การศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ กรณีศึกษา บ้านแม่แอน ต.ห้วยทราย อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่

นายกังวาน พิพิธพงศ์สันต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรม ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECT OF LANDUSE AND LAND COVER CHANGE ON HYDRO-ECOSYSTEM: CASE STUDY; MAE ANN TAMBON HUAY SAI, AMPHOR MAE RIM, CHIANGMAI

MR. KANGWARN PIPITPONGSON

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 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ กรณีศึกษา บ้านแม่แอน ต.ห้วยทราย อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่
โดย	นายกังวาน พิพิธพงศ์สันต์
สาขาวิชา	ภูมิสถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร. ดนัย ทายตะคุ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อังสนา บุณโยภาส)

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

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

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

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กังวาน พิพิธพงศ์สันต์ : การศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดิน ที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศกรณีศึกษา บ้านแม่แอน ต.ห้วยทราย อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่. (EFFECT OF LANDCOVER CHANGE ON HYDROLOGICAL SYSTEM: CASE STUDY MAE ANN T. HUAY SAI A. MAE RIM, CHIANGMAI.) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อาจารย์ ดร.ดนัย ทายตะคุ, 108 หน้า.

การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดิน ต่อระบบอุทกนิเวศ มีวัตถุประสงค์คือ ประการที่หนึ่ง เพื่อทำความเข้าใจในเรื่องการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ โดยมีกรอบแนวคิดในด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์และกระบวนการอุทกวิทยา ประการที่สอง เพื่อทำการศึกษาวิธีการและการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวที่เกิดขึ้นกับระบบอุทกนิเวศ ประการที่สาม เพื่อนำเสนอผลการวิเคราะห์ ที่สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลกระทบต่อระบบอุทกนิเวศ และเสนอแนะแนวทางการศึกษาความสัมพันธ์ของระบบอุทกนิเวศกับงานภูมิสถาปัตยกรรม

การศึกษาและการวิเคราะห์ผลกระทบทางอุทกวิทยา จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ด้วยการป้อนข้อมูลการใช้ที่ดินจากการจำลองการเปลี่ยนแปลง 3 แบบ และจากข้อมูลที่เป็นอยู่จริงในปัจจุบัน รวมทั้งข้อมูลทางด้านอุทกศาสตร์ ลงในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 เพื่อประเมินและเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนแปลงที่มีต่อระบบอุทกนิเวศ โดยใช้พื้นที่บ้านแม่แอนเป็นกรณีศึกษา

ผลการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ผิวซึ่งไม่สามารถซึมซับน้ำได้ จะส่งผลต่อ ปริมาณน้ำท่าที่เพิ่มขึ้น อัตราการไหลสูงสุดสูงขึ้น และระยะเวลาการไหลรวมตัวของน้ำในลำน้ำเร็วขึ้น และเมื่อมีการลดลงของปริมาณพื้นที่ผิวซึ่งไม่สามารถซึมซับน้ำได้ จะส่งผลต่อ ปริมาณน้ำท่าที่ลดลง อัตราการไหลสูงสุดต่ำลง และระยะเวลาการไหลรวมตัวของน้ำในลำน้ำช้าลง อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้เป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษา ความสัมพันธ์ของระบบอุทกนิเวศกับงานภูมิสถาปัตยกรรม เพื่อเป็นแนวทางสู่การออกแบบที่คำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในอนาคต

ภาควิชา.....ภูมิสถาปัตยกรรม.....ลายมือชื่อนิสิต.....Kangwan P.....

สาขาวิชา.....ภูมิสถาปัตยกรรม.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....ดนัย ทายตะคุ.....

ปีการศึกษา....2553.....

5274170825 : MAJOR LANDSCAPE ARCHITECTURE

KEYWORDS : LAND USE AND LAND COVER CHANGES / HYDRO-ECOSYSTEM

KANGWARN PIPITPONGSON: EFFECT OF LANDUSE AND LAND COVER CHANGE ON HYDRO-ECOSYSTEM: CASE STUDY; MAE ANN TAMBON HUAY SAI, AMPHOR MAE RIM, CHIANGMAI. ADVISOR: DANAI THAITAKOO, Ph.D., 108 pp.

The aim of this study are as following: 1. to understand the effects of land use and land cover changes on hydro-ecosystem by using conceptual framework of landscape change and hydrological process. 2. To study the method and the analysis of the impact that occurs on the hydro-ecosystem. 3. to present the results of analysis that explains the effects of changes on the hydro-ecosystem and to suggest a framework to study the relationship between hydrological system and landscape architecture.

By using the area of Baan Mae Ann as a case study, the study and analysis was done by entering the land-use data from 3 different models, the current data, and also the hydrological data into mathematical model (WIN TR-55) to evaluate and compare the result of the impacts to the hydrological system

The results showed that the changes of land use and land cover while there is an increase of impervious surface area will cause the increased runoff, peak flow rate rising, and shorten period the time of concentration in the river. On the other hand decreasing of impervious surface area will result decreasing of runoff and peak flow rate, and longer period the time of concentration in the river. However, this research is the beginning of the study on the relationship between hydrological system and landscape architecture. This will be used as a guide to the design that considers the environmental impact in the future.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department : Landscape Architecture Student's Signature Kangwarn P.

Field of Study : Landscape Architecture Advisor's Signature Danai Thaitakoo

Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากการได้รับการสนับสนุนและความช่วยเหลือจากโครงการและบุคคลดังต่อไปนี้

โครงการในแผนพัฒนาวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (Chulalongkorn University Centenary Academic Development Project) สนับสนุนทุนที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าและการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

อาจารย์ ดร. ดนัย ทายตะคุ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำแนะนำและดูแลเอาใจใส่อย่างใกล้ชิดเสมอมา

คณะกรรมสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่สละเวลามาให้คำแนะนำ เพื่อเป็นความรู้ที่สามารถนำไปพัฒนาต่อได้

ขอขอบคุณ เพื่อนร่วมชั้นเรียนที่คอยให้คำแนะนำ เป็นอย่างดีตลอดมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง..... ฎ

สารบัญภาพ..... ฑ

สารบัญแผนภูมิ..... ณ

สารบัญแผนที่ ..... ถ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.5 คำถามในการวิจัย 3

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย..... 3

1.7 นิยามคำสำคัญที่ใช้ในงานวิจัย 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 7

2.1 การทบทวนกรอบแนวคิดการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ 8

2.1.1 การทบทวนความหมายของการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ 8

2.1.2 การทบทวนกรอบแนวคิดด้านการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน..... 9

2.1.3 การทบทวนกรอบแนวคิดการวางแผนด้านสิ่งแวดล้อม 10

หน้า

2.1.4 การทบทวนกรอบแนวคิดการประเมินค่าผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม 11
2.2 การทบทวนกรอบแนวคิดเกี่ยวกับอุทกวิทยา (Hydrology)..... 12
2.2.1 การทบทวนความหมายของระบบอุทกวิทยา (Hydrologic system)..... 14
2.2.2 การทบทวนความหมายของรูปพรรณสัณฐานของลุ่มน้ำ (Watershed morphometrical model)..... 17
2.2.3 การทบทวนความหมายของปัจจัยที่มีผลต่อน้ำท่า (Factor affecting stream flow)..... 19
2.2.4 การทบทวนความหมายของชลภาพน้ำท่า (Streamflow hydrograph) 21
2.2.5 การทบทวนความหมายของผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อระบบอุทกวิทยา..... 23
2.2.6 การทบทวนแนวคิดในด้านการวางแผน และการจัดการทรัพยากรน้ำ..... 25
2.2.7 การทบทวนกรอบแนวคิดอุทกวิทยาเมือง (Urban hydrology)..... 26
2.3 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 26
2.4 สรุปทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 29
บทที่ 3 พื้นที่ศึกษา..... 30
3.1 เหตุผลในการเลือกพื้นที่ศึกษา..... 30
3.2 ที่ตั้งและอาณาเขต 32
3.3 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา..... 33
3.4 ปัญหาทางอุทกนิเวศที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา 35
3.5 การวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาและกระบวนการทางอุทกวิทยาของพื้นที่... 37

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

บทที่ 4 วิธีดำเนินการวิจัย 38

4.1 ระเบียบวิธีวิจัย 38

4.1.1 การตั้งคำถามในการการวิจัย 38

4.1.2 การทบทวนวรรณกรรม 38

4.1.3 การสำรวจและเก็บข้อมูล 39

4.1.4 การเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ 39

4.1.5 การใช้แบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์ WIN TR-55 40

4.1.6 การใช้แบบจำลองเพื่อการเปรียบเทียบ 41

4.1.7 การวิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา 41

4.2 การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 43

4.3 การเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ 51

4.3.1 ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ และข้อมูลภาพถ่ายออร์โธสีเชิงเลข 51

4.3.2 ข้อมูลเส้นชั้นความสูง 53

4.3.3 ข้อมูลการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน 54

4.3.4 ข้อมูลชนิดกลุ่มดิน 54

4.3.5 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน 54

4.3.6 ข้อมูลเส้นทางน้ำ 55

4.4 การใช้แบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ศึกษา 56

4.4.1 การแปลข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศ ด้วยการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน (Land cover classification) 56

4.4.2 การจำแนกข้อมูลประเภทชุดดิน บริเวณพื้นที่ศึกษา (Soil group classification) 58

4.4.3 ข้อมูลรายละเอียดพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษา 59

4.4.4 การคำนวณหาความลาดเอียงและความยาวของลำน้ำ 61

4.4.5 ระยะเวลาการไหลรวมตัวของน้ำ (Time of concentration) 64

หน้า

4.5 การใช้แบบจำลองเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ..... 65
4.6 การนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์..... 67
บทที่ 5 ผลการวิจัยและการวิเคราะห์..... 69
5.1 ผลการศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำบริเวณบ้านแม่แอน..... 69
5.1.1 ผลการจำแนกประเภทการใช้ที่ดิน และค่า CN เฉลี่ยของแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ทั้ง 9 ส่วน 70
5.1.2 ผลการคำนวณขนาดเส้นทางการไหลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำบ้านแม่แอน 72
5.1.3 ผลการคำนวณระยะเวลาการไหลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแต่ละส่วน 73
5.2 ผลการวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ 75
5.2.1 การจำลองรูปแบบการใช้ที่ดิน บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 (แบบจำลองที่ 1)..... 77
5.2.2 การจำลองรูปแบบการใช้ที่ดิน บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 (แบบจำลองที่ 2)..... 79
5.2.3 การจำลองรูปแบบการใช้ที่ดิน บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 (แบบจำลองที่ 3)..... 82
5.2.4 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด..... 85
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 88
6.1 สรุปผลการศึกษา 88
6.2 แผนภูมิชลภาพกับการประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน..... 89
6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ 90

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

6.4 ข้อเสนอแนะแนวทางในกระบวนการศึกษา ความสัมพันธ์ของระบบอุทกนิเวศในงานภูมิสถาปัตยกรรม 92
6.5 ข้อเสนอแนะในงานวิจัย 94
6.6 การศึกษาในระดับต่อไป..... 95
6.7 ข้อจำกัดและอุปสรรคในการศึกษา 96
6.8 บทส่งท้าย..... 97
รายการอ้างอิง..... 98
ภาคผนวก 101
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 108

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	แสดงความสัมพันธ์ของการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน ระหว่างแบบจำลอง WIN TR-55 กับ กรณีศึกษา บ้านแม่แอน	10
4- 1	แสดงข้อจำกัดและขีดความสามารถของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55	45
4- 2	แสดงค่า CN ตามประเภทการใช้ที่ดิน	49
4- 3	แสดงข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสมบริเวณอ.แม่แตง จ.เชียงใหม่	55
4- 4	แสดงการจัดชนิดกลุ่มดิน ตามวิธีของ SCS	59
4- 5	แสดงข้อมูลขนาดพื้นที่บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทั้ง 9 ส่วน แบ่งตามการจัดกลุ่มดินทางอุทกวิทยา	60
4- 6	แสดงรายละเอียดของทางน้ำ ในบริเวณลุ่มน้ำของพื้นที่ศึกษา	62
4- 7	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในสมการ Manning's formula	63
4- 8	แสดงรายละเอียดเวลาการไหลรวมตัวของน้ำ บริเวณลุ่มน้ำของพื้นที่ศึกษา	64
5- 1	แสดงรายละเอียดขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย และค่า CN เฉลี่ย พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 1-7	70
5- 2	แสดงรายละเอียดขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย และค่า CN เฉลี่ย พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 8-9	71
5- 3	แสดงรายละเอียดเส้นทางการไหลของน้ำ 4 เส้นทาง ในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำที่ทำการศึกษาบ้านแม่แอน	72
5- 4	แสดงรายละเอียดระยะเวลาการเดินทางของน้ำ จากบริเวณพื้นที่ต้นน้ำมายังปลายทางออกของน้ำผ่านพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทั้ง 9 ส่วน	74
5- 5	แสดงผลการสรุปรายละเอียดพื้นที่ลุ่มน้ำ	75
5- 6	แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 (แบบที่จำลองที่ 1)	77

ตารางที่ หน้า

5- 7 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 (แบบที่จำลองที่ 2)..... 80

5- 8 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 (แบบที่จำลองที่ 3)..... 82

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำท่า กับการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินประกอบด้วย พื้นที่ป่าไม้ เกษตรกรรม ที่พักอาศัย และเมือง มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามระหว่าง ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำท่า และการสูญหายของน้ำที่ซึมลงสู่ผิวดิน	2
2- 1	แสดงลักษณะการไหลของน้ำฝน ในพื้นที่ภูมิทัศน์กึ่งธรรมชาติ ประกอบด้วย การดัก การซึมลงสู่ผิวดิน การกักเก็บน้ำใต้ผิวดิน และการไหลบนผิวดิน	14
2- 2	แสดงการจัดลำดับเครือข่ายลำน้ำตามระบบของ Gravelius, Horton, และ Panov-Strahler	18
2- 3	การแยกประเภทพื้นที่รับน้ำตามหน้าที่การลำเลียงน้ำ	19
2- 4	แสดงการการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำท่าผิวดินเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของพื้นผิวที่ไม่ซึมน้ำ	24
2- 5	แสดงการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมผิวดิน ที่ส่งผลต่ออัตราการไหลของน้ำ	25
3- 1	แสดงตำแหน่งการตั้งถิ่นฐาน และการใช้ที่ดินในหุบแม่น้ำแม่ริม	31
3- 2	รูปตัดขวาง A-A'แสดงลักษณะภูมิประเทศ และระบบพื้นที่รับน้ำในแอ่งเชียงใหม่ จากภาพ 3-1	31
3- 3	แสดงลักษณะภูมิประเทศบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำบ้านแม่แอน	33
3- 4	แสดงลักษณะพื้นที่บริเวณหุบเขาบ้านแม่แอน	35
3- 5	แสดงกระบวนการซึมน้ำและกักเก็บน้ำของผืนป่าที่มีส่วนช่วยในการกักเก็บน้ำฝน และช่วยลดการไหลหลากบนผิวดิน	37
4- 1	ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณพื้นที่ศึกษา บ้านแม่แอน อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ ปี พ.ศ.2520 (กรมแผนที่ทหาร)	51
4- 2	ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณพื้นที่ศึกษา บ้านแม่แอน อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ ปี พ.ศ.2529 (กรมแผนที่ทหาร)	52

ภาพที่		หน้า
4- 3	ภาพถ่ายออร์โธสีเชิงเลข บริเวณพื้นที่ศึกษาบ้านแม่แอน อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ ปี พ.ศ.2545 (กรมพัฒนาที่ดิน)	53
4- 4	แสดงเส้นระดับชั้นความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา บ้านแม่แอน อ.แม่ริม จ. เชียงใหม่ (กรมพัฒนาที่ดิน)	53
4- 5	แสดงขั้นตอนการแปลข้อมูลภาพถ่ายออร์โธสีเชิงเลข เพื่อจำแนกการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมผิวดิน	54
4- 6	แสดงขั้นตอนการจำแนกชนิดกลุ่มดินทางอุทกวิทยา บริเวณพื้นที่ศึกษา	54
4- 7	แสดงขั้นตอนการแปลข้อมูลเส้นทางน้ำ จากเส้นระดับชั้นความสูง และแผนที่ภูมิประเทศ	55
4- 8	แสดงรายละเอียดของตัวแปรเพื่อใช้ในการคำนวณความลาดเอียงของลำน้ำ	61

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
2- 1	แสดงโครงสร้างทฤษฎีความรู้พื้นฐานภายใต้กรอบแนวคิดการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์	8
2- 2	แสดงกระบวนการความสัมพันธ์ในขั้นตอนการวางแผนด้านสิ่งแวดล้อม	11
2- 3	แสดงผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม (ประยุกต์จาก Marsh, 2005)	12
2- 4	แสดงโครงสร้างทฤษฎีความรู้พื้นฐานทางด้านอุทกวิทยา	13
2- 5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการกักขังบนผิวดินกับความลาดชันของพื้นที่	16
2- 6	แสดงระบบอุทกวิทยาของน้ำ และขอบเขตการศึกษาอุทกวิทยาน้ำท่าผิวดิน	16
2- 7	แสดงลักษณะทางกายภาพของกราฟน้ำท่า	22
2- 8	แสดงการเปลี่ยนแปลง และเปรียบเทียบอัตราการไหลสูงสุดของน้ำ ของพื้นที่ก่อนการพัฒนาเป็นเมือง และพื้นที่ทำการพัฒนาเป็นเมืองแล้ว	23
3- 1	แสดงลักษณะภูมิลักษณ์จากพื้นที่ต้นน้ำไปยังพื้นที่ท้ายน้ำ	36
3- 2	แสดงลักษณะภูมิลักษณ์บริเวณหุบเขาบ้านแม่แอนจากด้านทิศใต้ไปยังทิศเหนือ	36
4- 1	แสดงการเปรียบเทียบแบบจำลองทางอุทกวิทยาต่างด้วย ค่าใช้จ่าย ความซับซ้อน และความถูกต้อง	40
4- 2	แสดงกระบวนการและขั้นตอนการศึกษาวิจัย	42
4- 3	แสดงระบบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55	44
4- 4	แสดงความสัมพันธ์หระหว่างปริมาณน้ำฝนกับปริมาณน้ำหลากตามผิวดินและสมมติฐานของวิธี SCS	47
4- 5	เส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณน้ำฝนกับปริมาณน้ำหลากตามผิวดิน ตามวิธีของ SCS	47
4- 6	แสดงกระบวนการและขั้นตอนการใช้แบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์พื้นที่ลุ่มน้ำ	57

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่		หน้า
4- 7	แสดงระดับความสูง และความลาดเอียงของเส้นทางการไหลของน้ำ A.....	62
4- 8	แสดงความสัมพันธ์ ระบบการไหลของน้ำในพื้นที่ศึกษา	65
4- 9	แสดงกระบวนการการใช้แบบจำลองการวิเคราะห์เพื่อการเปรียบเทียบ.....	67
4- 10	ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการเพิ่มสูงขึ้นของปริมาณน้ำท่าผิวดิน และการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด ในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 ปริมาณฝนในรอบ 2 ปี	68
5- 1	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณพื้นที่ของการเปลี่ยนแปลงประเภทสิ่งปกคลุมผิวดินจากพื้นที่ปัจจุบันและแบบจำลองที่ 1-3	76
5- 2	แสดงการเปรียบเทียบ อัตราการไหลสูงสุดของน้ำ ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 1 จากปริมาณฝนในรอบ 2 ปี 10 ปี และ 50 ปี.....	78
5- 3	แสดงการเปรียบเทียบ อัตราการไหลสูงสุดของน้ำ ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 1 จากปริมาณฝนในรอบ 5 ปี 25 ปี และ 100 ปี.....	78
5- 4	แสดงการเปรียบเทียบ อัตราการไหลสูงสุดของน้ำ ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 2 จากปริมาณฝนในรอบ 2 ปี 10 ปี และ 50 ปี.....	80
5- 5	แสดงการเปรียบเทียบ อัตราการไหลสูงสุดของน้ำ ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 2 จากปริมาณฝนในรอบ 5 ปี 25 ปี และ 100 ปี.....	81
5- 6	แสดงการเปรียบเทียบ อัตราการไหลสูงสุดของน้ำ ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 3 จากปริมาณฝนในรอบ 2 ปี 10 ปี และ 50 ปี.....	83
5- 7	แสดงการเปรียบเทียบ อัตราการไหลสูงสุดของน้ำ ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 3 จากปริมาณฝนในรอบ 5 ปี 25 ปี และ 100 ปี.....	83
5- 8	แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด ในปริมาณฝนในรอบ 2 ปี ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 1-3	85
5- 9	แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด ในปริมาณฝนในรอบ 5 ปี ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 1-3	85

แผนภูมิที่		หน้า
5- 10	แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด ในปริมาณฝนในรอบ 10 ปี ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 1-3	86
5- 11	แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด ในปริมาณฝนในรอบ 25 ปี ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 1-3	86
5- 12	แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด ในปริมาณฝนในรอบ 50 ปี ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 1-3	87
5- 13	แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด ในปริมาณฝนในรอบ 100 ปี ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 1-3	87
6- 1	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณพื้นที่ของการเปลี่ยนแปลงประเภทสิ่งปกคลุมผิวดินจากพื้นที่ปัจจุบันและแบบจำลองที่ 1-3	89
6- 2	ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการเพิ่มสูงขึ้นของปริมาณน้ำท่าผิวดิน และการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด ในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 ปริมาณฝนในรอบ 2 ปี	90
6- 3	แสดงแผนภูมิชลภาพ ในการลดผลกระทบจากการพัฒนาด้วยการลดอัตราการไหลสูงสุดให้พื้นที่ก่อนการพัฒนามีค่าเท่ากับหลังพัฒนา และเพิ่มพื้นที่ป่าไม้สำหรับในการกักเก็บน้ำเพื่อเป็นการช่วยลดปริมาณน้ำท่าผิวดินให้มีปริมาณน้อยลง	91
6- 4	แสดงกรอบแนวความคิดในการวางแผนภูมิทัศน์ของ Carl Steinitz Model.....	94

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนที่

แผนที่		หน้า
3- 1	แสดงตำแหน่งที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา	32
3- 2	แสดงตำแหน่งเส้นทางการไหลของน้ำ จากพื้นที่ศึกษาลงสู่แม่น้ำปิง	34
3- 3	แสดงตำแหน่งเส้นทางการไหลของน้ ภายในพื้นที่ศึกษา จากพื้นที่ต้นน้ำไปยังพื้นที่ท้ายน้ำ.....	35
3- 4	แสดงตำแหน่งเส้นแนวตัดของพื้นที่ศึกษา 1-1’ และ 2-2’	36
4- 1	แสดงการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน บริเวณพื้นที่ศึกษา.....	58
4- 2	ผังแสดงการจำแนกชนิดกลุ่มดิน บริเวณพื้นที่ศึกษา.....	58
4- 3	แสดงทิศทางการไหลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษา.....	61
4- 4	แสดงการจำลองประเภทการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ศึกษา	66
5- 1	แสดงตำแหน่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย 9 ส่วนในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษา บ้านแม่แอน	59
5- 2	การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 (พื้นที่ปัจจุบัน).....	65
5- 3	แสดงการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 (แบบจำลองที่ 1).....	67
5- 4	แสดงการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 (แบบจำลองที่ 2).....	69
5- 5	แสดงการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 (แบบจำลองที่ 3).....	72

บทที่ 1
บทนำ

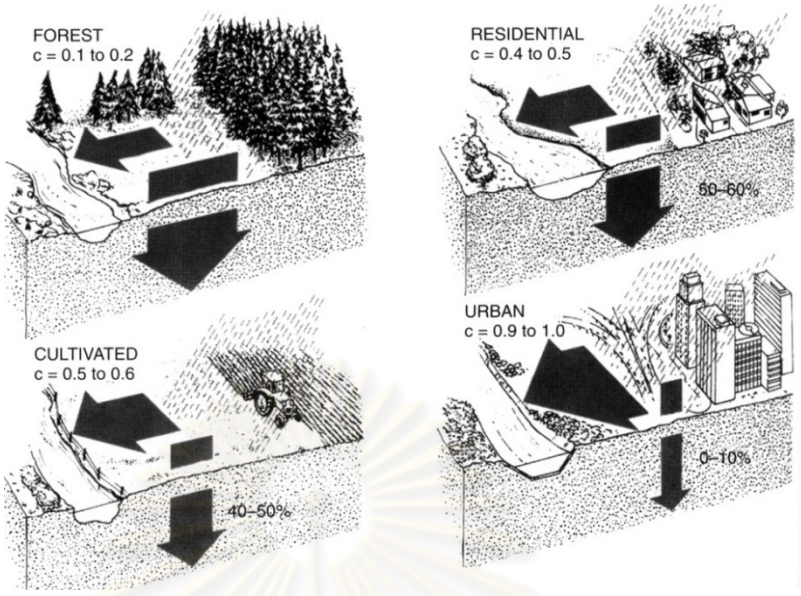
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

Marsh (2005) กล่าวว่า การพัฒนาพื้นที่ด้วยการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน (Land use) และสิ่งปกคลุมผิวดิน (Land cover) ก่อให้เกิดปัญหาที่สำคัญต่อระบบอุทกนิเวศ (Hydro ecology) ด้านการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำ (Flow) และปริมาณน้ำท่า (Runoff) โดยการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอัตราการไหลสูงสุดของน้ำ (Peak flow) ในลำน้ำ และปริมาณการไหลหลากของน้ำบนผิวดิน (Overland flow) อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลกระทบอย่างมากในเรื่องสภาพแวดล้อม เช่นการเกิดอุทกภัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ให้ความสำคัญกับการทำความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ ซึ่งมีกรอบพื้นฐานทางทฤษฎีในเรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ (Landscape change) และความรู้พื้นฐานทางด้านอุทกวิทยา (Hydrology) เป็นกรอบการศึกษาวิธีการและการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิด ในการวิเคราะห์นั้นเลือกใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 ซึ่งมีความเหมาะสมในการจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน และสามารถนำผลการศึกษาที่ได้ใช้อธิบายปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลง รวมถึงการคาดการณ์ผลกระทบทางอุทกนิเวศที่เกิดขึ้น

พื้นที่บ้านแม่แอนเป็นกรณีศึกษาตัวอย่างของพื้นที่ต้นน้ำซึ่งอยู่ภายใต้แรงกดดันจากการพัฒนา โดยพื้นที่ดั้งเดิมนั้นเป็นพื้นที่เกษตรกรรม สวนผลไม้ และป่าไม้ ในปัจจุบันพื้นที่บ้านแม่แอนบางส่วนได้ถูกพัฒนาเพื่อรองรับอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวและการพัฒนาเป็นที่อยู่อาศัย ในการศึกษาวิจัยนี้จึงได้เลือกพื้นที่บ้านแม่แอนเพื่อเป็นตัวแทนของปัญหาการรุกล้ำของพื้นที่ต้นน้ำที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน

การออกแบบและวางผังภูมิทัศน์ ส่วนหนึ่งคือการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ซึ่งมีผลโดยตรงต่อระบบอุทกนิเวศ ดังนั้นภูมิสถาปนิกจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำความเข้าใจกับผลของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ด้วยกระบวนการศึกษาทำความเข้าใจ และประยุกต์ใช้ทฤษฎีสำหรับเป็นเครื่องมือในการประเมินการเปลี่ยนแปลง และผลของการเปลี่ยนแปลง เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนและจัดการภูมิทัศน์อย่างยั่งยืน



ภาพที่ 1- 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำท่า กับการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ประกอบด้วย พื้นที่ป่าไม้ เกษตรกรรม ที่พักอาศัย และเมือง มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามระหว่าง ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำท่า และการสูญหายของน้ำที่ซึมลงสู่ผิวดิน (Marsh, 2005: 156)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1. เพื่อทำความเข้าใจในเรื่องการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ โดยใช้บ้านแม่แอน ต.ห้วยทราย อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ เป็นกรณีศึกษา

1.2.2. เพื่อทำการศึกษาวิธีการและการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ

1.2.3. เพื่ออธิบายปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลกระทบต่อระบบอุทกนิเวศ และเสนอแนะแนวทางในกระบวนการศึกษา ความสัมพันธ์ของระบบอุทกนิเวศในงานภูมิสถาปัตยกรรม

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งเน้นเพื่อศึกษาและทำความเข้าใจ ผลกระทบต่อระบบอุทกนิเวศที่เกิดจากเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน โดยมีกรอบพื้นฐานทางทฤษฎีในเรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ และความรู้พื้นฐานทางด้านอุทกวิทยา สำหรับการศึกษาวิเคราะห์ผลจากการเปลี่ยนแปลง สามารถนำความรู้ความเข้าใจใช้ในการจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินในพื้นที่บ้านแม่แอน โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 และนำผลที่

ได้คือ แผนภูมิชลภาพ อธิบายปรากฏการณ์การณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เพื่อใช้ในการคาดการณ์ผลกระทบต่อระบบอุทกนิเวศ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ทราบถึงความรู้พื้นฐานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ และความรู้พื้นฐานทางอุทกวิทยา เพื่อนำมาใช้ในการวิจัยเรื่องการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ

1.4.2 ได้ทราบถึงวิธีการการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ

1.4.3 สามารถประมาณการเปลี่ยนแปลง ประมาณผลกระทบ และประเมินผลกระทบต่อระบบอุทกนิเวศ จากการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน กรณีศึกษา บ้านแม่แอน ต.ห้วยทราย อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่

1.4.4 สามารถนำความรู้ความเข้าใจในการศึกษา อธิบายปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลกระทบต่อระบบอุทกนิเวศ รวมถึงเสนอแนะแนวทางในการวางแผนทางด้านภูมิสถาปัตยกรรม และการวางแผนการใช้ที่ดิน

1.5 คำถามในการวิจัย

1.5.1 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินมีผลต่อระบบอุทกนิเวศอย่างไร

1.5.2 วิธีการศึกษาผลกระทบทางอุทกนิเวศที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินทำได้อย่างไร

1.5.3 ผลการวิจัยจากการวิเคราะห์เชิงอุทกนิเวศ จะนำไปบูรณาการในกระบวนการการวางแผนภูมิสถาปัตยกรรมได้อย่างไร

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยทำการศึกษาวิจัยโดยมีขั้นตอนสำคัญ คือ การทบทวนวรรณกรรม การสำรวจและเก็บข้อมูล การใช้แบบจำลองการเพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบ และการสรุปผลการศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.6.1. การทบทวนวรรณกรรม

1.6.1.1 ศึกษาเหตุผล วิธีการวิจัย และประโยชน์จากการทำวิจัย จากงานวิจัยที่คล้ายคลึงกัน

1.6.1.2 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับคำถามในงานวิจัย เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ และความรู้พื้นฐานทางด้านอุทกวิทยา

1.6.1.3 ศึกษาวิธีการการวิเคราะห์ผลกระทบทางด้านอุทกนิเวศที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน

1.6.1.3 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบของระบบอุทกนิเวศ ที่เกิดจาก การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน

1.6.2. การสำรวจและเก็บข้อมูล

1.6.2.1 การสำรวจพื้นที่เบื้องต้น เพื่อให้ทราบการใช้ที่ดินในปัจจุบัน ด้วยวิธีการถ่ายภาพ และสัมภาษณ์ผู้ที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา

16.2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย ภาพถ่ายทางอากาศ ข้อมูลเส้นชั้นความสูง และข้อมูลปริมาณน้ำฝน

1.6.3 การเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์เชิงพื้นที่

1.6.3.1 การนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูล ทั้งในส่วนของแผนที่ภูมิประเทศ ภาพถ่ายทางอากาศ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ใช้แปลความและคำนวณขนาดพื้นที่ เพื่อนำเข้าสู่แบบจำลอง

1.6.3.2 การระบุลักษณะทางอุทกวิทยาของพื้นที่ เช่น เส้นทางการไหลของน้ำ ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ

1.6.4 การใช้แบบจำลอง WIN TR-55

1.6.4.1 การป้อนข้อมูลเข้าสู่แบบจำลอง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ตามทฤษฎีที่ได้ทำการศึกษา

1.6.4.2 การอธิบายผลที่ได้จากการวิจัย

1.6.5 การวิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา

1.6.5.1การนำผลที่ได้จากการศึกษา เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบและอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน

1.6.5.2 อธิบายถึงผลกระทบทางอุทกนิเวศ ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน

1.6.5.3 สรุปและเสนอแนะแนวทางในการศึกษาวิจัย และการนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนทางด้านภูมิสถาปัตกรรม

1.7 นิยามคำสำคัญที่ใช้ในงานวิจัย

ในการวิจัยเรื่องผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศนั้น มีคำสำคัญและนิยามศัพท์ ที่ใช้ในการอธิบายเพื่อให้เกิดความเข้าแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

1.7.1 อุทกนิเวศวิทยา (Hydro ecology) มีคำจำกัดความดังนี้

- อุทกนิเวศวิทยา หมายถึง การศึกษาความสัมพันธ์ของพืชพันธุ์สิ่งมีชีวิตต่อวงจรของน้ำ ทั้งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินและเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะใช้ในการประเมินผลกระทบจากการพัฒนา ที่อาจจะเกิดขึ้นต่อพื้นที่ชุ่มน้ำซึ่งนำไปสู่การวางแผนเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ธรรมชาติได้ (Boris Fashchevsky, Tatyana Fashchevskaya อ้างถึงใน หญิง ผโลปกรณ์, 2552)

- อุทกนิเวศวิทยา หมายถึง ศาสตร์ที่ว่าด้วยความสัมพันธ์ของน้ำกับที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในลักษณะพื้นที่ชุ่มน้ำ ประกอบด้วยน้ำในดิน น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดินที่รองรับการมีปฏิสัมพันธ์ของพืชและสัตว์ (The Environmental Project Consulting Group, 2002: ออนไลน์)

- อุทกนิเวศวิทยา หมายถึง สาขาวิชาที่เชื่อมอุทกวิทยาและนิเวศวิทยาเข้าด้วยกัน เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและวัฏจักรของน้ำ ศึกษาบทบาทของพืชพรรณในลุ่มน้ำต่อกระบวนการทางอุทกวิทยา (นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์, 2551: 7)

กล่าวโดยสรุป อุทกนิเวศวิทยา ในงานวิจัยนี้หมายถึง การศึกษาความสัมพันธ์ของน้ำกับระบบนิเวศในพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อใช้ในการประเมินผลกระทบจากการพัฒนาซึ่งนำไปสู่การวางแผนและออกแบบทางด้านภูมิสถาปัตยกรรม

1.7.2 การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน (Land covering classification) มีคำจำกัดความดังนี้

- การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน หมายถึง การจำแนกประเภทพื้นที่โดยใช้สิ่งปกคลุมพื้นดินเป็นเกณฑ์ โดยมีจุดเน้นที่การรวมโครงสร้างทางชีวภาพ และรับรู้ถึงองค์ประกอบของโครงสร้างพื้นดินที่มีความไม่เป็นเนื้อเดียวกัน โดยมีองค์ประกอบหลัก 6 ประเภทได้แก่ ประเภทที่หนึ่งคือ พืชพรรณที่มีความหยาบเช่นต้นไม้และพุ่มไม้ ประเภทที่สองคือ พืชพรรณที่มีความละเอียดคือไม้คลุมดินและหญ้า ประเภทที่สาม คือ พื้นดินที่ไม่มีสิ่งปกคลุม ประเภทที่สี่ คือ พื้นดินที่มีสิ่งปกคลุมประเภทน้ำซึมผ่านไม่ได้ ประเภทที่ห้า คือ อาคาร ประเภทที่หก คือ กลุ่มอาคาร

- การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน หมายถึง ระบบการจำแนกด้วยโครงสร้าง (Structure Based classification system) เป็นระบบที่นิยมใช้กัน โดยปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการพิจารณาคือ ดิน (Soil) การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) รูปทรงพื้นดิน (Landform Surface) และพืชพรรณธรรมชาติ (Potential natural vegetation) อย่างไรก็ตาม Berman ให้ความเห็นว่าระบบนี้ยังขาดความแม่นยำ ไม่สามารถนำไปใช้ทำนายแบบแผนโครงสร้างและความต้านทานของทรัพยากร ต่อประชากรและการกระทำของประชากร แต่มีความเหมาะสมที่จะใช้วิเคราะห์พื้นที่ขนาดใหญ่ เช่นระดับภูมิภาค (Berman, 2002 อ้างถึงใน วชิร สอแสง, 2549)

กล่าวโดยสรุป การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน ในงานวิจัยนี้หมายถึง การจำแนกประเภทพื้นที่โดยใช้สิ่งปกคลุมพื้นดินเป็นเกณฑ์ โดยปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการพิจารณาคือ ดิน การ

ใช้ประโยชน์ที่ดิน รูปทรงพื้นดิน และพืชพรรณธรรมชาติ ซึ่งการจำแนกเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและข้อจำกัดต่างๆที่นำไปใช้ในการพิจารณาในการวิจัย

1.7.3 คำสำคัญและนิยามศัพท์ ที่อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบอุทกวิทยา

- น้ำท่า(Runoff) หมายถึง น้ำฝนส่วนที่เหลือจากการซึมลงดินหรือสูญหายในรูปแบบต่างๆ เหลือกลายเป็นน้ำที่ไหลหลากตามผิวดิน (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2539)

- อัตราการไหลสูงสุด (Peak flow) หมายถึง อัตราการไหลของน้ำที่มีค่าสูงสุดของการเกิดฝน ซึ่งขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของการเปลี่ยนแปลงความเข้มของฝน (วีระพล แต้สมบัติ, 2533)

- เวลาการไหลรวมตัว (Time of concentration) หมายถึง เวลาที่เกิดจากน้ำท่าผิวดินซึ่งเกิดจากฝนที่มีอัตราการตกคงที่ไหลจากทุกๆจุดของพื้นที่มารวมกันที่จุดทางออก (นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์, 2551: 271)

