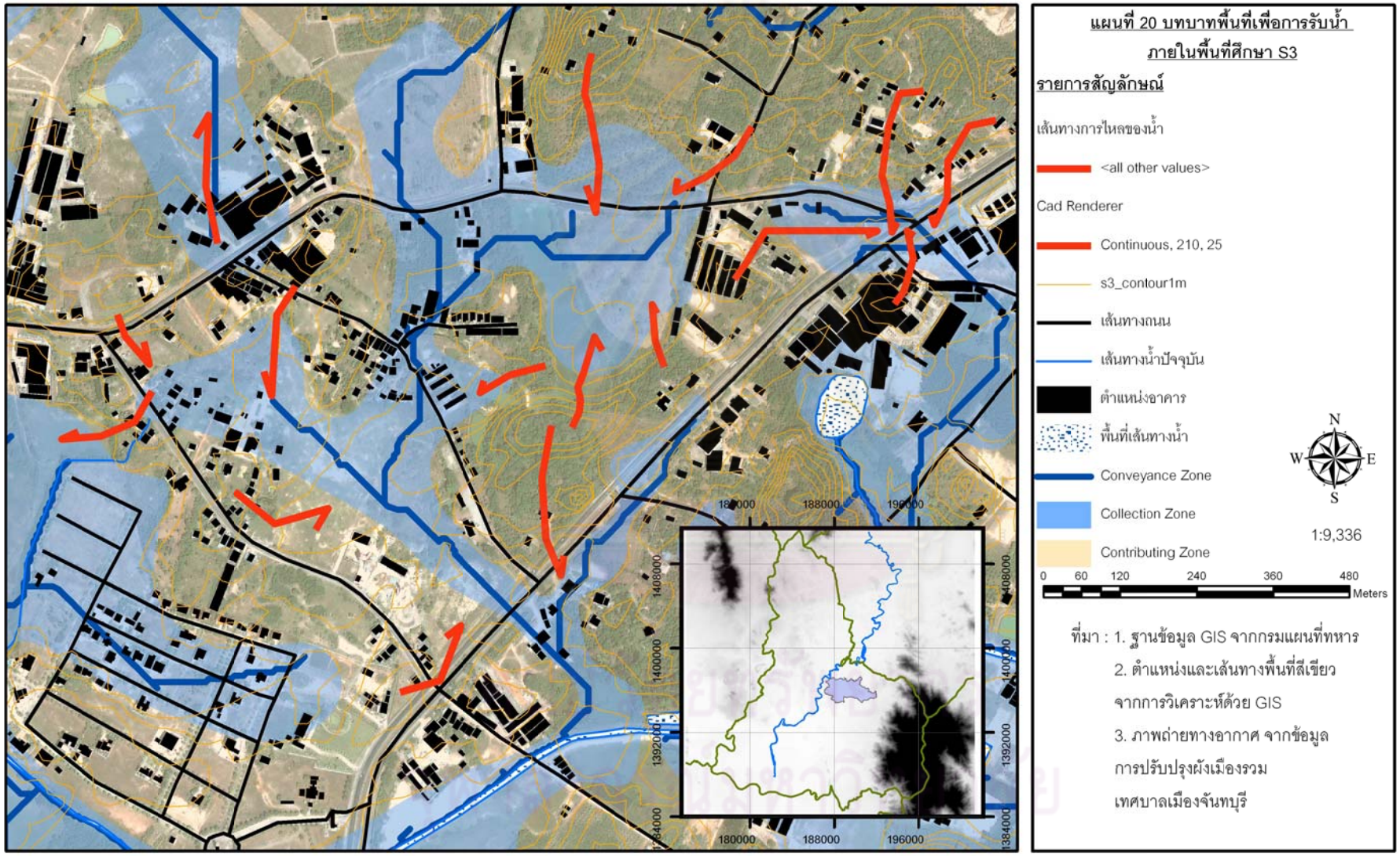
โครงข่ายเส้นทางสีเขียวที่ได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์นี้ แท้จริงแล้วก็คือบริเวณพื้นที่ลำเลียง (Conveyance zone) ในกระบวนการทางอุทกวิทยา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่รวบรวมน้ำจากขอบเขตพื้นที่รับน้ำเพื่อการลำเลียงออกตามเส้นทางของกระบวนการ โดยมีปัจจัยที่เป็นตัวขับเคลื่อน คือ แรงโน้มถ่วงและรูปทรงของผืนดิน ทำให้เกิดเป็นเส้นทางของกระบวนการทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น (Marsh, 2005) ฉะนั้น การใช้ประโยชน์จากตำแหน่งเส้นทางในภูมิทัศน์นี้ เป็นการตัดสินใจด้วยเหตุผลที่อ้างอิงได้จากคุณสมบัติของภูมิทัศน์ ในกระบวนการอุทกวิทยานั่นเอง

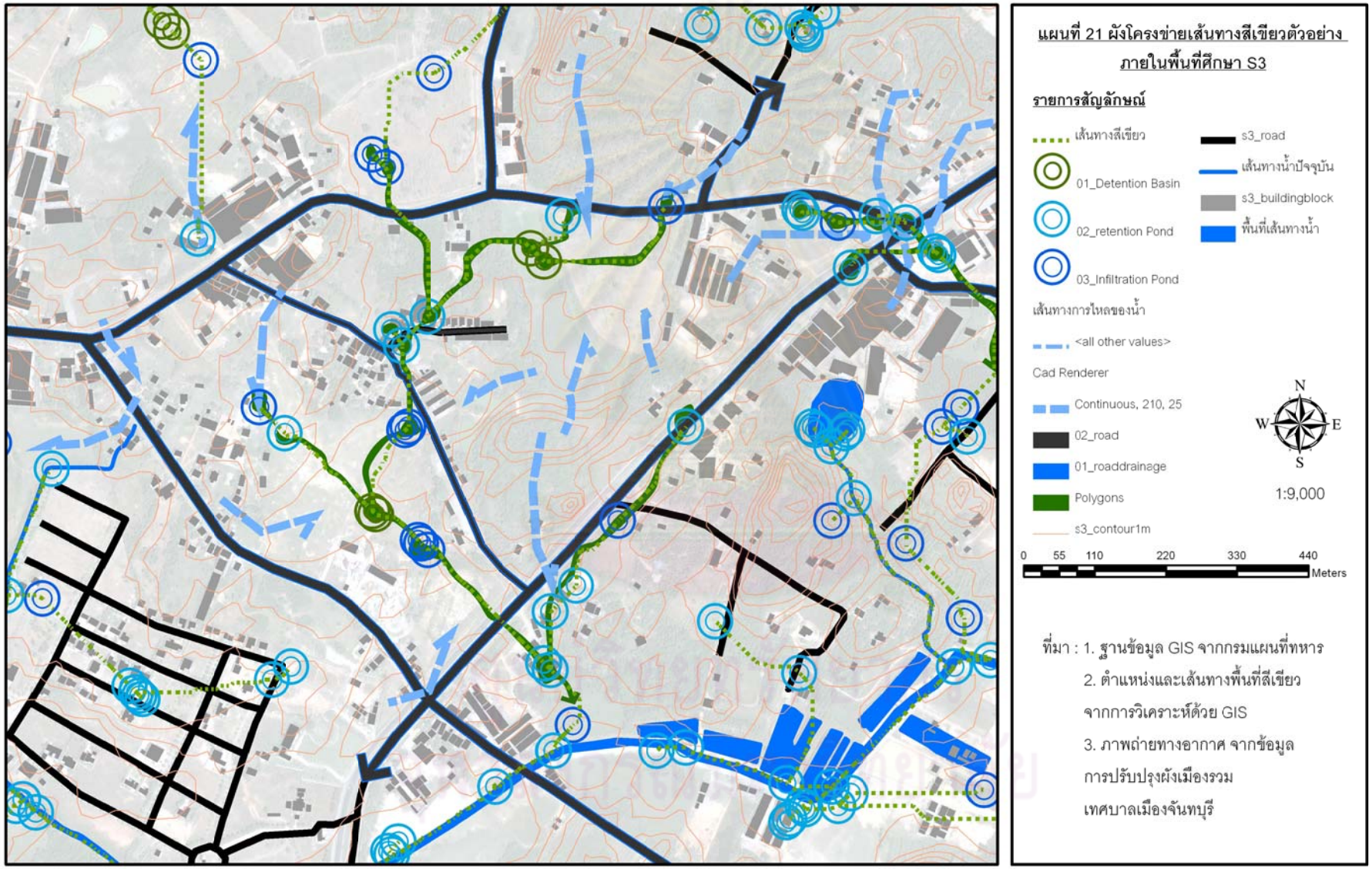
จากการศึกษานี้ ทำให้พบคุณสมบัติในเชิงหน้าที่ของกระบวนการ ที่มีในกระบวนการทางอุทกวิทยาของภูมิทัศน์ คือ 1. หน้าที่การกักเก็บ 2. หน้าที่การซึมน้ำ และ 3. หน้าที่การลำเลียง เป็นหน้าที่ทางกายภาพที่ภูมิทัศน์พึงมีในกระบวนการอุทกวิทยา ถ้าภูมิทัศน์ใดมีความเป็นธรรมชาติสูงกว่า จะยิ่งปรากฏกระบวนการเหล่านี้ดำเนินอยู่มาก หากเมื่อภูมิทัศน์ใดได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ เช่น จากกระบวนการความเป็นเมือง ย่อมส่งผลกระทบถึงกระบวนการเหล่านี้ให้ปรากฏน้อยลงเช่นกัน ซึ่งเส้นทางสีเขียวที่ได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์นี้ มีคุณสมบัติในการลำเลียงอยู่แล้ว ในการเสนอแนวทางการออกแบบจึงเสนอหน้าที่การกักเก็บและการซึมน้ำให้ผนวกอยู่ในพื้นที่สีเขียวเหล่านี้ด้วย