- สัมประสิทธิของน้ำท่า (Runoff coefficients) หมายถึง ตัวแปรที่แสดงอัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำท่ากับปริมาณน้ำฝน จะมีค่าความแตกต่างตามลักษณะของสภาพพื้นผิว ชนิดของสิ่งปกคลุมพื้นผิว ลักษณะการใช้ที่ดิน ความลาดชันของพื้นที่ ความชื้นในดิน ประมาณและความเข้มฝน (สายสุนีย์ พุทธาคุณเจริญ, 2551)

- กราฟน้ำท่า (Hydrograph) หมายถึง กราฟที่แสดงให้เห็นการผันแปรของปริมาณน้ำหรือระดับน้ำตามเวลาที่ผ่านไป กราฟน้ำท่าของลุ่มน้ำใดๆ จะรวมและแสดงสภาพต่างๆ ของลุ่มน้ำเข้าไว้ด้วยกัน ดังนั้นถ้าลักษณะประจำของลุ่มน้ำเปลี่ยนแปลงไป ลักษณะของกราฟน้ำท่าก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย (วีระพล แต้สมบัติ, 2533)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงแนวคิดและทฤษฎีที่นำมาใช้ในการศึกษาผลกระทบต่อระบบอุทกนิเวศที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลัก คือ เพื่อสร้างพื้นฐานความเข้าใจ เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและสังเคราะห์ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ รวมถึงการนำไปบูรณาการในกระบวนการการวางแผนภูมิสถาปัตยกรรม โดยเนื้อหาจากการทบทวนวรรณกรรมนั้นจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1.การทบทวนกรอบแนวคิดการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ (Landscape change) เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจในเรื่องผลของการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน และแนวคิดในการวางแผนภูมิทัศน์ ประกอบด้วย

- กรอบแนวคิดการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์
- กรอบแนวคิดด้านการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน (Land cover classification)
- กรอบแนวคิดการวางแผนด้านสิ่งแวดล้อม
- การประเมินค่าผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental impact assessment)

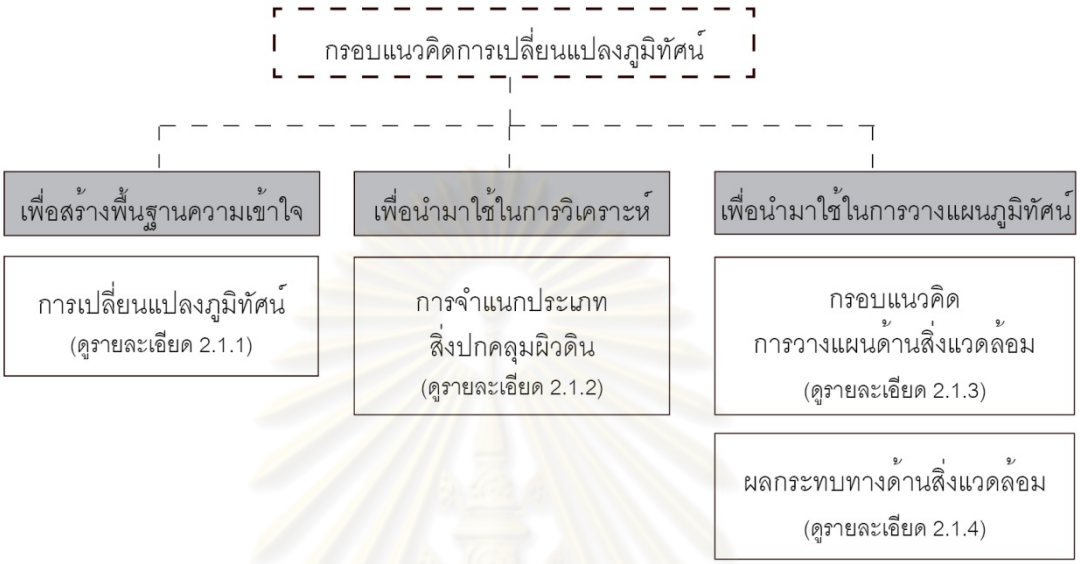
2.การทบทวนกรอบแนวคิดเกี่ยวกับอุทกวิทยา (Hydrology) เพื่อศึกษาความรู้พื้นฐานทางด้านอุทกวิทยาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบทางอุทกนิเวศจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ประกอบด้วย

- ระบบอุทกวิทยา (Hydrological system)
- รูปพรรณสัณฐานของลุ่มน้ำ (Watershed morphometrical model)
- ปัจจัยที่มีผลต่อน้ำท่า (Factor affecting stream flow)
- ชลภาพน้ำท่า (Streamflow hydrograph)
- ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ต่อระบบอุทกวิทยา
- แนวคิดในด้านการวางแผน และการจัดการทรัพยากรน้ำ
- อุทกวิทยาเมือง (Urban hydrology)

3.การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษางานวิจัยที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน และทำความเข้าใจในประเด็นของการศึกษา และนำข้อสรุปที่ได้ใช้เพื่อสร้างพื้นฐานทางความรู้ ที่ใช้ในการทำวิจัย

2.1 การทบทวนกรอบแนวคิดการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์

ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีเพื่อนำไปสู่กระบวนการทำความเข้าใจ วิเคราะห์ และการวางแผนภูมิทัศน์ โดยมีโครงสร้างและองค์ประกอบดังนี้



แผนภูมิที่ 2- 1 แสดงโครงสร้างทฤษฎีความรู้พื้นฐานภายใต้กรอบแนวคิดการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์

2.1.1 การทบทวนความหมายของการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ (Landscape change) เพื่อสร้างพื้นฐานความเข้าใจในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งทำให้สามารถมองเห็นถึงกระบวนการในการเปลี่ยนแปลง และทำให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลง และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับสิ่งที่เกิดขึ้นในภูมิทัศน์ได้ ซึ่งมีความหมายดังนี้

> *การเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ หมายถึง "กระบวนการอันเป็นพลวัต (Dynamics) ของระบบในภูมิทัศน์ จัดเป็นกระบวนการทางธรรมชาติอย่างหนึ่ง เป็นกระบวนการวิวัฒนาการทั้งทางกายภาพและชีวภาพตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นจากการตอบสนองของภูมิทัศน์หรือระบบนั้นๆต่อสิ่งเร้า (Disturbance) จากภายนอกระบบ มีรูปแบบที่สามารถสังเกตเห็นได้ในเชิงประจักษ์ การศึกษากระบวนการและแบบแผนการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์เป็นสิ่งสำคัญต่อการวางแผนภูมิทัศน์ (Landscape planning) และการจัดการที่ดินอันเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติ โดยใช้มุมมองในกรอบของการศึกษานิเวศวิทยา(Ecology) นิเวศภูมิทัศน์(Landscape ecology) รวมถึงนิเวศวิทยาเมือง(Urban ecology)" (Forman and Gordon, 1986 อ้างถึงใน ดนัย ทายตะคุ, 2544)*

ในงานวิจัยนี้กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลง ในเรื่องของการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ โดยในการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบริเวณบ้านแม่แอน เช่น การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมผิวดินจากป่าไม้เป็นสวนผลไม้ และนำความเข้าใจในส่วนนี้เพื่ออธิบายผลของความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้

2.1.2 การทบทวนกรอบแนวคิดด้านการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน (Land cover classification) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินด้วยการศึกษาทฤษฎีและกรอบแนวคิดต่างๆเพื่อใช้ในการจำแนก, อธิบาย และค้นหาวิธีการในการจำแนกและวิเคราะห์พื้นที่ศึกษาสำหรับงานวิจัยนี้ โดยมีกรอบแนวคิดเบื้องต้นเพื่อใช้ในการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน ดังต่อไปนี้

Cadenasso, M.L.,S.T.A. Pickett, and K.Schwarz (2007) อ้างถึงใน สืบสิริ ศรีธัญรัตน์ (2552) กล่าวว่า กรอบแนวความคิดเรื่องการแบ่งประเภทสิ่งปกคลุมพื้นดิน ตามทฤษฎีของ Hercules (High Ecological Resolution Classification for Urban Landscapes and Environmental Systems) นั้นได้จำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินออกเป็น 6 ประเภทได้แก่ ประเภทที่หนึ่ง คือ พืชพรรณที่มีความหยาบเช่นต้นไม้และพุ่มไม้ ประเภทที่สองคือ พืชพรรณที่มีความละเอียดคือไม้คลุมดินและหญ้า ประเภทที่สาม คือ พื้นดินที่ไม่มีสิ่งปกคลุม ประเภทที่สี่ คือ พื้นดินที่มีสิ่งปกคลุมประเภทน้ำซึมผ่านไม่ได้ ประเภทที่ห้า คือ อาคาร ประเภทที่หก คือ กลุ่มอาคาร

จากกรอบแนวคิดเบื้องต้นสามารถทำให้มองเห็นถึงรูปแบบในการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดินในพื้นที่ศึกษา ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการวิจัยโดยการเลือกใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 ซึ่งเป็น ซอฟแวร์ สาธารณะ(Public domain) พัฒนาโดย Natural Resources Conservation Service (NRCS) (ชื่อเดิมของหน่วยงานนี้คือ USDA Soil Conservation Service (SCS)) เพื่อใช้ในการศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบทางอุทกนิเวศ และการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่าผิวดิน จึงต้องมีการศึกษารูปแบบในการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดินเพื่อนำไปใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 ซึ่งมีปัจจัยการจำแนกประกอบด้วยการใช้ที่ดิน 5 ประเภทได้แก่ ประเภทที่หนึ่ง พื้นที่พัฒนาเป็นเมืองอย่างสมบูรณ์ (Fully developed urban area) คือ พื้นที่พักอาศัย พาณิชยกรรม โรงงานอุตสาหกรรม พื้นที่โล่งว่าง ประเภทที่สอง พื้นที่กำลังพัฒนาเป็นเมือง (Developing urban area) คือ พื้นที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงให้กลายเป็นเมือง ประเภทที่สาม พื้นที่เกษตรกรรม (Cultivated agricultural lands) คือ พื้นที่นาข้าว พืชไร่ พืชหมุนเวียน ประเภทที่สี่ พื้นที่ธรรมชาติ (Other agricultural lands) คือ ป่าไม้ ป่าไม้สลับกับทุ่งหญ้า ทุ่งหญ้า ประเภทที่ห้า พื้นที่ทุ่งหญ้าแห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้ง (Arid and semiarid rangelands)

การจำแนกประเภทการใช้ที่ดินตามแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 เมื่อนำมาพิจารณากับพื้นที่ ในกรณีศึกษาบ้านแม่แอนพบว่า มีความสอดคล้องกับประเภทสิ่งปกคลุมผิวดินซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ลักษณะซึ่งสามารถจำแนกรายละเอียดได้ดังนี้

ลักษณะที่ 1 Woods หมายถึงพื้นที่ปกคลุมด้วยผืนป่า ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์

ลักษณะที่ 2 Woods and Grass Combination หมายถึงพื้นที่ปกคลุมด้วยผืนป่า สลับกับทุ่งหญ้า

ลักษณะที่ 3 Cultivated Agriculture หมายถึง พื้นที่สวนผลไม้

ลักษณะที่ 4 Rice Field หมายถึง พื้นที่นาข้าว

ลักษณะที่ 5 Developed Area หมายถึง พื้นที่พัฒนาแล้ว ประกอบด้วย อาคาร

การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดินทั้ง 5 ลักษณะที่ในพื้นที่ศึกษาเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 แล้ว สามารถจัดกลุ่มของประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน ได้ดังตารางที่ 2-1

	WIN TR-55	**กรณีศึกษา บ้านแม่แอน**
ประเภทที่ 1	พื้นที่พัฒนาเป็นเมืองอย่างสมบูรณ์	
ประเภทที่ 2	พื้นที่กำลังพัฒนาเป็นเมือง	พื้นที่พัฒนาแล้ว
ประเภทที่ 3	พื้นที่เกษตรกรรมที่มีการเก็บเกี่ยว	พื้นที่สวนผลไม้, นาข้าว
ประเภทที่ 4	พื้นที่เกษตรกรรมอื่นๆ	พื้นที่ป่าไม้, พื้นที่ป่าไม้สลับกับทุ่งหญ้า
ประเภทที่ 5	พื้นที่แห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้ง	

ตารางที่ 2- 1แสดงความสัมพันธ์ของการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน ระหว่างแบบจำลอง WIN TR-55 กับกรณีศึกษา บ้านแม่แอน

ในงานวิจัยได้นำทฤษฎีมาประยุกต์ให้เข้ากับการวิเคราะห์พื้นที่ โดยการแปลข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและบ่งชี้คุณลักษณะทางกายภาพ เพื่อแสดงให้เห็นถึง รูปแบบการใช้ที่ดินที่สามารถนำไปใช้ในการคำนวณขนาดพื้นที่ และซ้อนทับข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ต่อไป

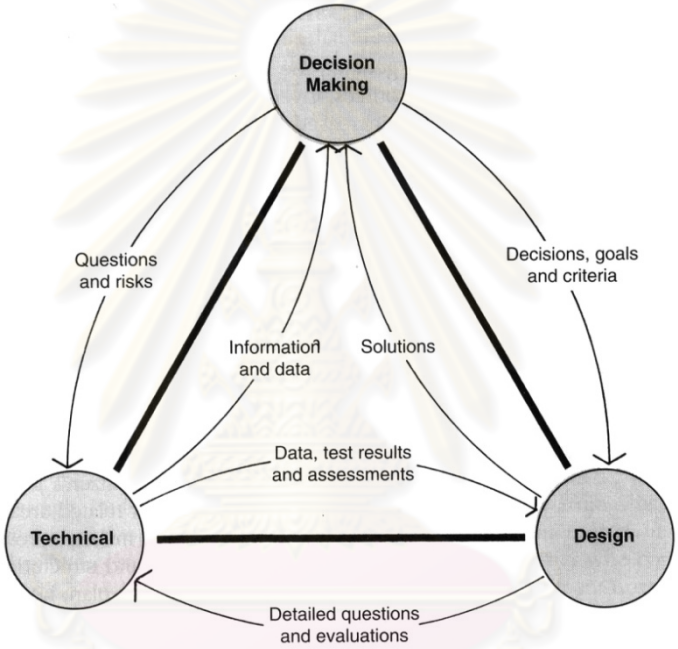
2.1.3 การทบทวนกรอบแนวคิดการวางแผนด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อเข้าใจถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน และนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปบูรณาการกับการวางแผนทางด้านภูมิสถาปัตยกรรม

จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในเรื่องการวางแผนภูมิทัศน์ด้านสิ่งแวดล้อมนั้น Marsh (2005) ได้กล่าวถึงขั้นตอนและกระบวนการในการวางแผนสภาพแวดล้อม (Environmental planning) แบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้

2.1.3.1 การตัดสินใจ (Decision making) สามารถสร้างกระบวนการในการวางผัง และเตรียมพร้อมในเรื่องที่มีความจำเป็น เพื่อให้การตัดสินใจนั้นเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์ รวมถึง

การศึกษาทางด้านการวางแผนทางด้านเทคนิค เพื่อใช้ในการกำหนดแผน เป้าหมาย และใช้ในการกำหนดทิศทางของการเสนอทางเลือก

2.1.3.2 การวางแผนทางด้านเทคนิค(Technical planning) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการการตัดสินใจ และกระบวนการวางแผนภูมิทัศน์ มีขั้นตอนทางด้านเทคนิค เช่นการทดสอบดิน การระบุแผนที่พืชพันธุ์ การวิเคราะห์พื้นที่และผลกระทบจากการใช้ที่ดินที่ส่งผลต่อสภาพแวดล้อม โดยต้องมีผู้เชี่ยวชาญจากหลายด้าน ทั้งทางด้านกายภาพ สังคม นักภูมิศาสตร์ นักนิเวศวิทยา นักอุทกศาสตร์ รวมถึงนักวางผัง ทางด้านภูมิสถาปัตยกรรม ผังเมือง ซึ่งจากขั้นตอนนี้อาจทำให้เกิดความชัดเจน หรือไม่ชัดเจนขึ้นอยู่กับการจัดการ และรูปแบบของปัญหาในพื้นที่นั้น



แผนภูมิที่ 2- 2 แสดงกระบวนการความสัมพันธ์ในขั้นตอนการวางแผนด้านสิ่งแวดล้อม (Marsh, 2005)

2.1.4 การทบทวนกรอบแนวคิดการประเมินค่าผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental impact assessment)

จากกรอบแนวคิดการวางแผนด้านสิ่งแวดล้อม สามารถทำให้เข้าใจถึงกระบวนการในการตัดสินใจ การวางแผนทางด้านเทคนิค และการออกแบบ การศึกษานั้นควรครอบคลุมถึงการประเมินค่าผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อค้นหากระบวนการในการวิเคราะห์และประเมินค่าผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม

ในการศึกษาพบว่ากระบวนการศึกษาพื้นฐานในเรื่องการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องทั้งในด้านของกฎหมาย นักวางผัง ผู้เชี่ยวชาญต่างๆซึ่งมีกระบวนการดังต่อไปนี้ (Marsh, 2005)

2.1.4.1 การกำหนดตัวแปร หรือปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา โดยสามารถแสดงรายการและระบุความสัมพันธ์ของปัญหาที่เกิดขึ้น

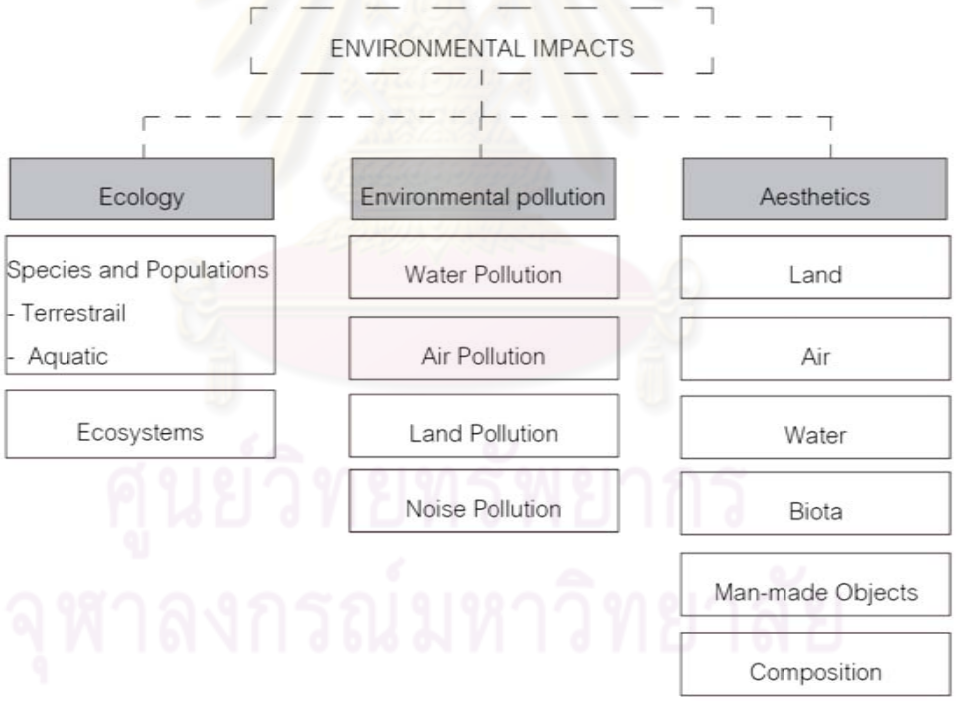
2.1.4.2 การกำหนดทางเลือกของการดำเนินการ

2.1.4.3 การระบุถึงผลกระทบของทางเลือก

2.1.4.4 การระบุความแตกต่างของทางเลือก เพื่อชี้ให้เห็นถึงรายละเอียด และสิ่งที่ได้รับจากการเลือกในทางเลือกนั้น

2.1.4.5 การประเมินคุณค่า และเสนอแนวทางเลือก

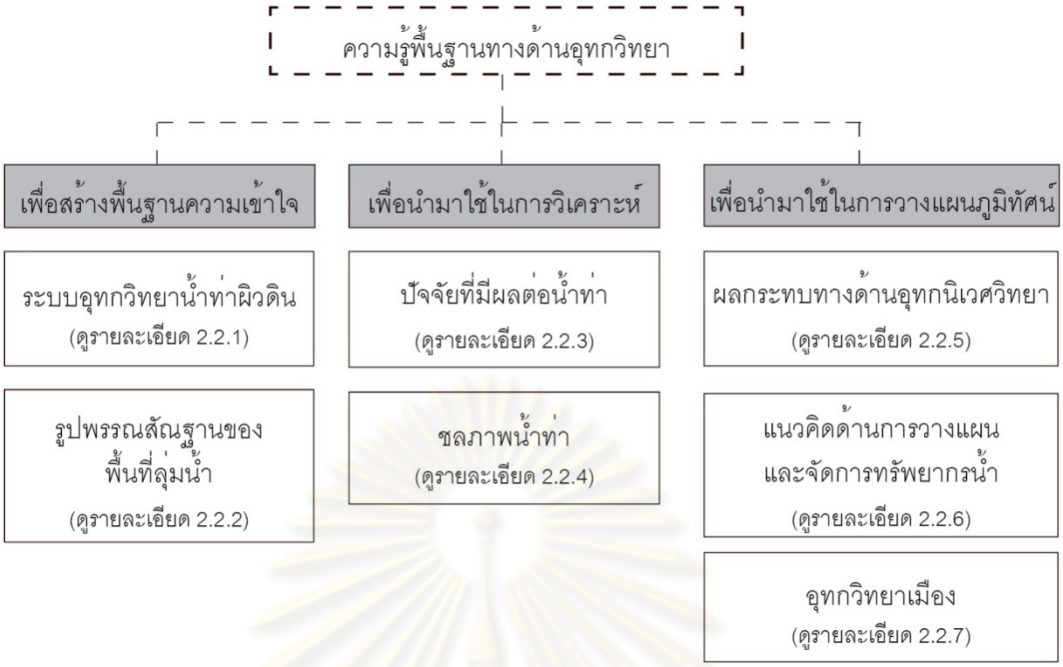
จากการศึกษาในเรื่องกระบวนการ ประเมินค่าผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมมีการแบ่งผลกระทบออกเป็น 3 ด้านที่สำคัญคือ ผลกระทบทางด้านนิเวศ(Ecology) ที่ส่งผลในเรื่องประชากรสิ่งมีชีวิต ทั้งพืชและสัตว์ ผลกระทบที่เป็นมลภาวะต่อสภาพแวดล้อม (Environmental pollution) ประกอบด้วย มลภาวะทางน้ำ มลภาวะทางอากาศ มลภาวะทางพื้นดิน และมลภาวะทางเสียง และผลกระทบทางด้านความงาม (Aesthetics) ที่ส่งผลในด้าน สภาพพื้นที่ สภาพน้ำ สภาพอากาศ หรือองค์ประกอบที่สามารถรับรู้ได้ผ่านทางประสาทสัมผัส



แผนภูมิที่ 2- 3 แสดงผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม (ประยุกต์จาก Marsh, 2005)

2.2 การทบทวนกรอบแนวคิดเกี่ยวกับอุทกวิทยา (Hydrology)

ในกรอบแนวคิดเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานทางด้านอุทกวิทยา ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีเพื่อนำไปสู่กระบวนการทำความเข้าใจและวิเคราะห์ โดยมีโครงสร้างและองค์ประกอบดังนี้

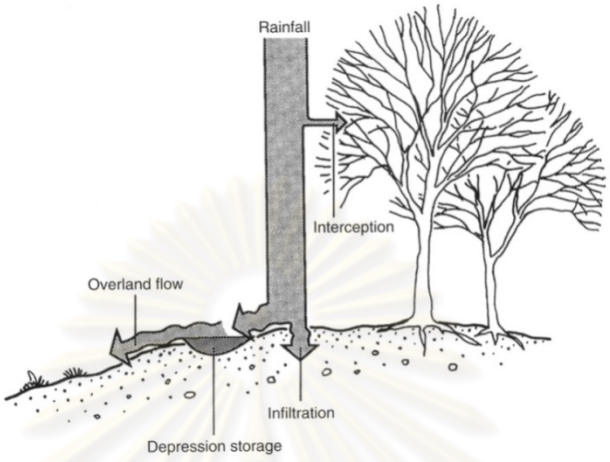


แผนภูมิที่ 2- 4 แสดงโครงสร้างทฤษฎีความรู้พื้นฐานทางด้านอุทกวิทยา

จากโครงสร้างทางทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาและทำความเข้าใจในเรื่องความรู้พื้นฐานทางด้านอุทกวิทยา ได้มีการจัดแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ ส่วนที่หนึ่ง ทฤษฎีเพื่อสร้างพื้นฐานความเข้าใจ คือ ระบบอุทกวิทยาน้ำท่าผิวดินและรูปพรรณสัณฐานของพื้นที่ลุ่มน้ำ ส่วนที่สอง ทฤษฎีที่นำมาใช้เพื่อทำการวิเคราะห์ คือ ปัจจัยที่มีผลต่อน้ำท่า และการอธิบายปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงจากชลภาพน้ำท่า และส่วนที่สาม ทฤษฎีเพื่อนำมาใช้ในการวางแผนภูมิทัศน์ ประกอบด้วยผลกระทบทางด้านอุทกนิเวศ แนวคิดด้านการวางแผนและจัดการทรัพยากรน้ำ อุทกวิทยาเมือง และการออกแบบพื้นที่เมืองที่รองรับพลวัตรของระบบอุทกวิทยา

ประกอบ วิโรจนกูฏ (2539: 12) กล่าวถึงโครงสร้างและกระบวนการของอุทกวิทยาลุ่มน้ำ หมายถึง" พื้นที่รับน้ำ ซึ่งมีขอบเขตเป็นเส้นสันแบ่งน้ำ ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำประกอบด้วยพื้นผิวดินหลายชนิดและมีลักษณะภูมิประเทศสูงต่ำปกคลุมด้วยพืชและลักษณะการใช้พื้นที่แบบต่างๆ เช่น พื้นที่เมือง พื้นที่เกษตรกรรม ทุ่งหญ้า ป่าไม้ หรือที่ว่างเปล่า เป็นต้น ฝนที่ตกลงบนพื้นที่ลุ่มน้ำจะไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำรวมตัวกันเป็นลำน้ำขนาดเล็กๆ ในบริเวณต้นน้ำ ลำธาร แล้วไหลรวมตัวกันเป็นเครือข่ายลำน้ำลงสู่ลำน้ำที่ใหญ่ขึ้น พื้นที่รับน้ำของลำน้ำจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ ตามขนาดของลำน้ำที่จุดไหลออกจากลุ่มน้ำ และมีขนาดใหญ่ที่สุด ณ จุดที่ลำน้ำไหลออกทะเล โดยในการศึกษาอุทกวิทยาของระบบลุ่มน้ำ เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับปริมาณและอัตราการตกของฝนลงบนลุ่มน้ำที่เวลาต่าง ปริมาณการกักเก็บและการไหลในส่วนต่างๆ ของลุ่มน้ำและอัตราการไหลของน้ำท่าออกจากลุ่มน้ำ

ที่เวลาต่างๆ ด้วยเหตุนี้วิธีการศึกษาโดยทั่วไปจึงประกอบด้วย การวัดข้อมูลน้ำฝนและน้ำท่า การวิเคราะห์ข้อมูล การคำนวณหาปริมาณและอัตรการไหลในส่วนต่างๆ ของลุ่มน้ำตลอดจนการทำนายฝนและน้ำท่า"



ภาพที่ 2- 1 แสดงลักษณะการไหลของน้ำฝน ในพื้นที่ภูมิทัศน์กึ่งธรรมชาติ ประกอบด้วย การดัก การซึมลงสู่ผิวดิน การกักเก็บน้ำใต้ผิวดิน และการไหลบนผิวดิน (Marsh, 2005: 148)

2.2.1 การทบทวนความหมายของระบบอุทกวิทยา (Hydrologic system)

ประกอบ วิโรจนกูฏ (2539: 9-11) กล่าวถึงองค์ประกอบของระบบอุทกวิทยาซึ่งประกอบด้วย 3 ระบบย่อย คือ ระบบน้ำในบรรยากาศ (Atmospheric water system) คือ การตกมาของน้ำ การระเหย การดัก และการคายน้ำ ระบบน้ำผิวดิน(Surface water system) คือ กระบวนการไหลบนผิวดิน การผุดขึ้นสู่ผิวดินของน้ำใต้ดิน และการไหลในลำน้ำ สุดท้ายคือ ระบบน้ำใต้ดิน (Subsurface water system) คือ การซึมลง การไหลซึมลงสู่ใต้ดิน (Groundwater recharge) การไหลใต้ผิวดิน(Subsurface flow) และการไหลของน้ำใต้ดิน(Groundwater flow) การไหลใต้ผิวดินเกิดขึ้นในดินที่อยู่เหนือระดับน้ำใต้ดิน ส่วนการไหลของน้ำใต้ดินนั้นเป็นการไหลในชั้นดินหรือที่อยู่ลึกลงไป

จากการศึกษาที่ได้กล่าวต้นนั้น สามารถทำให้มองเห็นถึงภาพรวมของระบบอุทกวิทยา ดังนั้นเพื่อให้สามารถทำความเข้าใจในกระบวนการเกิดและการสูญหายของน้ำ ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องรายละเอียดของกระบวนการต่างๆในเรื่องอุทกวิทยา ที่มีความสัมพันธ์กับการวิเคราะห์รูปแบบผลกระทบต่อระบบอุทกนิเวศที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1.1 กระบวนการของการสูญหาย (Abstraction processes)

ลักษณะและปริมาณการสูญหายทางอุทกวิทยาที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำหนึ่ง ในฝนที่ตกลงบนพื้นที่รับน้ำมีความต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนานและมีอัตราการตกคงที่

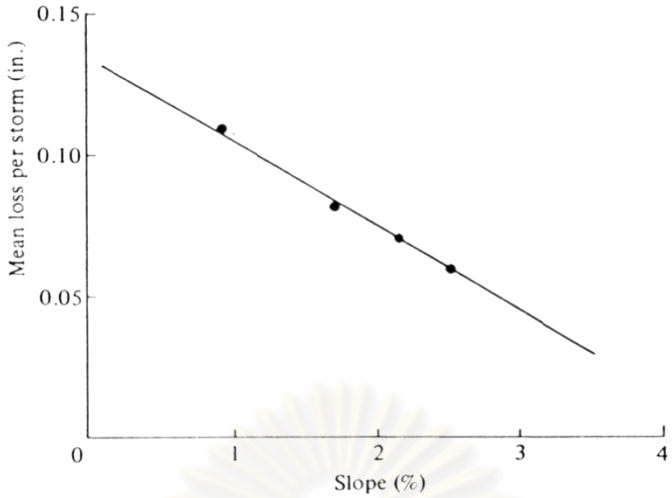
เมื่อฝนเริ่มตกปริมาณน้ำส่วนใหญ่จะถูกดักโดยสิ่งปกคลุมผิวดิน ซึ่งได้แก่ต้นไม้ ใบไม้ และพืชคลุมดินต่างๆ เรียกว่าการดัก (Interception) ที่เหลือลงสู่ผิวดินจะไหลลงสู่ที่ต่ำและ ถูกกักเก็บในที่ลุ่มหรือผันเข้าแหล่งกักเก็บในที่ลุ่มน้ำหรือผันเข้าแหล่งกักเก็บเรียกว่า (Surface storage) ส่วนที่ถูกดักไว้บนสิ่งปกคลุมดินและบางส่วนที่กักเก็บไว้บนผิวดินจะระเหยกลับสู่บรรยากาศ (Evaporation) ในขณะเดียวกันบางส่วนของน้ำฝน จะซึมลงผ่านผิวดิน (Infiltration) กลายเป็นความชื้นในดินหรือไหลซึมลงลึกเป็นการอัดเสริมน้ำใต้ดิน น้ำฝนส่วนที่เหลือจากการสูญหายจะไหลบนผิวดินลงสู่ที่ต่ำเรียกว่า การไหลหลากตามผิวดิน ซึ่งจะไหลลงไปรวมตัวกันกลายเป็นการไหลในลำน้ำ (Stream flow) แล้วไหลออกจากลุ่มน้ำหรือที่เรียกสั้นๆว่าการไหลออก ที่จุดต่างๆ ตามแนวลำน้ำ การไหลบนผิวดินจะเริ่มเกิดขึ้นเมื่ออัตราการตกของฝนมากกว่าอัตราการสูญหาย และจะเข้าสู่ค่าคงที่เมื่อเวลาผ่านไปสักระยะหนึ่งที่อัตราการสูญหายมีค่าคงที่ (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2539: 43-44)

2.2.1.2 การกักขังบนผิวดิน (Surface Storage)

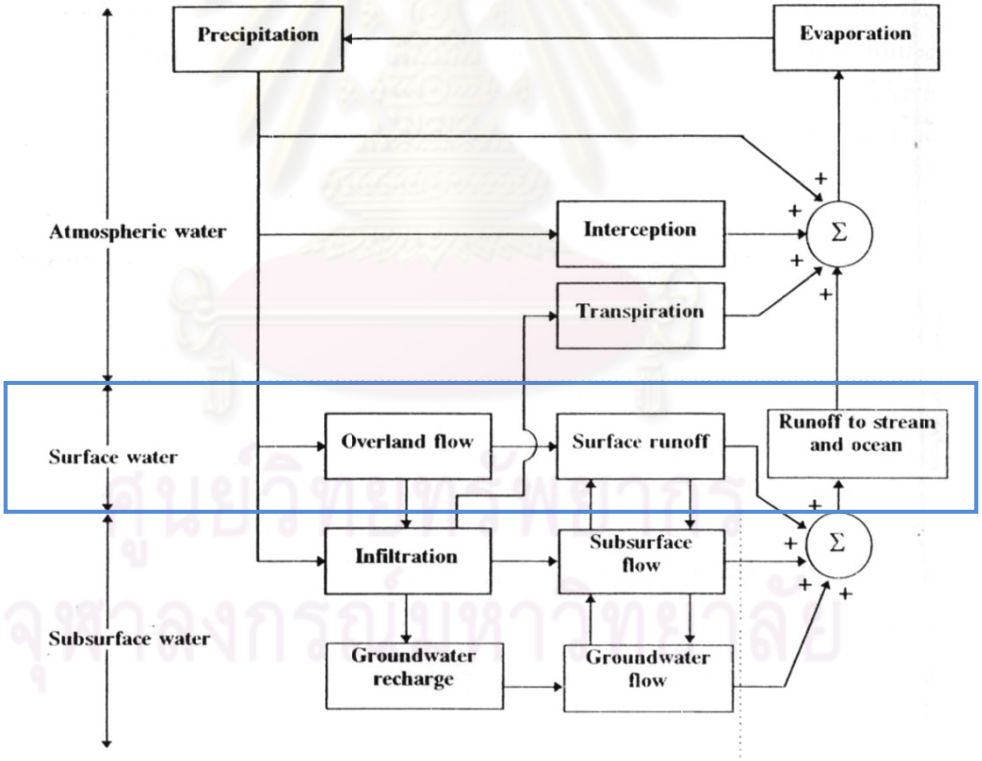
ในเรื่องปริมาณฝนที่ตกลงถึงพื้นดินหลังจากถูกดักไว้แล้วจะไหลลงสู่ที่ต่ำบางส่วนจะถูกกักเก็บ ในที่ลุ่มที่เป็นหลุม เป็นบ่อ หนอง บึง ไปจนถึงอ่างเก็บน้ำ ปริมาณการกักขังบนผิวดินนี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะดั้งเดิมของพื้นที่และการใช้พื้นที่ ซึ่งเปลี่ยนแปลงและแตกต่างกันออกไป ด้วยเหตุนี้จึงไม่สามารถหาปริมาณการกักขังบนผิวดินที่ใช้ได้โดยทั่วไปกับพื้นที่ต่างๆ

Viessman(1977) อ้างถึงใน ประกอบ วิโรจนกูฏ(2539) กล่าวว่า “สรุปจากการศึกษาลุ่มน้ำขนาดเล็ก 4 แห่งที่มีผิวดินแบบไม่รั่วซึมว่า การสูญหายเนื่องจากการกักขังบนผิวดินมีความสัมพันธ์เป็นอย่างดีกับความลาดเอียงของพื้นที่ โดยจะมีค่ามากสำหรับพื้นที่ที่ค่อนข้างเรียบ และจะมีค่าลดลงเมื่อความลาดเอียงของพื้นที่มีมากขึ้น แสดงในแผนภูมิที่ 2-5 นอกจากนี้ยังสรุปได้จากการศึกษาว่าอัตราการกักขังบนผิวจะมีค่าสูงที่เวลาเริ่มต้นของการเกิดฝน และจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเวลาผ่านไป นอกจากนี้การกักขังบนผิวดินจะมีปริมาณมากในกรณีที่ผิวดินแห้ง และจะมีค่าน้อยเมื่อผิวดินเปียกชื้น”

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 2- 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการกักขังบนผิวดินกับความลาดชันของพื้นที่ (Viessman and other, 1977 อ้างถึงใน ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2539: 47)



แผนภูมิที่ 2- 6 แสดงระบบอุทกวิทยาของน้ำ และขอบเขตการศึกษาอุทกวิทยาน้ำท่าผิวดิน (Chow, Maidment, Mays 1998 อ้างถึงใน ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2539: 10)

จากการศึกษาทำให้เข้าใจถึงกระบวนการสูญหายของน้ำ และความสัมพันธ์ของการกักขังบนผิวดินของน้ำกับความลาดชันของพื้นที่ ซึ่งสามารถอธิบายถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในภูมิทัศน์ที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ

2.2.2 การทบทวนความหมายของรูปพรรณสัณฐานของลุ่มน้ำ (Watershed morphometrical model)

ลุ่มน้ำ คือ หน่วยพื้นที่หนึ่งที่ประกอบด้วยทรัพยากรกายภาพ ทรัพยากรชีวภาพ ทรัพยากรที่มนุษย์สร้างขึ้น (คุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์) และทรัพยากรคุณภาพชีวิต (สังคมสิ่งแวดล้อม) ระบบลุ่มน้ำประกอบด้วยทรัพยากรเหล่านี้อยู่รวมกันคละกันอย่างกลมกลืนจนมีเอกลักษณ์และพฤติกรรมร่วมกัน เป็นลุ่มน้ำที่มีลักษณะและแสดงบทบาทเฉพาะ จึงมักเรียกลุ่มน้ำเป็นทรัพยากรลุ่มน้ำ หรือระบบทรัพยากร (อุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2546: ออนไลน์)

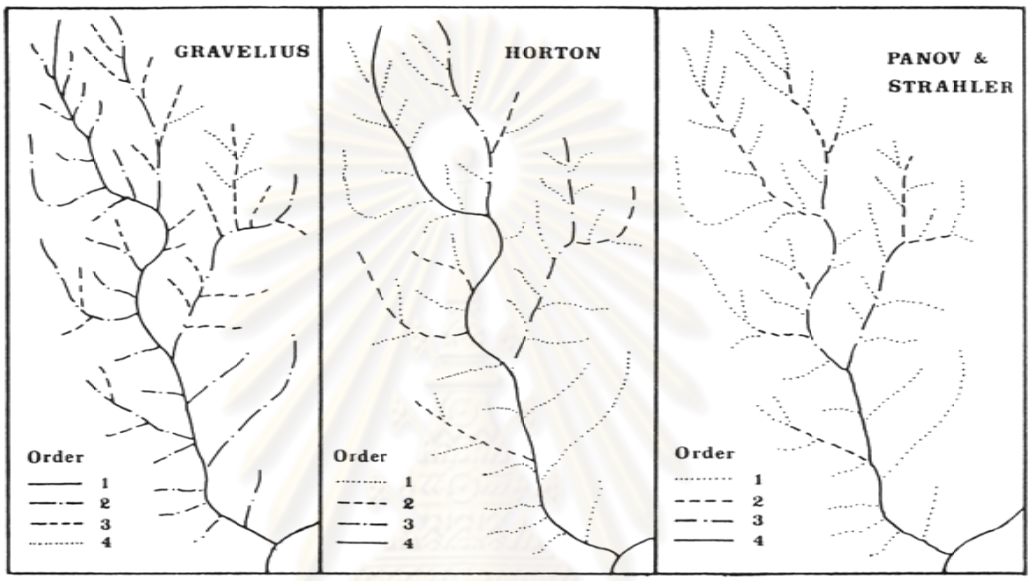
พื้นที่ลุ่มน้ำ หมายถึง หน่วยของพื้นที่ซึ่งล้อมรอบด้วยสันปันน้ำ เป็นพื้นที่รับน้ำฝนของแม่น้ำสายหลักในลุ่มน้ำนั้น ๆ เมื่อฝนตกลงมาในพื้นที่ลุ่มน้ำจะไหลออกสู่ลำธารสายย่อย ๆ แล้วรวมกันออกสู่ลำธารสายใหญ่ และรวมกันออกสู่แม่น้ำสายหลัก จนไหลออกปากน้ำในที่สุด (อุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2546: ออนไลน์)

รูปพรรณสัณฐานของลุ่มน้ำ มีการเสนอแนวคิดการจัดลำดับเพื่อแบ่งลำดับลำน้ำไว้หลายวิธี ซึ่ง ประกอบ วิโรจนกูฏ(2539: 179) ได้ประมวลไว้ดังนี้

2.2.2.1 Gravelius (1985) กล่าวว่า รูปพรรณสัณฐานของลุ่มน้ำ ประกอบด้วยลักษณะเครือข่ายลำน้ำ (Stream networks) และขนาดของพื้นที่รับน้ำ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับกระบวนการทางอุทกวิทยาโดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณและอัตราการไหลของน้ำภายในที่ลุ่ม ลักษณะเครือข่ายลำน้ำในที่นี้หมายถึง คุณสมบัติเชิงตัวเลขของระบบลำน้ำซึ่งได้แก่ ลำดับขนาดของลำน้ำ ความยาวของลำน้ำลำดับต่าง ความยาวและขนาดพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำหลัก ความลาดชันของลำน้ำหลัก เป็นต้น ระบบการจัดลำดับของลำน้ำมีหลายระบบขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์เพื่อการใช้ประโยชน์ โดยกำหนดให้ลำน้ำหลักจากปากน้ำถึงต้นน้ำเป็นลำดับ 1 สาขาที่แยกออกไปจากลำน้ำหลักทั้งหมดเป็นลำน้ำลำดับ 2 และสาขาที่แยกออกจากลำดับ 2 ออกเป็นลำน้ำลำดับ 3 เป็นเช่นนี้ไปตามลำดับ

2.2.2.2 Horton (1945) เสนอระบบการแบ่งลำดับเครือข่ายลำน้ำโดยเริ่มจากต้นน้ำ ลำน้ำเริ่มแรกที่ปรากฏให้เห็นในแผนที่ถือเป็นลำน้ำลำดับ 1 ถ้าลำน้ำลำดับ 1 สองสายมาพบกันจะเกิดเป็นลำน้ำลำดับ 2 เมื่อลำน้ำลำดับ 2 สองสายมาพบกันจะเกิดเป็นลำน้ำลำดับ 3 เป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ทำให้เกิดเป็นลำน้ำลำดับสูงขึ้นและขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งจะเกิดเป็นลำน้ำลำดับสูงสุดหรือลำน้ำขนาดใหญ่ที่สุดที่จุดไหลออกสู่ทะเล

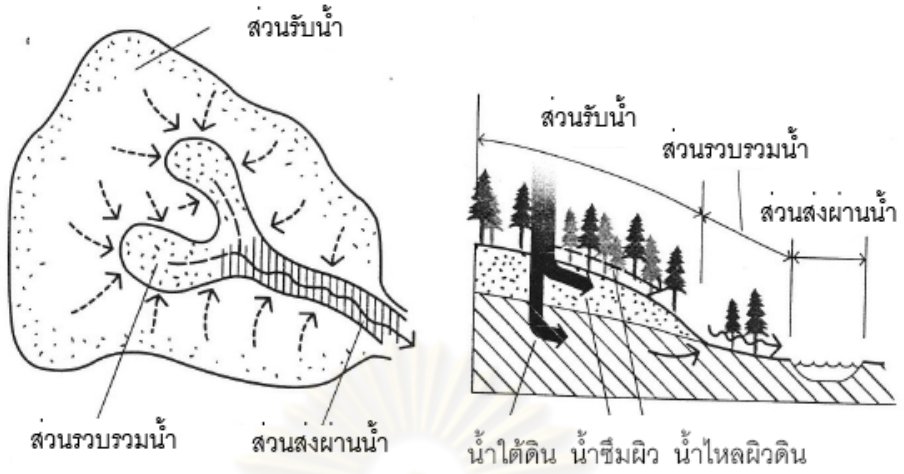
2.2.2.3 Panov (1948) Strahler (1952) ได้เสนอการจัดระบบเครือข่ายลำน้ำแบบใหม่ซึ่งคล้ายกับของ Horton แต่แตกต่างกันตรงที่ว่าวิธีการของ Panov และ Strahler นั้น เมื่อลำดับลำน้ำเท่ากันมาพบกันก็จะเกิดเป็นลำน้ำที่มีลำดับสูงขึ้นนับจากจุดพบกันลงไปสู่ท้ายน้ำ แต่วิธีของ Horton จะพิจารณาส่วนของลำน้ำจากจุดพบกันของลำน้ำขึ้นไปยังต้นน้ำตามแนวของลำน้ำหลักสายใดสายหนึ่ง ให้มีลำดับเท่ากับลำดับของลำน้ำส่วนที่ไหลลงสู่ท้ายน้ำ ความแตกต่างของระบบการจัดเครือข่ายลำน้ำดังกล่าว



ภาพที่ 2- 2 แสดงการจัดลำดับเครือข่ายลำน้ำตามระบบของ Gravelius, Horton, และ Panov-Strahler (อ้างถึงใน ประกอบ วิโรจนกูฎ, 2539: 180)

จากลักษณะการจัดลำดับลำน้ำตามทฤษฎีที่ได้กล่าวมาเบื้องต้นเมื่อนำมาพิจารณาการวิธีการจัดลำดับลำน้ำ ผู้วิจัยได้เลือกนำวิธีของ Panov และ Strahler มาประยุกต์ เนื่องจากมีความสัมพันธ์ในการจัดลำดับใกล้เคียงกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 ที่ใช้ในการวิจัยนี้

นอกจากการจัดลำดับลำน้ำ การศึกษาเพื่อทำความเข้าใจลักษณะพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งมีการแบ่งลักษณะตามพื้นที่ซึ่งมีความเหมาะสมและไม่เหมาะสมต่อการพัฒนา โดยสามารถแสดงให้เห็นรายละเอียดได้ดังภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2- 3 การแยกประเภทพื้นที่รับน้ำตามหน้าที่การลำเลียงน้ำ (ประยุกต์จาก Marsh, 2005)

จากภาพที่ 2-4 แสดงให้เห็นลักษณะการรับน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนพื้นที่รับน้ำ (Contributing zone) ส่วนรวบรวมน้ำ (Collection zone) และส่วนส่งผ่านน้ำ (Conveyance zone) ในพื้นที่ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการพัฒนาคือ ส่วนรวบรวมน้ำและส่วนส่งผ่านน้ำ มีหน้าที่ในการกักเก็บรวมรวมน้ำที่เกิดจากการไหลผ่านผิวดินและรวบรวมเข้าสู่ลำน้ำและส่งผ่านไปยังทางออกของน้ำต่อไป

2.2.3 การทบทวนความหมายของปัจจัยที่มีผลต่อน้ำท่า (Factor affecting stream flow)

ประกอบ วิโรจนกูฏ (2539: 87-89) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณและลักษณะการไหลของน้ำท่าในรูปแบบของชลภาพน้ำท่า ขึ้นอยู่กับลักษณะของฝนและลักษณะของพื้นที่รับน้ำ ดังนี้

2.2.3.1 ปัจจัยที่ขึ้นอยู่กับลักษณะของฝน

ก.อัตราการตกของฝน ถ้าฝนมีอัตราการตกสูงกว่าความสามารถในการซึมลงผ่านผิวดินจะทำให้ปริมาณน้ำไหลหลากบนผิวมากกว่าที่ฝนตกเบา ถึงแม้ว่าปริมาณการตกรวมทั้งหมดจะเท่ากันก็ตาม

ข.ระยะเวลาที่ฝนตก ส่วนของฝนที่กลายเป็นการไหลหลากบนผิวดินจะมีมากขึ้น ถ้าฝนตกต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน เนื่องจากความสามารถในการซึมผ่านผิวดินลดลงตามเวลา

ค.การกระจายของฝนบนพื้นที่ ฝนที่มีอัตราการตกสูงในบางจุดจะทำให้เกิดอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าสูงกว่าฝนที่กระจายสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่รับน้ำ ในการจำลองสภาพอุทกวิทยาของลุ่มน้ำโดยทั่วไปจะสมมติให้ฝนตกสม่ำเสมอทั่วทั้งลุ่มน้ำ แต่ในความเป็นจริงจะไม่เป็นเช่นนั้น เป็นเหตุให้อัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่เกิดขึ้นจริง จะสูงกว่าที่คาดการณ์ไว้ ถ้า

ลักษณะการกระจายของฝนเหมือนกัน ฝนที่ตกหนักที่บริเวณส่วนล่างของพื้นที่รับน้ำจะทำให้เกิดอัตราการไหลสูงสุดสูงกว่าฝนที่ตกหนักที่บริเวณส่วนบนของลุ่มน้ำ

ง.ทิศทางการเคลื่อนที่ของฝน ถ้าฝนเคลื่อนที่ไปตามทิศทางการไหลของน้ำ จะทำให้เกิด อัตราการไหลสูงสุดสูงและรวดเร็วกว่าในกรณีที่ฝนเคลื่อนที่ไปในทิศทางอื่น

2.2.3.2 ปัจจัยที่ขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่รับน้ำ

ก. ชนิดของดิน ในพื้นที่รับน้ำมีผลโดยตรงต่อการสูญหายของน้ำฝนเนื่องจากการซึมลง พื้นที่ใดที่มีดินชั้นบนเป็นดินที่มีความซึมผ่านได้น้อยเช่นดินเหนียว สัดส่วนของน้ำฝนที่กลายเป็นน้ำหลากตามผิวดิน จะมีมากกว่ากรณีที่เป็นชั้นดินทราย เนื่องจากปริมาณการสูญหายจากการซึมลงมีน้อย

ข. ลักษณะการใช้พื้นที่ มีผลต่อปริมาณการสูญหายเนื่องจากการดัก การกักขังบนผิวดิน การคายระเหย และการซึมลง พื้นที่ที่มีสภาพเป็นป่าสมบูรณ์จะทำให้เกิดการหลากตามผิวน้อยเนื่องจากปริมาณฝนที่สูญหายเนื่องจากการดัก การซึมลง และการกักขังน้ำไว้ในบริเวณรากของต้นไม้มีมาก ในทางตรงกันข้ามบริเวณที่เป็นชุมชนเมืองซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยพื้นผิวที่ไม่ยอมให้น้ำซึมลง การไหลหลากบนผิวดินจะมีปริมาณมาก และมีอัตราการไหลรวดเร็ว

ค. ขนาดของพื้นที่รับน้ำ พื้นที่รับน้ำขนาดใหญ่จะมีอัตราการไหลของน้ำท่าสูงสุดต่อหน่วยพื้นที่น้อยเมื่อเทียบกับพื้นที่รับน้ำที่มีขนาดพื้นที่รับน้ำเล็กลง ทั้งนี้เนื่องจากน้ำที่จะใช้เวลาในการไหลรวมตัวมายังจุดที่ไหลออกจากลุ่มน้ำนานกว่าสำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่

ง. รูปร่างของพื้นที่รับน้ำ มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเดินทางของน้ำซึ่งทำให้มีผลต่อลักษณะของชลภาพ รูปร่างของพื้นที่รับน้ำสามารถกำหนดให้มีค่าเชิงตัวเลขได้อย่างคร่าวๆ โดยใช้สัดส่วนของความกว้างเฉลี่ยต่อความยาวของพื้นที่รับน้ำ สำหรับพื้นที่รับน้ำขนาดเท่ากัน พื้นที่รับน้ำที่มีรูปร่างกลมสั้น จะมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำท่าที่เกิดจากฝนเร็วกว่า และมีอัตราการไหลสูงสุดมากกว่าพื้นที่รับน้ำที่มีรูปร่างรียาว ทั้งนี้เนื่องจากว่าพื้นที่รับน้ำที่สั้นกลมจะมีระยะทางของน้ำมายังจุดไหลออกสั้นและไหลมาถึงค่อนข้างจะพร้อมเพรียงกันมากกว่าพื้นที่รียาว

จ. ความลาดชันของลุ่มน้ำจะลาดเทในสองทิศทาง คือ จากเส้นขอบเขตของพื้นที่รับน้ำลงสู่ลำน้ำ และจากต้นน้ำไปยังท้ายน้ำ ถ้าความลาดชันของลุ่มน้ำมีมากจะทำให้น้ำหลากตามผิวดินสู่ลำน้ำเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีปริมาณมาก

ฉ. ทิศทางการวางตัวของพื้นที่รับน้ำ เมื่อพิจารณาร่วมกับการเกิดฝนและการเคลื่อนที่ของฝน จะมีผลต่อการไหลของน้ำท่าเช่น ถ้าทิศทางของการเคลื่อนที่ของฝนอยู่ใน

ทิศทางเดียวกับทิศทางของความลาดชันของลุ่มน้ำ ก็จะทำให้การไหลรวมตัวของน้ำท่าเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและมีปริมาณมากขึ้น

ช. สภาพการระบายน้ำของลุ่มน้ำ พื้นที่รับน้ำที่มีลำน้ำสาขาต่างๆ มากมายและมีลำน้ำหลักที่มีขนาดใหญ่และมีความยาวมากกว่าจะสามารถระบายน้ำได้สะดวกทำให้อัตราการไหลสูงสุดมีค่ามาก และเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว

ซ. สภาพการกักเก็บน้ำ การกักเก็บน้ำบนผิวดิน เช่น หนอง บึง อ่างเก็บน้ำ หรือพื้นที่นา จะมีผลโดยตรงต่อปริมาณและอัตราการไหลของน้ำท่า โดยจะทำให้ลดน้อยลง สภาพการไหลในลำน้ำก็จะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ และเป็นเวลานาน รวมทั้งการสูญหายเนื่องจากการระเหยก็จะมีมากขึ้น

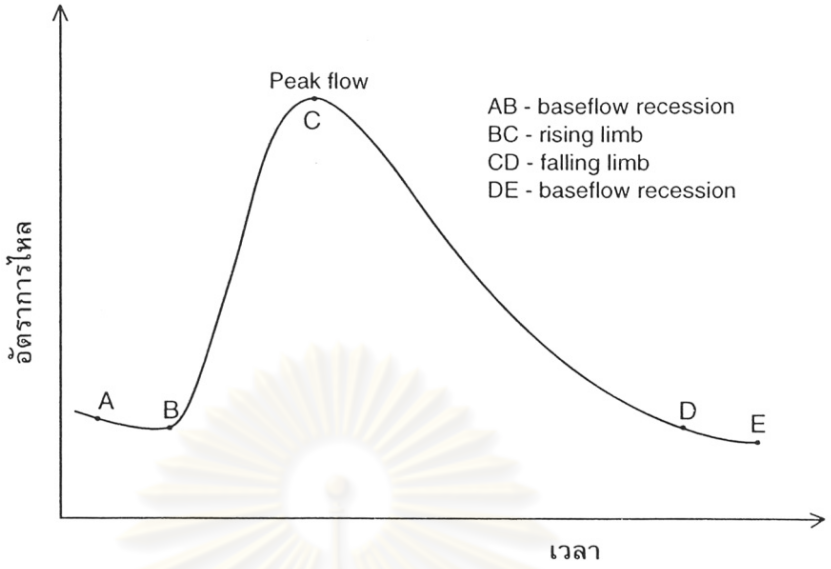
ฌ. สภาพการขาดแคลนน้ำในดิน ถ้าดินมีปริมาณความชื้นอยู่น้อย ฝนที่ตกลงมาจะซึมลงใต้ผิวดินและสูญหายไปเป็นความชื้นในดินเป็นปริมาณมาก ทำให้ส่วนที่เหลือไหลลงสู่ลำน้ำ เป็นน้ำท่ามีอยู่น้อย ซึ่งจะตรงกันข้ามกับกรณีที่มีความชื้นในดินมีอยู่มาก ปริมาณฝนที่เหลือเป็นการไหลหลากตามผิวดินลงสู่ลำน้ำจะมีมาก

ฎ. สภาพการไหลของน้ำใต้ดิน ปริมาณน้ำท่าส่วนหนึ่งได้มากจากการที่น้ำใต้ดินไหลเสริมเข้าสู่ลำน้ำในบริเวณที่ท้องน้ำติดต่อกับชั้นให้น้ำใต้ดิน น้ำในส่วนนี้จะไหลเข้าสู่ลำน้ำอย่างช้าๆและเป็นระยะเวลานานหรืออาจจะจะเกิดตลอดเวลา จึงเรียกเป็นการไหลเสริม ในทางตรงกันข้ามบางส่วนของลำน้ำอาจจะเกิดการสูญเสียน้ำให้แก่ชั้นน้ำใต้ดิน ทำให้ปริมาณการไหลในลำน้ำลดลง

จากการศึกษาเบื้องต้นสามารถทำให้เข้าใจถึงปัจจัยต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อระบบอุทกนิเวศ โดยในงานวิจัยจะกล่าวถึงปัจจัยที่มีความสอดคล้อง กับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหล ด้วยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 ซึ่งยกเว้นปัจจัยในเรื่องสภาพน้ำในดิน และสภาพการไหลของน้ำใต้ดิน กล่าวถึงเฉพาะการไหลของน้ำผิวดินและการไหลในลำน้ำเท่านั้น

2.2.4 2 การทบทวนความหมายของชลภาพน้ำท่า (Streamflow Hydrograph)

ประกอบ วิโรจนกูฏ (2539: 92) กล่าวว่า ชลภาพคือกราฟหรือตารางที่แสดงอัตราการไหลของน้ำท่าผ่านจุดใดจุดหนึ่งของลำน้ำที่เวลาต่างๆ โดยปกติจะพล๊อตอัตราการไหลในแนวดิ่ง และเวลาในแนวนอนซึ่งทำให้พื้นที่ภายใต้เส้นชลภาพมีความหมายเป็นปริมาณน้ำท่าทั้งหมด หน่วยของเวลาและระยะเวลาของชลภาพอาจจะเป็น นาที ชั่วโมง วัน หรือ เดือน โดยขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่รับน้ำและวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์จากชลภาพ

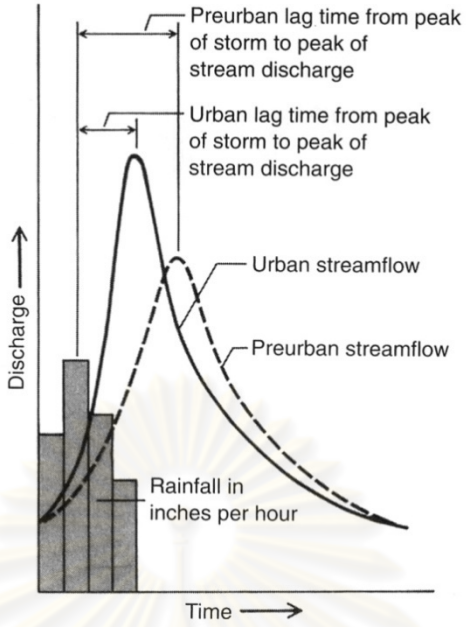


แผนภูมิที่ 2- 7 แสดงลักษณะทางกายภาพของกราฟน้ำท่า (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2539: 94)

ลักษณะของชลภาพน้ำท่า ที่เกิดจากฝนลูกหนึ่งดังแสดงในแผนภูมิที่ 2-7 มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นน้ำหลากตามผิวดิน (Direct runoff) ซึ่งเกิดจากฝนส่วนเกิน (Excess rainfall) และส่วนที่เป็นการไหลเสริมจากน้ำใต้ดิน (Base flow) นอกจากนี้ชลภาพส่วนที่เป็นน้ำหลากตามผิวดินยังประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วนคือ ช่วงก่อนฝนตกซึ่งเป็นการไหลเสริมจากน้ำใต้ดินที่ค่อยๆลดลงเล็กน้อย (Baseflow recession) ส่วนที่เป็นการไหลเพิ่มขึ้น (Rising limb) เนื่องจากฝนที่ตกลงในพื้นที่รับน้ำส่วนยอดที่การไหลสูงสุดและส่วนที่การไหลลดลง (Failing limb) เนื่องจากน้ำหลากบนผิวดินที่ไหลรวมตัวเข้าสู่ส่วนที่เป็น การไหลเสริมจากน้ำใต้ดินที่ค่อยๆลดลงในช่วงก่อนฝนตก (AB และ DE ในแผนภูมิที่ 2-7)

วีระพล แต้สมบัติ, 2538 กล่าวว่า กราฟน้ำท่าของ outflow จากลุ่มน้ำขนาดเล็กก็คือ ผลรวมของกราฟน้ำท่าเบื้องต้น (Element hydrographs) ที่เกิดจากพื้นที่ย่อยทั้งหมดของลุ่มน้ำ แต่การรวมกราฟน้ำท่าย่อยเข้าด้วยกันจะต้องคำนึงถึงเวลาที่น้ำเดินทางในลุ่มน้ำและในลำน้ำด้วย การที่ลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ เช่น รูปร่าง ขนาด ความลาดเท ไม่ค่อยจะมีการเปลี่ยนแปลงทำให้สามารถคิดได้ว่ารูปร่างของกราฟน้ำท่าที่เกิดพายุฝนต่างๆ ที่มีลักษณะคล้ายกันนั้นไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกัน

Sherman, 1932 อ้างถึงใน ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2539 ได้เสนอวิธีการหาชลภาพของการไหลหลากบนผิวดินออกจากพื้นที่รับน้ำ (Direct runoff hydrograph) ที่เกิดจากฝนส่วนเกิน (Excess rainfall) หนึ่งหน่วยซึ่งอาจจะเป็น 1เซนติเมตร หรือ 1 นิ้ว ที่ตกอย่างสม่ำเสมอลงบนพื้นที่รับน้ำเป็นระยะเวลาหนึ่ง



แผนภูมิที่ 2- 8 แสดงการเปลี่ยนแปลง และเปรียบเทียบอัตราการไหลสูงสุดของน้ำ ของพื้นที่ก่อนการพัฒนาเป็นเมือง และพื้นที่ทำการพัฒนาเป็นเมืองแล้ว (Marsh, 2005)

2.2.5 2 การทบทวนความหมายของผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ต่อระบบอุทกวิทยา

การศึกษาและทำความเข้าใจในเรื่องผลกระทบต่อระบบอุทกวิทยานั้น จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องในหลายด้าน การเสนอแนวคิดการลดผลกระทบจากการพัฒนาที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ (Prince George's County, Maryland Department of Environmental Resources Programs and Planning Division, 1999: online) มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

ก. ควบคุมปริมาณของน้ำท่าผิวดิน (Runoff volume control)

ข. ควบคุมการอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าผิวดิน (Peak runoff rate control)

ค. ควบคุมอัตราการไหลของน้ำของน้ำ (Flow frequency/ duration control)

ง. ควบคุมคุณภาพน้ำ (Water quality control)

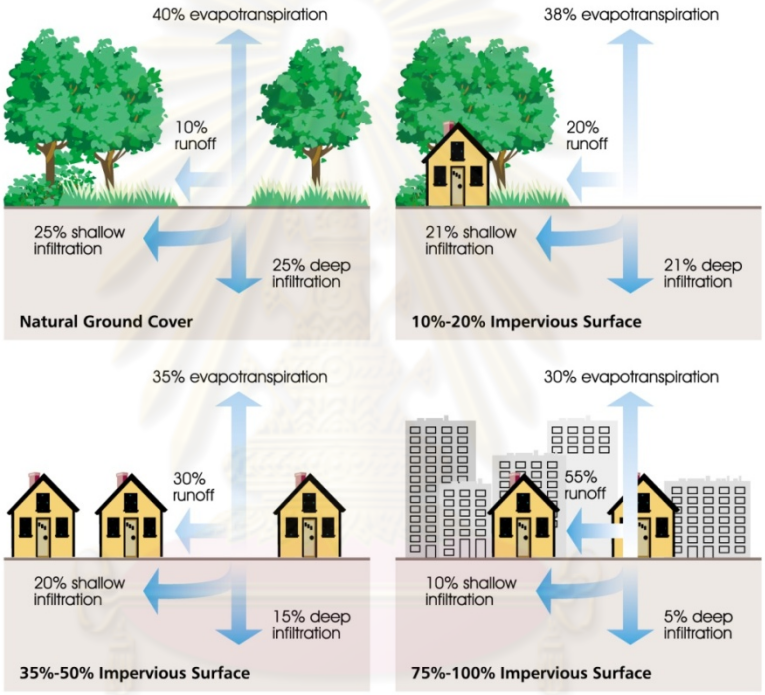
โดยในการวิเคราะห์และออกแบบ เพื่อลดผลกระทบทางด้านอุทกศาสตร์มีส่วนประกอบสำคัญ 4 ส่วนดังต่อไปนี้

2.2.5.1 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลน้ำผิวดิน คือ ลดการเปลี่ยนแปลงหลังการพัฒนาด้วยการลดปริมาณพื้นที่ผิวที่ไม่ซึมน้ำ และเก็บรักษาต้นไม้และทุ่งหญ้า เพื่อรักษาความต้องการพื้นที่กักเก็บน้ำให้เท่ากับก่อนการพัฒนา

2.2.5.2 เวลาการไหลรวมตัว คือ รักษาสภาพคงเดิมของพื้นที่ก่อนการพัฒนา เพื่อทำให้การเพิ่มขึ้นของอัตราการไหลสูงสุดหลังเกิดการพัฒนาส่งผลน้อยที่สุด โดยการเพิ่มความยาวของเส้นทางน้ำ และลดความยาวการเดินทางของน้ำท่าผิวดิน

2.2.5.3 การเตรียมพื้นที่รับน้ำ ไว้สำหรับการเพิ่มสูงขึ้นของปริมาณน้ำท่าผิวดินในช่วงที่เกิดการไหลสูงสุด และควบคุมคุณภาพน้ำ รักษาปริมาณการกักเก็บน้ำให้พื้นที่หลังพัฒนาเท่ากับพื้นที่ก่อนพัฒนา

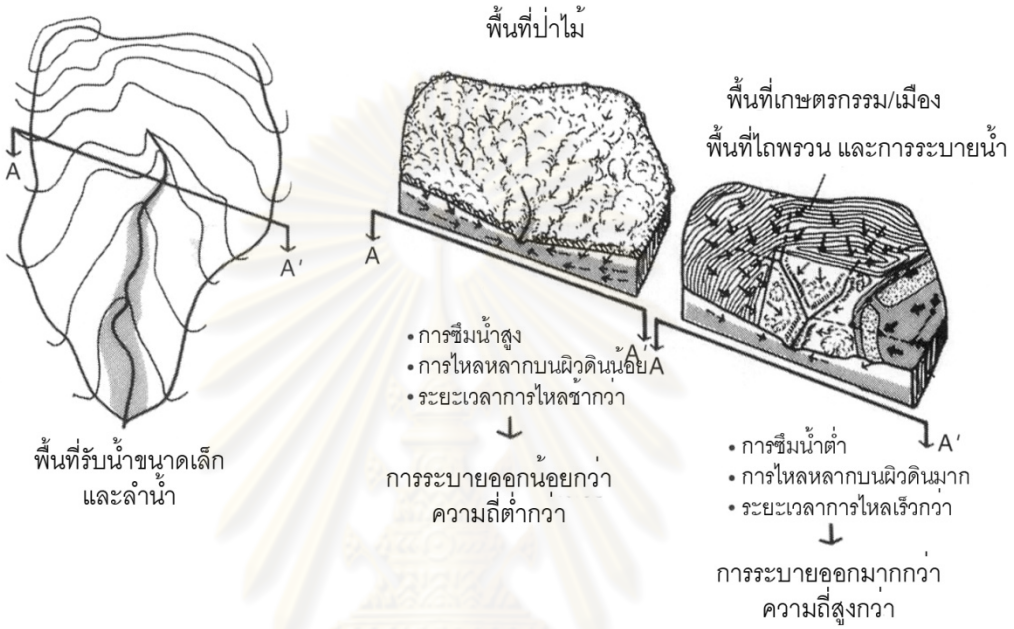
2.2.5.4 การเตรียมพื้นที่รับน้ำ ไว้สำหรับป้องกันการเกิดน้ำท่วม



ภาพที่ 2- 4 แสดงการการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำท่าผิวดินเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของพื้นผิวที่ไม่ซึมน้ำ (FISRWG, 1998 อ้างถึงใน Prince George's County, Maryland Department of Environmental Resources Programs and Planning Division, 1999: online)

ในระบบอุทกวิทยาน้ำท่าผิวดิน ซึ่งเกิดจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาสู่ผิวดิน น้ำฝนบางส่วนที่ถูกดักและกักเก็บไว้ตามใบและลำต้น บางส่วนซึมลงสู่ผิวดิน เมื่อถึงเวลาหนึ่งที่น้ำไม่สามารถซึมลงในดินได้จะกลายเป็นน้ำท่าผิวดิน (FISRWG, 1998 อ้างถึงใน LID Hydrologic Analysis, 1999: online) ดังภาพที่ 2-5 แสดงให้เห็นถึงปริมาณการไหลหลากของน้ำบนผิวดินในพื้นที่ปกคลุมด้วยพื้นผิวธรรมชาติ และพื้นผิวที่ปกคลุมด้วยบ้านพักอาศัยบางส่วนซึ่งมีค่าการไหลของน้ำผิวดินอยู่ร้อยละ 10 ถึง 30 แตกต่างจากพื้นที่ปกคลุมด้วยผิวพื้นซึ่งไม่สามารถซึมน้ำได้ ซึ่งมีค่าการไหลของน้ำผิวดินอยู่ร้อยละ 55

จากภาพดังกล่าวนั้นสามารถนำมาอธิบายในเรื่องผลกระทบทางอุทกวิทยา ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน โดยพื้นที่ซึ่งปกคลุมด้วยพื้นที่ธรรมชาติหรือพื้นที่สามารถซึมซับน้ำได้จะมี ปริมาณน้ำท่าผิวดินน้อยกว่า พื้นที่ในเมืองหรือปกคลุมด้วยพื้นที่ไม่สามารถซึมซับน้ำได้



ภาพที่ 2- 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมผิวดิน ที่ส่งผลต่ออัตราการไหลของน้ำ

(ประยุกต์จาก Marsh, 2005)

2.2.6 การทบทวนแนวคิดในด้านการวางแผน และการจัดการทรัพยากรน้ำ เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนภูมิทัศน์ ที่คำนึงถึงผลกระทบต่อระบบอุทกนิเวศ ซึ่งมีผู้เสนอแนวคิดไว้ดังนี้

Fletcher (2005) อ้างถึงใน พิศุทธ์ วิเชียรฉันท์ (2552) กล่าวว่า การศึกษาในเรื่องการวางแผนทรัพยากรน้ำในเมือง เป็นแนวคิดที่เกี่ยวกับการวางแผน วางผังและรายละเอียดองค์ประกอบต่างๆในภูมิทัศน์เมืองเพื่อช่วยและจัดการทรัพยากรน้ำด้วยวิธีการใช้วัสดุ และองค์ประกอบทางธรรมชาติเข้ามาช่วย เช่น การวางผังให้สอดคล้องและตอบรับกับระบอบทางอุทกวิทยา (Hydrological regime) โดยมีหลักการดังต่อไปนี้

1.ปกป้องระบบธรรมชาติ คือ ปกป้องและปรับปรุงระบบน้ำ อันประกอบด้วยแม่น้ำ คลอง พื้นที่ชุ่มน้ำ ในพื้นที่ที่มีการพัฒนาและกลายเป็นเมือง

2.ปกป้องคุณภาพน้ำ คือ มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนการไหลออกสู่ระบบน้ำธรรมชาติ

3.การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ร่วมกันของระบบการบำบัดน้ำฝนภายในพื้นที่ภูมิทัศน์

4.ลดปริมาณการไหลหลากของน้ำผิวดินที่เกิดจากการพัฒนาเมือง ด้วยการลดพื้นผิวที่ไม่ซึมซับน้ำ หรือซึมซับน้ำได้น้อย

5.ลดค่าก่อสร้างของการทำระบบระบายน้ำ

6.ลดการใช้น้ำคุณภาพดี เปลี่ยนเป็นการหมุนเวียนน้ำที่ใช้แล้ว มาใช้หมุนเวียนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด เช่น การใช้น้ำหมุนเวียนเพื่อรดน้ำต้นไม้

2.2.7 การทบทวนกรอบแนวคิดอุทกวิทยาเมือง (Urban Hydrology) เป็นศึกษาและทำความเข้าใจกระบวนการทางอุทกวิทยาที่เกิดในพื้นที่เมือง และสาเหตุของผลกระทบ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์และการวางแผนทางภูมิทัศน์ ซึ่งมีผู้เสนอแนวคิดไว้ดังนี้

Viessman and other (1977) อ้างถึงใน ประกอบ วิโรจนกูฏ (2539: 199) กล่าวว่า กระบวนการทางอุทกวิทยาที่เกิดขึ้นในพื้นที่เมืองจะแตกต่างจากที่เกิดขึ้นในพื้นที่รับน้ำตามธรรมชาติเป็นอย่างมาก พื้นที่เมืองซึ่งมีพื้นผิวที่น้ำซึมผ่านไม่ได้เป็นจำนวนมาก และมีระบบระบายน้ำที่มีประสิทธิภาพ ประกอบด้วยระบบท่อระบายน้ำที่สลับซับซ้อน ทั้งบนดินและใต้ดินทำให้เกิดปริมาณน้ำและอัตราการไหลจากพื้นที่จำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น

กระบวนการกลายเป็นเมืองเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ผิวไม่ซึมซับน้ำ ประกอบด้วย ถนน ทางเดินเท้า ที่จอดรถยนต์ และอาคาร ซึ่งการเปลี่ยนแปลงส่งผลต่อทางน้ำธรรมชาติเดิม ซึ่งถูกแทนที่ด้วยทางระบายน้ำที่เป็นผิวดาดแข็ง (NRCS, 2009: online)

การวิเคราะห์และทำความเข้าใจในเรื่องอุทกวิทยาเมือง เพื่อศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ธรรมชาติ กลายเป็นพื้นที่เมือง ซึ่งเหตุผลในการศึกษาเรื่องนี้เพื่อให้ทราบพื้นฐานทางความคิดของการแปรเปลี่ยนสภาพ และข้อจำกัดในการศึกษาวิจัย

2.3 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อศึกษางานวิจัยที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน และทำความเข้าใจในประเด็นของการศึกษา และนำข้อสรุปที่ได้ใช้เพื่อสร้างพื้นฐานทางความรู้ ที่ใช้ในการทำวิจัย

ในขั้นตอนการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เรื่องเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

2.3.1 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภูมิทัศน์ของบางชันช่วงปี พ.ศ.2491 ถึงปัจจุบัน ศึกษาในเรื่องการจำแนกลักษณะทางภูมิทัศน์

2.3.2 การวางแผนพื้นที่สีเขียวเพื่อบรรเทาผลกระทบทางอุทกวิทยาในงานภูมิทัศน์ กรณีศึกษา เทศบาลเมืองจันทบุรี ศึกษาในเรื่องวิธีการศึกษาผลกระทบทางอุทกวิทยา การจำแนกและบ่งชี้คุณลักษณะภูมิทัศน์

2.3.3 พื้นที่เกษตรกรรมเมือง กรณีศึกษาสวนผักอ่อนนุช กรุงเทพมหานคร และสวนผลไม้บางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี ศึกษาในเรื่องการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน

2.3.4 Hydrological impact of land use change in tropical hillsides: The impact of patterns ศึกษาในเรื่องแนวคิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่ส่งผลต่อระบบอุทกวิทยา

2.3.5 Impact of urbanization and industrialization on the agricultural activities in Pathumthani province, Thailand: A study with reference to land use and water use conflicts ศึกษาในเรื่องการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เกษตรกรรมที่เกิดจากการรุกล้ำของพื้นที่อุตสาหกรรม