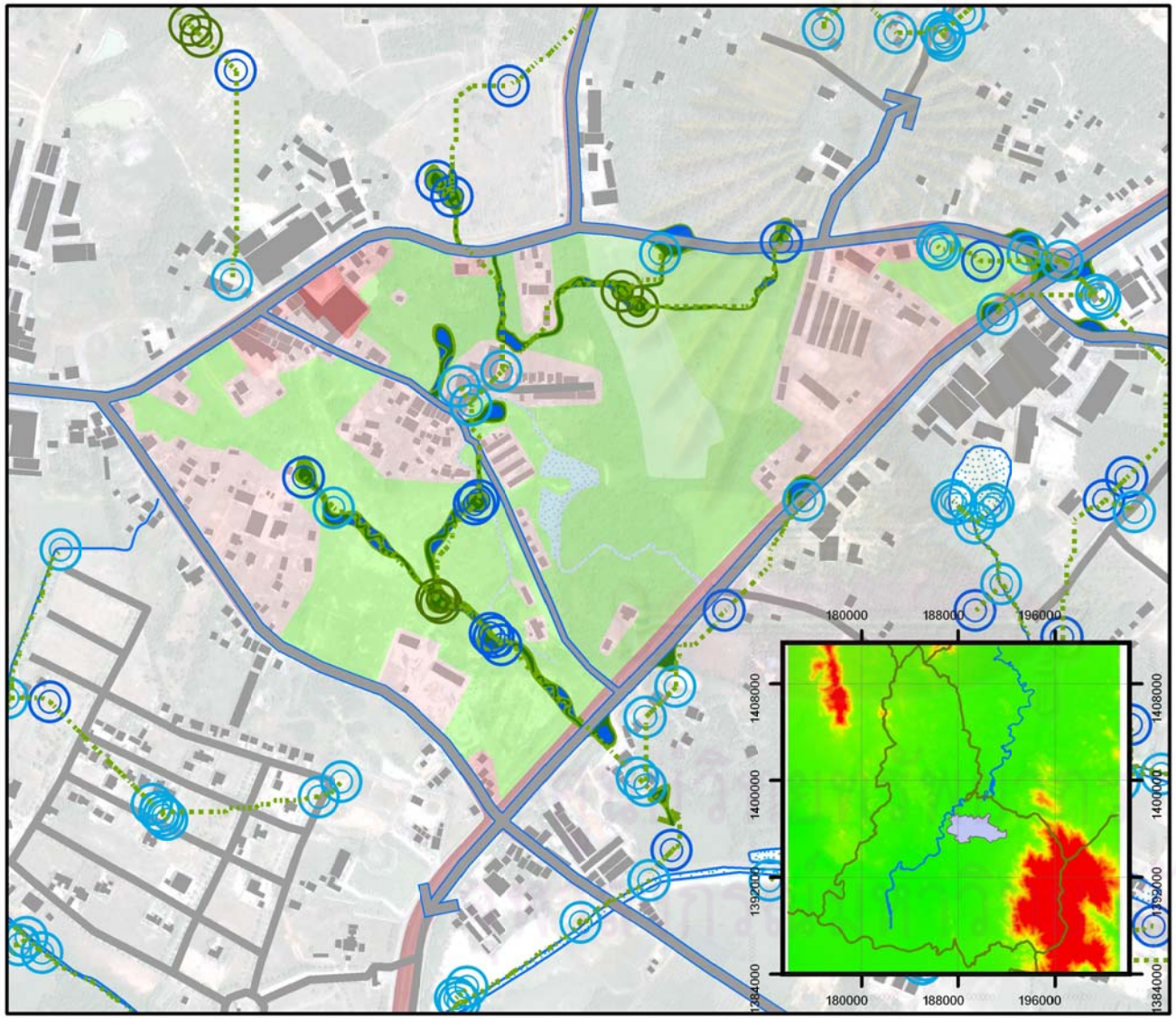
จากผังแสดงตำแหน่งที่ได้จากการวิเคราะห์นี้ สามารถนำมาสร้างโครงข่าย ตามเส้นทางการไหลของน้ำ ดังปรากฏใน แผนที่ 19 ซึ่งเส้นทางโครงข่ายนี้ คิดวิเคราะห์คาดคะเนจากชั้นความสูงของพื้นที่ ฉะนั้น ในการออกแบบและวางแผนในพื้นที่จริงนี้ จำเป็นต้องมีความคล้อยตามข้อมูลจริงของพื้นที่ด้วย โดยมีปัจจัยที่สำคัญสำหรับการออกแบบและวางแผน คือ ตำแหน่งอาคารและเส้นทางถนน รวมทั้งเส้นทางน้ำปัจจุบันที่ปรากฏในพื้นที่ อันจะมีผลต่อการกำหนดขอบเขต, ทิศทาง, เส้นทาง, และโครงข่ายที่จะเกิดขึ้น ข้อเสนอแนะเพื่อการออกแบบของการวิจัยนี้ จึงเสนอรูปแบบและแบบจำลองตัวอย่างที่สมควร ในพื้นที่ส่วนหนึ่งของพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง S3 ด้วยวิธีการ , ขั้นตอน , และปัจจัยทั้งหมดที่ได้จากการศึกษาวิจัย ดังปรากฏใน แผนที่ 20-23

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


แผนที่ 19 โครงข่ายเส้นทางสีเขียว
ที่ได้จากการวิเคราะห์ ภายในพื้นที่ศึกษา S3
รายการสัญลักษณ์
เส้นทางการไหลของน้ำ
<all other values>
Cad Renderer
Continuous, 210, 25
s3_contour1m
เส้นทางระบายน้ำขนาบถนน
เส้นทางน้ำปัจจุบัน
01_cultivate
02_pasture
03_meadow
04_forest
05_openspace
06_commercial
07_industrial
08_residential
09_pave
10_road
11_stream
s3_buildingblock
พื้นที่เส้นทางน้ำ
เส้นทางสีเขียว
01_Detention Basin
02_retention Pond
03_Infiltration Pond
1:9,000
0 55 110 220 330 440
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. ตำแหน่งและเส้นทางพื้นที่สีเขียว
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
3. ภาพถ่ายทางอากาศ จากข้อมูล
การปรับปรุงผังเมืองรวม
เทศบาลเมืองจันทบุรี
180000
188000
196000
1384000
1392000
1400000
1408000


แผนที่ 20 บทบาทพื้นที่เพื่อการรับน้ำ
ภายในพื้นที่ศึกษา S3
รายการสัญลักษณ์
เส้นทางการไหลของน้ำ
<all other values>
Cad Renderer
Continuous, 210, 25
s3_contour1m
เส้นทางถนน
เส้นทางน้ำปัจจุบัน
ตำแหน่งอาคาร
พื้นที่เส้นทางน้ำ
Conveyance Zone
Collection Zone
Contributing Zone
N
W
E
S
1:9,336
0 60 120 240 360 480
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. ตำแหน่งและเส้นทางพื้นที่สีเขียว
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
3. ภาพถ่ายทางอากาศ จากข้อมูล
การปรับปรุงผังเมืองรวม
เทศบาลเมืองจันทบุรี
180000
188000
196000
1408000
1400000
1392000
1384000


แผนที่ 21 ผังโครงข่ายเส้นทางสีเขียวตัวอย่าง
ภายในพื้นที่ศึกษา S3
รายการสัญลักษณ์
เส้นทางสีเขียว
01_Detention Basin
02_retention Pond
03_Infiltration Pond
เส้นทางการไหลของน้ำ
<all other values>
Cad Renderer
Continuous, 210, 25
02_road
01_roaddrainage
Polygons
s3_contour1m
s3_road
เส้นทางน้ำปัจจุบัน
s3_buildingblock
พื้นที่เส้นทางน้ำ
N
W
E
S
1:9,000
0 55 110 220 330 440
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. ตำแหน่งและเส้นทางพื้นที่สีเขียว
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
3. ภาพถ่ายทางอากาศ จากข้อมูล
การปรับปรุงผังเมืองรวม
เทศบาลเมืองจันทบุรี



แผนที่ 22 แบบจำลอง ผังโครงข่ายเส้นทางสีเขียวตัวอย่าง ภายในพื้นที่ศึกษา S3

รายการสัญลักษณ์

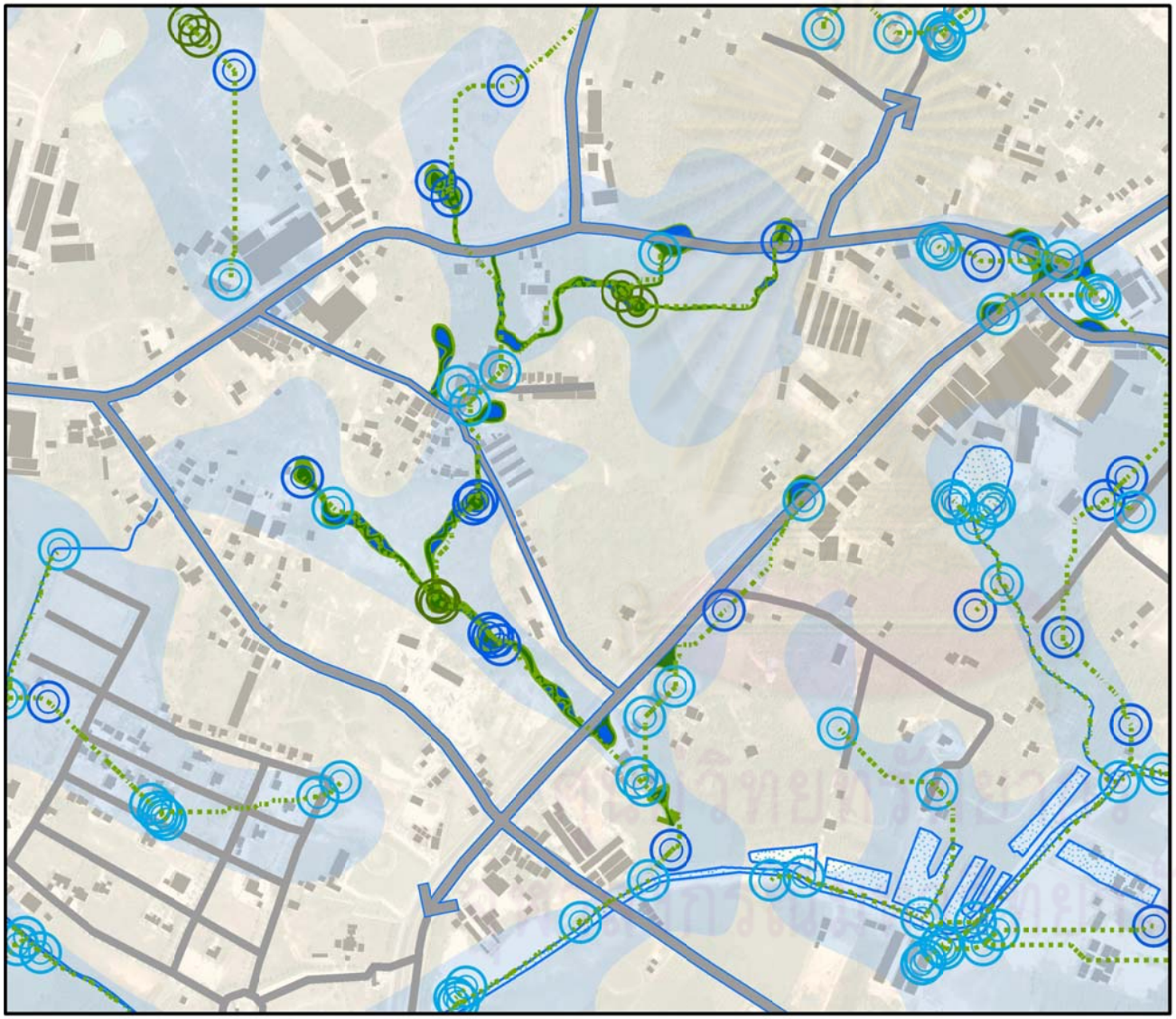
- เส้นทางสีเขียว
- 01_Detention Basin
- 02_retention Pond
- 03_Infiltration Pond
- 03_stroge
- 04_conveyance
- 05_green
- 02_road
- 01_roaddrainage
- s3_road
- เส้นทางน้ำปัจจุบัน
- 01_cultivate
- 02_pasture
- 03_meadow
- 04_forest
- 05_openspace
- 06_commercial
- 07_industrial
- 08_residential
- 09_pave
- 10_road
- 11_stream
- s3_buildingblock
- พื้นที่เส้นทางน้ำ

N W E S

1:9,000

0 50 100 200 300 400 Meters

ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. ตำแหน่งและเส้นทางพื้นที่สีเขียว จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
3. ภาพถ่ายทางอากาศ จากข้อมูลการปรับปรุงผังเมืองรวมเทศบาลเมืองจันทบุรี



แผนที่ 23 แบบจำลองเส้นทางสีเขียวตัวอย่าง
ภายในพื้นที่ศึกษา S3

รายการสัญลักษณ์

- เส้นทางสีเขียว
- 01_Detention Basin
- 02_retention Ponc
- 03_Infiltration Pond
- 03_stroge
- 04_conveyance
- 05_green
- 02_road
- 01_roaddrainage
- s3_road
- เส้นทางน้ำปัจจุบัน
- Collection Zone
- Contributing Zone
- s3_buildingblock
- พื้นที่เส้นทางน้ำ

N
W E
S

1:9,000

0 55 110 220 330 440
Meters

ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. ตำแหน่งและเส้นทางพื้นที่สีเขียว
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
3. ภาพถ่ายทางอากาศ จากข้อมูล
การปรับปรุงผังเมืองรวม
เทศบาลเมืองจันทบุรี

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล ตามกระบวนการการศึกษาที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ทำให้พบบทสรุปของการวิจัย ที่นำไปสู่ทั้งการแก้ปัญหาและการวางแผนให้สอดคล้องและรองรับความเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ด้านอุทกวิทยาของภูมิทัศน์ กล่าวคือ สามารถนำผลการศึกษาไปประยุกต์เพื่อการออกแบบภูมิทัศน์เมือง ให้สอดคล้องกับกระบวนการทางธรรมชาติกระบวนการหนึ่ง นั่นคือ กระบวนการทางอุทกวิทยา ลดโอกาสการเกิดอุทกภัย และรองรับผลกระทบที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน รวมทั้งอนาคตได้ จากประโยชน์ที่ได้จากการศึกษานี้

6.1 ผลที่ได้จากผลการศึกษา

6.1.1. จากการศึกษานี้ทำให้พบความสัมพันธ์และผลกระทบระหว่างกระบวนการความเป็นเมือง (Urbanization) ที่ส่งผลต่อกระบวนการทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นในภูมิทัศน์ โดยให้ความสำคัญที่กระบวนการทางอุทกวิทยา โดยพบว่า กระบวนการความเป็นเมืองเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์และส่งผลกระทบถึงกระบวนการทางอุทกวิทยา โดยมีสาเหตุจากการขยายตัวของเมืองเพื่อรองรับกิจกรรมที่มากขึ้นของตัวเมือง โดยไม่สอดคล้องกับเส้นทางที่ธรรมชาติสร้างไว้ (corridor) โดยสังเกตได้จากการตัดกันของเส้นทางถนนที่ขวางเส้นทางการไหลของน้ำทำให้เกิดปัญหาในเรื่องการระบายน้ำขึ้น

6.1.2. ผลจากการศึกษาทำให้สามารถกำหนดตำแหน่งที่สอดคล้องกับกระบวนการทางอุทกวิทยา อันเป็นตำแหน่งที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่มีความสัมพันธ์กับภูมิทัศน์ เพราะเป็นตำแหน่งที่ภูมิทัศน์รองรับกระบวนการทางอุทกวิทยานั้นอยู่ จึงเจาะจงกำหนดพื้นที่เพื่อกันไว้เป็นพื้นที่อนุรักษ์ทางอุทกศาสตร์ สามารถเป็นพื้นที่รองรับกระบวนการที่จะเกิดขึ้น อีกทั้งเพื่อการปรับปรุงภูมิทัศน์เมืองและผังเมืองรวม โดยสามารถใช้พื้นที่เหล่านี้ ในแง่ของพื้นที่นันทนาการและการพักผ่อนได้ด้วย

6.1.3. จากการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ภูมิทัศน์เมืองและกระบวนการทางอุทกวิทยา ทำให้ทราบสาเหตุของปัญหาระหว่างน้ำและเมือง ว่ามีความสัมพันธ์กันในเชิงพื้นที่ กล่าวคือ เส้นทางน้ำนั้นไหลจากที่สูงสู่ที่ต่ำกว่า เมื่อเส้นทางน้ำผ่านตัวเมือง หรือในภูมิทัศน์ที่มีมนุษย์จับจอง จะทำให้คุณภาพน้ำด้อยลงไป จึงใช้เหตุผลข้อนี้ในการกำหนดคุณลักษณะเบื้องต้นของพื้นที่สีเขียว ในด้านประโยชน์ใช้สอย (Functional value) กล่าวคือ มีการกำหนดหน้าที่ของพื้นที่สีเขียวที่ปรากฏเพื่อรองรับกระบวนการทางอุทกวิทยาที่ต่างกันไป เช่น การใช้พื้นที่สีเขียวเป็น

พื้นที่ชะลอน้ำที่จะเข้าสู่ตัวเมือง หรือ รวบรวมน้ำเพื่อบำบัดก่อนปล่อยสู่ธรรมชาติ หรือ เป็นพื้นที่ให้น้ำซึมลงสู่ผืนดินได้ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบภูมิทัศน์หรือพื้นที่สีเขียวที่จะเกิดขึ้นนี้

6.1.4. จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎี ทำให้ตระหนักได้ถึงความสำคัญของกระบวนการทางธรรมชาติกับการออกแบบภูมิทัศน์ ว่ามีผลกระทบส่งถึงกันเสมอ กระบวนการและวิธีการเพื่อการวางแผนภูมิทัศน์ ในมุมมองเพื่อการควบคู่กันทั้งการพัฒนาและการอนุรักษ์ เป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาภูมิทัศน์ โดยเป้าหมายของการศึกษานี้คือการสร้างความสอดคล้องให้เกิดขึ้น อนึ่ง จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎี ได้ค้นพบวิธีการที่เหมาะสมและเป็นขั้นตอน ตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการวิจัย โดยสามารถแจกแจงขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 รวบรวมข้อมูลของพื้นที่ศึกษา

- ข้อมูลที่จำเป็นคือ ภาพถ่ายทางอากาศ, ข้อมูลเส้นทางและพื้นที่เก็บน้ำ, ข้อมูลเส้นทางถนน, ข้อมูลชั้นความสูง, ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน, ข้อมูลชนิดกลุ่มดิน
- สร้างแบบจำลองของพื้นที่รับน้ำ ตามที่มาของน้ำนำเข้า (Input water) เพื่อความง่ายต่อการมองภาพรวมของการศึกษา
- กำหนดขอบเขตการศึกษา โดยยึดตามขอบเขตการรับน้ำที่ปรากฏในภูมิทัศน์

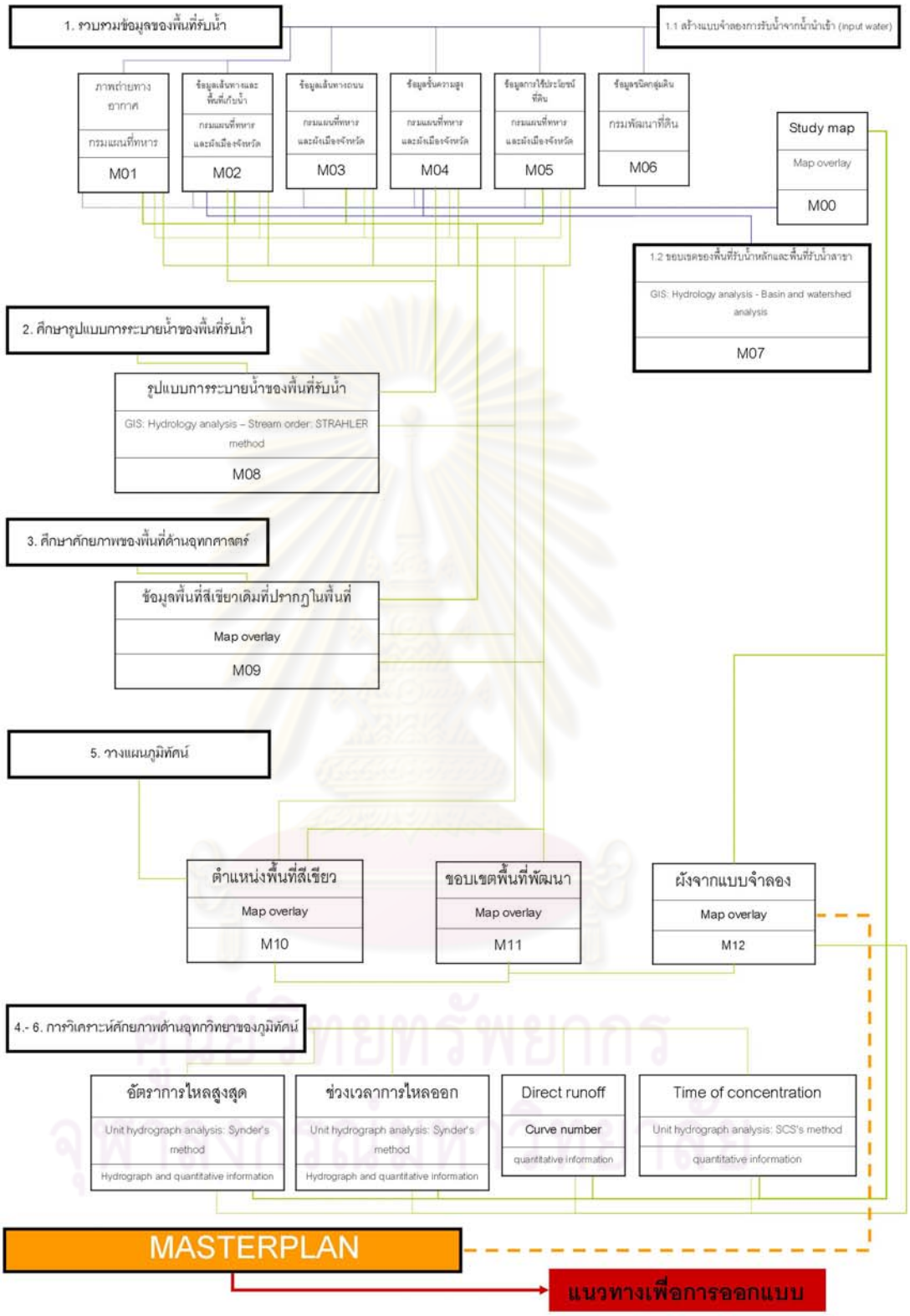
ขั้นที่2 ศึกษารูปแบบการไหลในเชิงพื้นที่ เช่น เส้นทางการไหล พื้นที่ที่มีบทบาทในกระบวนการ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนพื้นที่สีเขียวต่อไป

ขั้นที่ 3 ศึกษาศักยภาพของภูมิทัศน์ ในกระบวนการทางอุทกวิทยา ด้วยพื้นฐานวิชาทางอุทกวิทยา เช่น ช่วงเวลาการไหลออก หรือ ค่าปริมาณต่างๆ ที่สำคัญ

ขั้นที่ 4 นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาวางแผนภูมิทัศน์

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผลการวางแผน ด้วยการศึกษาการเปลี่ยนแปลง เช่นการทำแบบจำลองศึกษาศักยภาพ เพื่อใช้เป็นเป้าหมายในการวางแผน

ขั้นที่ 6 พัฒนาสู่การวางผังและการออกแบบรายละเอียด โดยผนวกผลการวิเคราะห์ปัจจัยอื่นๆร่วมด้วย



รูปที่ 51 ขั้นตอนและวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการวางแผนภูมิทัศน์เพื่อรองรับผลกระทบจากกระบวนการทางอุทกวิทยา

6.2 ปัญหาอุปสรรคในการวิจัย

จากขั้นตอนการศึกษาที่ผ่านมาทั้งหมดนี้ ได้พบอุปสรรคต่อการวิจัย ทั้งทางด้านเนื้อหาและด้านการลงมือปฏิบัติ ซึ่งสร้างปัญหาต่อการดำเนินงานและส่งผลกระทบต่อขอบเขตของการศึกษาที่กำหนดไว้ อนึ่ง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ต้องการศึกษาต่อยอดในประเด็นเดียวกันนี้ จึงเห็นสมควรระบุปัญหาอุปสรรคที่พบเจอระหว่างการดำเนินงานวิจัย และผลจากปัญหาและอุปสรรคต่องานวิจัยนี้ โดยสามารถจำแนกได้ดังนี้

6.2.1. ปัญหาด้านข้อมูล เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ โดยปัญหาหลักคือความเหมาะสมและครบถ้วนของข้อมูลที่จะนำมาใช้งาน ว่ามีผลต่อการวิเคราะห์และเพียงพอหรือไม่ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบปัญหาที่สำคัญคือ ความล่าสุดของข้อมูล เช่น ข้อมูลภูมิศาสตร์สารสนเทศที่วิทยานิพนธ์นี้ใช้ในการวิเคราะห์ เป็นข้อมูลที่ได้จาก โครงการปรับปรุงผังเมืองรวมเทศบาลเมืองจันทบุรี ซึ่งได้จากสำนักเทศบาลที่จ้างบริษัทที่ปรึกษา ทำการศึกษาและเก็บข้อมูล โดยปรับปรุงจากกรมแผนที่ทหารและกรมผังเมือง มีความล่าสุดของข้อมูลอยู่ที่ พ.ศ. 2550 แต่การเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์จากกระบวนการความเป็นเมืองนั้น เกิดขึ้นอยู่ตลอด เช่นการถมที่ดินเพื่อการก่อสร้าง ความใหม่ของข้อมูลนี้ อาจเป็นสาเหตุทำให้ผลการศึกษาในแต่ละปีนั้นมีความต่างกันได้