2.3.6 กรณีศึกษา บ้านสามขา ชุมชนแห่งการเรียนรู้ ศึกษาในเรื่องการจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ต้นน้ำ

กรณีศึกษาดังกล่าวข้างต้นมีรายละเอียดในเรื่องการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

วชิร สอแสง ได้วิจัยเรื่อง การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภูมิทัศน์ของบางชันช่วงปี พ.ศ. 2491 ถึงปัจจุบัน(2549) ด้วยการทำแผนที่เชิงประวัติศาสตร์ (Historical mapping) ร่วมกับการใช้แผนภูมิลำดับเวลาหรือเส้นแนวเวลา(Timeline) ทั้งนี้การศึกษาเน้นที่การบ่งชี้หรือ จำแนกลักษณะ (Characterization) โดยการศึกษา รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า การเปลี่ยนแปลงของภูมิทัศน์ของพื้นที่ศึกษานั้นสามารถสังเกต และวัดค่าได้จากข้อบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ คือ 1. พื้นที่เมืองหรือพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง 2.พื้นที่เกษตรกรรม โดยเฉพาะการทำนา 3.พื้นที่ว่างรอการพัฒนา จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้แก่ 1.การปรับปรุงเส้นทางคมนานคมขนส่งทางถนน 2.การเพิ่มขึ้นของประชากรในพื้นที่ศึกษา 3.การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมผิวดินของพื้นที่ศึกษา 4.ปัจจัยอื่นๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงราคาที่ดิน แผนนโยบายและกฎหมายที่ออกโดยภาครัฐ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงทางสังคมวัฒนธรรม เศรษฐกิจ และสภาพแวดล้อมทางกายภาพอื่นๆ

พิศุทธ์ วิเชียรฉันท์ ได้วิจัยเรื่อง การวางแผนพื้นที่สีเขียวเพื่อบรรเทาผลกระทบทางอุทกวิทยาในงานภูมิทัศน์ กรณีศึกษา เทศบาลเมืองจันทบุรี(2552) การศึกษาวิจัยเพื่อหาวิธีการ เพื่อการวางแผนภูมิทัศน์ ด้วยเป้าหมายเพื่อการบรรเทาผลกระทบที่มีต่อกระบวนการทางอุทกวิทยา โดยมีกรณีศึกษา คือ บริเวณเทศบาลเมืองจันทบุรี เป็นพื้นที่ประสบปัญหาอุทกภัยแทบทุกปี การศึกษาขั้นตอนแรกคือการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ การสร้างแผนที่ ผนวกเข้ากับการใช้ความรู้พื้นฐานวิชาอุทกวิทยา โดยผลการวิเคราะห์ทำให้พบความไม่สอดคล้องกัน ระหว่างรูปแบบการไหลกับองค์ประกอบต่างๆที่ปรากฏในภูมิทัศน์เมือง เช่น เส้นทางถนนและอาคารที่ขวางเส้นทางการไหลของน้ำ ประกอบกับลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาที่เป็นแอ่งกะทะ เหล่านี้เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาในเรื่องการระบายน้ำของพื้นที่ศึกษา และขั้นตอนที่สอง คือการนำข้อมูลจากการ

วิเคราะห์ เพื่อกำหนดตำแหน่งและลักษณะของพื้นที่สีเขียวที่เกิดขึ้น ให้เป็นแนวทางสู่การวางแผนภูมิทัศน์

สืบสิริ ศรีธัญรัตน์ ได้วิจัยเรื่อง การจำแนกและบ่งชี้คุณลักษณะภูมิทัศน์ พื้นที่เกษตรกรรมเมือง กรณีศึกษาสวนผักอ่อนนุช กรุงเทพมหานคร และสวนผลไม้บางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี(2552) การวิจัยนี้ทำการศึกษาเรื่องคุณลักษณะเชิงนิเวศของภูมิทัศน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการบริการเชิงนิเวศของภูมิทัศน์ เพื่อให้ได้กระบวนการ บ่งชี้ จำแนก และ เปรียบเทียบคุณค่าเชิงนิเวศของภูมิทัศน์ในเชิงคุณภาพ โดยใช้กรอบทางทฤษฎีของนิเวศภูมิทัศน์เป็นแนวทางในการศึกษา โดยเลือก สวนผักอ่อนนุชกรุงเทพมหานคร และสวนผลไม้บางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี เป็นพื้นที่ศึกษา จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล เสนอว่าบริการเชิงนิเวศสามารถบ่งชี้และจำแนกจากสิ่งปกคลุมพื้นดินซึ่งเป็นองค์ประกอบทางกายภาพของภูมิทัศน์ การสร้างแผนที่สิ่งปกคลุมพื้นดินทำให้สามารถจำแนกภูมิทัศน์และกระบวนการทางนิเวศของภูมิทัศน์ได้ และทำการระบุบริการเชิงนิเวศแต่ละประเภทซ้อนทับลงไปบนพื้นที่ที่ทำการจำแนกไว้เพื่อเป็นเครื่องมือในการประเมินคุณค่าของบริการเชิงนิเวศของพื้นที่

Jorge Eliecer Rubiano Mejia ได้วิจัยเรื่อง Hydrological impact of land use change in tropical hillsides: The impact of patterns (1998) วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อสร้างแบบจำลองการศึกษาผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่มีต่อสภาพลุ่มน้ำเขตร้อน โดยแบบจำลองการศึกษาคำนึงถึงเรื่อง การตัดไม้ทำลายป่า และการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดิน ที่ส่งผลต่อพื้นที่ลุ่มน้ำในเรื่องการซึมน้ำ การระเหย และปริมาณน้ำท่า ในผลการศึกษาขั้นต้น อธิบายการสร้างแบบจำลองของการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน โดยมีข้อจำกัดทางกายภาพ หรือทางเศรษฐกิจและสังคม เพื่อประมาณการผลกระทบ และการปรับสมดุลทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำ Andean

Pravakar Pradhan ได้วิจัยเรื่อง Impact of urbanization and industrialization on the agricultural activities in Pathumthani province, Thailand: a study with reference to land use and water use conflicts (2003) การศึกษาวิเคราะห์และอธิบายถึงผลกระทบของ การกลายเป็นเมืองและอุตสาหกรรมของพื้นที่ ที่ส่งผลต่อพื้นที่เกษตรกรรม ในจังหวัดปทุมธานี โดยการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์ พบว่าการเจริญเติบโตของเมืองและอุตสาหกรรมในจังหวัดเติบโตอย่างไม่เป็นระบบ มีการใช้พื้นที่เกษตรกรรมเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ และมีความขัดแย้งในการใช้ที่ดินและการใช้น้ำใช้ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการของการกลายเป็นเมืองและอุตสาหกรรม

กรณีศึกษา บ้านสามขา ชุมชนแห่งการเรียนรู้(2548) เป็นกรณีศึกษาในเรื่องการสร้างฝายชะลอน้ำ โดยวัตถุประสงค์หลักของโครงการเพื่อสร้างฝายชะลอน้ำเพื่อชะลอการไหลของน้ำ และ

เพิ่มความชื้นให้กับผืนป่า โดยการทำฝายจากวัสดุธรรมชาติ เช่น ดิน หิน เศษไม้ และอาจมีการเสริมความแข็งแรงด้วยปูนซีเมนต์บ้าง ข้อดีของฝายชะลอน้ำ ช่วยลดความเร็วในการไหล ป้องกันการกัดเซาะ เป็นแหล่งดักตะกอนที่สามารถนำไปทำปุ๋ยหมัก และที่สำคัญช่วยเพิ่มความชื้นในดิน เป็นส่วนช่วยในการเป็นแนวป้องกันไฟป่า

สรุปสาระสำคัญจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้เกิดความเข้าใจในเรื่องภาพรวมของการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์และผลกระทบต่อระบบอุทกวิทยา และสามารถอธิบายถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน รวมถึงการมองเห็นถึงแนวทางในการแก้ไข หรือบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ต้นน้ำบ้านแม่แอน และการเข้าใจถึงวิธีการที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์และผลกระทบต่อระบบอุทกวิทยา เพื่อนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการเลือกใช้ในการศึกษาค้นคว้าวิจัยในครั้งนี้

2.4 สรุปกรอบแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาในกรอบแนวคิดทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์และความรู้พื้นฐานทางอุทกวิทยา ทำให้เข้าใจถึงกระบวนการในการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมผิวดินอันส่งผลกระทบต่อระบบอุทกนิเวศ โดยสามารถแสดงให้เห็นถึงปัจจัยต่างๆ ที่สามารถนำมาสร้างเป็นกรอบงานวิจัยได้ดังนี้

2.4.1 การศึกษาในเรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ และการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน ทำให้สามารถนำความรู้ในส่วนนี้มาใช้ในการอธิบายผลของการเปลี่ยนแปลงและจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดินในพื้นที่ศึกษาบ้านแม่แอนได้

2.4.2 การศึกษาในเรื่องความรู้พื้นฐานทางอุทกวิทยา สามารถทำให้เข้าใจถึงภาพรวมของระบบอุทกวิทยา และนำไปสู่การทำความเข้าใจถึงปัจจัยต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อระบบอุทกนิเวศจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินซึ่งได้แก่ ประเภทของสิ่งปกคลุมผิวดิน ปริมาณน้ำฝน ความลาดชันของลุ่มน้ำ และชนิดกลุ่มดินทางอุทกวิทยา

2.4.3 การศึกษาทำให้เห็นแนวทางในการนำกรอบแนวคิดพื้นฐานทางทฤษฎีไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับการวิจัย รวมถึงสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ และอธิบายผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาบ้านแม่แอนได้

บทที่ 3
พื้นที่ศึกษา

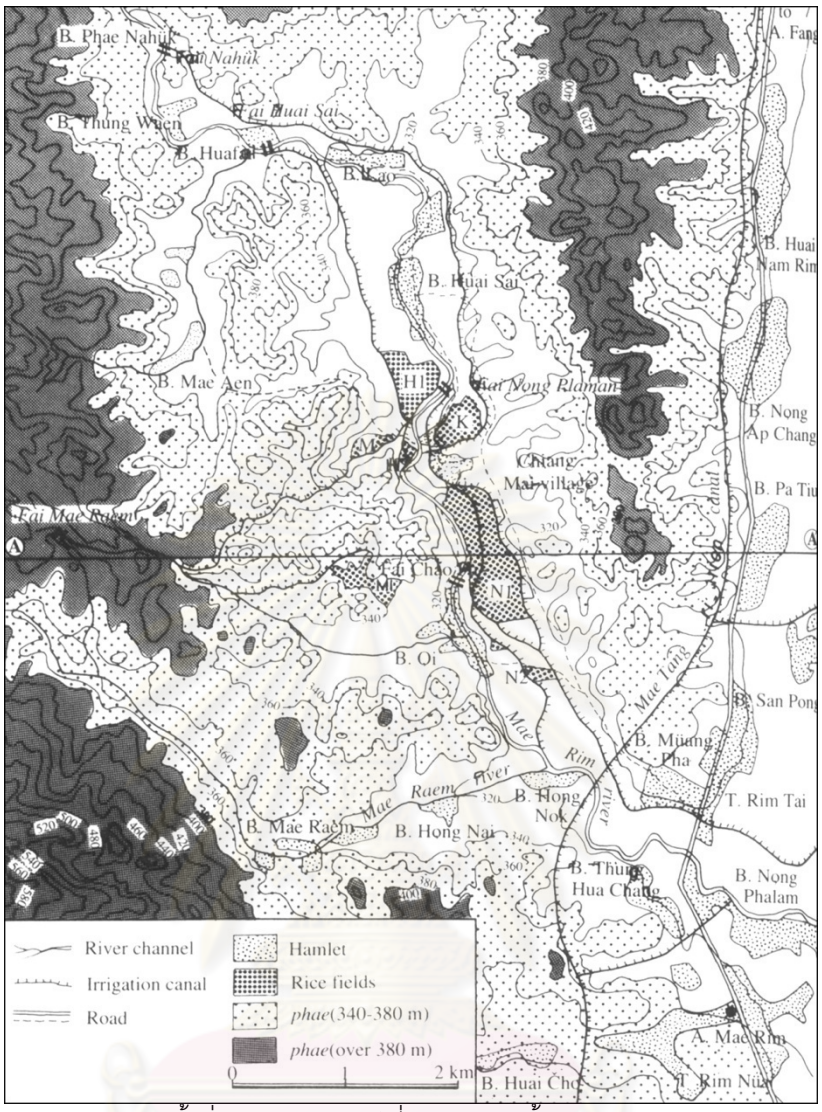
พื้นที่ศึกษาบ้านแม่แอน เป็นชุมชนหนึ่งซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่ต้นน้ำ ที่ได้กล่าวไว้ในหนังสือ Ecology and Practical Technology ของ Shigeharu Tanabe ซึ่งอธิบายถึงลักษณะทั่วไปของระบบพื้นที่รับน้ำในแอ่งเชียงใหม่ ลักษณะภูมิลักษณ์ และรูปแบบการรับน้ำและระบายน้ำในอดีต ที่มีความสัมพันธ์ตั้งแต่พื้นที่หุบเขา พื้นที่เกษตรกรรม ตลอดจนภาพรวมของระบบแม่น้ำในพื้นที่หลายอำเภอ โดยทางผู้วิจัยได้ทำศึกษาและทำความเข้าใจในส่วนของพื้นที่บริเวณแม่น้ำแม่ริม ซึ่งมีการตั้งถิ่นฐาน การทำเกษตรกรรม สวนผลไม้ และยังคงสภาพพื้นที่ต้นน้ำที่มีความเป็นธรรมชาติที่มีมนุษย์อยู่อาศัยร่วมกัน

3.1 เหตุผลในการเลือกพื้นที่ศึกษา

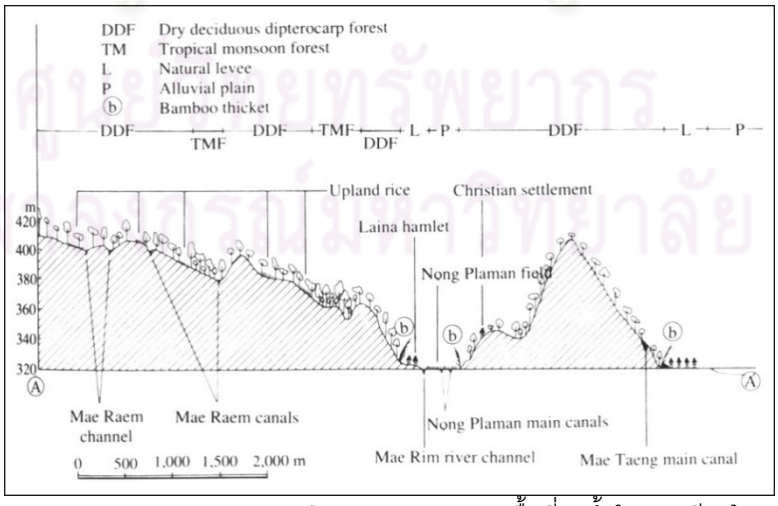
3.1.1 พื้นที่บ้านแม่แอนเป็นกรณีศึกษาตัวอย่างของพื้นที่ต้นน้ำซึ่งอยู่ภายใต้แรงกดดันจากการพัฒนา โดยพื้นที่ดั้งเดิมนั้นเป็นพื้นที่เกษตรกรรม สวนผลไม้ และป่าไม้ ในปัจจุบันพื้นที่บ้านแม่แอนบางส่วนได้ถูกพัฒนาเพื่อรองรับอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวและการพัฒนาเป็นที่อยู่อาศัย ในการศึกษาวิจัยนี้จึงได้เลือกพื้นที่บ้านแม่แอนเพื่อเป็นตัวแทนของปัญหาการรุกล้ำของพื้นที่ต้นน้ำที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน

3.1.2 พื้นที่บ้านแม่แอนมีการศึกษาไว้โดย Shigeharu Tanabe ในช่วงปี พ.ศ. 2537 จึงทำให้บ้านแม่แอนมีข้อมูลพื้นฐานที่แสดงลักษณะเชิงนิเวศ และอุทกนิเวศดั้งเดิมของพื้นที่ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3- 1 แสดงตำแหน่งการตั้งถิ่นฐาน และการใช้ที่ดินในหุบแม่น้ำแมริม (Shigeharu Tanabe, 1994: 82)

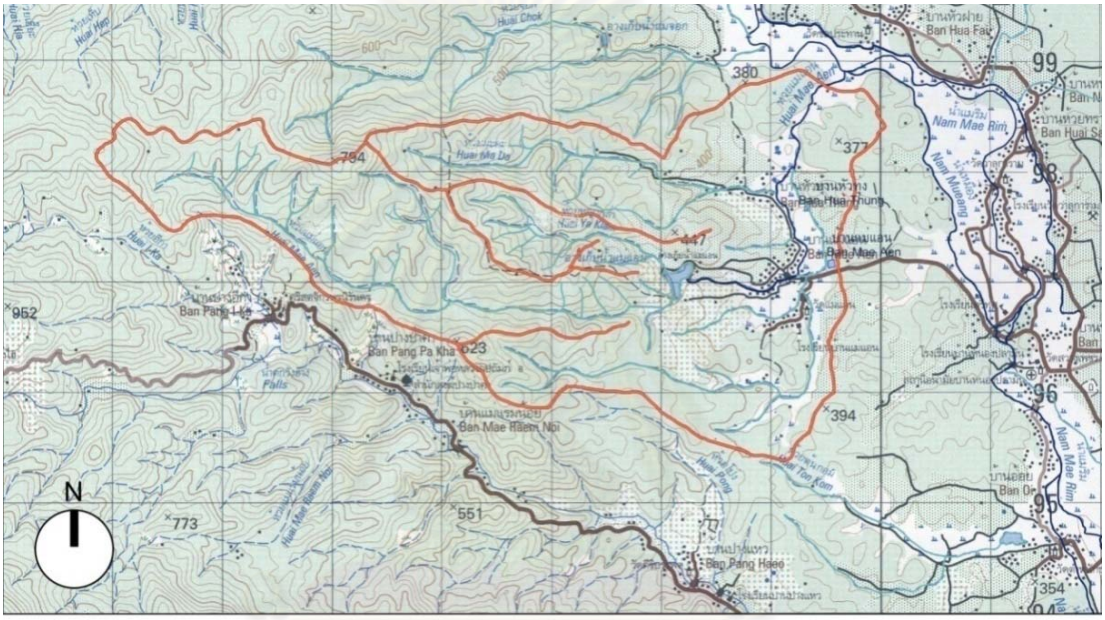


ภาพที่ 3- 2 รูปตัดขวาง A-A'แสดงลักษณะภูมิประเทศ และระบบพื้นที่รับน้ำในแอ่งเชียงใหม่ จากภาพ 3-1

(Shigeharu Tanabe, 1994: 83)

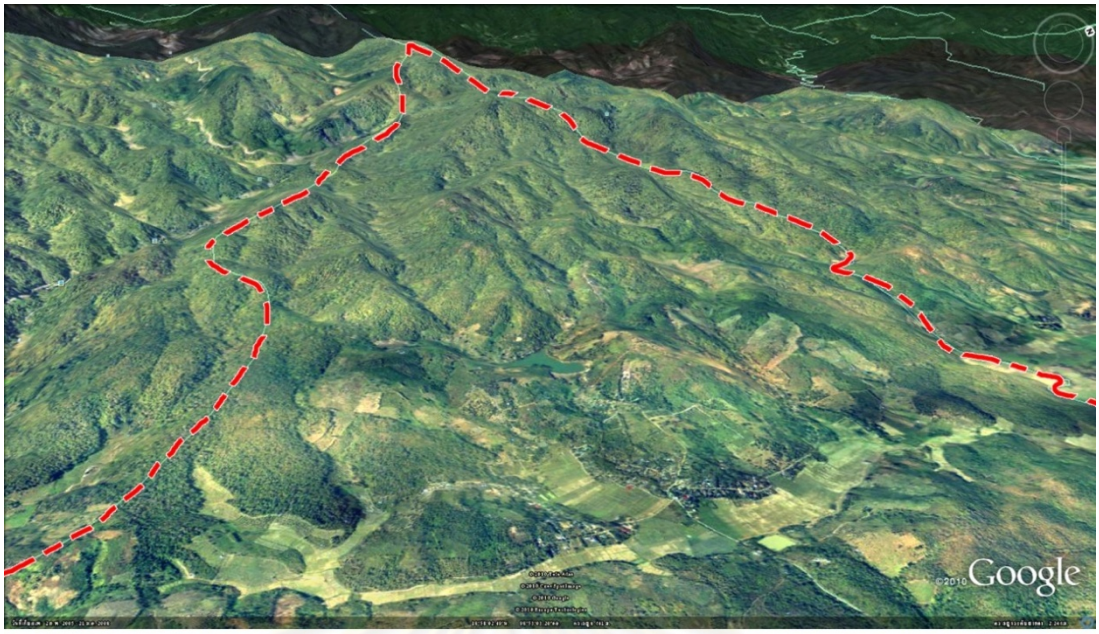
3.2 ที่ตั้งและอาณาเขต

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่บริเวณ บ้านแม่แอน ต.ห้วยทราย อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ มีขนาดพื้นที่ประมาณ 13334992.76 ตร.ม. หรือคิดเป็น 13.3 ตร.กม. โดยกำหนดขอบเขตตามแนวสันเขาที่ครอบคลุมพื้นที่บริเวณหุบแม่แอน ซึ่งอยู่ในบริเวณพื้นที่ต้นน้ำทางทิศตะวันตกของลำน้ำแม่ริม ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ทางด้านตะวันตกของลุ่มน้ำเป็นป่าต้นน้ำที่ยังมีความอุดมสมบูรณ์ ทางด้านตะวันออกมีลักษณะเป็นหุบตรงกลางมีการใช้ที่ดินเพื่อ เกษตรกรรม สวนผลไม้ และนาข้าว แต่ปัจจุบันพื้นที่บางส่วนถูกพัฒนาเป็นแหล่งที่พักอาศัยเพื่อการท่องเที่ยว ทำให้พื้นที่บ้านแม่แอนมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินไปจากเดิม



แผนที่ 3- 1 แสดงตำแหน่งที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา (ประยุกต์จาก กรมแผนที่ทหาร, 2542)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3- 3 แสดงลักษณะภูมิประเทศบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำบ้านแม่แอน (ภาพถ่ายออร์โธสีเชิงเลข ปี พ.ศ.2545 ซ้อนทับบนภาพถ่ายดาวเทียม Google earth และขยายมาตราส่วนทางตั้ง 2 เท่า)

3.3 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

การอธิบายถึงสภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ กล่าวถึงเฉพาะด้านกายภาพของพื้นที่ สำหรับการวิเคราะห์และทำความเข้าใจพื้นที่ ในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ ประกอบด้วย ลักษณะการใช้ที่ดิน ประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน ลักษณะภูมิลักษณ์ และรูปแบบการไหลของน้ำ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 ลักษณะการใช้ดิน ปัจจุบันพื้นที่บ้านแม่แอนมีการใช้ที่ดินหลายรูปแบบ ประกอบด้วยพื้นที่ป่าไม้ ป่าไผ่ สวนผลไม้ นาข้าว พื้นที่พักอาศัยที่รวมถึงโครงการแหล่งที่พักอาศัยเพื่อการท่องเที่ยว

3.3.2 ประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน จากแนวคิดด้านการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน และผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ต่อระบบอุทกวิทยา ที่กล่าวถึงในบทที่ 2 ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบต่อระบบอุทกนิเวศ จากการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมผิวดิน สามารถแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษาออกเป็น 5 ประเภทได้แก่

3.3.2.1 พื้นที่ปกคลุมด้วยผืนป่า ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์

3.3.2.2 พื้นที่ปกคลุมด้วยผืนป่า สลับกับทุ่งหญ้า

3.3.2.3 พื้นที่สวนผลไม้

3.3.2.4 พื้นที่นาข้าว

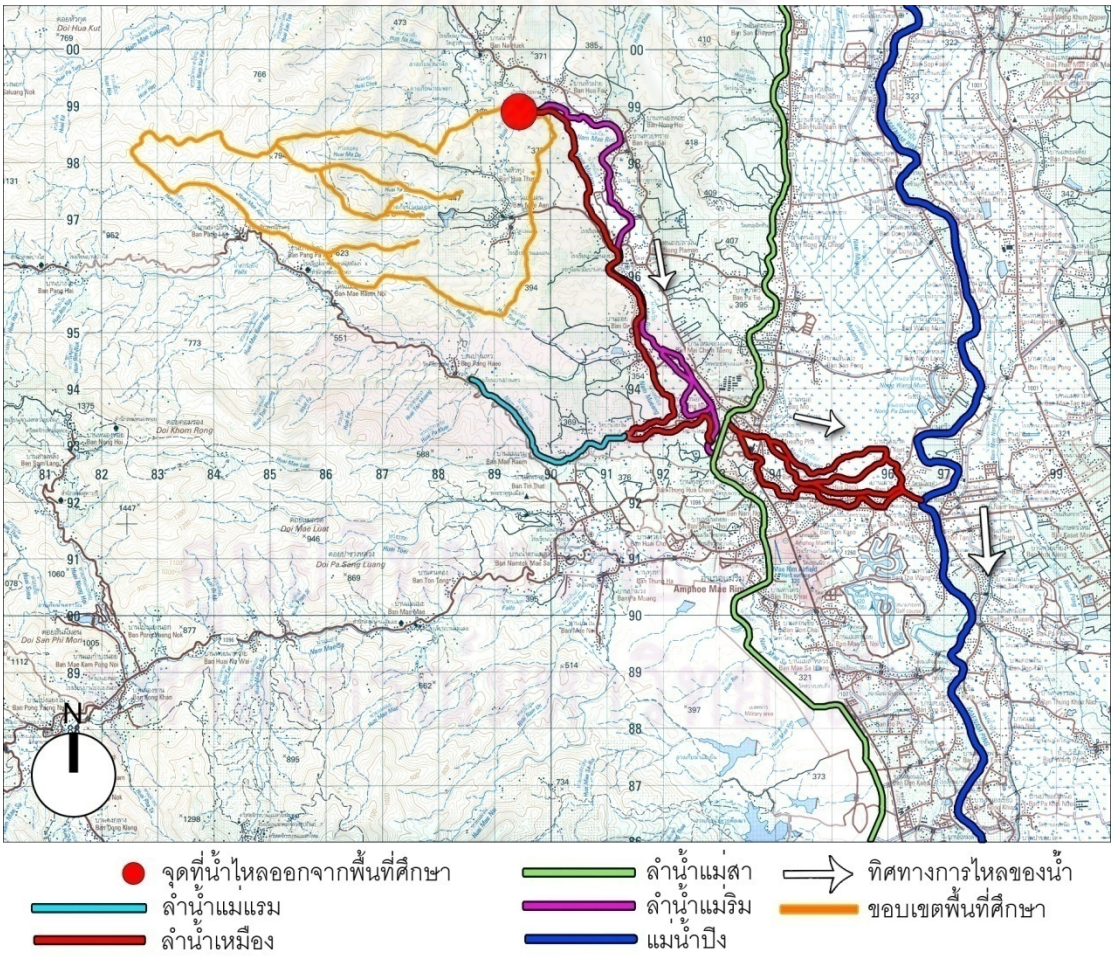
3.3.2.5 พื้นที่พัฒนาแล้ว ประกอบด้วยอาคารหรือกลุ่มอาคาร

3.3.3 ลักษณะภูมิลักษณ์ พื้นที่ศึกษาบ้านแม่แอนตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่ต้นน้ำ มีลักษณะเป็นภูเขาสูงทางด้านทิศตะวันตก แนวเขตของพื้นที่ศึกษาที่จุดสูงสุด มีค่าระดับเส้นชั้นความสูงที่ 880 และในจุดต่ำสุดทางด้านทิศตะวันออกของพื้นที่ มีค่าระดับเส้นชั้นความสูงที่ 380 โดยมีลักษณะเป็นแอ่งรับน้ำ อยู่ทางด้านทิศตะวันออกตามแนวยาวเหนือ-ใต้

3.3.4 รูปแบบการไหลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำบริเวณบ้านแม่แอน แบ่งออกเป็น 2 ระดับ

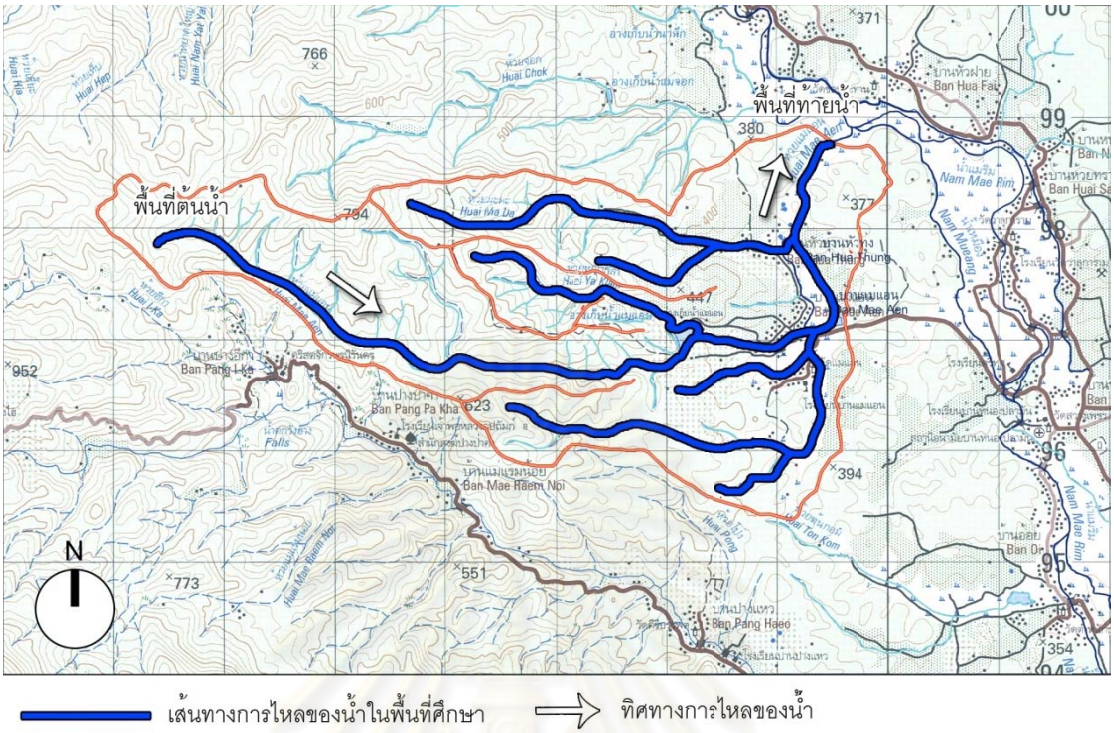
3.3.4.1 การไหลของน้ำภายในพื้นที่ลุ่มน้ำ จากทางด้านทิศตะวันตกซึ่งเป็นพื้นที่ต้นน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษา ไหลตามแนวร่องน้ำหลักตามลักษณะภูมิลักษณ์มาทางด้านทิศตะวันออก ก่อนไหลออกสู่ทางด้านปลายน้ำทางด้านทิศเหนือของพื้นที่ศึกษา

3.3.4.2 การไหลของน้ำออกจากพื้นที่ศึกษา น้ำไหลออกจากพื้นที่ลุ่มน้ำและไหลรวมเข้ากับลำน้ำเหมืองและลำน้ำแมริม หลังจากนั้นน้ำไหลรวมเข้ากับลำน้ำแม่สาและไหลผ่านลำน้ำเหมือง ก่อนการไหลลงสู่แม่น้ำปิง



แผนที่ 3- 2 แสดงตำแหน่งเส้นทางการไหลของน้ำ จากพื้นที่ศึกษาลงสู่แม่น้ำปิง

(ประยุกต์จาก กรมแผนที่ทหาร, 2542)

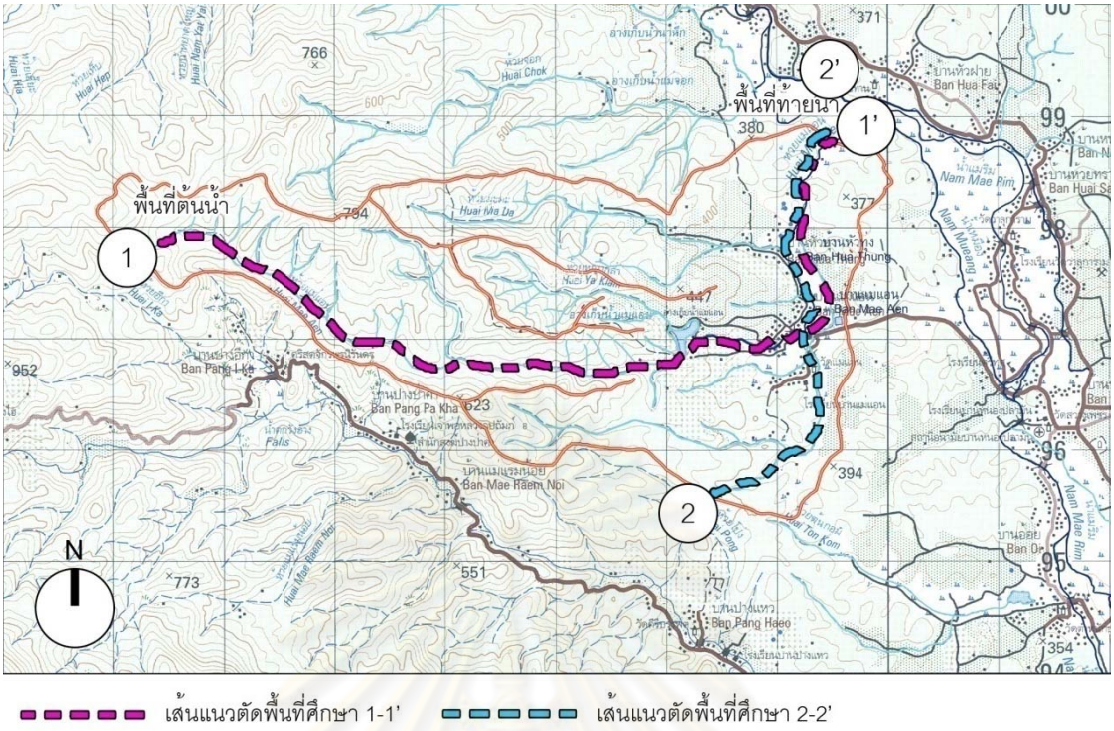


แผนที่ 3- 3 แสดงตำแหน่งเส้นทางการไหลของน้ำ ภายในพื้นที่ศึกษา จากพื้นที่ต้นน้ำไปยังพื้นที่ท้ายน้ำ (ประยุกต์จาก กรมแผนที่ทหาร, 2542)

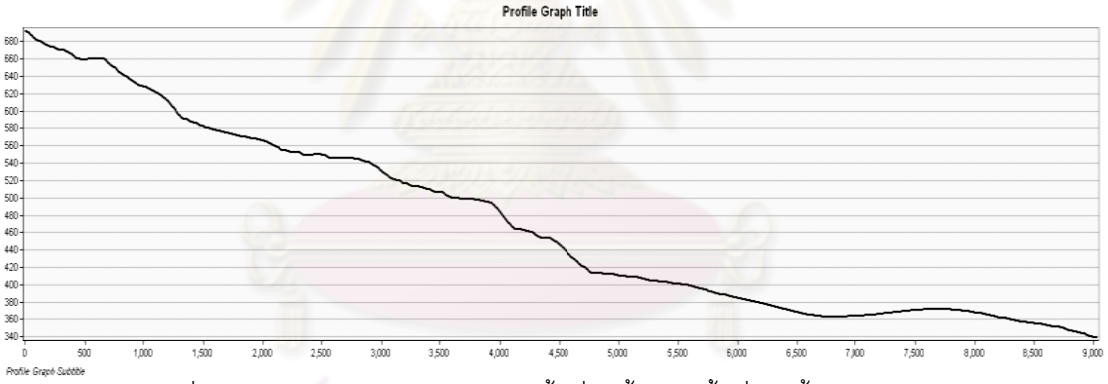
3.4 ปัญหาทางอุทกนิเวศที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา

ปัญหาที่สำคัญของระบบอุทกนิเวศ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาพื้นที่ คือการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำ และปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงสู่ลำธารและแม่น้ำ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน มีผลต่อการไหลหลากบนผิวดินและปริมาณและความถี่ของอัตราการไหลสูงสุดในลำน้ำ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลกระทบ เช่น การเกิดอุทกภัยจากน้ำไหลหลาก (Marsh, 2005) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาเช่นกัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อ ระบบการไหลรวมของน้ำที่ลงสู่แม่น้ำปิง อาจได้รับผลกระทบคือ ปริมาณน้ำที่เพิ่มมากขึ้น ระดับน้ำของแม่น้ำสูงขึ้น โดยมีสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินของพื้นที่บ้านแม่แอน

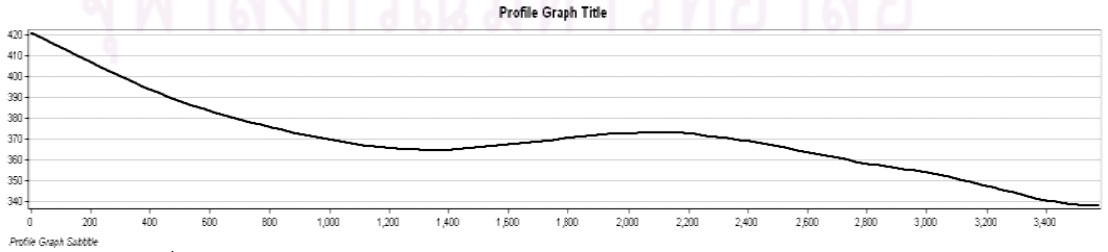
ภาพที่ 3- 4 แสดงลักษณะพื้นที่บริเวณหุบเขาบ้านแม่แอน (การลงสำรวจพื้นที่วันที่ 27 มิถุนายน พ.ศ.2553)



แผนที่ 3- 4 แสดงตำแหน่งเส้นแนวตัดของพื้นที่ศึกษา 1-1' และ 2-2' (ประยุกต์จาก กรมแผนที่ทหาร, 2542)