6.2.2. ปัญหาการรวบรวมข้อมูล เนื่องจากขอบเขตทางเนื้อหาที่เป็นการวิเคราะห์ภูมิทัศน์ในบทบาทของกระบวนการทางอุทกวิทยา ฉะนั้น ขอบเขตในการวิเคราะห์จึงไม่ได้อ้างอิงตามขอบเขตการปกครอง ทำให้การรวบรวมข้อมูล ทั้งปัญหาที่เกิดขึ้น หรือสถิติที่ทางหน่วยงานที่รับผิดชอบได้เก็บรวบรวมไว้เกิดการกระจัดกระจาย การรวบรวมต้องอาศัยการเข้าพบเพื่อสอบถามจากทุกเขตการปกครอง ที่ขอบเขตพื้นที่รับน้ำนั้นครอบคลุมอยู่

6.2.3. ปัญหาระยะเวลาการวิจัย จากทั้งสองสาเหตุข้างต้น แสดงถึงขอบเขตในการวิจัยด้านระยะเวลา ที่มีผลอย่างมากในการดำเนินงาน โดยมีระยะเวลาที่สำคัญคือ ภาคการศึกษา และขั้นตอนตามระเบียบวิธีการดำเนินการเพื่อขอข้อมูล อนึ่ง เพื่อให้การวิจัยนี้เป็นไปตามระยะเวลาที่กำหนด จึงเลือกที่จะตัดตอนและยกตัวอย่างเพื่อแสดงขั้นตอนและวิธีการ ด้วยตัวอย่างที่เหมาะสมและครอบคลุมจุดประสงค์ของการวิจัยนี้ แต่กระบวนการและวิธีการที่ใช้ในการศึกษา ได้ถูกประยุกต์มาจากแหล่งข้อมูลที่ดี และมีความถูกต้อง วิธีการและกระบวนการการศึกษา จึงถือเป็นแก่นของวิทยานิพนธ์นี้เพื่อเป็นต้นแบบสู่การศึกษา ในพื้นที่อื่นๆ ต่อไป

6.3 ข้อเสนอแนะ

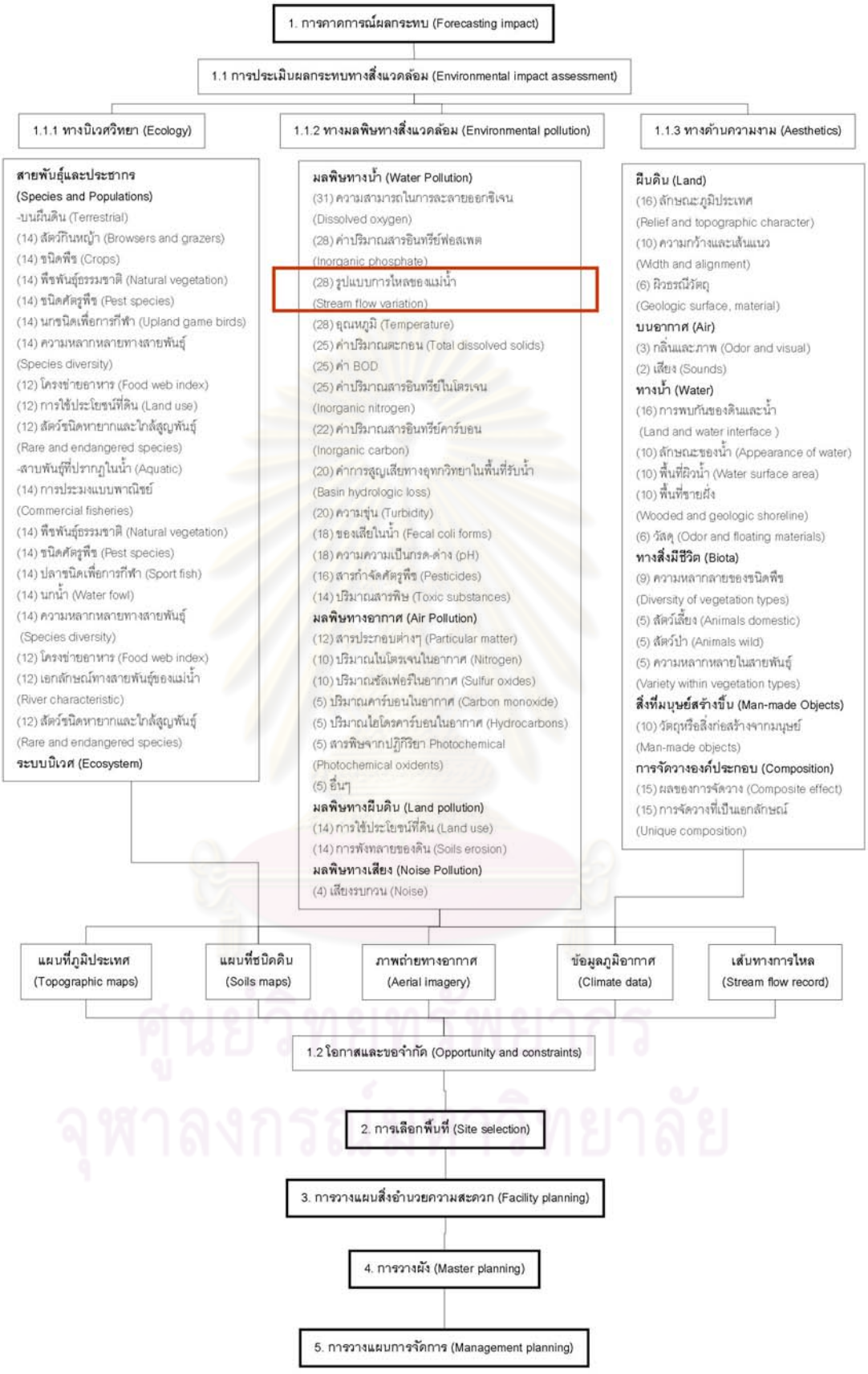
การศึกษาการวางแผนพื้นที่สีเขียวของเมืองเพื่อบรรเทาผลกระทบทางอุทกวิทยา เป็นหนึ่งในขั้นตอนการวางแผนภูมิทัศน์ ในขั้นตอนของการศึกษาประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment) ที่ปรากฏในภูมิทัศน์ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบและปัจจัยในการวิเคราะห์ในหลายๆมิติ เพื่อสร้างเหตุผลในการตัดสินใจ (decision making) สำหรับการวางแผน และพัฒนาสู่การออกแบบต่อไป (Marsh, 2005)

ในการวิเคราะห์ปัจจัยทางด้านอุทกวิทยา เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ที่มีค่าคะแนนมากที่สุดในกระบวนการวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อการวางแผน ตามขั้นตอนการวางแผนภูมิทัศน์ของ Marsh (Marsh, 2005) เพราะเป็นการวิเคราะห์ที่สามารถกำหนดพื้นที่เพื่อการอนุรักษ์, สร้างธรรมชาติ และระบบนิเวศ ซึ่งแสดงถึงความแข็งแรงของภูมิทัศน์ และขีดความสามารถในการรองรับผลกระทบหรือความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับภูมิทัศน์หรือเมืองได้ ฉะนั้น จากการดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนและวิธีการของการวิจัยนี้ จึงสามารถสรุปข้อเสนอแนะ เพื่อการศึกษาต่อยอดดังนี้

6.3.1. เพื่อความถูกต้องในการดำเนินการที่สามารถปฏิบัติงานได้จริงควรนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น ความเป็นไปได้ในการเวนคืนที่ดิน, ความเหมาะสมทางโครงสร้าง, ความเอื้อต่อการดำรงชีพของพืชพันธุ์ หรือแม้กระทั่งความคิดเห็นจากสาธารณชน ฯลฯ นำมาสร้างเหตุผลในการตัดสินใจร่วมด้วย

6.3.2. ควรตรวจสอบเส้นทางการไหลล่าสุดในปัจจุบัน เพื่อความถูกต้องในการกำหนดเส้นทางสีเขียวสู่การพัฒนาเมืองต่อไป

6.3.3. การศึกษานี้เป็นการศึกษาในระดับ พื้นที่ศึกษา (Study area) ซึ่งเป็นการศึกษาเพื่อวางแผนภูมิทัศน์ของพื้นที่ศึกษาเป้าหมาย คือ เทศบาลเมืองจันทบุรี จึงศึกษาความสัมพันธ์ของภูมิทัศน์และกระบวนการทางอุทกวิทยาโดยนำปัจจัยจาก น้ำนำเข้า (Input water) คือ น้ำฝนที่ตกภายในพื้นที่รับน้ำที่คาบเกี่ยวกับพื้นที่ศึกษาที่เป็นเป้าหมายเท่านั้น ฉะนั้น เพื่อการวางแผนที่สมบูรณ์แบบ ควรศึกษากระบวนการทางอุทกวิทยาในระดับภูมิภาค (Regional scale) ซึ่งเป็นการรวบรวมพื้นที่รับน้ำที่ปรากฏทั้งหมดในภาคตะวันออก และปัจจัยน้ำนำเข้าที่กว้างกว่าคือจากน้ำทะเลหนุน เพื่อการจัดการและวางแผนภูมิทัศน์ในระดับภูมิภาคต่อไป



รูปที่ 52 ปัจจัยในการวิเคราะห์ภูมิทัศน์ ในขั้นตอนการวางแผนภูมิทัศน์ (ประยุกต์จาก Marsh, 2005)

6.3.4. ในภูมิทัศน์ ประกอบด้วยกระบวนการทางธรรมชาติ นอกเหนือกระบวนการทางอุทกวิทยา หรืออุทกภาค (Hydrosphere) นั่นคือยังมีกระบวนการอื่นๆ ทั้งใน ธรณีภาค (Terrasphere) บรรยากาศภาค (Atmosphere) หรือแม้กระทั่งกระบวนการของสิ่งมีชีวิต (Biosphere) จากปัจจัยที่หลากหลายของแต่ละกระบวนการที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ จึงควรมีการศึกษาอื่นๆ นอกเหนือจากกระบวนการทางอุทกวิทยา เช่น การศึกษาเพื่อวางแผนภูมิทัศน์เพื่อรองรับผลกระทบจากกระบวนการทางธรณีวิทยา เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด การออกแบบภูมิทัศน์ให้สอดคล้องกับธรรมชาติ (Design with nature) (Mc Harg, 1971) จะทำให้การออกแบบเป็นไปในแนวทางที่ถูกต้องและสร้างความยั่งยืน (Sustainability) ให้เกิดแก่ภูมิทัศน์ต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

โยธาธิการและผังเมือง, กรมโยธาธิการและผังเมือง, การป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชน: หลักเกณฑ์และรูปแบบการป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชน. กรุงเทพฯ: กลุ่มงานป้องกันน้ำท่วม สำนักสนับสนุนและพัฒนาตามผังเมือง กรมโยธาธิการและผังเมือง.

ประกอบ วิโรจนกูฎ. อุทกวิทยาของน้ำผิวดิน. ขอนแก่น: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 1996.

สุเพชร จิรขจรกุล. เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศ ด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 9.3.1. นนทบุรี: เอส. อาร์. พริ้นติ้ง มาโปรดักส์, 2552.

ภาษาอังกฤษ

BASMAA (Bay Area Stormwater Management Agencies Association). Start at the Source: Design Guidance Manual for Stormwater Quality Protection. 1999.

Black, Peter E. Watershed Hydrology: second edition. New York: CES PRESS, 1996.

Booth, Derek B. and C. Rhett Jackson. Urbanization of aquatic system: Degradation thresholds, Stormwater detection and the limits of mitigation, pp. VOL. 33, NO.5: OCTOBER. Journal of the American Water Resources Association.1997.

Booth, Derek B., James R. Karr, Sally Schauman, Christopher P. Konrad,Sarah A. Morley, Marit G. Larson, and Stephen J. Burges, Reviving urban streams: Land use, Hydrology, Biology, and Human Behavior. Journal of the American Water Resources Association..2004.

Clar, Michael L. Billy J. Barfield and Thomas P. O'Connor. Stormwater Best Management Practice Design Guide. OHIO: National risk management research laboratory, Office of research and development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, 2004.

Damm, Thomas and Luna B. Leopold. Water in Environmental Planning. New York: W.H. Freeman and Company, 1998.

Fabus, Julius GY. And Jack Ahern. Greenways: The Beginning of an international movement. University of Massachusetts, department of landscape architecture and regional planning. 1996.

Fletcher, Tim and Ana Deletic. Water Sensitive Urban Design Engineering Procedures: Stormwater. Melbourne: CSIRO PUBLISHING, 2005.

Flink, Charies A. and Robert M. Searns Authors. Schwacz, Loring LAB. Eds. Greenways: A Guide to Planning, Design and Development: the Conservation Fund. Washington, DC: Island Press. 1993.

Hall, M.J. Urban Hydrology. New York: Elsevier Science Publishing, 1984.

Hough, Michael. Cities and Natural Process: A basis for sustainability. New York: Routledge, 2004.

Konrad, Christopher P. Effects of urban development in the Puget Lowland, Washington,on interannual streamflow patterns: Consequences for channelForm and streambed disturbance. WATER RESOURCES RESEARCH, VOL. 41, 2005.

Marsh, William M. Landscape: An Introduction to Physical Geography. New Jersey: John Wiley & Sons, 1980.

Marsh, William M. Landscape Planning: Environmental Applications (Fourth Edition). New Jersey: John Wiley & Sons, 2005.

Mc Harg, Ian L. Design With Nature. Philadelphia: The Falcon Press, 1971.

Paul E. Loth, Manual for the landscape guide method for vegetation survey and mapping. Global Environment Monitoring System United Nation Environment Programme, Nairobi, 1990.

Spirn, Anne Whiston. The Granite Garden: Urban Nature and Human Design. New York: Basic books, 1984.

Turner, Tom. Greenways, Blueway, Skyways, and other ways to a better London. Landscape and Planning, pp.268 – 282. Elsevier Science B.V., 1995.

Wood, Paul J. David M. Hannah and Jonathan P. Sadler eds. Hydroecology and Ecohydrology: Past, present and future. West Sussex: John Wiley & Sons. 2007.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การแจกแจงคุณลักษณะของภูมิทัศน์ด้วยหลักการทางอุทกวิทยา จากการประเมินค่าการไหลหลากตามผิวดิน (Direct runoff) สามารถอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของภูมิทัศน์และกระบวนการทางอุทกวิทยา ในด้านคุณลักษณะหรือความสามารถในการดูดซึมปริมาณน้ำฝนลงสู่ชั้นดิน ซึ่งมีผลต่อปริมาณน้ำท่า (runoff) ที่เกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อพื้นที่ และการเขียนแผนภูมิชลภาพ (Hydrograph) น้ำท่าจากฝนหรือพายุลูกหนึ่ง จากวิธีการของ Synder ซึ่งสามารถคำนวณช่วงเวลา และคุณภาพในการระบายน้ำด้วยการคาดการณ์อัตราการไหล โดยเลือกข้อมูลฝนจากสถิติปริมาณฝนในช่วงที่มีการตกมากที่สุด เพื่อใช้ค่าปริมาณน้ำฝนนี้เป็นค่าสูงสุด ในการออกแบบวางแผนในขั้นสูงสุด (Ultimate design) โดยเริ่มต้นสังเคราะห์หาแผนภูมิชลภาพในพื้นที่ศึกษาตัวอย่างทั้งสอง จากขั้นตอนดังนี้

1. **คุณลักษณะของภูมิทัศน์ในกระบวนการทางอุทกวิทยาของพื้นที่รับน้ำรหัส** N2

1.1. การเขียนชลภาพของพื้นที่รับน้ำรหัส N2 จากสูตรคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์และการเขียนแผนภูมิชลภาพ จากวิธีการของ Synder ฉะนั้น จะสามารถคำนวณหาค่าต่างๆ ของพื้นที่รับน้ำรหัส N2 จากสมการดังนี้

- ช่วงเวลาจากจุดกึ่งกลางของฝนไปยังจุดอัตราการไหลสูงสุด หรือที่เรียกว่า basin lag, t_P (ชั่วโมง)

$$t_P = 0.75C_t(LL_c)^{0.3}$$
$$= 0.75 \times 2 \times (13.83 \times 8.27)^{0.3}$$
$$= 6.22 \text{ ชั่วโมง}$$

- ช่วงเวลาการตกของฝนส่วนเกิน, t_R (ชั่วโมง)

$$t_R = t_P / 5.5$$
$$= 6.22 / 5.5$$
$$= 1.13 \text{ ชั่วโมง}$$

- อัตราการไหลสูงสุด, Q_P (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

$$Q_P = 7C_PA \div t_P$$
$$= 7 \times 0.61 \times 29.25 \div 6.22$$
$$= 20.09 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วินาที}$$

- ระยะเวลาของการไหลออกหรือ time base ของชลภาพ, T_b (ชั่วโมง)

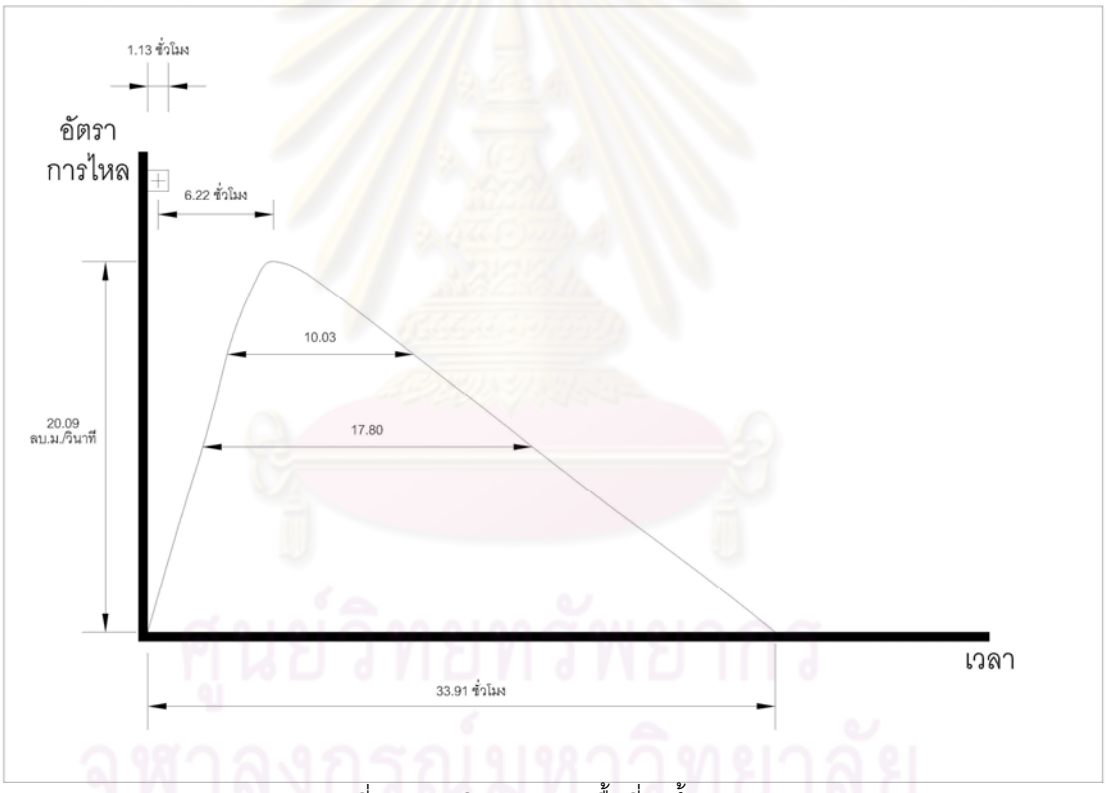
$$T_b = 5(t_P + 0.5\, t_R)$$
$$= 5[6.22 + (0.5 \times 1.13)]$$
$$= 33.91117 \text{ ชั่วโมง}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ความกว้างของกราฟที่ 50% และ 75%

$$W_{75} = 9.3A / Q_P^{1.1}$$
$$= 9.3 \times 29.25 / 20.09^{1.1}$$
$$= 10.03$$
$$W_{50} = 16.5A / Q_P^{1.1}$$
$$= 16.5 \times 29.25 / 20.09^{1.1}$$
$$= 17.80$$

เพราะฉะนั้น สามารถนำค่าต่างๆไปแทนในแผนภูมิ และแสดงออกมาเป็นแผนภูมิ Unit hydrograph ของพื้นที่รับน้ำรหัส N2 ได้ดังนี้



รูปที่ 1 แผนภูมิชลภาพของพื้นที่รับน้ำรหัส N2

1.2. เวลาที่น้ำไหลจากจุดไกลสุดของพื้นที่รับน้ำมายังจุดไหลออกหรือที่เรียกว่า time of concentration ของพื้นที่รับน้ำรหัส N2 จากวิธีของ SCS มีหน่วยเป็นชั่วโมง และหาค่าได้ดังนี้

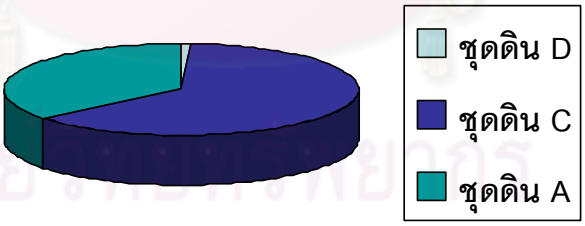
$$t_c = 2.5L^{1.15} / 7700H^{0.38}$$
$$= 2.5 \times (13850)^{1.15} / 7700 \times (44 - 2)^{0.38}$$
$$= 4.54 \quad \text{ชั่วโมง}$$

1.3. การไหลหลากตามผิวดิน (Direct runoff) ของพื้นที่รับน้ำรหัส N2 มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนที่ตก (P) โดยสามารถแสดงความสัมพันธ์ออกเป็นสมการคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการของ SCS (Soil Conservation Service) โดยมีตัวแปรของความสัมพันธ์นี้ คือ ศักยภาพของการสูญเสียสูงสุด (S) มีค่าขึ้นอยู่กับประเภทของดิน (Soil type) และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) เป็นคุณลักษณะทางกายภาพที่มีผลต่อการดูดซึมน้ำ และปริมาณของน้ำท่าที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่รับน้ำนั้นๆ