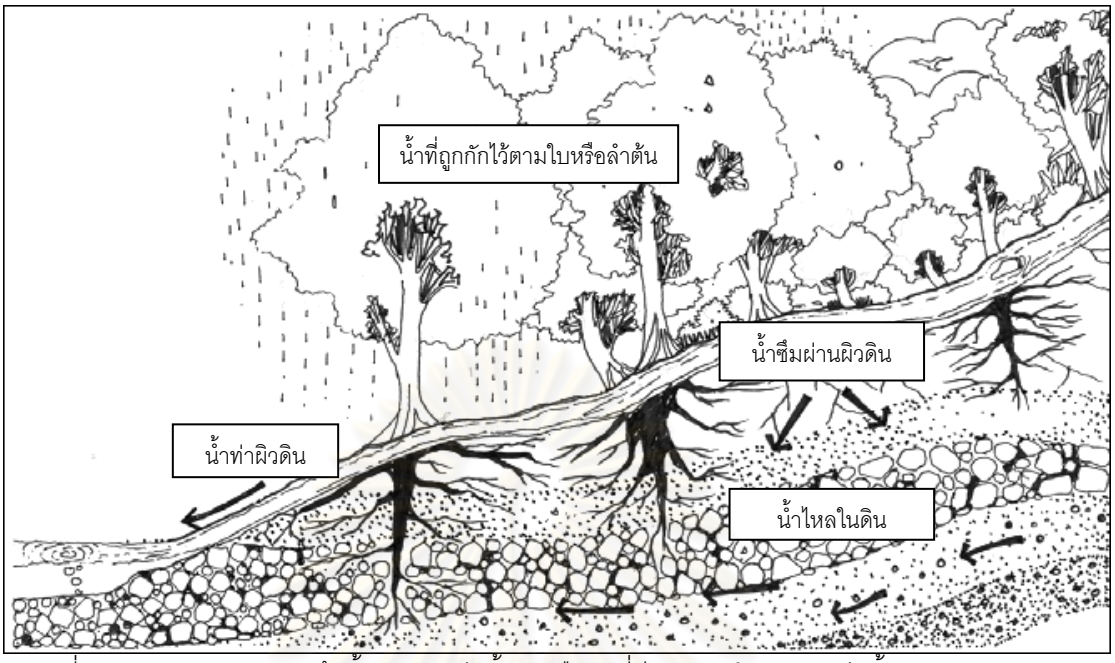


แผนภูมิที่ 3- 1 แสดงลักษณะภูมิลักษณ์จากพื้นที่ต้นน้ำไปยังพื้นที่ท้ายน้ำ ตามแนวตัด 1-1'
(ข้อมูลเส้นชั้นความสูงของกรมพัฒนาที่ดิน, 2545)



แผนภูมิที่ 3- 2 แสดงลักษณะภูมิลักษณ์บริเวณหุบเขาบ้านแม่แอนจากด้านทิศใต้ไปยังทิศเหนือ
ตามแนวตัด 2-2' (ข้อมูลเส้นชั้นความสูงของกรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

3.5 การวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาและกระบวนการทางอุทกวิทยาของพื้นที่



ภาพที่ 3- 5 แสดงกระบวนการซึมน้ำและกักเก็บน้ำของผืนป่าที่มีส่วนช่วยในการกักเก็บน้ำฝน และช่วยลดการไหลหลากบนผิวดิน (ประยุกต์จาก เอกสารประกอบการสอนที่ 2 อุทกวิทยาลุ่มน้ำ [ออนไลน์], 22 มกราคม 2554. แหล่งที่มา http://www.sluse.mju.ac.th/database/silo/lesson/watershed_hydrology.pdf)

จากการทำความเข้าใจถึงสภาพพื้นที่ศึกษาและปัญหาทางอุทกนิเวศที่เกิดขึ้น ทำให้สามารถวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหา ประกอบด้วย ประเด็นที่หนึ่ง การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน คือ พื้นที่ป่าไม้เดิมถูกเปลี่ยนเป็นสวนไม้ หรือ พื้นที่สวนผลไม้ถูกเปลี่ยนเป็นที่พักอาศัยเพื่อการท่องเที่ยว ส่งผลให้น้ำที่ซึมซับผ่านผิวดินมีน้อยลง น้ำท่าผิวดินมีสูงขึ้น ประเด็นที่สอง คือ การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำท่า ส่งผลให้ปริมาณน้ำในลำน้ำต่างๆที่ไหลผ่านมีระดับน้ำสูงขึ้น ส่งผลต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ ประเด็นที่สาม คือ การเพิ่มสูงขึ้นของอัตราการไหล ส่งผลต่อปริมาณน้ำที่ไหลในลำน้ำ มีเวลาในการไหลรวมตัวเร็วขึ้น ทำให้น้ำไม่สามารถระบายออกได้ทัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

เนื้อหาในบทนี้เป็นการสร้างความเข้าใจ ในขั้นตอนของระเบียบและวิธีการทำวิจัย ประกอบด้วยหัวข้อที่สำคัญได้แก่ การเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ การใช้แบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์พื้นที่ศึกษา การใช้แบบจำลองเพื่อการเปรียบเทียบ และการนำผลที่ได้จากการศึกษาไปใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ระเบียบวิธีวิจัย

ในการศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศนั้น ผู้วิจัยทำการวิจัยโดยมีขั้นตอน คือ การตั้งคำถามในการวิจัย การศึกษาทบทวนวรรณกรรม การสำรวจและเก็บข้อมูล การใช้แบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์ และสรุปผลการศึกษา โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1.1 การตั้งคำถามในการการวิจัย

4.1.1.1 คำถามเชิงพื้นที่

ก.การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศของพื้นที่ ประกอบด้วยอะไรบ้าง

ข.ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านอุทกนิเวศ จะส่งผลอย่างไรต่อพื้นที่

ค.การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางด้านภูมิทัศน์และอุทกนิเวศสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงได้ด้วยวิธีใดบ้าง

4.1.1.2 คำถามเชิงกระบวนการ

ก. ในการศึกษาโครงสร้างในเรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์และผลกระทบทางอุทกนิเวศมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบใดบ้าง

ข. การตอบคำถามในการวิจัยด้วยกระบวนการศึกษาในวิทยานิพนธ์สามารถอธิบายผลการศึกษาได้ในด้านใดบ้าง และสามารถนำกระบวนการนี้ไปใช้ต่อได้อย่างไร

4.1.2 การทบทวนวรรณกรรม

4.1.2.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำความเข้าใจในเรื่องการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน รวมถึงความรู้พื้นฐานทางด้านอุทกวิทยา

4.1.2.2 ศึกษาเหตุผล วิธีการวิจัยและประโยชน์ของการทำการวิจัยโดยเฉพาะการศึกษาจากงานวิจัยที่คล้ายคลึงกัน

4.1.2.3 ศึกษาวิธีการในการใช้แบบจำลอง พื้นที่ลุ่มน้ำเพื่อการวิเคราะห์และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา

4.1.2.4 ศึกษาวิธีการอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น จากผลที่ได้จากการวิเคราะห์การศึกษา

4.1.3 การสำรวจและเก็บข้อมูล

การสำรวจและเก็บข้อมูล ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลักคือ ขั้นตอนการลงสำรวจพื้นที่ศึกษา และขั้นตอนการเก็บรวมรวมข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา

4.1.3.1 ข้อมูลจากการสำรวจพื้นที่

การสำรวจพื้นที่เพื่อบันทึก และเก็บข้อมูลต่างๆที่พบในพื้นที่ศึกษา ด้วยการบันทึกภาพถ่ายและการเดินสำรวจเพื่อสังเกตุการใช้ที่ดินของพื้นที่บ้านแม่แอนในปัจจุบัน โดยนำแผนที่ของ Shigeharu Tanabe (1994) เป็นจุดเริ่มต้นและนำมาเปรียบเทียบตำแหน่งกับแผนที่จากกรมแผนที่ทหาร ปี พ.ศ.2542 สำหรับใช้ในการเดินสำรวจและทำความเข้าใจกับพื้นที่ศึกษา

4.1.3.2 ข้อมูลพื้นฐานและข้อมูลรายละเอียดของพื้นที่ศึกษา

ก. ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ประกอบด้วยภาพถ่ายทางอากาศ ปี พศ. 2519-2520 พ.ศ.2529 (กรมแผนที่ทหาร) และภาพถ่ายออร์โธสีเชิงเลข ปี พ.ศ.2545 (กรมพัฒนาที่ดิน)

ข. ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศปี พ.ศ.2542 (กรมแผนที่ทหาร)

ข. ข้อมูลเส้นชั้นความสูงปี พ.ศ.2545 (กรมพัฒนาที่ดิน)

ค. ข้อมูลชนิดกลุ่มดินบริเวณพื้นที่ศึกษา (กรมโยธาธิการและผังเมือง)

ง. ข้อมูลการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศและการลงสำรวจพื้นที่โดยอ้างอิงจากภาพถ่ายปัจจุบัน

จ.ข้อมูลปริมาณน้ำฝนระหว่างปี พ.ศ.2519-2552 (กรมอุตุนิยมวิทยา)

ฉ. ข้อมูลเส้นทางน้ำ แผนที่ภูมิประเทศปี พ.ศ.2542 (กรมแผนที่ทหาร)

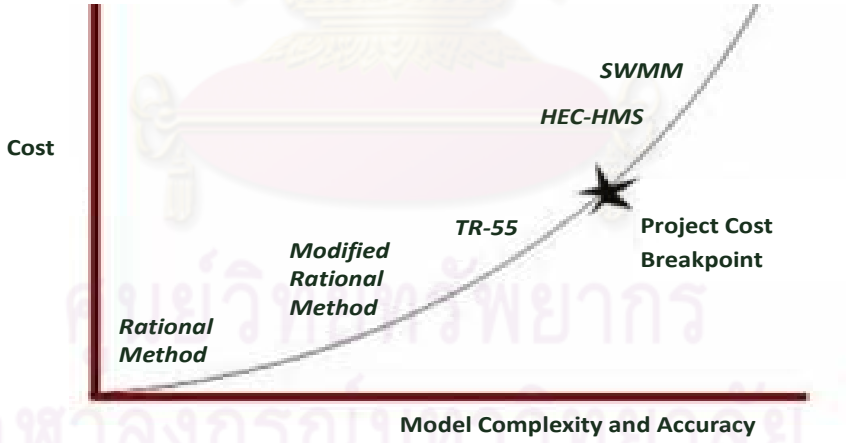
4.1.4 การเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์เชิงพื้นที่

4.1.4.1 การนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูล ทั้งในส่วนของแผนที่ภูมิประเทศ ภาพถ่ายทางอากาศ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ใช้แปลความและคำนวณขนาดพื้นที่ เพื่อนำเข้าสู่แบบจำลอง

4.1.4.2 การระบุลักษณะทางอุทกวิทยาของพื้นที่ เช่น เส้นทางการไหลของน้ำ ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ

4.1.5 การใช้แบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์ WIN TR-55

จากการศึกษาวิจัยในเรื่องการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศนั้น มีปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้องและต้องพิจารณาหลายด้าน ประกอบด้วย การจำแนกประเภทของสิ่งปกคลุมผิวดิน ชนิดกลุ่มดิน ปริมาณน้ำฝน และความลาดเอียงของพื้นที่ ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบอุทกนิเวศ การใช้แบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์ ทางผู้วิจัยได้เลือกใช้ซอฟแวร์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 ซึ่งเป็นซอฟแวร์สาธารณะ(public domain)ทางอุทกวิทยา ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในในประเทศสหรัฐอเมริกา (Erin Copeland, Cahd Davis, PE และ Damon Weiss, PE, 2010: online และ HydroCAD Software Solutions LLC, 2010: online) ที่พัฒนาขึ้นมาโดย Natural Resources Conservation Service (NRCS) (ชื่อเดิมของหน่วยงานนี้คือ USDA Soil Conservation Service (SCS)) ในการวิเคราะห์ เนื่องจากมีความเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ และลักษณะการใช้งานและการสร้างแบบจำลอง และข้อจำกัดของแบบจำลอง



แผนภูมิที่ 4- 1 แสดงการเปรียบเทียบแบบจำลองทางอุทกวิทยาต่างด้วย ค่าใช้จ่าย ความซับซ้อน และความถูกต้อง (Erin Copeland, Cahd Davis, PE และ Damon Weiss, PE, 2010: online)

โดยผลที่ได้นั้นสามารถแสดงออกมาในเชิงแผนภูมิชลภาพ ที่สามารถอธิบายถึงอัตราการไหลสูงสุดของน้ำ และการคำนวณปริมาณน้ำท่าผิวดินได้จากพื้นที่ใต้กราฟ (ดูรายละเอียด 4.2)

4.1.6 การใช้แบบจำลองเพื่อการเปรียบเทียบ

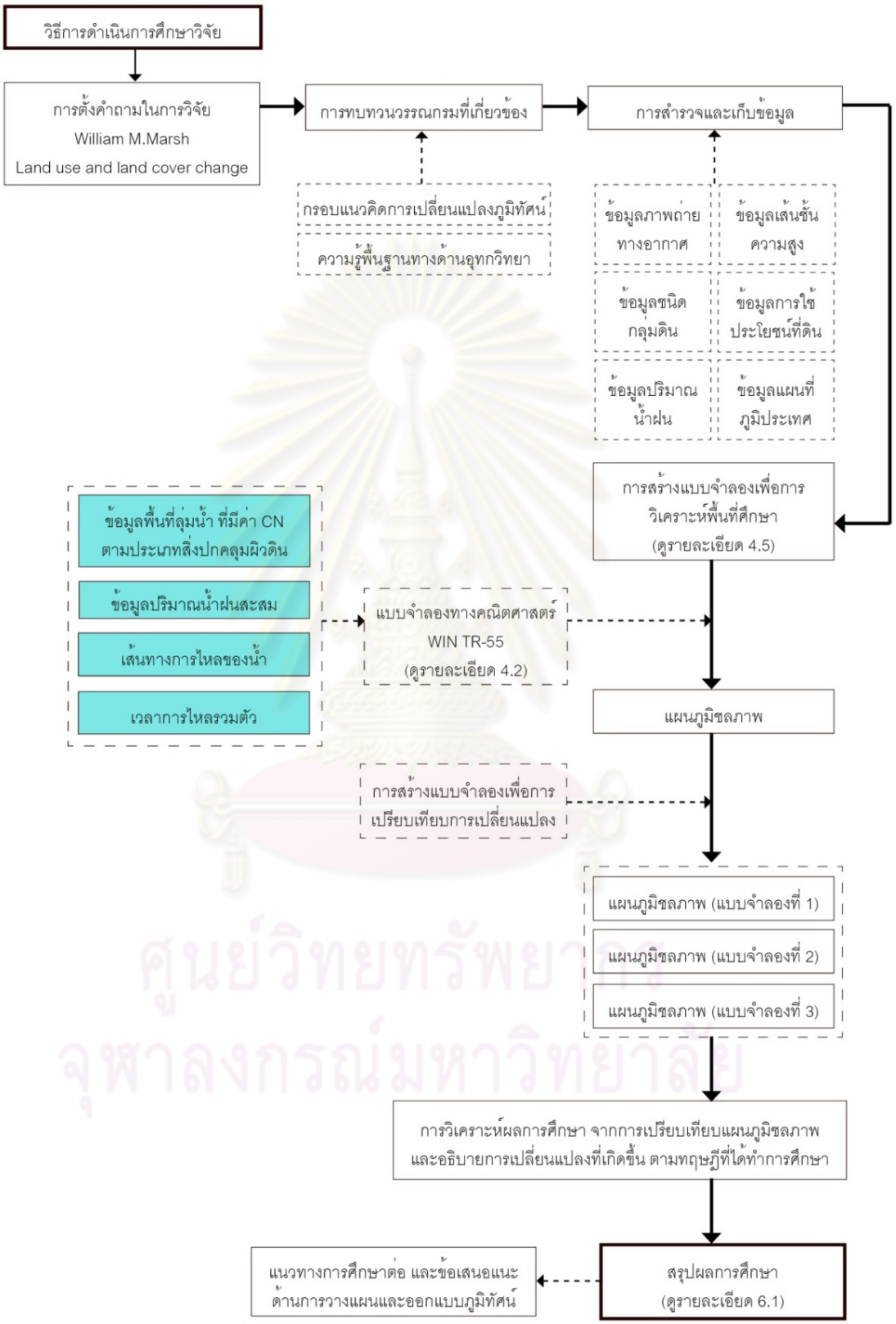
จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินผ่านแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 ทำให้เข้าใจถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อระบบอุทกนิเวศการสร้างแบบจำลองในพื้นที่ศึกษา เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยกำหนดให้กรอบในการศึกษาประกอบด้วยแบบจำลอง 3 แบบ (ดูรายละเอียด 4.6) ประกอบด้วย การเพิ่มพื้นที่สิ่งปกคลุมผิวดินที่ไม่ซึมน้ำในระดับปานกลาง การเพิ่มพื้นที่สิ่งปกคลุมผิวดินที่ไม่ซึมน้ำในระดับสูงสุด และการลดลงของพื้นที่สิ่งปกคลุมผิวดินที่ไม่ซึมน้ำเพื่อฟื้นฟูพื้นที่กลับสู่สภาพธรรมชาติ และเมื่อได้ผลจากแบบจำลองสามารถนำมาอธิบายปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาบ้านแม่แอน โดยการซ้อนทับข้อมูลจากแผนภูมิชลภาพที่ได้ และทำการเปรียบเทียบเพื่อสังเกตค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้น และสามารถนำมาคำนวณขนาดพื้นที่ใต้กราฟ เพื่อคาดการณ์การเพิ่มสูงขึ้นของปริมาณน้ำท่าผิวดิน ทำให้มองเห็นแนวโน้มของปริมาณน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน

4.1.7 การวิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา

เมื่อได้ผลจากการเปรียบเทียบ ทำให้สามารถวิเคราะห์ผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน สามารถอธิบายได้ถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบอุทกนิเวศ รวมถึงการประเมินค่าผลกระทบที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบจากแบบจำลองทั้ง 3 แบบในพื้นที่ศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากระเบียบวิธีวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการศึกษา ได้ดังนี้



แผนภูมิที่ 4- 2 แสดงกระบวนการและขั้นตอนการศึกษาวิจัย

4.2 การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55

เนื่องจากการคำนวณปริมาณน้ำท่าผิวดินนั้น สามารถทำได้หลายวิธีและมีแบบจำลองที่ใช้ในการคำนวณหลายระดับ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของผู้ที่เลือกใช้ ให้มีความสอดคล้องกับผลลัพธ์ที่ต้องการใช้ในการอธิบาย โดยทางผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและค้นคว้า เกี่ยวกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่ใช้ในการคำนวณซึ่งมีรายละเอียดดังตัวอย่างต่อไปนี้

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำท่าผิวดิน (Rational Method) โดยทั่วไปสูตรที่ใช้คำนวณพื้นฐานคือ Q= ciA (Q คือ อัตราการไหลสูงสุด, c คือ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง, i คือความเข้มฝน, A คือพื้นที่รับน้ำ) ซึ่งเป็นสูตรพื้นฐานสำหรับการคำนวณที่ไม่มีความซับซ้อนสามารถใช้ในการคำนวณขนาดทางระบายน้ำ และการไหลของน้ำท่าผิวดิน (LMNO, 2003: online และ Erin Copeland, Cahd Davis, PE และ Damon Weiss, PE, 2010: online)

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 เป็นแบบจำลองทางอุทกวิทยา ที่ใช้กระบวนการที่ไม่ซับซ้อน สำหรับใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำท่าผิวดิน และคาดการณ์อัตราการไหลสูงสุดของน้ำ ของพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก โดยการแสดงผลออกมาในรูปแบบของตารางสำหรับใช้ในการสร้างแผนภูมิชลภาพ ซึ่งมีการประยุกต์ให้ใช้งานได้ง่ายขึ้นจากพื้นฐานแบบจำลอง TR-20 (AQUAVEO, 2011: online)

จากขอบเขตของการวิจัยนี้ เพื่อศึกษาผลกระทบต่อระบบอุทกนิเวศที่เกิดจากเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ในการศึกษาวิเคราะห์ผลจากการเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในเรื่องของเวลาการไหลรวมตัว และชนิดกลุ่มดินทางอุทกวิทยา ทางผู้วิจัยได้เลือกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 ซึ่งมีความเหมาะสมกับปัจจัยที่นำมาพิจารณา และสามารถอธิบายผลจากการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนและเหมาะสมที่สุด

โดยมีเกณฑ์ในการเลือกแบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ลุ่มน้ำ มีรายละเอียดดังนี้ (Clinton county government, 2005: online)

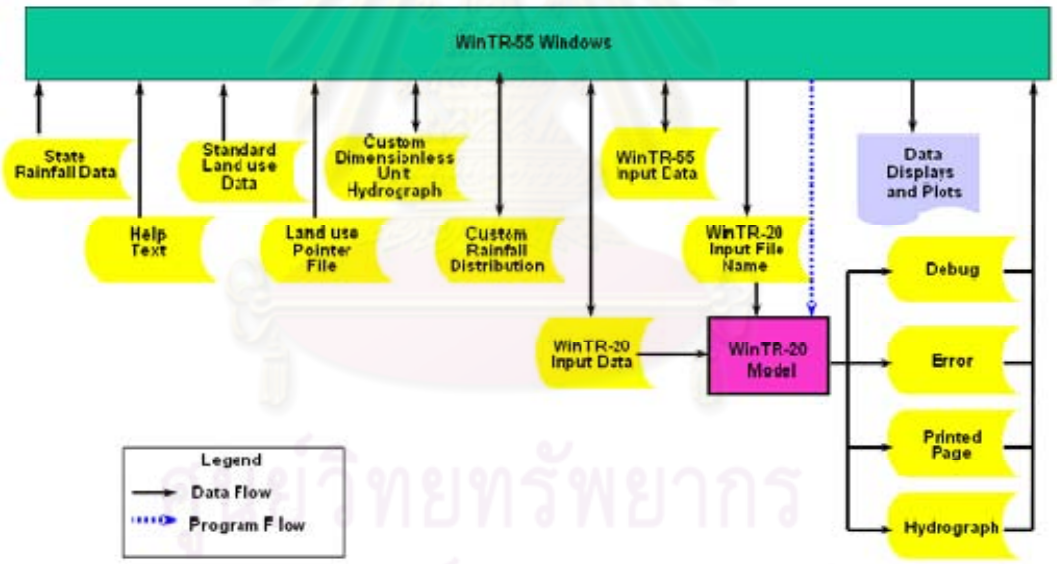
ก. แบบจำลองควรสร้างแผนภูมิชลภาพได้ สามารถประเมินค่าตัวแปรของดิน เงื่อนไขการใช้ที่ดิน สามารถกำหนดเส้นทางการไหลของน้ำในลำน้ำ ระบุพื้นที่ซึ่งมีการไหลหลากในจุดที่ให้สนใจ และสามารถคำนวณปริมาณการปล่อยออกของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย รวมทั้งสามารถให้ข้อมูล การเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหล และเวลาการเดินทางของน้ำหากพื้นที่เกิดการเปลี่ยนแปลง

ข. แบบจำลองต้องสามารถประเมินค่าผลกระทบทางอุทกวิทยา จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงลำน้ำ และการเตรียมพร้อมในเรื่องการจัดการน้ำฝน

ค. แบบจำลองที่เลือกต้องมีประสิทธิภาพสามารถในคำนวณ และการนำเข้าของข้อมูลที่มาจากพื้นที่ลุ่มน้ำ

จากเกณฑ์ในการเลือกแบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ลุ่มน้ำ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 สามารถคำนวณในส่วนของการประเมินค่าตัวแปรของดิน เงื่อนไขการใช้ที่ดิน การกำหนดเส้นทางการไหลในลำน้ำ และสามารถประเมินค่าผลกระทบทางอุทกวิทยาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

การศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงของระบบอุทกวิทยา มีข้อจำกัดในเรื่องการประมาณจากสถิติของปริมาณน้ำท่าที่มีการบันทึกไว้แต่เพียงอย่างเดียว เนื่องจากข้อมูลที่บันทึกนั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินในระหว่างการบันทึกข้อมูล ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยา ความเข้าใจอย่างถ่องแท้ขององค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและความเข้าใจพื้นฐานของแบบจำลองในเรื่องของตัวแปรต่างๆ จะทำให้เข้าใจในการกำหนดตัวแปรทั้งหลายได้อย่างเหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของเงื่อนไขของพื้นที่ลุ่มน้ำ



แผนภูมิที่ 4- 3 แสดงระบบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 (NRCS, 2009: online)

ระบบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 มีแผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานดังแผนภูมิที่ 4-3 ซึ่งประกอบด้วย Data Flow แสดงการป้อนข้อมูลเข้าสู่แบบจำลอง ได้แก่ ข้อมูลสภาพน้ำฝน ข้อมูลรายละเอียดการใช้ที่ดิน ข้อมูลกราฟน้ำท่าหนึ่งหน่วยแบบไร้มิติ ข้อมูลการกระจายตัวของฝน และ Program Flow แสดงการทำงานของแบบจำลอง ที่สามารถคำนวณและได้ผลลัพธ์คือ แผนภูมิชลภาพ

WinTR–55 capabilities and limitations	
Variable	Limits
Minimum area	Minimum area is 0.01 acre. Carefully examine results from sub-areas less than 1 acre
Maximum area	25 square miles (6,500 ha)
Number of subwatersheds	1 to 10
Time of concentration for any sub-area	0.1 hour ≤ Tc ≤ 10 hours
Number of reaches	0 to 10
Types of reaches	Channel or structure
Reach routing	Muskingum-Cunge
Structure routing	Storage-Indication
Structure types	Pipe or weir
Structure trial sizes	1 to 3
Rainfall depth	mm)
Rainfall distributions	NRCS Type I, IA, II, III, NM60, NM65, NM70, NM75, or user-defined (See appendix A, example 4)
Rainfall duration	24-hour
Dimensionless unit hydrograph	Standard peak rate factor 484, or user-defined (e.g., Delmarva—see appendix A, example 3)
Antecedent runoff condition	2 (average)

ตารางที่ 4- 1 แสดงข้อจำกัดและขีดความสามารถของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 (NRCS, 2009: online)

การศึกษาข้อจำกัดและขีดความสามารถของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 พบว่ามีข้อควรพิจารณาที่สำคัญได้แก่ ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษาต้องไม่เกิน 6500 ha. หรือคิดเป็น 65 ตร.กม. ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษา ต้องมีพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย(Sub watershed) ไม่เกิน 10 พื้นที่ ระยะเวลาการไหลรวมตัวของน้ำในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยอยู่ระหว่าง 1 ถึง 10 ชั่วโมง เส้นทางการไหลของน้ำ (Reach) ต้องมีจำนวนไม่เกิน 10 เส้นทาง และช่วงระยะเวลาการตกของฝนเท่ากับ 24 ชั่วโมง

ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 มีสูตรที่ใช้ในการคำนวณเพื่อหาผลลัพธ์ของปัจจัยต่างๆ ซึ่งสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร ในแต่ละสูตรคณิตศาสตร์ได้ดังต่อไปนี้ (NRSC, 2009: online)

4.2.1 สูตรคำนวณปริมาณการไหลของน้ำ ในส่วนของน้ำท่าผิวดิน

จากสูตร $$Q = \frac{\left[\mathrm{P}+0.2\left(\frac{100}{\mathrm{CN}}-10\right)\right]^2}{\mathrm{P}+0.8\left(\frac{100}{\mathrm{CN}}-10\right)}$$

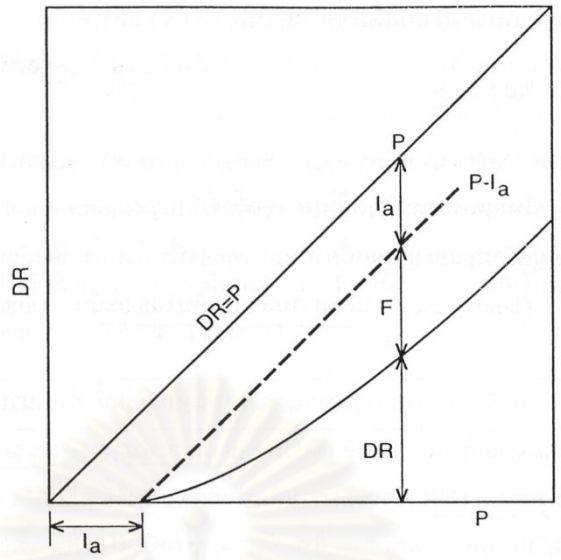
Q = ปริมาณน้ำหลากตามผิวดิน (นิ้ว)

P = ปริมาณน้ำฝนสะสม (นิ้ว)

CN = ค่าแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมกับปริมาณน้ำหลากตามผิวดิน

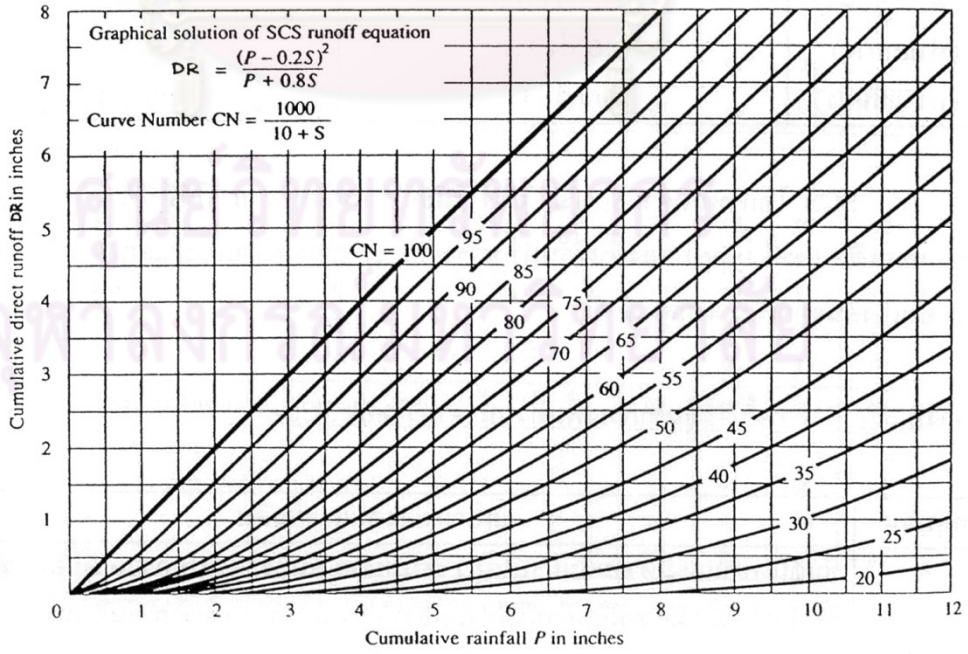
ประกอบ วิโรจนกูฏ (2539: 107) กล่าวถึงการคำนวณปริมาณน้ำท่าผิวดินด้วยวิธีของ Curve number ว่า "หน่วยงาน Soil Conservation Service (SCS) ของสหรัฐอเมริกาได้พัฒนาวิธีการประมาณค่าปริมาณการไหลหลากตามผิวดินออกจากพื้นที่รับน้ำที่เกิดจากฝนลูกหนึ่ง โดยอาศัยข้อมูลน้ำฝนและข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของพื้นที่รับน้ำ ซึ่งได้แก่ ชนิดของดิน (Soil type) การใช้ที่ดิน (Land use) และความชื้นของดินในขณะนั้น (Antecedent moisture conditions)"

"วิธีของ SCS ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำฝนและน้ำท่าจำนวนมากในสหรัฐอเมริกา (1972) ผลจากการวิเคราะห์พบว่า ถ้าพล๊อตปริมาณน้ำฝนสะสม (P) และปริมาณน้ำหลากตามผิวดินออกจากพื้นที่สะสม (DR) จะได้ความสัมพันธ์แสดงดังในแผนภูมิที่ 4-2 ซึ่งจะเห็นว่า ปริมาณน้ำหลากตามผิวดินจะเริ่มเกิดขึ้นภายหลังจากที่ฝนตกไปแล้วช่วงเวลาหนึ่ง ปริมาณฝนที่สูญเสียก่อนจะเกิดปริมาณน้ำหลากตามผิวดิน ถือว่าเป็นการสูญหายเริ่มแรก (Initial abstraction, I_a) ดังนั้นศักยภาพสูงสุดของการเกิดปริมาณน้ำหลากตามผิวดิน คือ ($P- I_a$) แต่ในขณะที่เกิดน้ำไหลตามผิวดินนั้น ก็จะเกิดการสูญเสียจากการซึมลงผ่านผิวดิน (F) ส่วนที่เหลือจะกลายเป็นปริมาณน้ำหลากตามผิวดิน วิธีของ SCS กำหนดให้ศักยภาพของการสูญเสียสูงสุด มีค่าเท่ากับ S และมีสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมและปริมาณน้ำหลากตามผิวดิน"



แผนภูมิที่ 4- 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับปริมาณน้ำหลากตามผิวดิน และสมมติฐานของวิธี SCS (ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2539: 108)

เมื่อนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสม และปริมาณน้ำหลากตามผิวดิน ของพื้นที่รับน้ำต่างๆ ในสหรัฐอเมริกามาพล็อตหาความสัมพันธ์พบว่าเส้นแสดงความสัมพันธ์ สำหรับพื้นที่รับน้ำที่ไม่ยอมให้น้ำซึมลง (S=0) ไปจนถึงพื้นที่รับน้ำที่การสูญเสียเนื่องจากการซึมลงสูงมาก (S มีค่าสูงมาก) เป็นไปดังแสดงในแผนภูมิที่ 4-3 เส้นความสัมพันธ์ดังกล่าวได้รับการปรับให้เป็นเส้นมาตรฐานโดยกำหนดค่าที่ไม่มีหน่วยขึ้น เรียกว่า Curve number (CN)



แผนภูมิที่ 4- 5 เส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณน้ำฝนกับปริมาณน้ำหลากตามผิวดิน จากวิธีของ SCS (Soil conservation service, 1972 อ้างถึงใน ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2539: 109)

จากความสัมพันธ์ทางสูตรคณิตศาสตร์ CN = 1000/(S+10)

S = ปริมาณการซึมน้ำลงสู่ผิวดิน (นิ้ว)

CN = ค่าแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมกับปริมาณน้ำหลากตามผิวดิน

ในการศึกษาวิจัยซึ่งมีลักษณะการใช้ที่ดินหลายประเภท ค่า CN ซึ่งมีความแตกต่างกันตามลักษณะการใช้ที่ดิน โดย SCS ได้มีการจัดแบ่งค่า CN ตามลักษณะการใช้ที่ดินแต่ละประเภทไว้ในตารางที่ 4-1 การนำค่า CN มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและตรงกับพื้นที่ศึกษาบ้านแม่แอน จึงต้องมีการเทียบข้อมูลชุดดิน เพื่อนำข้อมูลส่วนนี้มาใช้ในการป้อนข้อมูลเข้าสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 (Chow, Maidment, Mays, 1988 อ้างถึงใน ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2539)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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 4- 2 แสดงค่า CN ตามประเภทการใช้ที่ดิน (แปลจากตารางแสดงค่า CN สำหรับพื้นที่รับน้ำที่มีลักษณะการใช้พื้นที่และดินประเภทต่างๆ ตามการแบ่งของ SCS ในประกอบ วิโรจนกูฏ, 2539: 111)

เมื่อทราบถึงค่า CN ตามประเภทการใช้ที่ดิน แล้วการป้อนข้อมูลเข้าสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 จะใช้วิธีการคำนวณค่า CN เฉลี่ย เนื่องจากการคำนวณพื้นที่ลุ่มน้ำแต่ละส่วน ประกอบด้วยพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยซึ่งมีการใช้ที่ดินหลายประเภท โดยมีวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้

จากสูตร $$CN_W = \frac{\sum(\mathbf{A_X} \times \mathbf{CN_X})}{\sum \mathbf{A_X}}$$

CN_W = ค่าเฉลี่ย CN

A_x = พื้นที่การใช้ที่ดิน ตามคุณสมบัติดิน

CN_x = ค่า CN ของการใช้ที่ดิน ตามคุณสมบัติดิน

4.2.2 สูตรคำนวณเวลาการเดินทางของน้ำบนผิวดิน

จากสูตร $$T_t = \frac{0.007(\mathrm{nL})^{0.8}}{(P_2)^{0.5}\, S^{0.4}}$$

T_t = เวลาการเดินทางของน้ำ (ชั่วโมง)

n = สัมประสิทธิ์ความขรุขระของพื้นผิวของ Manning's (การไหลบนผิวดิน)

L = ระยะทางของการไหลบนผิวดิน (ฟุต)

P_2 = คาบการเกิดฝน 2 ปี, ปริมาณน้ำฝนที่ตกนาน 24 ชั่วโมง (นิ้ว)

S = ความลาดเอียงของพื้นที่ (ฟุต/ฟุต)

4.2.3 สูตรคำนวณความเร็วในการไหลของน้ำในลำน้ำ

จากสูตร $$V = 16.1345\sqrt{S} \quad (\text{ไม่ปกคลุมผิวดิน})$$

จากสูตร $$V = 16.1345\sqrt{S} \quad (\text{ปกคลุมผิวดิน})$$

V = ค่าเฉลี่ย ความเร็วในการไหล (ฟุต/วินาที)

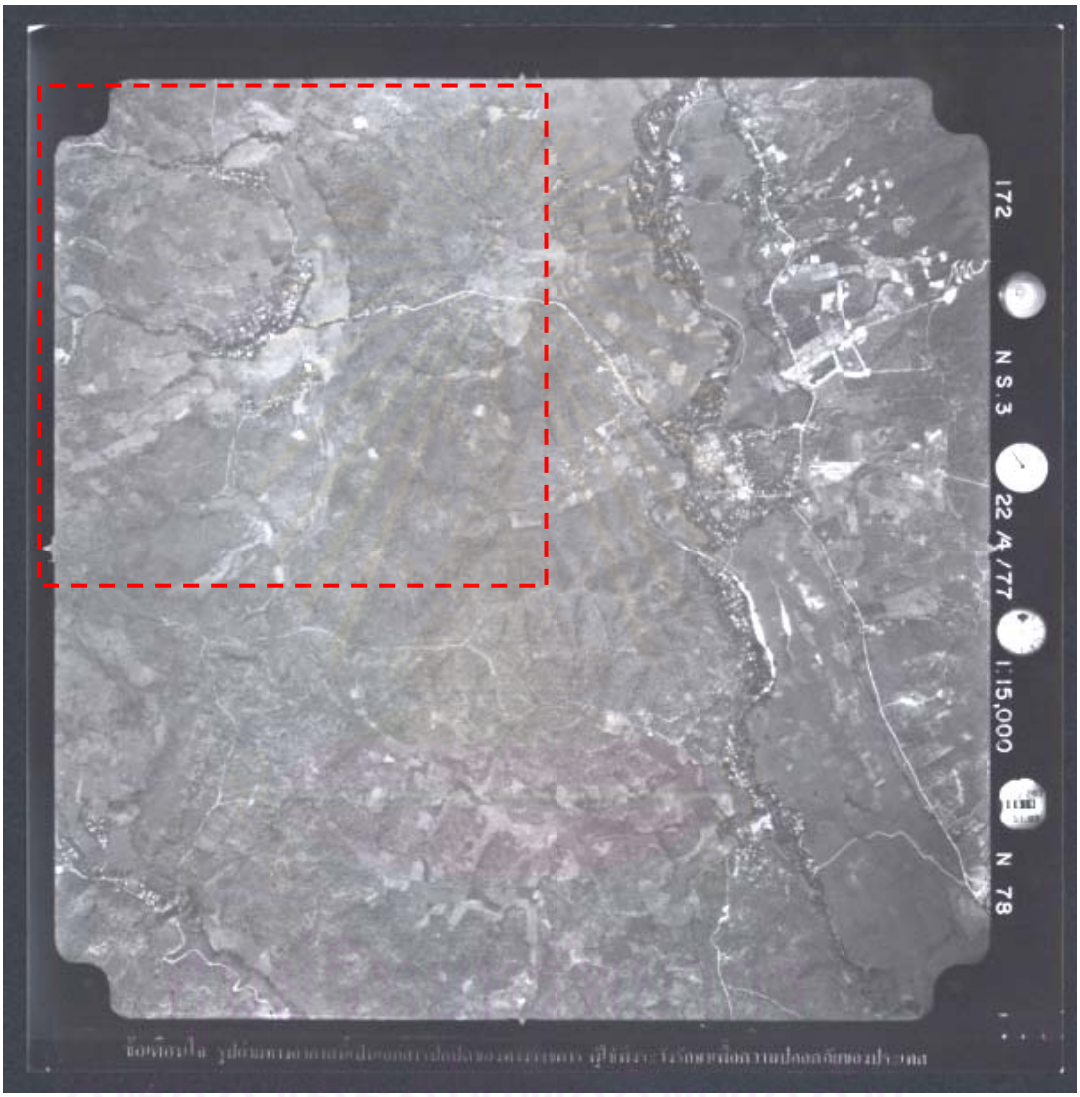
S = ความลาดเอียงของลำน้ำ (ฟุต/ฟุต)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 การเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์

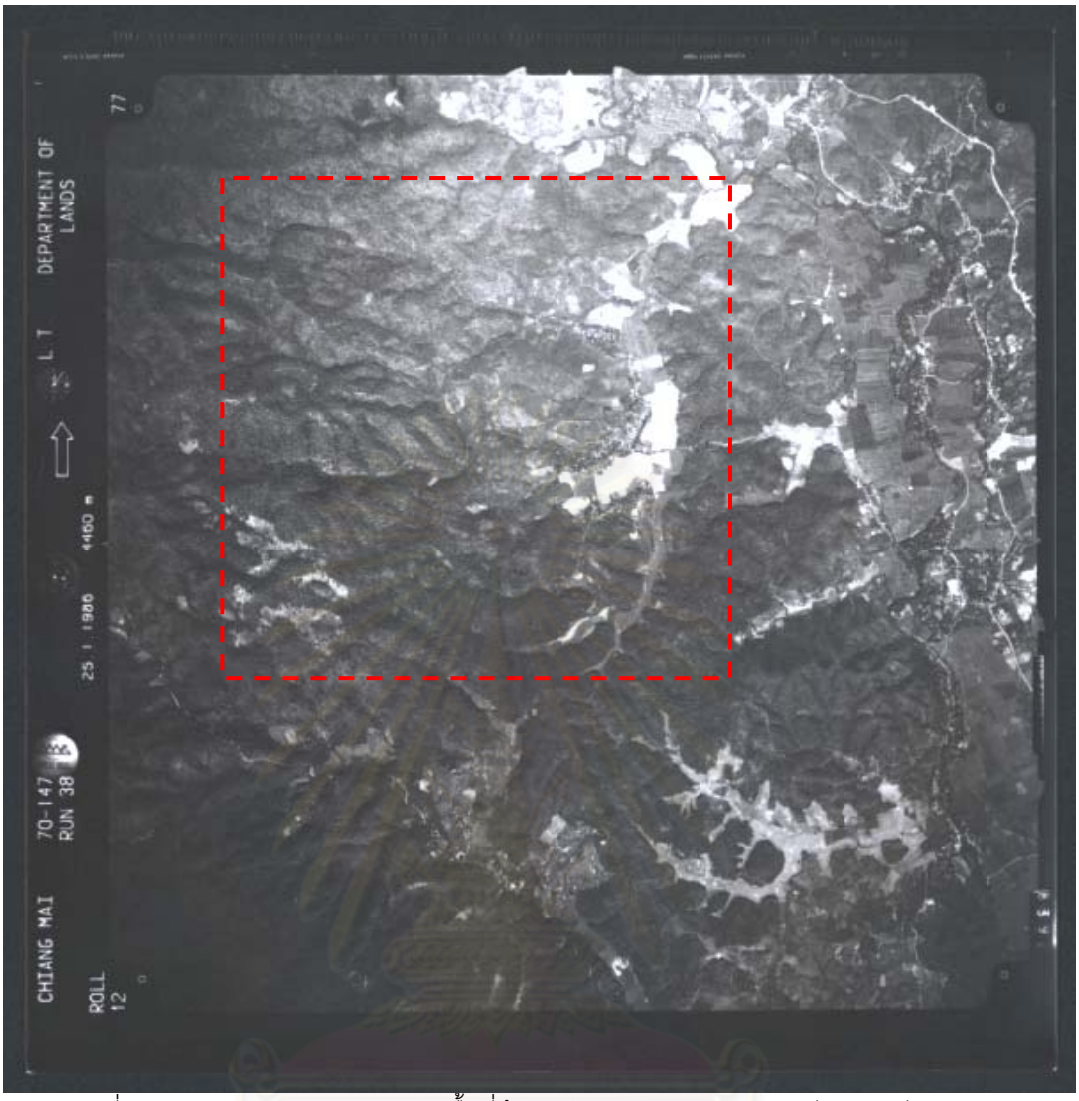
4.3.1 ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ และข้อมูลภาพถ่ายออร์โธสีเชิงเลข

ก.ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ จากกรมแผนที่ทหาร มีการเก็บบันทึกข้อมูลเป็น 2 ช่วงเวลาคือ ในปี พ.ศ. 2520 และปี พ.ศ. 2529 เก็บบันทึกในมาตราส่วน 1: 15000



ภาพที่ 4- 1 ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณพื้นที่ศึกษา บ้านแม่แอน อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ ปี พ.ศ.2520 (กรมแผนที่ทหาร)

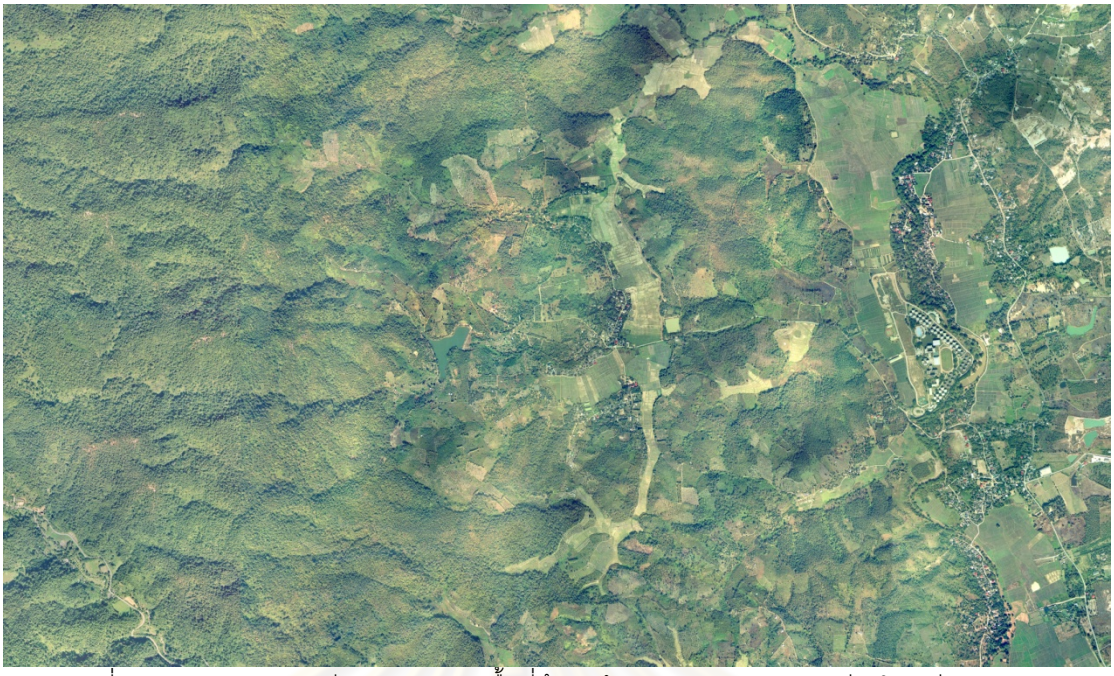
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4- 2 ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณพื้นที่ศึกษา บ้านแม่แอน อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ ปี พ.ศ.2529 (กรมแผนที่ทหาร)

ข. ข้อมูลภาพถ่ายออร์โธสีเชิงเลข มาตราส่วน 1:4000 จากกรมพัฒนาที่ดิน มีความเหมาะสมที่ใช้ในการแปลความ เพื่อจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินของพื้นที่ศึกษาบริเวณบ้านแม่แอน

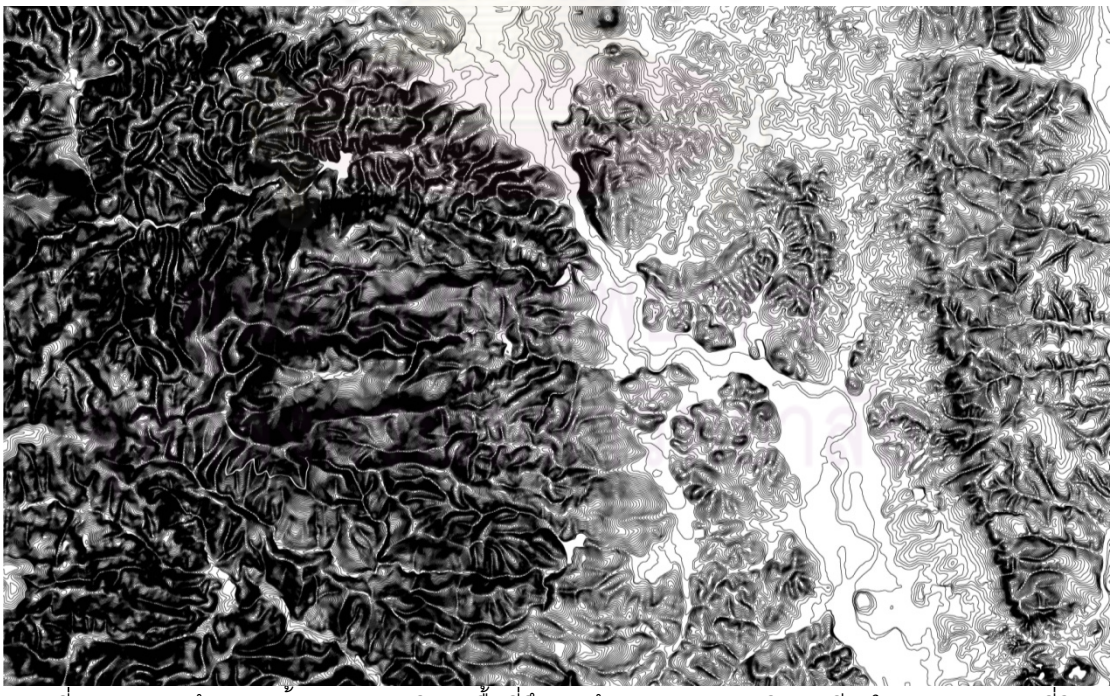
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4- 3 ภาพถ่ายออร์โธสีเชิงเลข บริเวณพื้นที่ศึกษาบ้านแม่แอน อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ ปี พ.ศ.2545 (กรมพัฒนาที่ดิน)

4.3.2 ข้อมูลเส้นชั้นความสูง

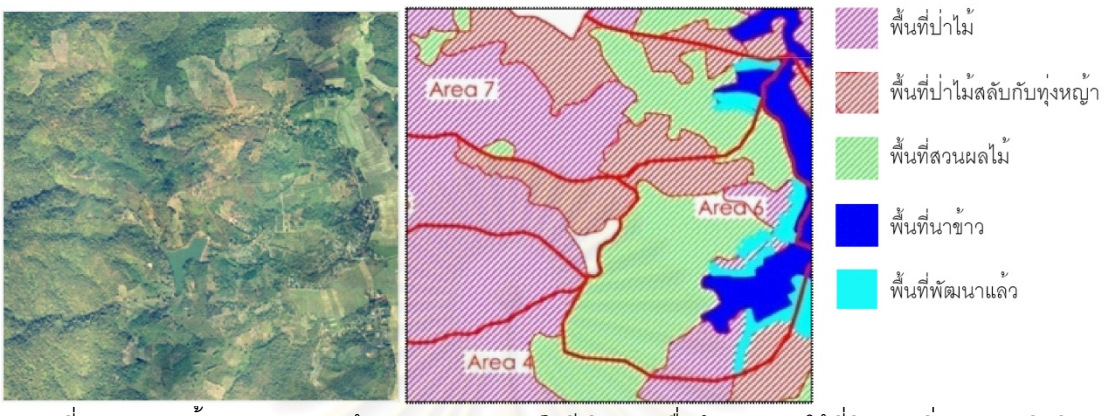
ข้อมูลเส้นระดับชั้นความสูง ที่มีระดับความห่างของชั้นทุกระยะ 2 เมตร สำหรับการคำนวณความลาดเอียงของลำน้ำในพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 4- 4 แสดงเส้นระดับชั้นความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา บ้านแม่แอน อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ (กรมพัฒนาที่ดิน)

4.3.3 ข้อมูลการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน

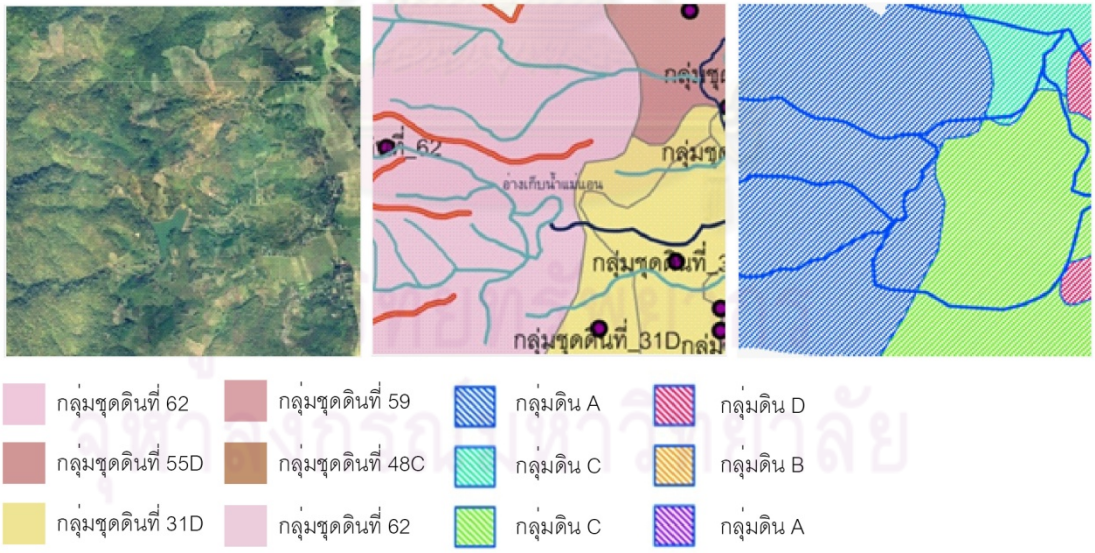
จากข้อมูลภาพถ่ายออร์โธสีเชิงเลขข้างต้น ต้องนำมาแปลความ เพื่อจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน เพื่อสามารถบ่งชี้ลักษณะของพื้นที่ศึกษา ให้สามารถนำไปคำนวณขนาดพื้นที่ก่อนนำไปสู่กระบวนการวิเคราะห์



ภาพที่ 4- 5 แสดงขั้นตอนการแปลข้อมูลภาพถ่ายออร์โธสีเชิงเลข เพื่อจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน

4.3.4 ข้อมูลชนิดกลุ่มดิน

จากข้อมูลประเภทชุดดิน(กรมโยธาธิการและผังเมือง) ที่แสดงให้เห็นถึงประเภทของกลุ่มชุดดินในพื้นที่ศึกษา โดยในขั้นตอนการศึกษานี้ใช้วิธีการซ้อนทับข้อมูลประเภทชุดดินกับประเภทการใช้ที่ดิน เพื่อสามารถจำแนกกลุ่มดินทางอุทกวิทยาที่มีความสอดคล้องกับพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 4- 6 แสดงขั้นตอนการจำแนกชนิดกลุ่มดินทางอุทกวิทยา บริเวณพื้นที่ศึกษา

4.3.5 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน

จากการเก็บรวมรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ปี พ.ศ.2519-2552 ในพื้นที่แม่ริม ข้อมูลที่ต้องใช้ในการป้อนเข้าสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 คือข้อมูลน้ำฝนซึ่งเป็นปริมาณน้ำฝนที่ตกนาน 24 ชั่วโมงที่คาบการเกิดฝนระหว่าง 2-100 ปี ซึ่งในส่วนนี้มีความไม่

สอดคล้องกันจึงต้องนำข้อมูลของพื้นที่ลุ่มน้ำที่ใกล้เคียงที่สุด มาใช้ในแบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์ โดยในงานวิจัยนี้ ได้นำข้อมูลปริมาณน้ำฝนของ อำเภอแม่แตง ซึ่งอยู่ทางทิศเหนือของพื้นที่ศึกษา มีรายละเอียดของข้อมูลดังนี้

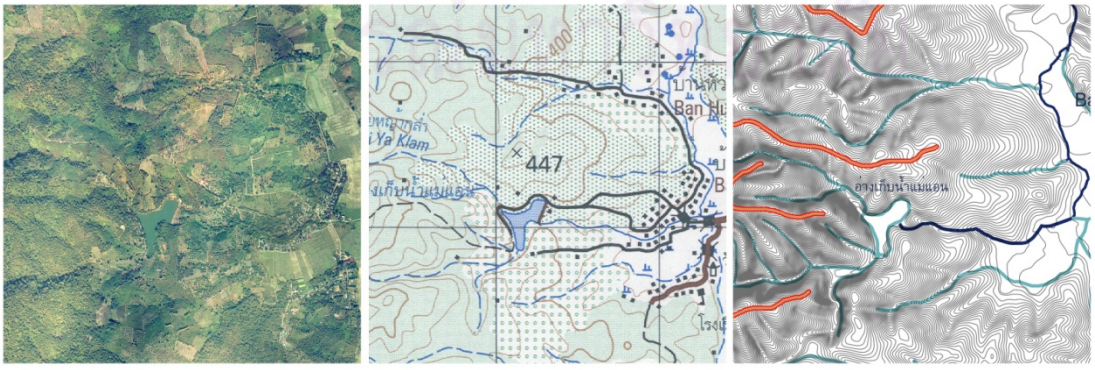
สถานี (07331) แก่งกื๊ด อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่									
ช่วงเวลา	15 นาที	30 นาที	1 ช.ม.	2 ช.ม.	3 ช.ม.	6 ช.ม.	12 ช.ม.	24 ช.ม.	1 วัน
รอบปี (ปี)	ค่าปริมาณฝนในรอบปีและช่วงเวลาต่างๆกัน (มม.)								
2	23.8	33.5	43.4	51.6	54	64.6	75	92.9	81.6
5	28	42.4	58.2	68.2	71.6	85.7	95	124.7	106.9
10	30.8	48.3	67.9	79.1	83.3	99.6	108.3	145.7	123.7
25	34.3	55.7	80.2	93	98.1	117.2	125.1	172.2	144.9
50	36.9	61.2	89.3	103.2	109	130.2	137.6	191.9	160.6
100	39.5	66.7	98.4	113.4	119	143.2	149.9	211.5	176.3
200	42.1	72.1	107.4	123.6	130.7	156.1	162.3	230.9	191.8
รอบปี (ปี)	ค่าความเข้มฝนในรอบปีและช่วงเวลาต่างๆกัน (มม./ช.ม.)								
2	95.2	67	43.4	25.8	18	10.77	6.25	3.87	3.4
5	112	84.8	58.2	34.1	23.87	14.28	7.92	5.2	4.45
10	123.2	96.6	67.9	39.55	27.77	16.6	9.03	6.07	5.15
25	137.2	111.4	80.2	46.5	32.7	19.53	10.43	7.18	6.04
50	147.6	122.4	89.3	51.6	36.33	21.7	11.47	8	6.69
100	158	133.4	98.4	56.7	39.97	23.87	12.49	8.81	7.35
200	168.4	144.2	107.4	61.8	43.57	26.02	13.63	9.62	7.99

ตารางที่ 4- 3 แสดงข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสมบริเวณอ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ (สวามี หอสุชาติ, 2526)

จากข้อมูลดังกล่าว การป้อนข้อมูลเข้าสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ นำค่าปริมาณฝนในรอบปีที่ 2-100 ปี ช่วงเวลา 24 ชม. โดยปริมาณน้ำฝนรอบ 2 ปี มีค่าเท่ากับ 92.7 มม. รอบ 5 ปี มีค่าเท่ากับ 124.7 มม. รอบ 10 ปี มีค่าเท่ากับ 145.7 มม. รอบ 25 ปี มีค่าเท่ากับ 172.2 มม. รอบ 50 ปี มีค่าเท่ากับ 191.9 มม. รอบ 100 ปี มีค่าเท่ากับ 211.5 มม. ซึ่งจะนำค่าดังกล่าวไปป้อนเข้าสู่แบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์

4.3.6 ข้อมูลเส้นทางน้ำ

ในส่วนของข้อมูลเส้นทางน้ำบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา การเตรียมข้อมูลด้วยการแปลความจากแผนที่ภูมิประเทศ ภาพถ่ายออร์โธสีเชิงเลข และเส้นระดับชั้นความสูง สามารถทำให้ได้ข้อมูลเส้นทางการไหลของน้ำมาเพื่อใช้ในการอธิบายลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำ และเห็นความสัมพันธ์ของทิศทางการไหลของน้ำ ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษา



ภาพที่ 4- 7 แสดงขั้นตอนการแปลข้อมูลเส้นทางน้ำ จากเส้นระดับชั้นความสูง และแผนที่ภูมิประเทศ

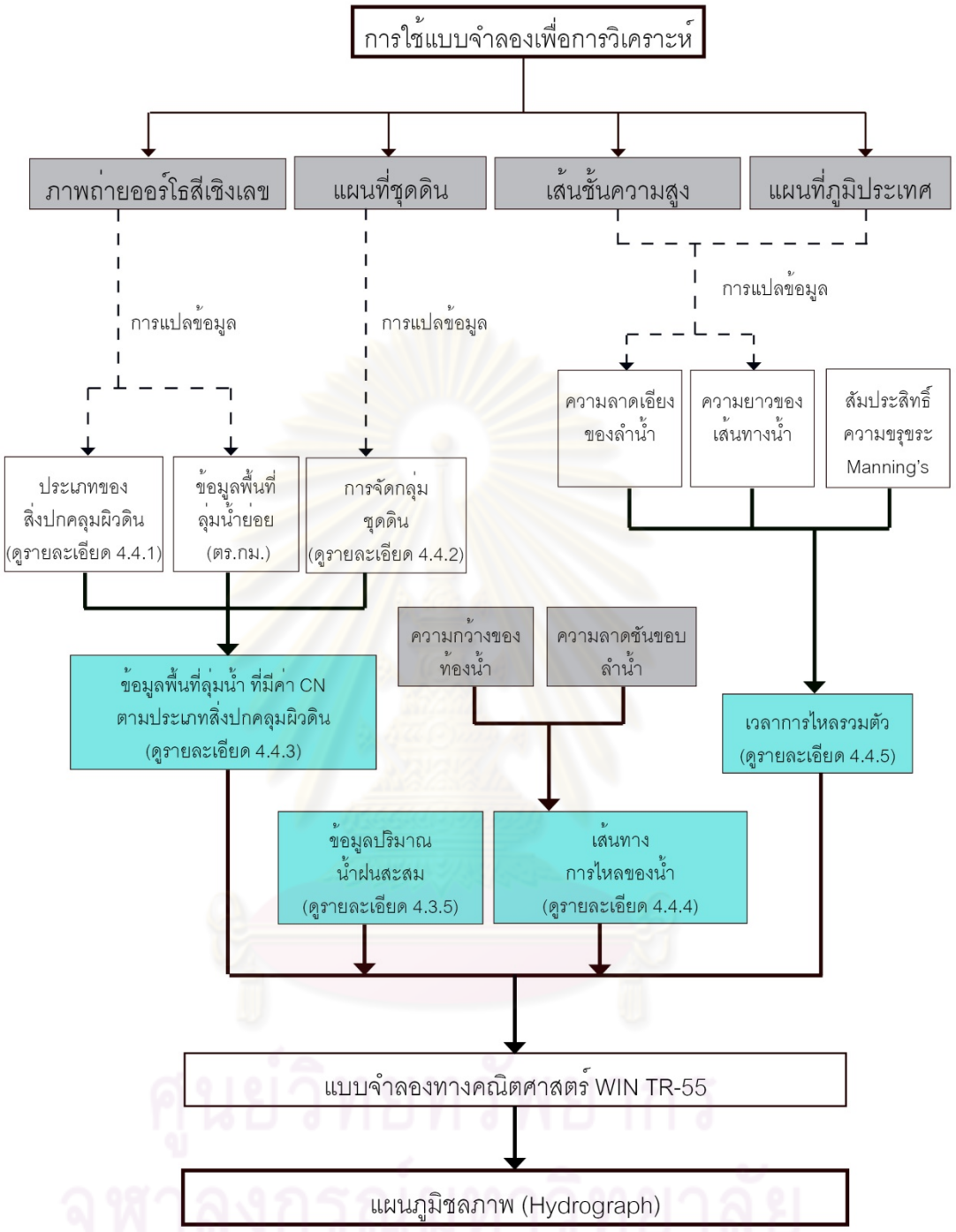
4.4 การใช้แบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ศึกษา

จากการเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์พื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษา ในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงกระบวนการในการใช้แบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์ โดยมีขั้นตอนของการศึกษา ประกอบด้วย การแปลข้อมูล และการป้อนข้อมูลเข้าสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 มีรายละเอียดดังในแผนภูมิที่ 4-6

4.4.1 การแปลข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศ ด้วยการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน (Land cover classification)

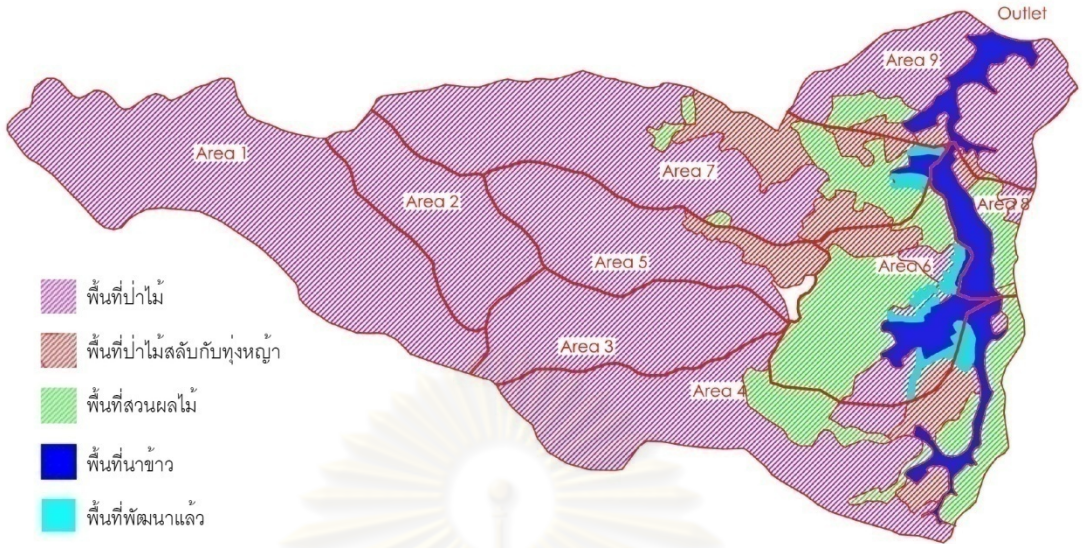
จากทฎษฎีการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน เมื่อนำมาประยุกต์เข้ากับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 ได้แบ่งประเภทของการใช้ที่ดินออกเป็น 5 ประเภทคือ 1. พื้นที่ป่าไม้ 2.พื้นที่ป่าไม้สลับกับทุ่งหญ้า 3.พื้นที่สวนผลไม้ 4. พื้นที่นาข้าว 5. พื้นที่พัฒนาแล้ว โดยในการจำแนกนี้ ใช้วิธีการแปลภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อให้สามารถมองเห็นขนาดของพื้นที่ และนำผลมาคำนวณต่อได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 4- 6 แสดงกระบวนการและขั้นตอนการใช้แบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์พื้นที่ลุ่มน้ำ

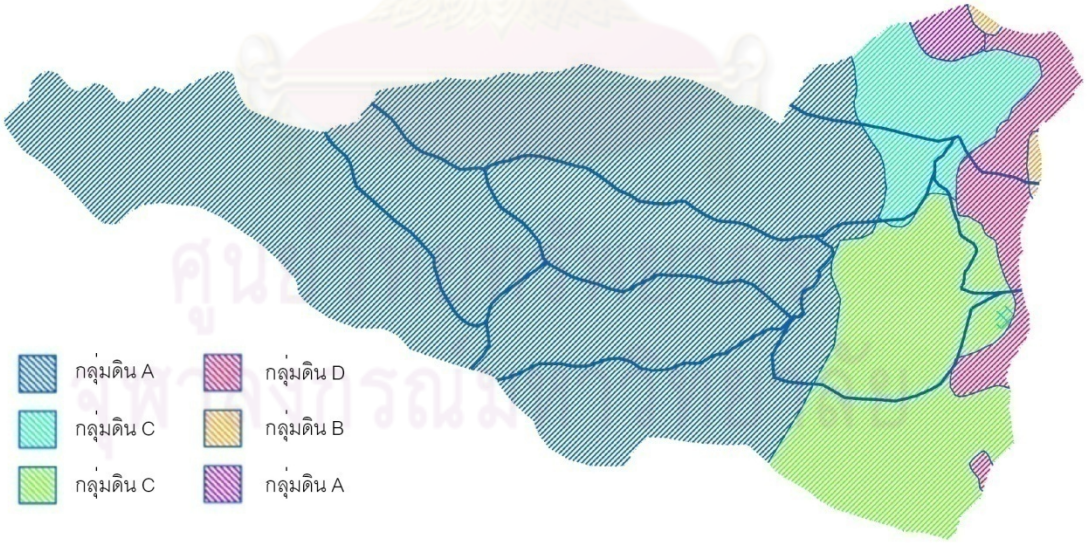
ในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ครอบคลุมบริเวณพื้นที่ศึกษานั้น ประกอบด้วยพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย 9 ส่วนซึ่งในแต่ละส่วนประกอบด้วยการจำแนกประเภทออกเป็น 5 ลักษณะดังกล่าวข้างต้น การกำหนดขอบเขตใช้วิธีการแบ่งด้วยสันปันน้ำ ลักษณะลุ่มน้ำย่อยของเพื่อใช้ในการขอบเขตในการวิเคราะห์แต่ละพื้นที่ เมื่อทำการกำหนดขอบเขตแล้ว การคำนวณขนาดพื้นที่ต้องมีการนำข้อมูลชุดดินเข้ามาเพื่อใช้ในการซ้อนทับ สำหรับการแบ่งแยกประเภทของการใช้ที่ดินซึ่งมีค่า CN ที่ต่างกัน



แผนที่ 4- 1แสดงการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน บริเวณพื้นที่ศึกษา

4.4.2 การจำแนกข้อมูลประเภทชุดดิน บริเวณพื้นที่ศึกษา (Soil group classification)

จากการจำแนกประเภทของชุดดินบริเวณพื้นที่ศึกษาซึ่งประกอบด้วย 5 กลุ่มชุดดินซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันออกไป โดยในการวิจัยนี้จำแนกลักษณะ การแบ่งกลุ่มดินของพื้นที่ลุ่มน้ำตามวิธีของ SCS ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-4



แผนที่ 4- 2 ผังแสดงการจำแนกชนิดกลุ่มดิน บริเวณพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาพบว่าพื้นที่ศึกษานั้นประกอบด้วยข้อมูล 5 กลุ่มชุดดิน คือ กลุ่มชุดดิน 62 กลุ่มชุดดิน 48 กลุ่มชุดดิน 31 กลุ่มชุดดิน 55 กลุ่มชุดดิน 59 โดยเมื่อนำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติจากตารางที่ 4-1 ตามการแบ่งกลุ่มดินตามประเภทการใช้ที่ดินสามารถสรุปได้ตามตารางดังนี้

กลุ่มดิน	ประเภทชุดดิน	ลักษณะของดินและชั้นดิน
A	62	ชั้นดินหนาและมีความซึมผ่านได้สูง เช่น ทราย ดินตะกอนปนกรวด ดินอินทรีย์
B	48	ชั้นดินบางและมีความซึมผ่านได้ปานกลาง เช่น ดินร่วนปนทราย ดินอินทรีย์
C	31,55	ดินที่มีความซึมผ่านได้ต่ำ เช่น ดินร่วนปนดินเหนียว ดินที่มีสารอินทรีย์ต่ำ
D	59	ดินที่มีความซึมผ่านได้ต่ำมาก เช่น ดินเหนียว ดินเหนียวที่พองตัวมาก

ตารางที่ 4- 4 แสดงการจัดชนิดกลุ่มดิน ตามวิธีของ SCS (ประยุกต์จาก ประกอบ วิโรจนกูฏ, 2539)

4.4.3 ข้อมูลรายละเอียดพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษา

จากการแปลข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและจำแนกประเภทของชุดดิน สามารถสรุปข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย 9 ส่วนดังในตางรางที่ 4-4 โดยแต่ละพื้นที่จะมีลักษณะการใช้ที่ดินแตกต่างกัน รวมถึงแบ่งตามการจัดกลุ่มดินทางอุทกวิทยาตามวิธีของ SCS ที่มีค่าอัตราการซึมที่แตกต่างกัน เพื่อนำค่าดังกล่าวใช้ในการป้อนข้อมูลเข้าสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 สำหรับการใช้แบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ

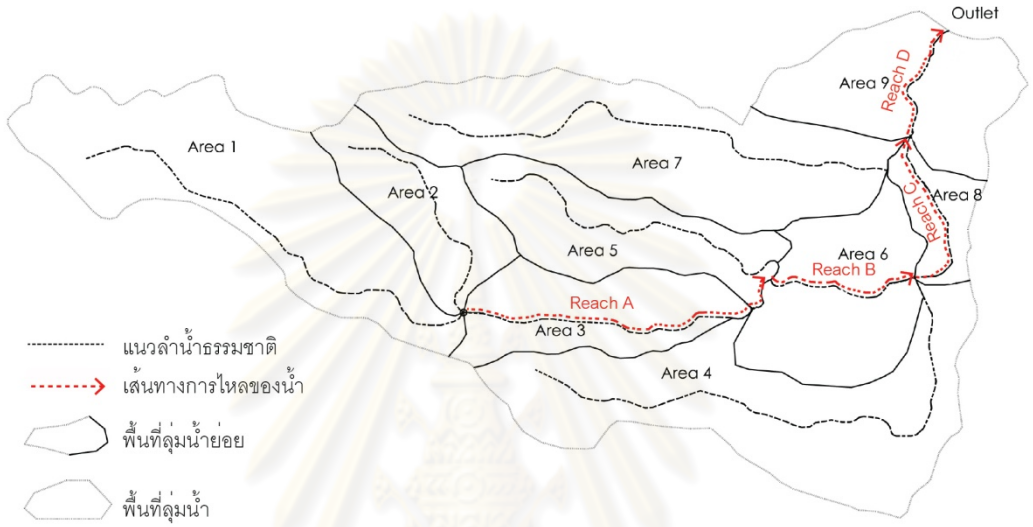
รายละเอียดการใช้ที่ดิน

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน	ขนาดพื้นที่ตามกลุ่มดินทางอุทกวิทยา (ตร.กม.)			
		A	B	C	D
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 1		6.03			
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 2	พื้นที่ป่าไม้	2.13			
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 3	พื้นที่ป่าไม้	2.54			
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 4	พื้นที่ป่าไม้	2.43		1.33	
	พื้นที่ป่าไม้ สลับกับทุ่งหญ้า			0.23	0.11
	พื้นที่สวนผลไม้	0.25		2.65	
	พื้นที่นาข้าว			0.36	0.05
	พื้นที่พัฒนาแล้ว			0.05	0.02
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 5	พื้นที่ป่าไม้	2.3			
	พื้นที่ป่าไม้ สลับกับทุ่งหญ้า	0.42			
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6	พื้นที่ป่าไม้			0.45	
	พื้นที่ป่าไม้ สลับกับทุ่งหญ้า	0.08		0.28	
	พื้นที่สวนผลไม้	0.53		1.22	
	พื้นที่นาข้าว			0.38	
	พื้นที่พัฒนาแล้ว			0.22	
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 7	พื้นที่ป่าไม้	4			
	พื้นที่ป่าไม้ สลับกับทุ่งหญ้า	1.02		0.05	
	พื้นที่สวนผลไม้	0.5		0.22	
	พื้นที่นาข้าว			0.08	
	พื้นที่พัฒนาแล้ว			0.08	
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 8	พื้นที่ป่าไม้				0.09
	พื้นที่ป่าไม้ สลับกับทุ่งหญ้า				0.055
	พื้นที่สวนผลไม้				0.34
	พื้นที่นาข้าว			0.35	0.12
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 9	พื้นที่ป่าไม้	0.54	0.04	1.01	0.67
	พื้นที่ป่าไม้ สลับกับทุ่งหญ้า			0.17	0.04
	พื้นที่สวนผลไม้	0.08		0.16	
	พื้นที่นาข้าว	0.03	0.03	0.32	0.13