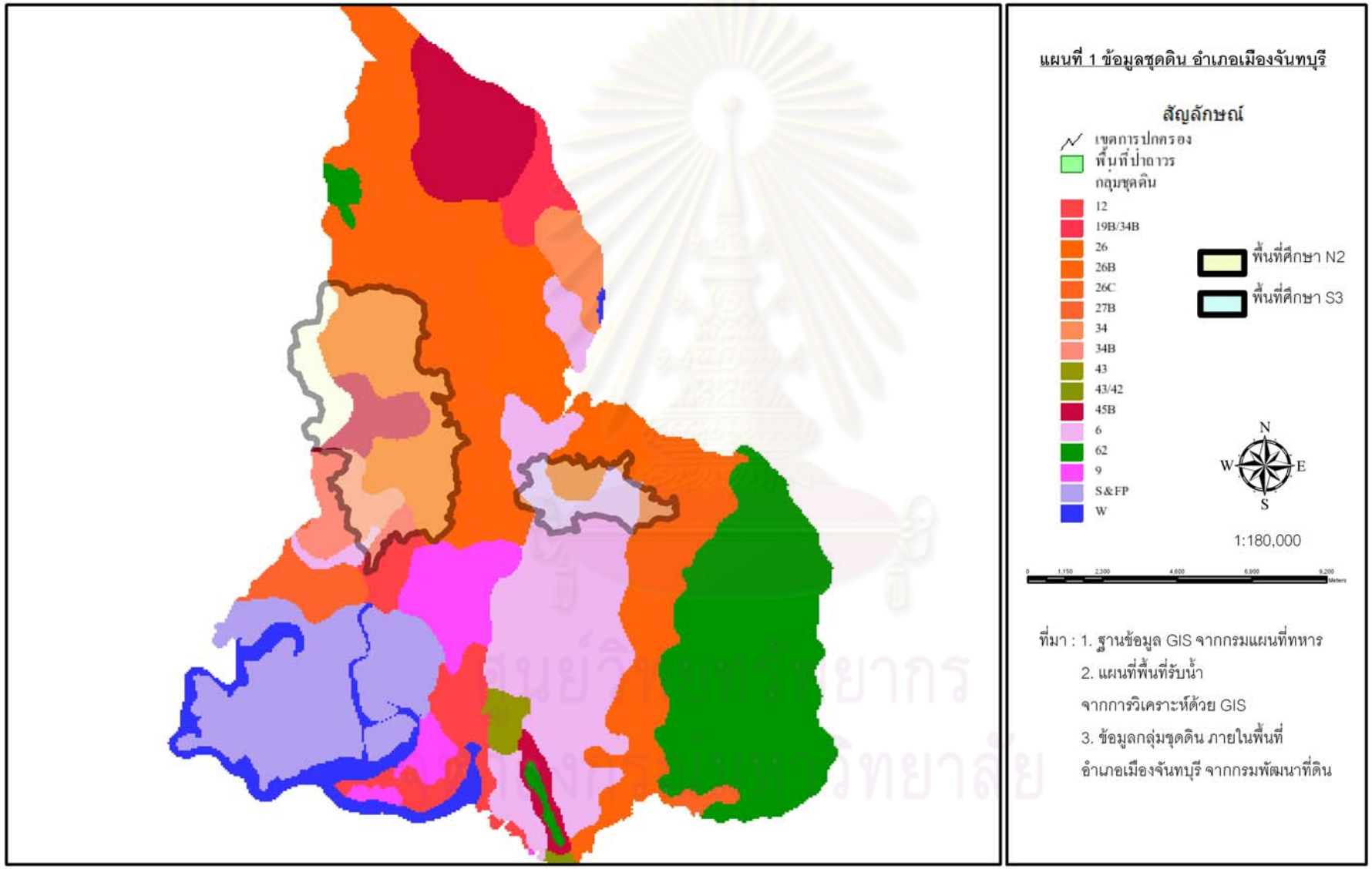
ข้อมูลจากชุดดิน ของกรมพัฒนาที่ดิน บริเวณพื้นที่ศึกษาปรากฏชุดดินอยู่ 3 ชุด ดังแสดงใน แผนที่ 1 และ ตารางที่ 1 ดังนี้

ชุดดิน	ประเภทดิน	กลุ่มดินตามวิธีของ SCS	พื้นที่ (ตร.กม.)	%
6	ดินเหนียว ระบายน้ำไม่ดี	D	0.22	0.81
27B	ดินเหนียวปนดินร่วนซุย ระบายน้ำได้ปานกลาง เก็บน้ำไม่อยู่	C	18.36	62.59
34	ดินร่วนปนทราย	A	1.15	3.99
34B	ดินร่วนปนทรายระบายน้ำได้ดี	A	2.89	9.94
45B	ดินร่วนปนกรวด ระบายน้ำได้ดี	A	6.61	22.67
		รวม	29.23	100.00

ตารางที่ 1 การจัดกลุ่มชุดดินด้วยวิธีของ SCS



รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงอัตราส่วนชุดดินในพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง N2

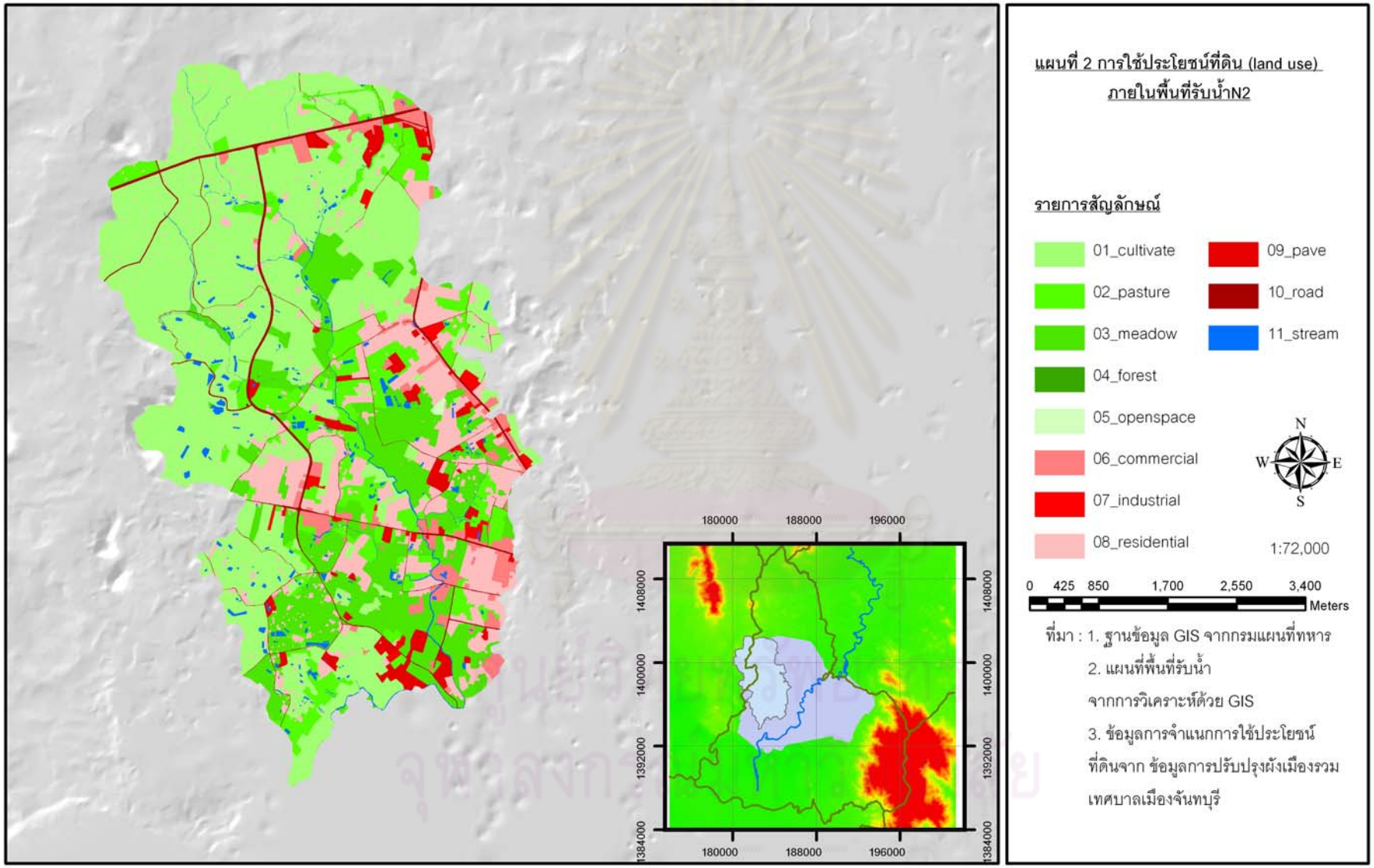

แผนที่ 1 ข้อมูลชุดดิน อำเภอเมืองจันทบุรี
สัญลักษณ์
เขตการปกครอง
พื้นที่ป่าถาวร
กลุ่มชุดดิน
12
19B/34B
26
26B
26C
27B
34
34B
43
43/42
45B
6
62
9
S&FP
W
พื้นที่ศึกษา N2
พื้นที่ศึกษา S3
N
W
E
S
1:180,000
0 1,150 2,300 4,600 6,900 9,200
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. แผนที่พื้นที่รับน้ำ
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
3. ข้อมูลกลุ่มชุดดิน ภายในพื้นที่
อำเภอเมืองจันทบุรี จากกรมพัฒนาที่ดิน

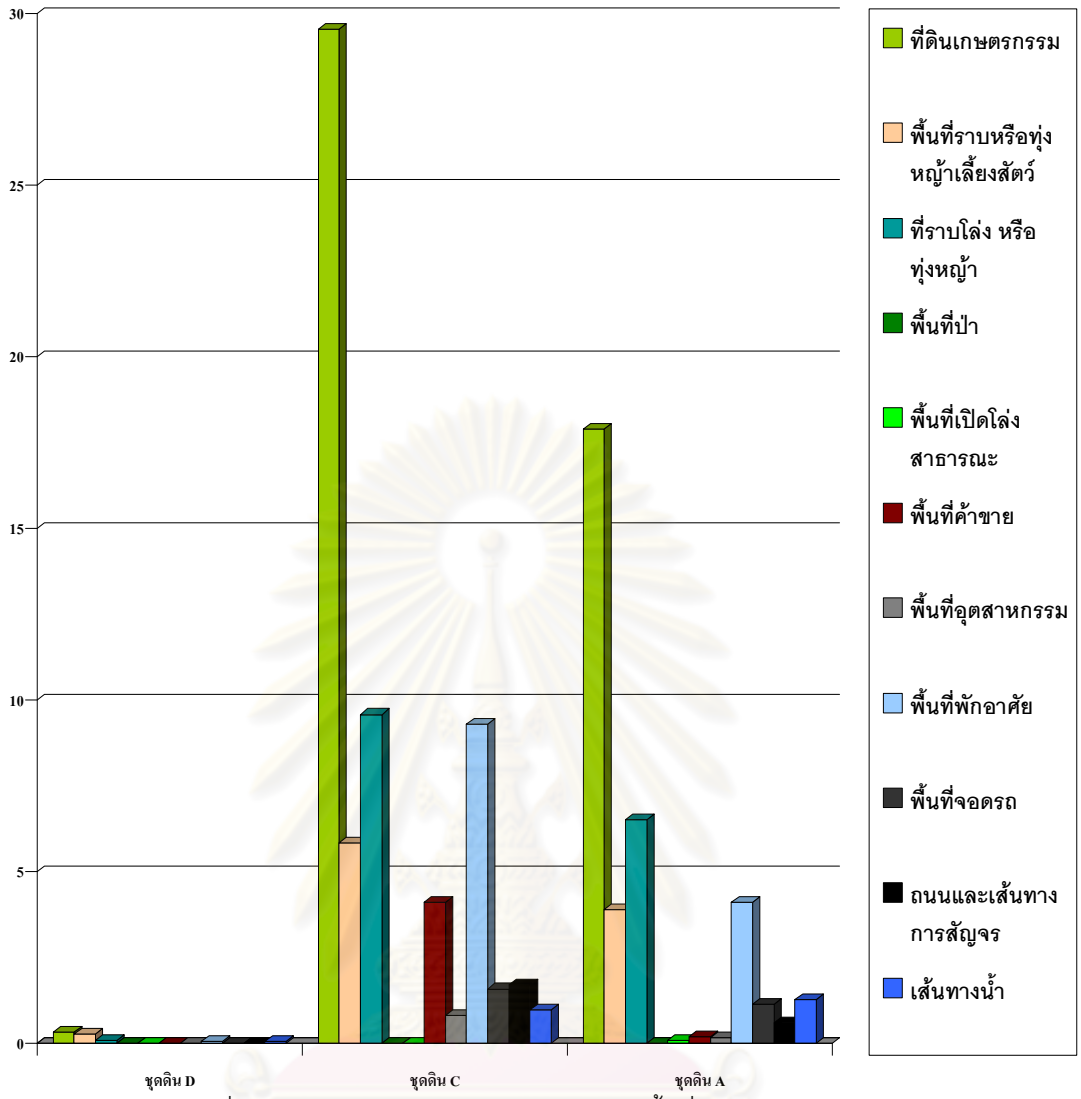
จากการวิเคราะห์องค์ประกอบด้านการใช้ประโยชน์ผืนดิน ของพื้นที่รับน้ำรหัส N2 สามารถสรุปอัตราส่วนการใช้ผืนดินและตำแหน่งของแต่ละประเภท จากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากโครงการปรับปรุงผังเมืองรวม เทศบาลเมืองจันทบุรี ดังแสดงใน แผนที่ 2 เพื่อการคำนวณหา Curve number (CN) ดัง ตารางที่ 2

การใช้ที่ดิน	ชนิดดิน											
	D				C				A			
	พื้นที่	%	CN	ผลคูณ	พื้นที่	%	CN	ผลคูณ	พื้นที่	%	CN	ผลคูณ
ที่ดินเกษตรกรรม	92,871.045709	0.32	91	29.12	8,655,267.476087	29.54	88	2599.52	5,240,930.711652	17.89	72	1288.08
พื้นที่ราบหรือทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์	76,917.857091	0.26	80	20.8	1,710,569.417865	5.84	74	432.16	1,140,245.220831	3.89	50	194.5
ที่ราบโล่ง หรือทุ่งหญ้า	22,954.031933	0.07	78	5.46	2,809,652.552172	9.58	78	747.24	1,907,729.366368	6.51	30	195.3
พื้นที่ป่า	0	0	83	0	0	0	83	0	0	0	25	0
พื้นที่เปิดโล่งสาธารณะ	0	0	84	0	0	0	84	0	22,991.588242	0.07	49	3.43
พื้นที่ค้าขาย	0	0	95	0	1,202,888.075256	4.11	95	390.45	53,000.935143	0.18	89	16.02
พื้นที่อุตสาหกรรม	0	0	93	0	233,616.596269	0.80	93	74.7	47,624.041894	0.16	81	12.96
พื้นที่พักอาศัย	17,119.922839	0.06	90	5.4	2,725,258.960717	9.30	90	837	1,202,422.854875	4.10	77	315.7
พื้นที่จอดรถ	0	0	98	0	465,077.543742	1.58	98	154.84	333,446.689901	1.14	98	111.72
ถนนและเส้นทางการสัญจร	1,602.864855	0	95	0	497,262.319180	1.70	95	161.5	175,890.762073	0.60	95	57
เส้นทางน้ำ	13,655.735819	0.06	15	0.9	280,273.496797	0.96	15	14.4	371,751.913495	1.28	15	19.2
รวม	225,121.458246	0.77		61.68	18,579,866.438085	63.41		5411.81	10,496,034.084474	35.82		2213.91

รวมพื้นที่รับน้ำ N2 29,301,021.980805 ตร.ม. ค่า CN เฉลี่ย 7687.4/100 = 76.874

ตารางที่ 2 ค่า Curve number (CN) ของพื้นที่รับน้ำรหัส N2


แผนที่ 2 การใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use)
ภายในพื้นที่รับน้ำN2
รายการสัญลักษณ์
01_cultivate
02_pasture
03_meadow
04_forest
05_openspace
06_commercial
07_industrial
08_residential
09_pave
10_road
11_stream
N
W
E
S
1:72,000
0 425 850 1,700 2,550 3,400
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. แผนที่พื้นที่รับน้ำ
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
3. ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์
ที่ดินจาก ข้อมูลการปรับปรุงผังเมืองรวม
เทศบาลเมืองจันทบุรี
180000
188000
196000
1408000
1400000
1392000
1384000



รูปที่ 3 แผนภูมิแสดงอัตราส่วนการใช้ผืนดินในพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง N2

เพราะฉะนั้น ค่า CN เฉลี่ยสำหรับพื้นที่รับน้ำรหัส N2 มีค่าเท่ากับ 7687.4/100= 76.874 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับ ค่า S จากสมการ

$$S = (1000 / CN) - 10$$

$$= (1000 / 76.874) - 10$$

$$= 3.0082 \text{ นิ้ว}$$

จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนในบริเวณอำเภอเมืองจันทบุรี ในช่วง พ.ศ. 2495 ถึง พ.ศ. 2550 มีข้อมูลเฉลี่ยน้ำฝนรายวันที่มากที่สุดคือ 4,109.8 มม. ในปี พ.ศ. 2526 และมีจำนวนวันที่ตก 160 วัน ฉะนั้น เฉลี่ยแล้วปริมาณฝนที่ตกสูงสุดของพื้นที่คือ 25.68 มม.ต่อวัน (1.027 นิ้ว) เพราะฉะนั้น สามารถคำนวณหาค่าการไหลหลากตามผิวดิน (Direct runoff) ของพื้นที่รับน้ำรหัส N2 ได้ดังนี้

$$DR = (P - 0.2S)^2 / (P + 0.8S)$$
$$= [1.027 - (0.2 \times 3.0082)]^2 / [1.027 + (0.8 \times 3.0082)]$$
$$= 0.1809 / 3.4335$$
$$= 0.0526 \text{ นิ้ว}$$
$$= 1.3150 \text{ มม.}$$

2. คุณลักษณะของภูมิทัศน์ในกระบวนการทางอุทกวิทยาของพื้นที่รับน้ำรหัส S3

2.1. การเขียนชลภาพของพื้นที่รับน้ำรหัส S3 จากวิธีการของ Synder ดังนี้

- ช่วงเวลาจากจุดกึ่งกลางของฝนไปยังจุดอัตราการไหลสูงสุด หรือที่เรียกว่า basin lag, t_P (ชั่วโมง)

$$t_P = 0.75C_t(LL_c)^{0.3}$$
$$= 0.75 \times 2 \times (7.076 \times 3.05)^{0.3}$$
$$= 3.77 \text{ ชั่วโมง}$$

- ช่วงเวลาการตกของฝนส่วนเกิน, t_R (ชั่วโมง)

$$t_R = t_P / 5.5$$
$$= 3.76 / 5.5$$
$$= 0.68 \text{ ชั่วโมง}$$

- อัตราการไหลสูงสุด, Q_P (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

$$Q_P = 7C_PA \div t_P$$
$$= 7 \times 0.61 \times 7.476 \div 3.77$$
$$= 8.46 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วินาที}$$

- ระยะเวลาของการไหลออกหรือ time base ของชลภาพ, T_b (ชั่วโมง)

$$T_b = 5(t_P + 0.5\, t_R)$$
$$= 5[3.77 + (0.5 \times 0.68)]$$
$$= 20.56200 \text{ ชั่วโมง}$$

- ความกว้างของกราฟที่ 50% และ 75%

$$W_{75} = 9.3A / Q_P^{1.1}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$= \quad 9.3 \times 7.476 / 8.468^{1.1}$$

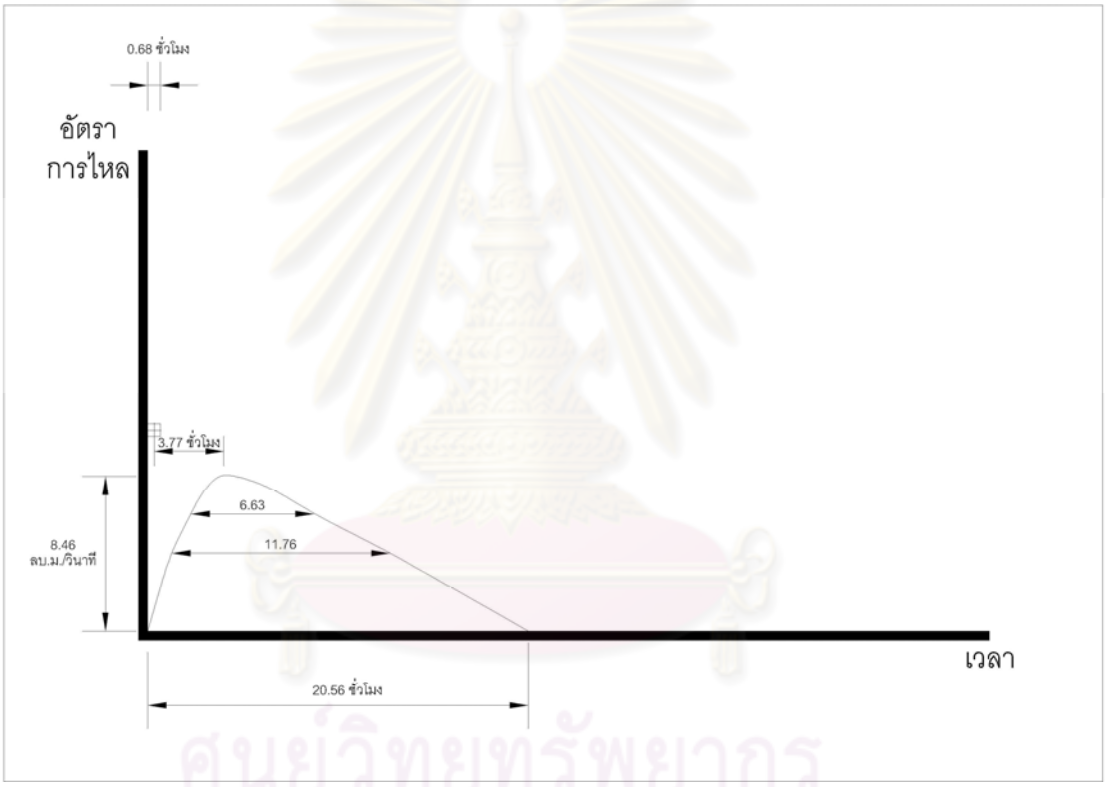
$$= \quad 6.63$$

$$W_{50} = \quad 16.5A / \ Q_P^{1.1}$$

$$= \quad 16.5 \times 7.476 / 8.468^{1.1}$$

$$= \quad 11.76$$

เพราะฉะนั้น สามารถนำค่าต่างๆไปแทนในแผนภูมิ และแสดงออกมาเป็นแผนภูมิ Unit hydrograph ของพื้นที่รับน้ำรหัส S3 ได้ดังนี้



รูปที่ 4 แผนภูมิชลภาพของพื้นที่รับน้ำรหัส S3

2.2. เวลาที่น้ำไหลจากจุดไกลสุดของพื้นที่รับน้ำมายังจุดไหลออกหรือที่เรียกว่า time of concentration ของพื้นที่รับน้ำรหัส S3 จากวิธีของ SCS มีหน่วยเป็นชั่วโมง และหาค่าได้ดังนี้

$$t_c = \quad 2.5L^{1.15} / 7700H^{0.38}$$

$$= \quad 2.5 \times (7076)^{1.15} \ / 7700 \times (17 - 3)^{0.38}$$

$$= \quad 3.18 \quad \text{ชั่วโมง}$$

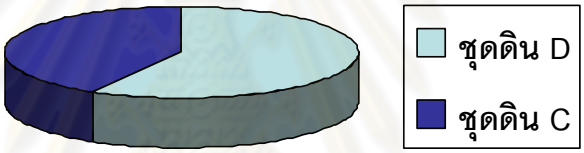
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3. การไหลหลากตามผิวดิน (Direct runoff) ของพื้นที่รับน้ำรหัส S3

ข้อมูลจากชุดดิน ของกรมพัฒนาที่ดิน บริเวณพื้นที่ศึกษาปรากฏชุดดินอยู่ 2 ชุด ดังแสดงใน แผนที่ 1 และ ตารางที่ 3 ดังนี้

ชุดดิน	ประเภทดิน	กลุ่มดินตามวิธีของ SCS	พื้นที่ (ตร.กม.)	%
6	ดินเหนียว ระบายน้ำไม่ดี	D	4.39	58.68
27B	ดินเหนียวปนดินร่วนซุย ระบายน้ำได้ปานกลาง เก็บน้ำไม่อยู่	C	3.09	41.32
		รวม	7.48	100.00

ตารางที่ 3 การจัดกลุ่มชุดดินด้วยวิธีของ SCS



รูปที่ 5 แผนภูมิแสดงอัตราส่วนชุดดินในพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง S3