ตารางที่ 4- 5 แสดงข้อมูลขนาดพื้นที่บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทั้ง 9 ส่วน แบ่งตามการจัดกลุ่มดินทางอุทกวิทยา

4.4.4 การคำนวณหาความลาดเอียงและความยาวของลำน้ำ

ในการใช้แบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์ที่ต้องมีการคำนึงถึงทิศทางการไหลและทางออกของลำน้ำในพื้นที่ศึกษา ต้องนำข้อมูลส่วนนี้มาคำนวณผลลัพธ์ความยาว และความลาดเอียงของลำน้ำ ในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ สัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ ความกว้างของลำน้ำ และความลาดเอียงของลำน้ำ ซึ่งสามารถสรุปรายละเอียดดังตารางที่ 4-6



แผนที่ 4- 3 แสดงทิศทางการไหลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษา

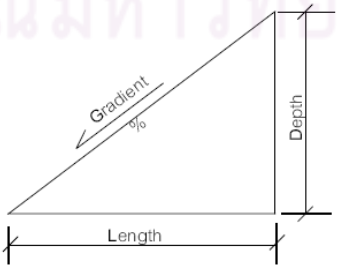
4.4.4.1 สูตรการคำนวณเพื่อหาความลาดเอียง

สูตรที่ใช้คำนวณคือ G = (D/L) x 100 ซึ่งสามารถใช้สมการนี้หาค่าตัวแปรแต่ละตัวได้

D คือ ระยะต่างของความสูงของเส้นระดับ (Vertical depth)

L คือ ระยะห่างระหว่างเส้นระดับในผัง (Horizontal length)

G คือ ความลาด (Gradient) มีหน่วยเป็น %



ภาพที่ 4- 8 แสดงรายละเอียดของตัวแปรเพื่อใช้ในการคำนวณความลาดอียงของลำน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

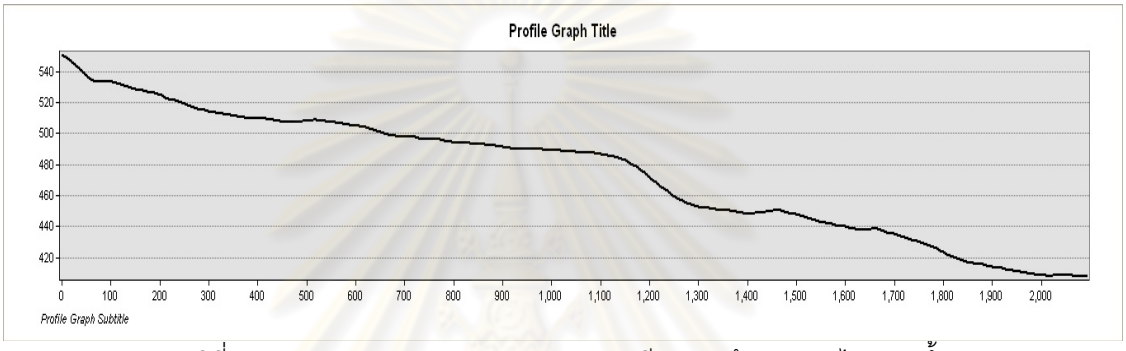
4.4.4.2 ตัวอย่างการคำนวณความลาดเอียงของลำน้ำ

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 3 ซึ่งมีระดับสูงสุดของลำน้ำอยู่ที่ความสูง 550 เมตร และจุดต่ำสุดอยู่ที่ 405 เมตร ซึ่งมีความต่างของเส้นระดับทางนอนอยู่ที่ 145 เมตร และระยะห่างระหว่างเส้นระดับในผังที่ 2100 เมตรดังนั้นสามารถนำมาคำนวณเพื่อหาค่าความลาดได้ดังนี้

จากสูตร G = (D/L) x 100 แทนค่า G = (145/2100) x 100

G = 6.9%

เพราะฉะนั้นสามารถแทนค่าในความลาดได้เท่ากับ 0.069 (m/m)



แผนภูมิที่ 4- 7 แสดงระดับความสูง และความลาดเอียงของเส้นทางการไหลของน้ำ A

4.4.4.3 ตัวอย่างการคำนวณพื้นที่หน้าตัดลำน้ำ ความลาดเอียงของขอบลำน้ำ

การระบุขนาดความกว้างของลำน้ำแต่ละส่วนนั้น เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องเวลาข้อมูลส่วนนี้ใช้การประมาณการจากการสังเกตพื้นที่จริง และใช้ทฤษฎีในเรื่องลักษณะเครือข่ายลำน้ำมาใช้ในการวิเคราะห์และกำหนดขนาดลำน้ำ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ลำน้ำลำดับที่ 1 ความกว้างของท้องน้ำ ที่ 1.50 เมตร ความลาดเอียง 3: 1

ลำน้ำลำดับที่ 2 ความกว้างของท้องน้ำ ที่ 2.00 เมตร ความลาดเอียง 3: 1

ลำน้ำลำดับที่ 3 ความกว้างของท้องน้ำ ที่ 2.50 เมตร ความลาดเอียง 3: 1

ลำน้ำลำดับที่ 4 ความกว้างของท้องน้ำ ที่ 3.00 เมตร ความลาดเอียง 3: 1

ข้อมูลเส้นทางการไหลของน้ำ

ชื่อเส้นทางน้ำ	เส้นทางรับน้ำ	ความยาวลำน้ำ (เมตร)	สัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's	ความลาดเอียง (เมตร/เมตร)	ความกว้างท้องน้ำ (เมตร)	ความลาดเอียงด้านข้างของลำน้ำ
Reach A	Reach B	2035	0.05	0.069	1.5	(3:1)
Reach B	Reach C	1395	0.045	0.029	2	(3:1)
Reach C	Reach D	1079	0.035	0.009	2.5	(3:1)
Reach D	Outlet	800	0.035	0.0125	3	(3:1)

ตารางที่ 4- 6 แสดงรายละเอียดของทางน้ำ ในบริเวณลุ่มน้ำของพื้นที่ศึกษา

ชนิดและลักษณะทางน้ำธรรมชาติ	ต่ำสุด	ปานกลาง	สูงสุด
1.1 ลำน้ำย่อย (ความกว้างผิวน้ำที่เกิดอุทกภัย 100 ฟุต)			
1.1.1ลำน้ำบนที่ราบ			
สะอาด ตรง ระดับสูง ไม่มีแยกและบ่อลึก	0.025	0.03	0.033
ลำน้ำบนที่ราบแต่มีหินและวัชพืชมากกว่า	0.03	0.035	0.04
สะอาด คดเคี้ยว มีบ่อและแก่งใต้น้ำ	0.033	0.04	0.045
ลำน้ำบนที่ราบแต่มีวัชพืชและหิน	0.035	0.045	0.05
สะอาด คดเคี้ยว มีบ่อและแก่งใต้น้ำแต่ระดับต่ำกว่าความลาดเท และรูปตัดไม่แน่นอน	0.04	0.048	0.055
ลำน้ำบนที่ราบแต่มีวัชพืชและหินแต่มีหินมากกว่า	0.045	0.05	0.06
ช่วงที่ไหลช้า วัชพืช บ่อลึก	0.05	0.07	0.08
ช่วงที่มีวัชพืชมาก บ่อลึกหรือทางอุทกภัยที่มีต้นไม้	0.075	0.1	0.15
1.1.2 ลำน้ำในหุบเขาไม่มีวัชพืชในทางน้ำ ตลิ่งลาดชัน			
ต้นไม้และพุ่มไม้ตามตลิ่งอยู่ใต้น้ำที่ระดับการไหลสูง			
ก้น : กรวด ก้อนหิน และหินก้อนใหญ่ ๆเล็กน้อย	0.03	0.04	0.05
ก้น : ก้อนหิน หินก้อนใหญ่กว่าข้อแรก	0.04	0.05	0.07
1.2 ทาม			
1.2.1 ทุ่งหญ้า ไม่มีพุ่มไม้			
หญ้าสั้น	0.025	0.03	0.035
หญ้ายาว	0.03	0.035	0.05
1.2.2 พื้นที่เพาะปลูก			
ไม่มีพืช	0.02	0.03	0.04
พืชเป็นแถวที่แก่	0.025	0.035	0.045
พืชไร่ที่แก่	0.03	0.04	0.05
1.2.3 ไม้พุ่ม			
ไม้พุ่มกระจัดกระจาย วัชพืชขึ้นหนา	0.035	0.05	0.07
1.2.4 ต้นไม้			
พื้นที่ว่างเปล่ามีตอไม้ไม่มีหน่อ	0.03	0.04	0.05
พื้นที่ว่างเปล่าแต่มีหน่อมาก	0.05	0.06	0.08
มีไม้ยืนต้นมาก มีไม้ล้มเล็กน้อย ต้นเล็กมีเล็กน้อยระดับน้ำต่ำกว่ากิ่งก้าน	0.08	0.1	0.12
มีไม้ยืนต้นมาก มีไม้ล้มเล็กน้อย ต้นเล็กมีเล็กน้อยแต่ระดับน้ำถึงกิ่งก้าน	0.1	0.12	0.16
1.3 ลำน้ำหลัก (ผิวน้ำเมื่อเกิดอุทกภัยกว้าง 100 ฟุต) ค่าน้อย			
กว่าลำน้ำย่อยที่มีลักษณะเหมือนกัน			
รูปตัดสม่ำเสมอ ไม่มีก้อนหินหรือไม้พุ่ม	0.025		0.06
ไม่สม่ำเสมอ และรูปตัดขรุขระ	0.035		0.1

ตารางที่ 4- 7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) ในสมการ Manning's formula (กลุ่มงานสารสนเทศและพยากรณ์น้ำ, 2553: ออนไลน์)

4.4.5 ระยะเวลาการไหลรวมตัวของน้ำ (Time of concentration)

ในการศึกษาพื้นที่ทั้งบริเวณลุ่มน้ำย่อย 9 ส่วน การคำนวณเวลาการไหลรวมตัวของน้ำ ต้องมีการคำนวณจากระดับความยาวของลำน้ำ ความลาดของลำน้ำ และสัมประสิทธิ์ความขรุขระของพื้นผิวลำน้ำ เพื่อสามารถนำค่าดังกล่าวไปใช้ในการคำนวณเพื่อหาอัตราการไหลของลำน้ำได้

เวลาการไหลรวมตัว				
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	การไหลบนผิวดิน		การไหลในลำนำ	
	ความยาว	ความลาดเอียง	ความยาว	ความลาดเอียง
	(เมตร)	(เมตร/เมตร)	(เมตร)	(เมตร/เมตร)
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 1	30	0.055	3211.8597	0.055
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 2	30	0.068	1726.4753	0.068
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 3	30	0.067	2036.3894	0.067
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 4	30	0.02	3900.5746	0.02
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 5	30	0.069	2555.9783	0.069
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6	30	0.05	1172.9079	0.05
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 7	30	0.065	3962.9196	0.065
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 8	30	0.008	1167.8011	0.008
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 9	30	0.011	868.3843	0.011

ตารางที่ 4- 8 แสดงรายละเอียดเวลาการไหลรวมตัวของน้ำ บริเวณลุ่มน้ำของพื้นที่ศึกษา

เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวข้างต้น มาแทนค่าลงในโปรแกรม WIN TR-55 แล้วสามารถแสดงให้เห็นถึงระบบการไหลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำของพื้นที่ศึกษา จากพื้นที่ต้นน้ำบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 1และ 2 น้ำจะไหลรวมสู่ทางน้ำ A พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 3 และ 5 น้ำจะไหลรวมสู่ทางน้ำ B พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 4 น้ำจะไหลรวมสู่ทางน้ำ C พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 5 และ 6 และ 7 น้ำจะไหลรวมสู่ทางน้ำ D พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 9 น้ำจะไหลรวมสู่ทางออกด้านปลายสุดของพื้นที่ลุ่มน้ำ ส่วนลำดับการไหลของทางน้ำ จะไหลจากทางน้ำ A ไปสู่ B, C และไหลออกสู่ทางน้ำด้านปลายสุด ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 4- 8 แสดงความสัมพันธ์ ระบบการไหลของน้ำในพื้นที่ศึกษา

4.5 การใช้แบบจำลองเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ

จากการใช้แบบจำลองเพื่อวิเคราะห์พื้นที่ศึกษาผ่านแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 ทำให้เข้าใจถึงปัจจัยต่างๆที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบทางอุทกวิทยาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน

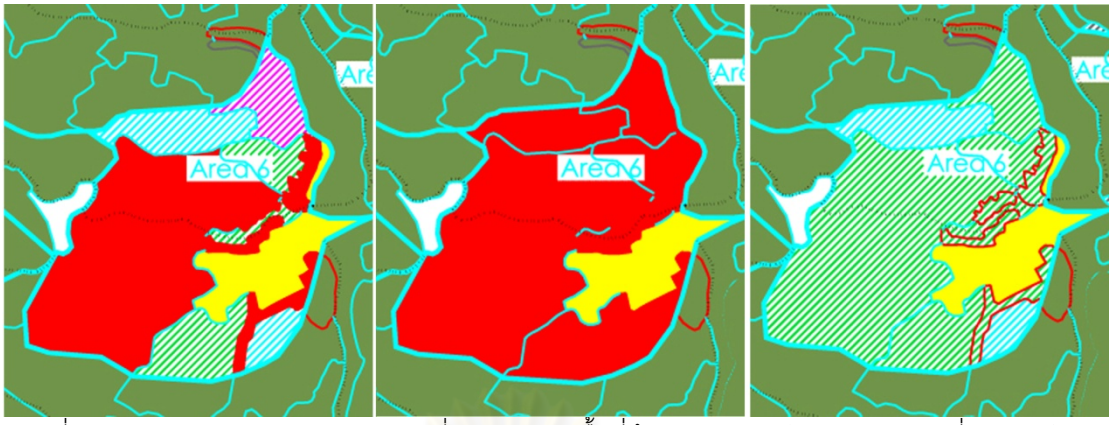
การจำลองประเภทของการเปลี่ยนแปลง จากพื้นที่ปัจจุบันซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ป่าไม้ และพื้นที่บางส่วนที่ถูกเปลี่ยนแปลงให้เป็นแหล่งที่พักอาศัยเพื่อการท่องเที่ยว โดยการจำลองนั้นแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะสำคัญ คือ การจำลองซึ่งมีแนวโน้มในการพัฒนาเพื่อเป็นแหล่งท่องเที่ยวด้วยการเพิ่มพื้นที่สิ่งปกคลุมผิวดินที่ไม่ซึมซับน้ำ และแนวโน้มเพื่อการฟื้นฟูกลับสู่ความเป็นพื้นที่ธรรมชาติ และพื้นที่ป่าไม้ให้มากที่สุด ด้วยการลดพื้นที่สิ่งปกคลุมผิวดินที่ไม่ซึมซับน้ำ

ในการวิจัยจึงได้มีการสร้างแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินแบ่งออกเป็น 3 แบบจำลอง ประกอบด้วย

แบบจำลองที่ 1 เพื่อจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน โดยการเพิ่มพื้นที่ผิวที่ไม่ซึมซับน้ำในบริเวณพื้นที่สวนผลไม้ ให้กลายเป็นพื้นที่พัฒนาแล้ว(ภาพซ้าย)

แบบจำลองที่ 2 เพื่อจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน โดยการเพิ่มพื้นที่ผิวที่ไม่ซึมซับน้ำในบริเวณพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด ให้กลายเป็นพื้นที่พัฒนาแล้ว(ภาพกลาง)

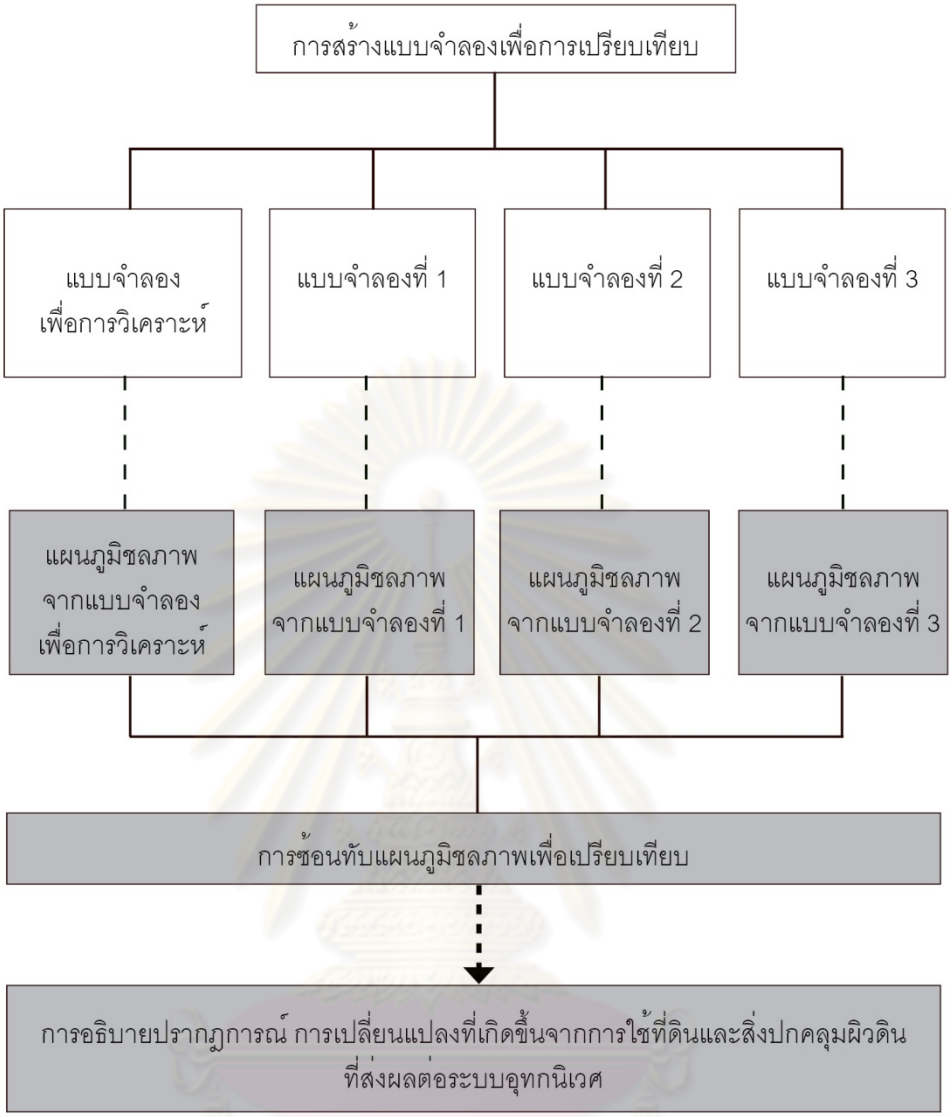
แบบจำลองที่ 3 เพื่อจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน โดยการลดพื้นที่ผิวที่ไม่ซึมซับน้ำในบริเวณพื้นที่พัฒนาแล้ว และสวนผลไม้ ให้กลายเป็นพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด (ภาพขวา)



แผนที่ 4- 4 แสดงการจำลองประเภทการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย แบบจำลองที่ 1 (ภาพซ้าย) แบบจำลองที่ 2 (ภาพกลาง) แบบจำลองที่ 3 (ภาพขวา)

โดยแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลองนั้น สามารถแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมผิวดินได้ชัดเจนมากที่สุด โดยในแบบจำลองที่ 1 และ 2 เป็นการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงในการเพิ่มสูงขึ้นของสิ่งปกคลุมผิวดินที่ไม่ซึมซับน้ำ และในแบบจำลองที่ 2 และ 3 เป็นการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงในระดับสูงสุดทั้งในส่วนของการเพิ่มขึ้นและลดลงของพื้นที่ผิวไม่ซึมน้ำ

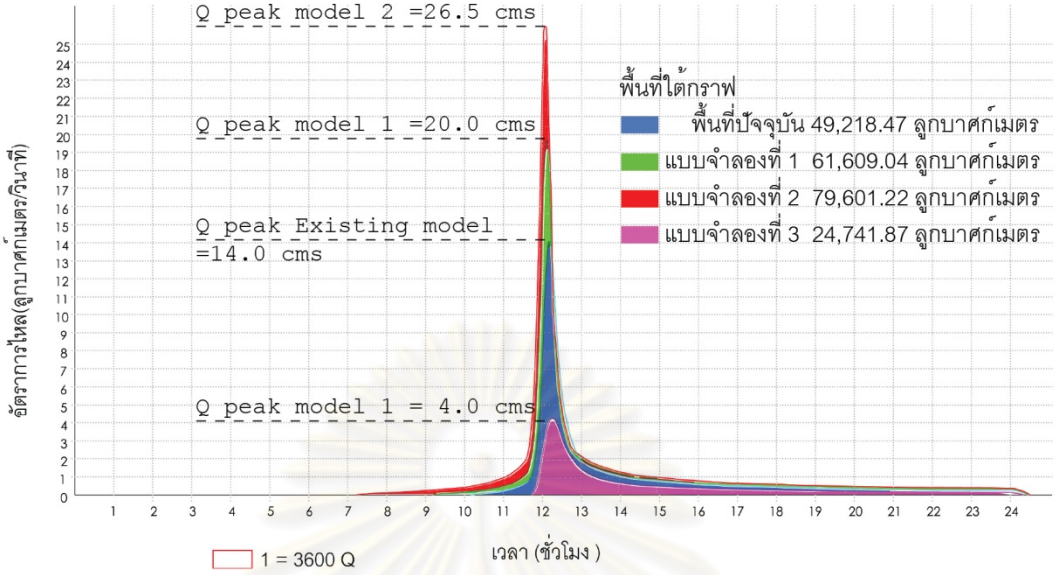
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 4- 9 แสดงกระบวนการการใช้แบบจำลองการวิเคราะห์เพื่อการเปรียบเทียบ

4.6 การนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์

จากข้อมูลดังกล่าวที่นำมาป้อนข้อมูลในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 สำหรับใช้ในแบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ ผลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำมาอธิบายการเพิ่มสูงขึ้นของปริมาณน้ำท่าผิวดินและการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด ซึ่งผลดังกล่าวนั้น จะแสดงรายละเอียดไว้ในบทต่อไป



แผนภูมิที่ 4- 10 ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการเพิ่มสูงขึ้นของปริมาณน้ำท่าผิวดิน และการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด ในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 ปริมาณฝนในรอบ 2 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

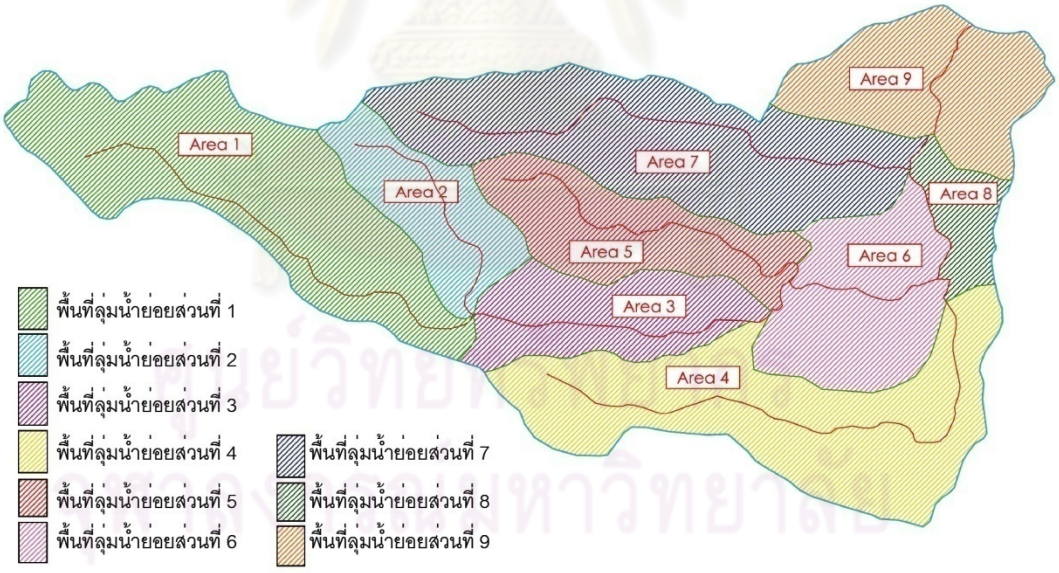
บทที่ 5

ผลการวิจัยและการวิเคราะห์

จากการดำเนินการวิจัยที่ได้กล่าวถึงกระบวนการและวิธีการศึกษาในบทที่ 4 นั้น สามารถอธิบายขั้นตอนในการวิจัยที่ใช้สำหรับแบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์ โดยการอธิบายถึงปรากฏการณ์ของการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการวิจัยในแบบจำลอง จากกรณีศึกษา รวมถึงการเปรียบเทียบผลจากการจำลอง การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ประกอบด้วย 3 แบบจำลอง (ดูรายละเอียด 5.2) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 ผลการศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำบริเวณบ้านแม่แอน

จากการศึกษาในเรื่องการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศของพื้นที่บริเวณบ้านแม่แอน ทำให้พบว่าการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุดของน้ำ ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ประกอบด้วย การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ปริมาณฝนสะสม เส้นทางการไหลของน้ำ และเวลาการไหลรวมตัว โดยผลการศึกษาจากการป้อนข้อมูลผ่านแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 ทำให้ได้ผลลัพธ์ คือ แผนภูมิชลภาพ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



แผนที่ 5- 1 แสดงตำแหน่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย 9 ส่วนในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษา บ้านแม่แอน

5.1.1 ผลการจำแนกประเภทการใช้ที่ดิน และค่า CN เฉลี่ยของแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ทั้ง 9 ส่วน

Sub-Area Identifier	Land Use		Hydrologic Soil Group	Sub-Area Area (ha)	Curve Number
Area 1	Woods	(good)	A	244.028	30
	Total Area / Weighted Curve Number			244.028	30
Area 2	Woods	(good)	A	86.199	30
	Total Area / Weighted Curve Number			86.199	30
Area 3	Woods	(good)	A	102.791	30
	Total Area / Weighted Curve Number			102.791	30
Area 4	Newly graded area (pervious only)		C	2	91
	Newly graded area (pervious only)		D	.8	94
	Row Crop Straight row [SR]	(good)	C	14.5	85
	Row Crop Straight row [SR]	(good)	D	2	89
	Small grain Straight row [SR]	(good)	A	10.1	63
	Small grain Straight row [SR]	(good)	C	107.2	83
	Woods - grass combination	(good)	C	9.3	72
	Woods - grass combination	(good)	D	4.5	79
	Woods	(good)	A	98.3	30
	Woods	(good)	C	53.8	70
	Total Area / Weighted Curve Number			302.5	63
Area 5	Woods - grass combination	(good)	A	17	32
	Woods	(good)	A	93	30
	Total Area / Weighted Curve Number			110	30
Area 6	Newly graded area (pervious only)		C	8.9	91
	Row Crop Straight row [SR]	(good)	A	21.4	67
	Row Crop Straight row [SR]	(good)	C	49.3	85
	Small grain Straight row [SR]	(good)	C	16.3	83
	Woods - grass combination	(good)	A	3.2	32
	Woods - grass combination	(good)	C	11.3	72
	Woods	(good)	C	18.2	70
	Total Area / Weighted Curve Number			128.6	78
Area 7	Newly graded area (pervious only)		C	3.2	91
	Row Crop Straight row [SR]	(good)	C	3.2	85
	Small grain Straight row [SR]	(good)	A	20.2	63
	Small grain Straight row [SR]	(good)	C	8.9	83
	Woods - grass combination	(good)	A	41.3	32
	Woods - grass combination	(good)	C	2	72
	Woods	(good)	A	161.9	30
	Total Area / Weighted Curve Number			240.7	37

ตารางที่ 5- 1 แสดงรายละเอียดขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย และค่า CN เฉลี่ย พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 1-7

Sub-Area Identifier	Land Use			Hydrologic Soil Group	Sub-Area Area (ha)	Curve Number
Area 8	Row Crop	Straight row [SR]	(good)	C	14.2	85
	Row Crop	Straight row [SR]	(good)	D	4.8	89
	Small grain	Straight row [SR]	(poor)	D	13.8	88
	Woods - grass combination		(good)	D	2.2	79
	Woods		(good)	D	3.6	77
	Total Area / Weighted Curve Number				38.6	85
					====	==
Area 9	Row Crop	Straight row [SR]	(good)	A	1.2	67
	Row Crop	Straight row [SR]	(good)	B	1.2	78
	Row Crop	Straight row [SR]	(good)	C	13	85
	Row Crop	Straight row [SR]	(good)	D	5.3	89
	Small grain	Straight row [SR]	(good)	A	3.2	63
	Small grain	Straight row [SR]	(good)	C	6.5	83
	Woods - grass combination		(good)	C	6.8	72
	Woods - grass combination		(good)	D	1.6	79
	Woods		(good)	A	21.8	30
	Woods		(good)	B	1.6	55
	Woods		(good)	C	40	70
	Woods		(good)	D	27.1	77
	Total Area / Weighted Curve Number				129.3	68
					=====	==

ตารางที่ 5- 2 แสดงรายละเอียดขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย และค่า CN เฉลี่ย พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 8-9

จากผลการศึกษาในตาราง รายละเอียดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแต่ะส่วน คือ

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 1 มีขนาดพื้นที่ 2.440 ตร.กม.มีค่า CN เฉลี่ย เท่ากับ30

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 2 มีขนาดพื้นที่ 0.862 ตร.กม.มีค่า CN เฉลี่ย เท่ากับ 30

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 3 มีขนาดพื้นที่ 1.028 ตร.กม.มีค่า CN เฉลี่ย เท่ากับ 30

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 4 มีขนาดพื้นที่ 3.025 ตร.กม.มีค่า CN เฉลี่ย เท่ากับ 63

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 5 มีขนาดพื้นที่ 1.100 ตร.กม.มีค่า CN เฉลี่ย เท่ากับ 30

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 มีขนาดพื้นที่ 1.286 ตร.กม.มีค่า CN เฉลี่ย เท่ากับ 78

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 7 มีขนาดพื้นที่ 2.407 ตร.กม.มีค่า CN เฉลี่ย เท่ากับ 37

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 8 มีขนาดพื้นที่ 0.386 ตร.กม.มีค่า CN เฉลี่ย เท่ากับ 85

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 8 มีขนาดพื้นที่ 0.386 ตร.กม.มีค่า CN เฉลี่ย เท่ากับ 85

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 9 มีขนาดพื้นที่ 1.293 ตร.กม.มีค่า CN เฉลี่ย เท่ากับ 68

จากผลการศึกษาข้างต้น ผลการจำแนกรายละเอียดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 1-9 ทำให้ทราบค่า CN เฉลี่ยของแต่ละพื้นที่ โดยผลการศึกษาส่วนนี้สามารถนำไปวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติพื้นที่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน รวมถึงการจำแนกลักษณะการใช้ที่ดินแต่ละบริเวณของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย

5.1.2 ผลการคำนวณขนาดเส้นทางการไหลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำบ้านแม่แอน

ในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษา การคำนวณการไหลรวมตัวของน้ำในลำน้ำ มีปัจจัยที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ ประกอบด้วย ขนาดความกว้างของลำน้ำ ความยาวของลำน้ำ ความลาดชัน และค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของพื้นผิว เพื่อสามารถคำนวณอัตราการไหลของเส้นทางการไหลของน้ำภายในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งในงานวิจัยนี้ข้อมูลบางส่วนซึ่งไม่ได้มีการสำรวจพื้นที่อย่างละเอียด เช่น ความกว้างและความลึกของแต่ละลำน้ำ จึงต้องใช้การประมาณการจากการสำรวจตามลักษณะเครือข่ายลำน้ำ

Kangwarn

Thesis
watershed_hydrograph
Region: Chiangmai Locale: Maeann

Reach Channel Rating Details

Reach Identifier	Reach Length (m)	Reach Manning's n	Friction Slope (m/m)	Bottom Width (m)	Side Slope
Reach A	2035	0.05	0.069	1.5	3 :1
Reach B	1395	0.045	0.029	2	3 :1
Reach C	1079	0.035	0.009	2.5	3 :1
Reach D	800	0.035	0.0125	3	3 :1

Reach Identifier	Stage (m)	Flow (cms)	End Area (sq m)	Top Width (m)	Friction Slope (m/m)
Reach A	0.0	0.000	0	1.5	0.069
	0.2	0.554	0.3	2.4	
	0.3	1.998	0.7	3.3	
	0.6	8.307	2	5.2	
	1.5	63.451	9.2	10.6	
	3.1	341.445	32.5	19.8	
	6.1	1967.198	120.8	38.1	
Reach B	0.0	0.000	0	2	0.029
	0.2	0.516	0.4	2.9	
	0.3	1.800	0.9	3.8	
	0.6	7.118	2.3	5.7	
	1.5	50.654	10	11.1	
	3.1	261.325	34	20.3	
	6.1	1465.014	123.8	38.6	
Reach C	0.0	0.000	0	2.5	0.009
	0.2	0.453	0.4	3.4	
	0.3	1.551	1	4.3	
	0.6	5.923	2.6	6.2	
	1.5	39.870	10.7	11.6	
	3.1	198.280	35.5	20.8	
	6.1	1083.865	126.9	39.1	
Reach D	0.0	0.000	0	3	0.0125
	0.2	0.634	0.5	3.9	
	0.3	2.138	1.2	4.8	
	0.6	7.963	3	6.7	
	1.5	51.262	11.5	12.1	
	3.1	246.866	37.1	21.3	
	6.1	1318.257	129.9	39.6	

ตารางที่ 5- 3 แสดงรายละเอียดเส้นทางการไหลของน้ำ 4 เส้นทาง ในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำที่ทำการศึกษาบ้านแม่แอน

ผลการศึกษาในส่วนนี้สามารถอธิบายถึงอัตราการไหลของน้ำที่ระดับความลึกต่างๆ โดยการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 ข้อมูลในตารางที่ 5-3 สามารถอธิบายผลลัพธ์ต่างๆ ประกอบด้วย Stage คือ ระดับความลึกของเส้นทางน้ำมีหน่วยเป็นเมตร (m) Flow คือ อัตราการไหลของน้ำมีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) End Area คือขนาดความกว้างของพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ มีหน่วยเป็นตารางเมตร (sq m) Top Width คือ ความกว้างของลำน้ำมีหน่วยเป็นเมตร (m) Friction Slope คือ ความลาดเอียงของขอบลำน้ำมีหน่วยเป็นเมตรต่อเมตร (m/m)

5.1.3 ผลการคำนวณระยะเวลาการไหลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแต่ละส่วน

การเดินทางของน้ำตั้งแต่บริเวณพื้นที่ต้นน้ำจนสู่ปลายทางออกของน้ำ ต้องมีการเดินทางผ่านลุ่มน้ำย่อยแต่ละส่วน ซึ่งหมายถึง เวลาการเดินทางของน้ำ ในแต่ละพื้นที่นั้นจะมีระยะเวลาที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความยาว ความลาดเอียง และค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของพื้นผิว โดยผลการศึกษาในส่วนนี้จะอธิบายรายละเอียด ในส่วนของเวลาการเดินทางของน้ำซึ่งมีการคำนวณสัมประสิทธิ์ความขรุขระของพื้นผิวเส้นทางน้ำแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย โดยแสดงผลดังตารางที่ 5-4 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 1 มีเวลาการไหลรวมตัวของน้ำรวม 1.157 ชั่วโมงหรือ 69.42 นาที
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 2 มีเวลาการไหลรวมตัวของน้ำรวม 0.727 ชั่วโมงหรือ 43.62 นาที
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 3 มีเวลาการไหลรวมตัวของน้ำรวม 0.799 ชั่วโมงหรือ 47.94 นาที
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 4 มีเวลาการไหลรวมตัวของน้ำรวม 1.889 ชั่วโมงหรือ 113.34 นาที
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 5 มีเวลาการไหลรวมตัวของน้ำรวม 0.900 ชั่วโมงหรือ 54.00 นาที
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 มีเวลาการไหลรวมตัวของน้ำรวม 0.412 ชั่วโมงหรือ 24.22 นาที
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 7 มีเวลาการไหลรวมตัวของน้ำรวม 1.237 ชั่วโมงหรือ 74.22 นาที
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 8 มีเวลาการไหลรวมตัวของน้ำรวม 0.779 ชั่วโมงหรือ 46.74 นาที
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 9 มีเวลาการไหลรวมตัวของน้ำรวม 0.559 ชั่วโมงหรือ 33.54 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Sub-Area Time of Concentration Details

Sub-Area Identifier/	Flow Length (m)	Slope (m/m)	Mannings's n	End Area (sq m)	Wetted Perimeter (m)	Velocity (m/sec)	Travel Time (hr)
Area 1							
SHEET	30.00	0.0550	0.800				0.384
SHALLOW	3211.00	0.0550					0.773
					Time of Concentration		1.157
Area 2							
SHEET	30.00	0.0680	0.800				0.353
SHALLOW	1726.00	0.0680					0.374
					Time of Concentration		.727
Area 3							
SHEET	30.00	0.0670	0.800				0.355
SHALLOW	2036.00	0.0670					0.444
					Time of Concentration		.799
Area 4							
SHEET	30.00	0.0200	0.400				0.331
SHALLOW	3900.00	0.0200					1.558
					Time of Concentration		1.889
Area 5							
SHEET	30.00	0.0690	0.800				0.351
SHALLOW	2555.00	0.0690					0.549
					Time of Concentration		.9
Area 6							
SHEET	30.00	0.0500	0.170				0.116
SHALLOW	1172.00	0.0500					0.296
					Time of Concentration		.412
Area 7							
SHEET	30.00	0.0650	0.800				0.359
SHALLOW	3962.00	0.0650					0.878
					Time of Concentration		1.237
Area 8							
SHEET	30.00	0.0800	0.060				0.042
SHALLOW	1167.00	0.0080					0.737
					Time of Concentration		.779
Area 9							
SHEET	30.00	0.0110	0.060				0.092
SHALLOW	868.00	0.0110					0.467
					Time of Concentration		0.559

ตารางที่ 5- 4 แสดงรายละเอียดระยะเวลาการเดินทางของน้ำ จากบริเวณพื้นที่ต้นน้ำมายังปลายทางออกของน้ำผ่านพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทั้ง 9 ส่วน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากผลการศึกษาที่ได้กล่าวมาข้างต้น พบว่ามีปัจจัยหลายประการที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบอุทกนิเวศในพื้นที่ศึกษา จากคำถามในการวิจัยที่ได้กล่าวในตอนต้น การนำผลจากแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ สามารถสรุปผลของข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำบริเวณบ้านแม่แอนได้ดังตารางที่ 5-5

--- Sub-Area Data ---

Name	Description	Reach	Area(ha)	RCN	Tc
Area 1	Forest	Reach A	244.028	30	1.157
Area 2	Forest	Reach A	86.199	30	.727
Area 3	Forest	Reach B	102.791	30	.799
Area 4	Mixed use	Reach C	302.5	63	1.889
Area 5	Mixed use	Reach B	110	30	.9
Area 6	Mixed use	Reach D	128.6	78	.412
Area 7	Mixed use	Reach D	240.7	37	1.237
Area 8	Mixed use	Reach D	38.6	85	.779
Area 9	Mixed use	Outlet	129.3	68	0.559

Total area: 1382.72 (ha)

ตารางที่ 5- 5 แสดงผลการสรุปรายละเอียดพื้นที่ลุ่มน้ำ

5.2 ผลการวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ

แผนที่ 5- 2 การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 (พื้นที่ปัจจุบัน)

จากการศึกษาเรื่องการใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่บ้านแม่แอน พบว่าบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 นั้น ตั้งอยู่ช่วงกลางของลุ่มน้ำในพื้นที่ศึกษาในบริเวณนี้ปัจจุบัน เริ่มมีการก่อสร้างโครงการแหล่งที่พักอาศัยเพื่อการท่องเที่ยว ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและประเภทสิ่งปกคลุม

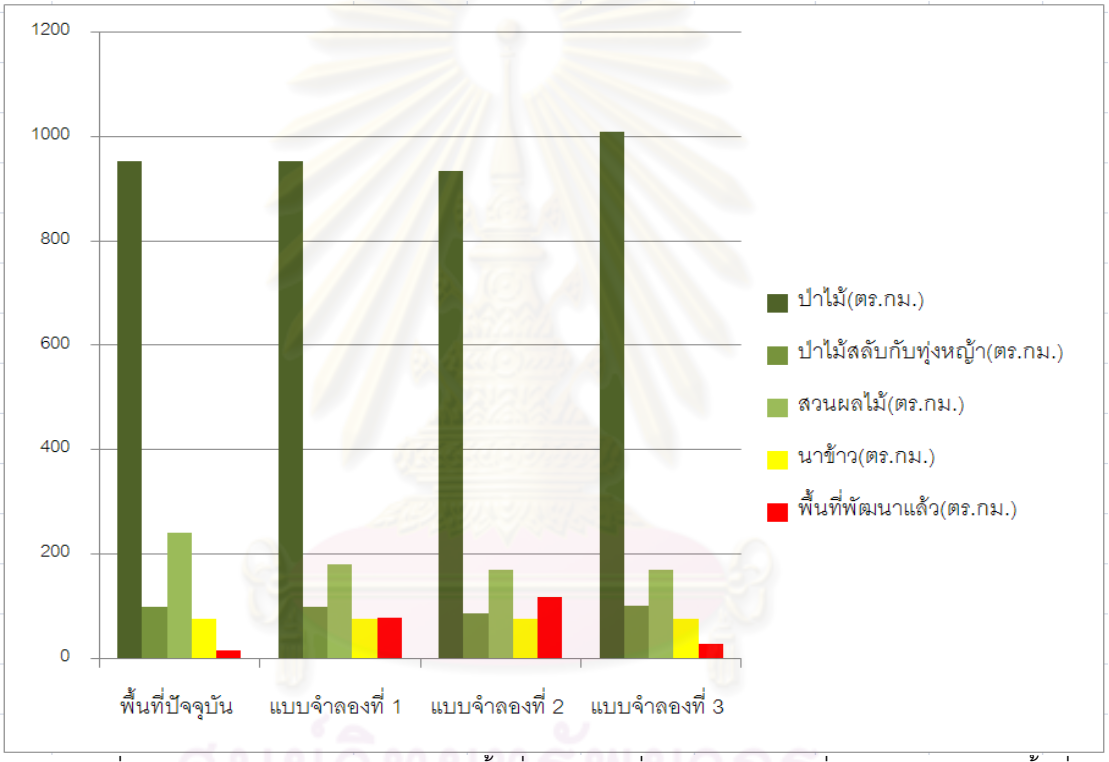
ผิวดิน ทางผู้วิจัยเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงนี้สามารถนำมาใช้สร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบได้ จึงได้ทำการสร้างแบบจำลองพื้นที่ออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

ก. แบบจำลองที่ 1 ประกอบด้วย พื้นที่ป่าไม้ ป่าไม้สลับกับทุ่งหญ้า สวนผลไม้ นาข้าว และพื้นที่พัฒนาแล้ว

ข. แบบจำลองที่ 2 ประกอบด้วย พื้นที่นาข้าว และพื้นที่พัฒนาแล้ว

ค. แบบจำลองที่ 3 ประกอบด้วย พื้นที่ป่าไม้ ป่าไม้สลับกับทุ่งหญ้า และนาข้าว

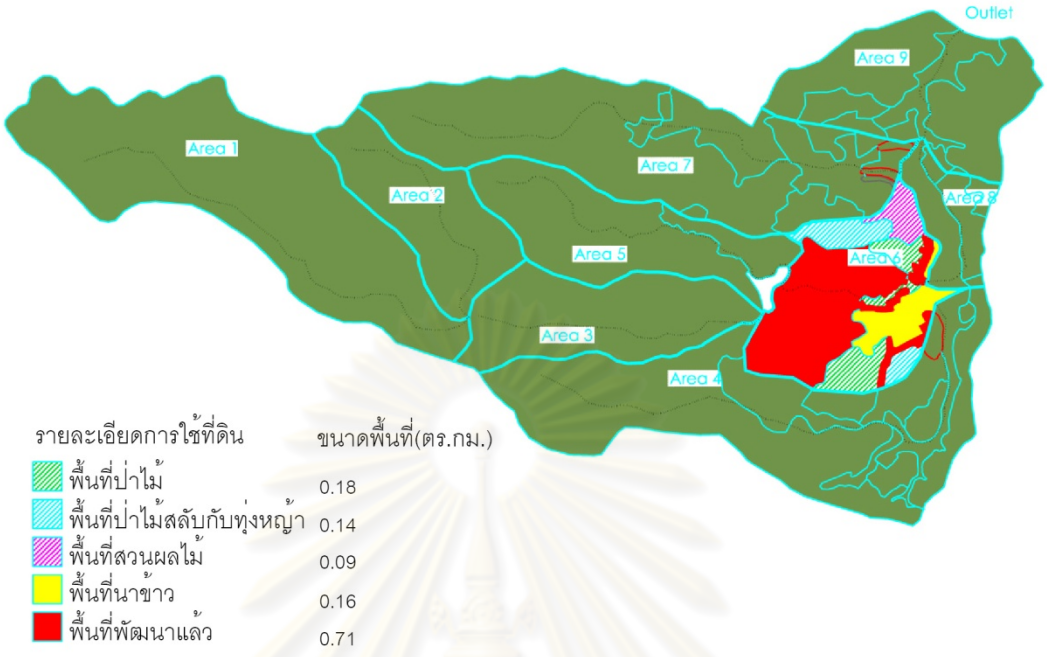
โดยในแบบจำลองที่ 2 และ 3 เป็นแบบจำลองที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของสิ่งปกคลุมผิวดินได้อย่างชัดเจน



แผนภูมิที่ 5- 1 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณพื้นที่ของการเปลี่ยนแปลงประเภทสิ่งปกคลุมผิวดินจากพื้นที่ปัจจุบันและแบบจำลองที่ 1-3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.1 การจำลองรูปแบบการใช้ที่ดิน บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 (แบบจำลองที่ 1)



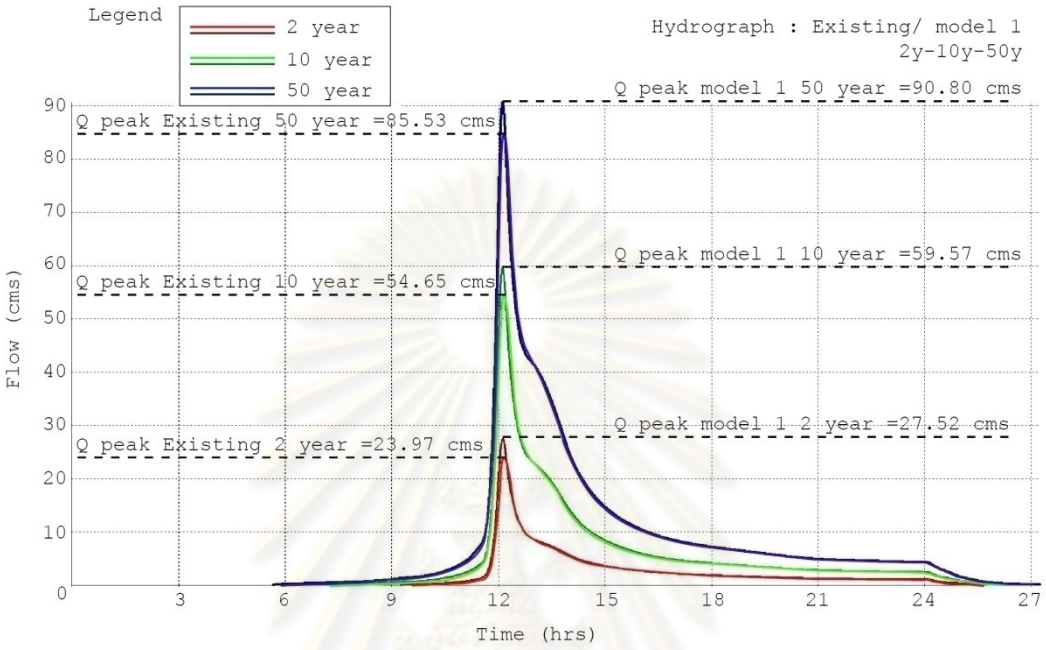
แผนที่ 5- 3 แสดงการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 (แบบจำลองที่ 1)

ในแบบจำลองส่วนที่ 1 การใช้ที่ดิน ประกอบด้วย พื้นที่ป่าไม้ขนาดพื้นที่ 0.18 ตร.กม.พื้นที่ป่าไม้สลับกับทุ่งหญ้าขนาดพื้นที่ 0.14 ตร.กม. พื้นที่สวนผลไม้ขนาดพื้นที่ 0.09 ตร.กม. พื้นที่นาข้าว 0.16 ตร.กม. พื้นที่พัฒนาแล้ว 0.71 ตร.กม.เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับรูปแบบการใช้ที่ดินเดิม ดังในตารางที่ 5-6

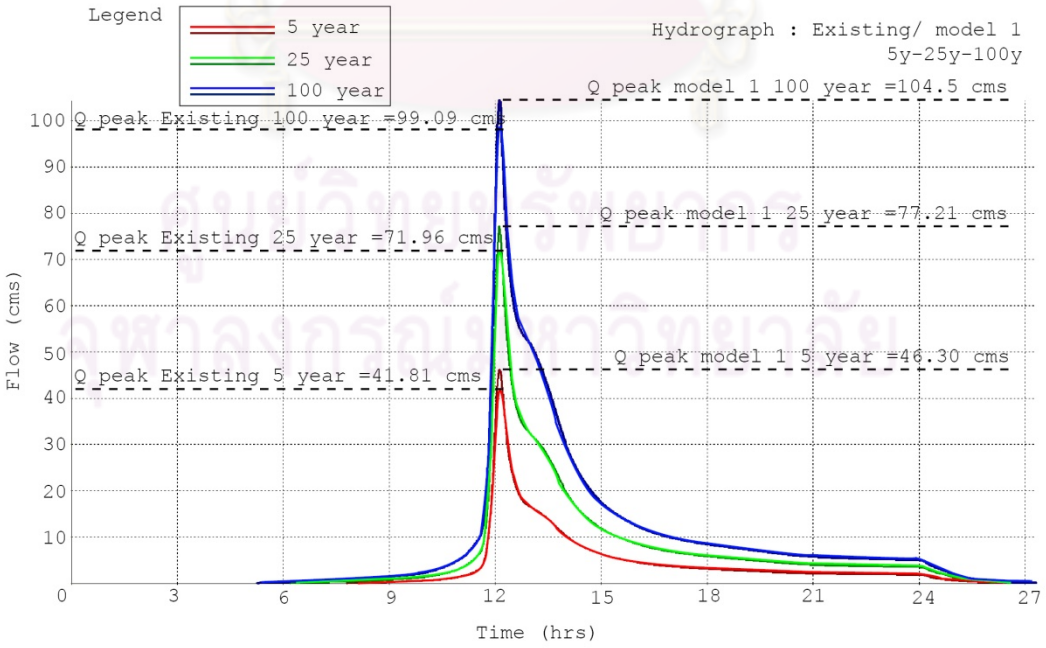
พื้นที่ลุ่มน้ำ	รูปแบบการใช้ที่ดิน	พื้นที่ตามกลุ่มชุดดินทางอุทกวิทยา (ตร.กม.)			
		กลุ่ม A	กลุ่ม B	กลุ่ม C	กลุ่ม D
ส่วนที่ 6	พื้นที่ป่าไม้			0.18	
	พื้นที่ป่าไม้สลับกับทุ่งหญ้า	0.03		0.11	
	พื้นที่สวนผลไม้	0.21		0.49	
	พื้นที่นาข้าว			0.16	
	พื้นที่พักอาศัย			0.09	
ส่วนที่ 6 **(แบบจำลองที่** 1**)**	พื้นที่ป่าไม้			0.18	
	พื้นที่ป่าไม้สลับกับทุ่งหญ้า	0.03		0.11	
	พื้นที่สวนผลไม้			0.09	
	พื้นที่นาข้าว			0.16	
	พื้นที่พักอาศัย	0.21		0.49	

ตารางที่ 5- 6 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 (แบบที่จำลองที่ 1)

การเปรียบเทียบค่าการเปลี่ยนแปลงจากตารางในแบบจำลองที่ 1 โดยประเมินให้บริเวณพื้นที่สวนผลไม้เปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน เป็นพื้นที่พัฒนาแล้ว ซึ่งส่งผลให้อัตราการไหลเปลี่ยนแปลงจากเดิม ดังแผนภูมิที่ 5-1 และแผนภูมิที่ 5-2



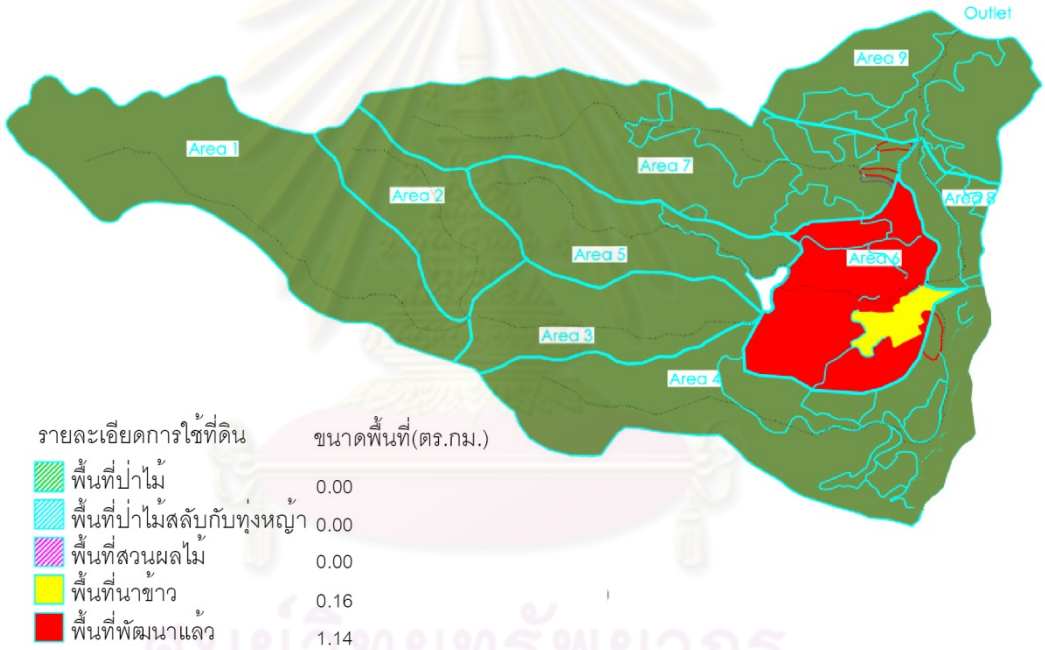
แผนภูมิที่ 5- 2 แสดงการเปรียบเทียบ อัตราการไหลสูงสุดของน้ำ ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 1 จากปริมาณฝนในรอบ 2 ปี 10 ปี และ 50 ปี



แผนภูมิที่ 5- 3 แสดงการเปรียบเทียบ อัตราการไหลสูงสุดของน้ำ ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 1 จากปริมาณฝนในรอบ 5 ปี 25 ปี และ 100 ปี

จากผลการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่า อัตราการไหลสูงสุดใน 2 ปี เปลี่ยนแปลงจาก 23.97 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เป็น 27.52 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที อัตราการไหลสูงสุดใน 5 ปี เปลี่ยนแปลงจาก 41.81 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เป็น 46.30 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที อัตราการไหลสูงสุดใน 10 ปี เปลี่ยนแปลงจาก 54.65 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เป็น 59.57 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที อัตราการไหลสูงสุดใน 25 ปี เปลี่ยนแปลงจาก 71.96 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เป็น 77.21 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที อัตราการไหลสูงสุดใน 50 ปี เปลี่ยนแปลงจาก 85.53 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เป็น 90.80 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และอัตราการไหลสูงสุดใน 100 ปี เปลี่ยนแปลงจาก 99.09 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เป็น 104.50 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

5.2.2 การจำลองรูปแบบการใช้ที่ดิน บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 (แบบจำลองที่ 2)



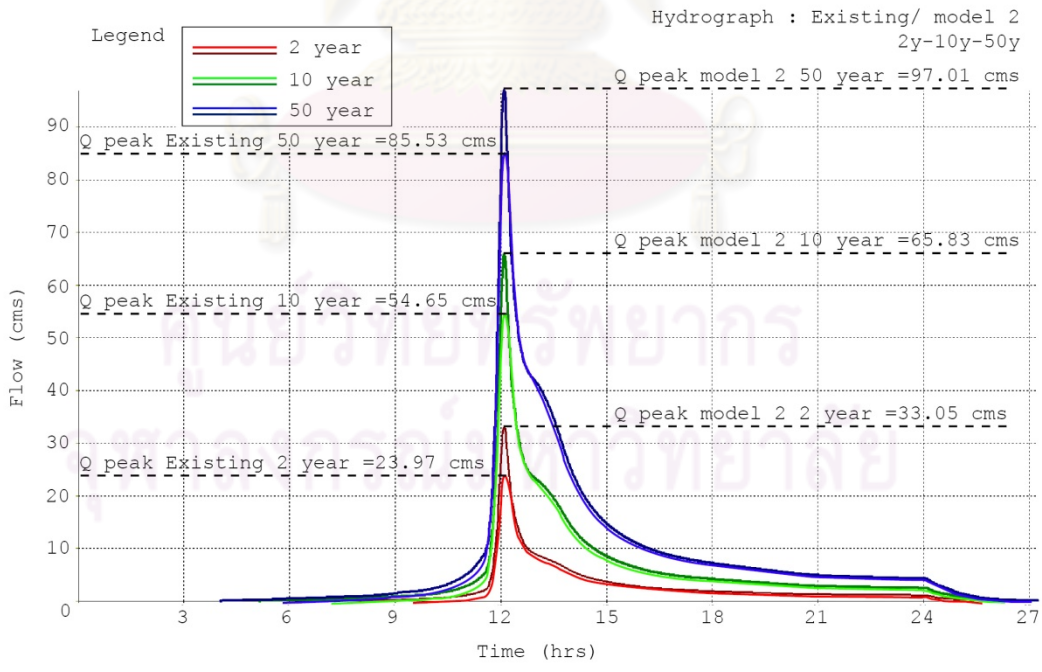
แผนที่ 5- 4 แสดงการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 (แบบจำลองที่ 2)

ในแบบจำลองส่วนที่ 2 การใช้ที่ดิน ประกอบด้วย พื้นที่นาข้าว 0.16 ตร.กม. พื้นที่พัฒนาแล้ว 1.14 ตร.กม.เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับรูปแบบการใช้ที่ดินเดิม ดังในตารางที่ 5-7

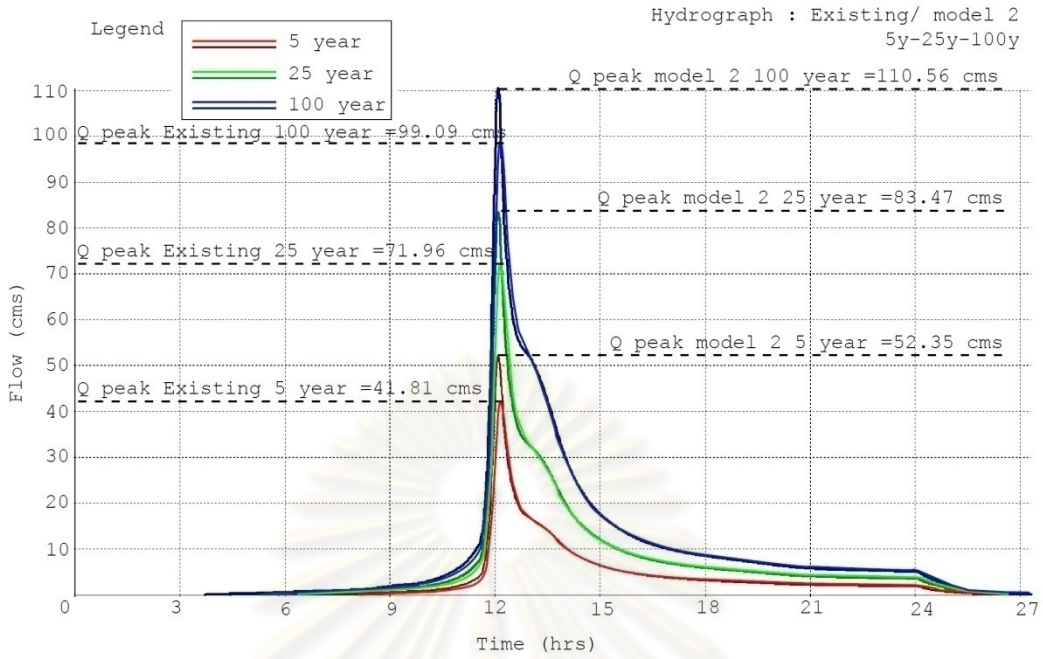
พื้นที่ลุ่มน้ำ	รูปแบบการใช้ที่ดิน	พื้นที่ตามกลุ่มชุดดินทางอุทกวิทยา (ตร.กม.)			
		กลุ่ม A	กลุ่ม B	กลุ่ม C	กลุ่ม D
ส่วนที่ 6	พื้นที่ป่าไม้			0.18	
	พื้นที่ป่าไม้สลับกับทุ่งหญ้า	0.03		0.11	
	พื้นที่สวนผลไม้	0.21		0.49	
	พื้นที่นาข้าว			0.16	
	พื้นที่พักอาศัย			0.09	
ส่วนที่ 6 **(แบบจำลองที่** 2**)**	พื้นที่ป่าไม้				
	พื้นที่ป่าไม้สลับกับทุ่งหญ้า				
	พื้นที่สวนผลไม้				
	พื้นที่นาข้าว			0.16	
	พื้นที่พักอาศัย	0.25		0.89	

ตารางที่ 5- 7 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 (แบบที่จำลองที่ 2)

การเปรียบเทียบค่าการเปลี่ยนแปลงจากตารางในแบบจำลองที่ 2 โดยประเมินให้บริเวณพื้นที่ป่าไม้ และป่าไม้สลับกับทุ่งหญ้า และสวนผลไม้ เปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน เป็นพื้นที่พัฒนาแล้ว ซึ่งส่งผลให้อัตราการไหลเปลี่ยนแปลงจากเดิม ดังแผนภูมิที่ 5-3 และแผนภูมิที่ 5-4



แผนภูมิที่ 5- 4 แสดงการเปรียบเทียบ อัตราการไหลสูงสุดของน้ำ ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 2 จากปริมาณฝนในรอบ 2 ปี 10 ปี และ 50 ปี

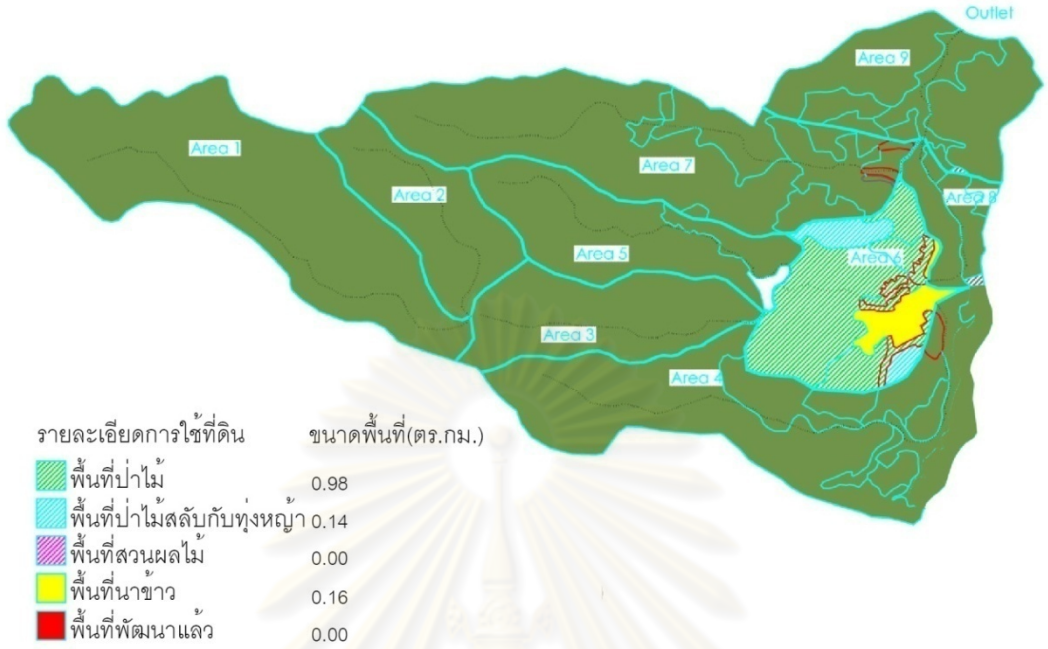


แผนภูมิที่ 5- 5 แสดงการเปรียบเทียบ อัตราการไหลสูงสุดของน้ำ ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 2 จากปริมาณฝนในรอบ 5 ปี 25 ปี และ 100 ปี

จากผลการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่า อัตราการไหลสูงสุดใน 2 ปี เปลี่ยนแปลงจาก 23.97 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เป็น 33.05 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที อัตราการไหลสูงสุดใน 5 ปี เปลี่ยนแปลงจาก 41.81 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เป็น 52.35 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที อัตราการไหลสูงสุดใน 10 ปี เปลี่ยนแปลงจาก 54.65 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เป็น 65.83 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที อัตราการไหลสูงสุดใน 25 ปี เปลี่ยนแปลงจาก 71.96 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เป็น 83.47 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที อัตราการไหลสูงสุดใน 50 ปี เปลี่ยนแปลงจาก 85.53 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เป็น 97.01 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และอัตราการไหลสูงสุดใน 100 ปี เปลี่ยนแปลงจาก 99.09 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เป็น 110.56 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.3 การจำลองรูปแบบการใช้ที่ดิน บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 (แบบจำลองที่ 3)



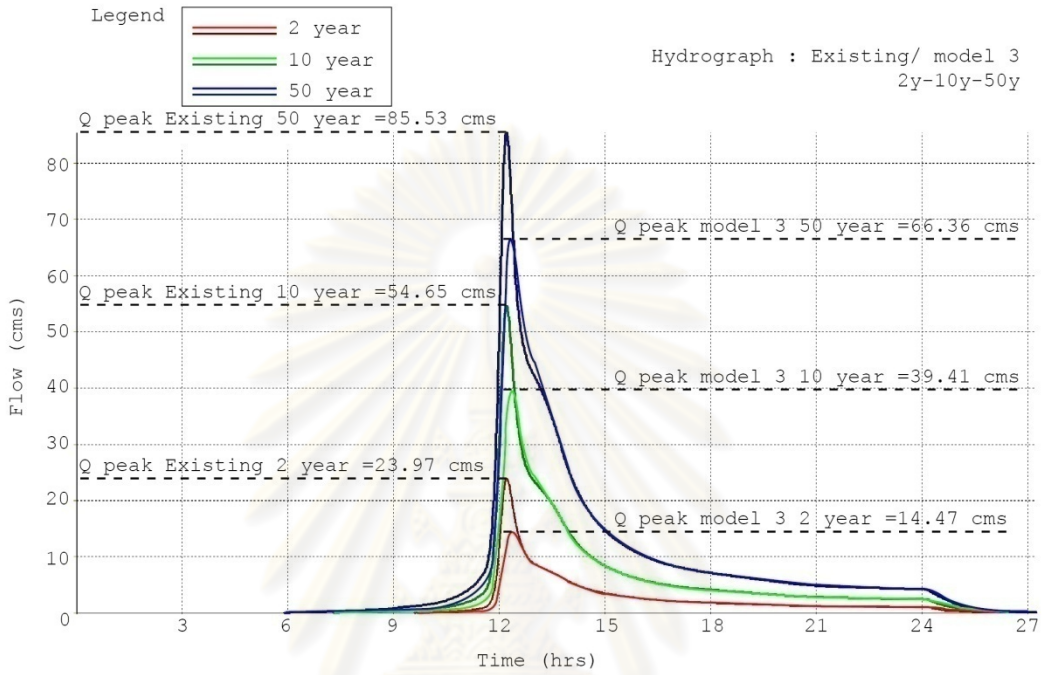
แผนที่ 5- 5 แสดงการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 (แบบจำลองที่ 3)

ในแบบจำลองส่วนที่ 3 การใช้ที่ดิน ประกอบด้วย พื้นที่ป่าไม้ขนาดพื้นที่ 0.98 ตร.กม.พื้นที่ป่าไม้สลับกับทุ่งหญ้าขนาดพื้นที่ 0.14 ตร.กม. พื้นที่นาข้าว 0.16 ตร.กม. เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับรูปแบบการใช้ที่ดินเดิม ดังในตารางที่ 5-6

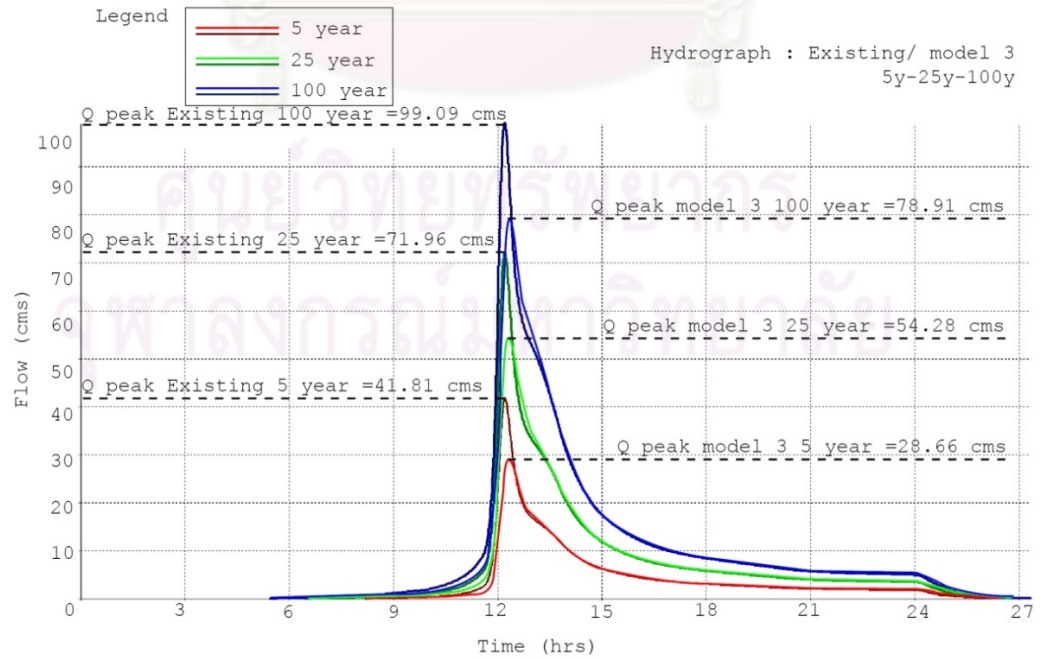
พื้นที่ลุ่มน้ำ	รูปแบบการใช้ที่ดิน	พื้นที่ตามกลุ่มชุดดินทางอุทกวิทยา (ตร.กม.)			
		กลุ่ม A	กลุ่ม B	กลุ่ม C	กลุ่ม D
ส่วนที่ 6	พื้นที่ป่าไม้			0.18	
	พื้นที่ป่าไม้สลับกับทุ่งหญ้า	0.03		0.11	
	พื้นที่สวนผลไม้	0.21		0.49	
	พื้นที่นาข้าว			0.16	
	พื้นที่พักอาศัย			0.09	
ส่วนที่ 6 **(แบบจำลองที่** 3**)**	พื้นที่ป่าไม้	0.21		0.77	
	พื้นที่ป่าไม้สลับกับทุ่งหญ้า	0.03		0.11	
	พื้นที่สวนผลไม้				
	พื้นที่นาข้าว			0.16	
	พื้นที่พักอาศัย				

ตารางที่ 5- 8 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 (แบบที่จำลองที่ 3)

การเปรียบเทียบค่าการเปลี่ยนแปลงจากตารางในแบบจำลองที่ 3 โดยประเมินให้บริเวณพื้นที่สวนผลไม้ และพื้นที่พัฒนาแล้ว เปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินเป็นพื้นที่ป่าไม้และป่าไม้สลับกับทุ่งหญ้า ซึ่งส่งผลให้อัตราการไหลเปลี่ยนแปลงจากเดิม ดังแผนภูมิที่ 5-5 และแผนภูมิที่ 5-6



แผนภูมิที่ 5- 6 แสดงการเปรียบเทียบ อัตราการไหลสูงสุดของน้ำ ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 3 จากปริมาณฝนในรอบ 2 ปี 10 ปี และ 50 ปี

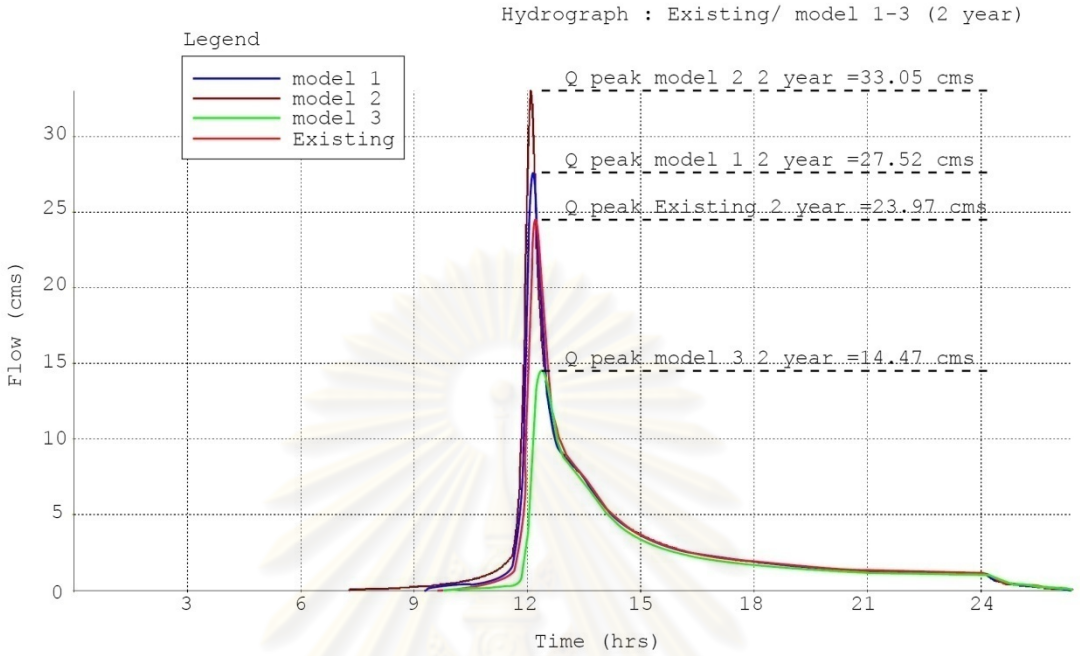


แผนภูมิที่ 5- 7 แสดงการเปรียบเทียบ อัตราการไหลสูงสุดของน้ำ ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 3 จากปริมาณฝนในรอบ 5 ปี 25 ปี และ 100 ปี