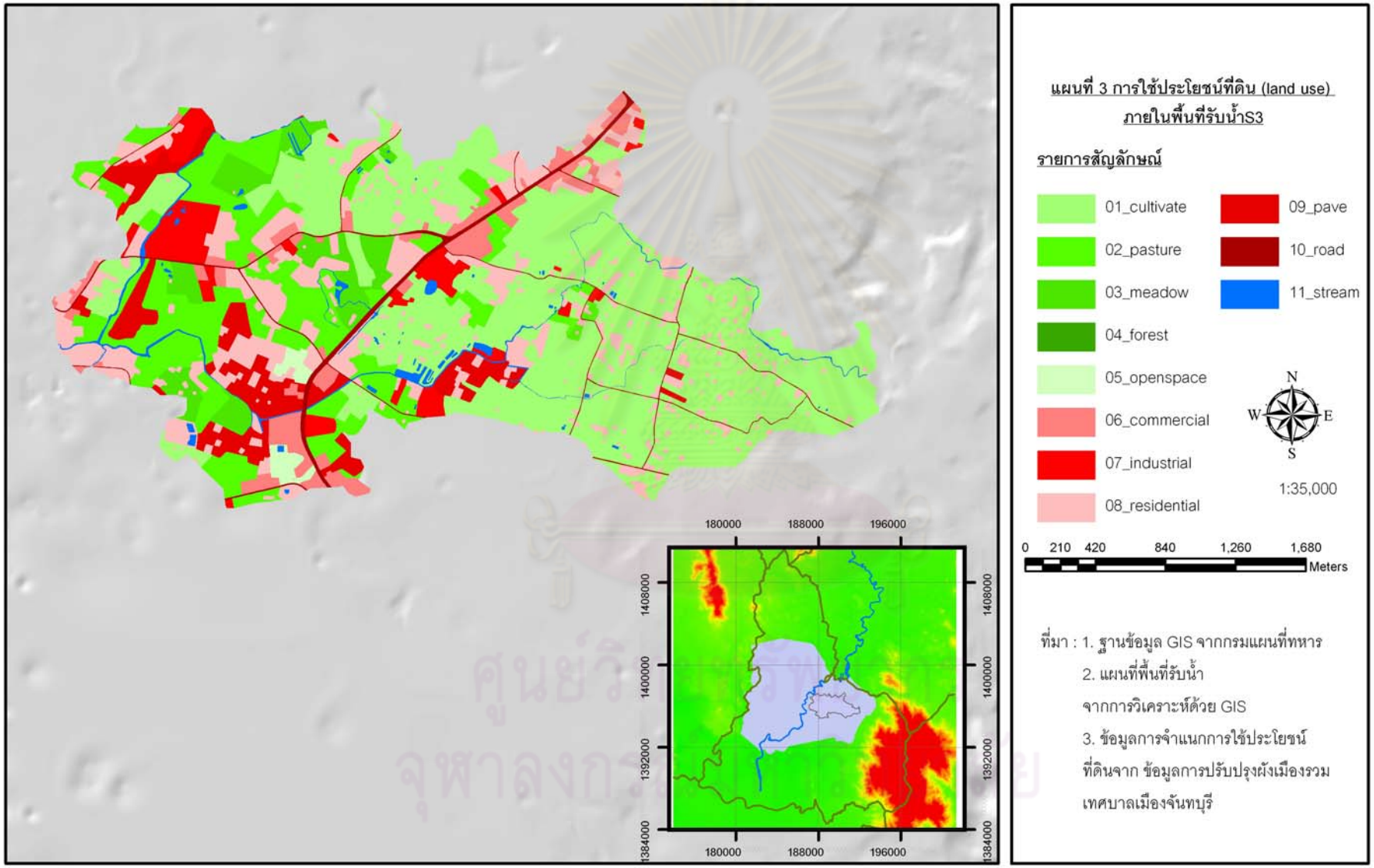
จากการวิเคราะห์องค์ประกอบด้านการใช้ประโยชน์ผืนดิน ของพื้นที่รับน้ำรหัส S2 สามารถสรุปอัตราส่วนการใช้ผืนดินและตำแหน่งของแต่ละประเภท จากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากโครงการปรับปรุงผังเมืองรวม เทศบาลเมืองจันทบุรี ดังแสดงใน แผนที่ 3 เพื่อการคำนวณหา Curve number (CN) ดังตารางที่ 4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

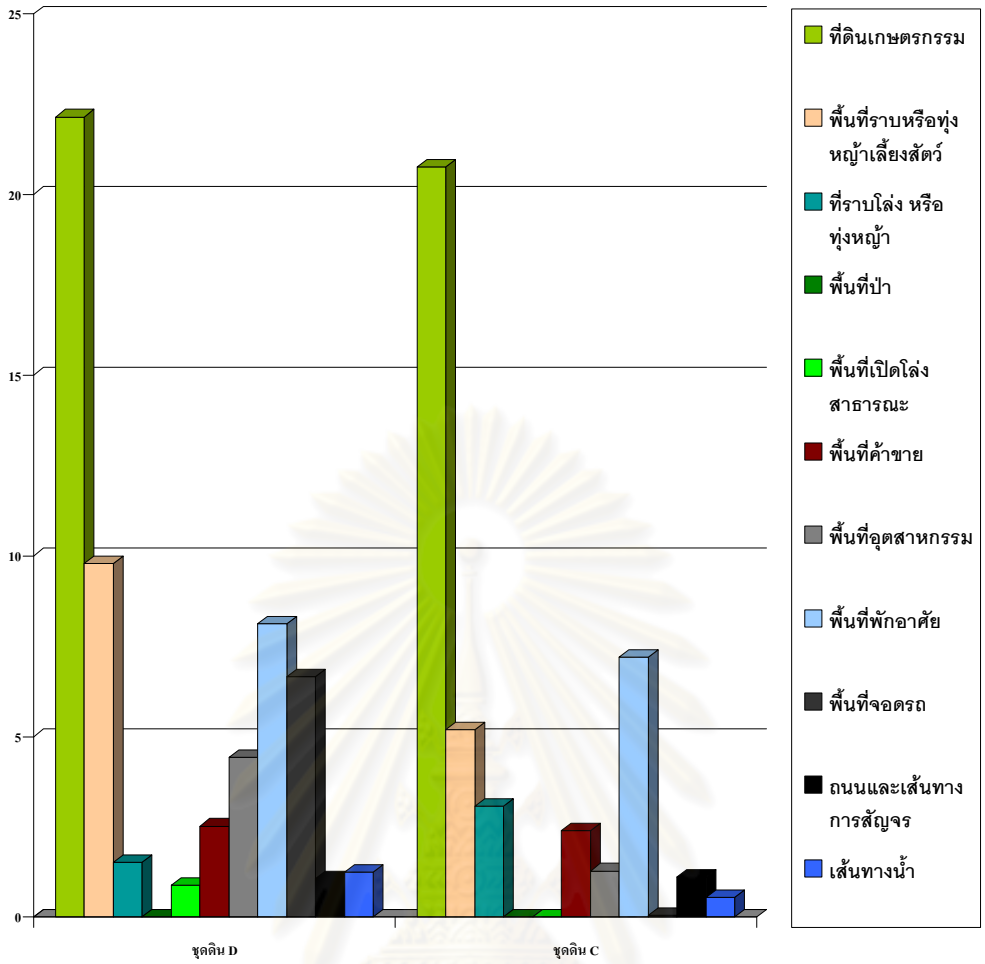
การใช้ที่ดิน	ชนิดดิน							
	D				C			
	พื้นที่ (ตร.ม.)	%	CN	ผลคูณ	พื้นที่ (ตร.ม.)	%	CN	ผลคูณ
ที่ดินเกษตรกรรม	1,655,616.577213	22.14	91	2014.74	1,552,110.723187	20.76	88	1826.88
พื้นที่ราบหรือทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์	731,929.897164	9.79	80	783.2	388,154.731517	5.19	74	384.06
ที่ราบโล่ง หรือทุ่งหญ้า	113,977.026422	1.52	78	118.56	229,887.327532	3.07	78	239.46
พื้นที่ป่า	0	0	83	0	0	0	83	0
พื้นที่เปิดโล่งสาธารณะ	66,152.900125	0.88	84	73.92	0	0	84	0
พื้นที่ค้าขาย	188,351.288036	2.52	95	239.4	17,9037.508007	2.39	95	227.05
พื้นที่อุตสาหกรรม	331,063.795306	4.42	93	411.06	96,052.615256	1.28	93	119.04
พื้นที่พักอาศัย	606,956.61869	8.12	90	730.8	537,865.668457	7.19	90	647.1
พื้นที่จอดรถ	497,751.450733	6.66	98	652.68	3,224.925677	0.06	98	5.88
ถนนและเส้นทางการสัญจร	79,966.706759	1.07	95	101.65	84,103.722168	1.12	95	106.4
เส้นทางน้ำ	93,774.069256	1.25	15	18.75	40,866.174499	0.55	15	8.25
รวม	4,365,540.329704	58.39		5144.76	3,111,303.396300	41.61		3564.12

รวมพื้นที่รับน้ำ S3 7476843.726004 ตร.ม. ค่า CN เฉลี่ย 8708.88/100 = 87.0888

ตารางที่ 4 ค่า Curve number (CN) ของพื้นที่รับน้ำรหัส S3


แผนที่ 3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use)
ภายในพื้นที่รับน้ำS3
รายการสัญลักษณ์
01_cultivate
02_pasture
03_meadow
04_forest
05_openspace
06_commercial
07_industrial
08_residential
09_pave
10_road
11_stream
N
W
E
S
1:35,000
0 210 420 840 1,260 1,680
Meters
ที่มา : 1. ฐานข้อมูล GIS จากกรมแผนที่ทหาร
2. แผนที่พื้นที่รับน้ำ
จากการวิเคราะห์ด้วย GIS
3. ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์
ที่ดินจาก ข้อมูลการปรับปรุงผังเมืองรวม
เทศบาลเมืองจันทบุรี
180000
188000
196000
1408000
1400000
1392000
1384000

109



รูปที่ 6 แผนภูมิแสดงอัตราส่วนการใช้ผืนดินในพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง S3

เพราะฉะนั้น ค่า CN เฉลี่ยสำหรับพื้นที่รับน้ำรหัส S3 มีค่าเท่ากับ 8708.88 / 100 = 87.0888 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับ ค่า S จากสมการ

$$S = (1000 / CN) - 10$$

$$= (1000 / 87.0888) - 10$$

$$= 1.4825 \text{ นิ้ว}$$

จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนในบริเวณอำเภอเมืองจันทบุรี ในช่วง พ.ศ. 2495 ถึง พ.ศ. 2550 มีข้อมูลเฉลี่ยน้ำฝนรายวันที่มากที่สุดคือ 4,109.8 มม. ในปี พ.ศ. 2526 และมีจำนวนวันที่ตก 160 วัน ฉะนั้น เฉลี่ยแล้วปริมาณฝนที่ตกสูงสุดของพื้นที่คือ 25.68 มม.ต่อวัน (1.027 นิ้ว) เพราะฉะนั้นสามารถคำนวณหาค่าการไหลหลากตามผิวดิน (Direct runoff) ของพื้นที่รับน้ำรหัส S3 ได้ดังนี้

$$DR = (P - 0.2S)^2 / (P + 0.8S)$$

$$= [1.027 - (0.2 \times 1.4825)]^2 / [1.027 + (0.8 \times 1.4825)]$$

$$= 0.5336 / 2.2130$$

$$= 0.2411 \text{ นิ้ว}$$

$$= 6.0270 \text{ มม.}$$

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายพิศุทธ์ วิเชียรฉันท์ จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาที่โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดจันทบุรี และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี จากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร และตั้งใจศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิต ในสาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรมศาสตร์ โดยมีความสนใจในแนวทางการศึกษาทางด้านระบบนิเวศและการวางแผนสิ่งแวดล้อมในบริบทต่างๆเพื่อทำความเข้าใจกับปรากฏการณ์ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อม และมุ่งหวังที่จะใช้องค์ความรู้ที่ศึกษาเพิ่มเติม เป็นแนวทางในการวางแผนหรือออกแบบในการทำงานในอนาคต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย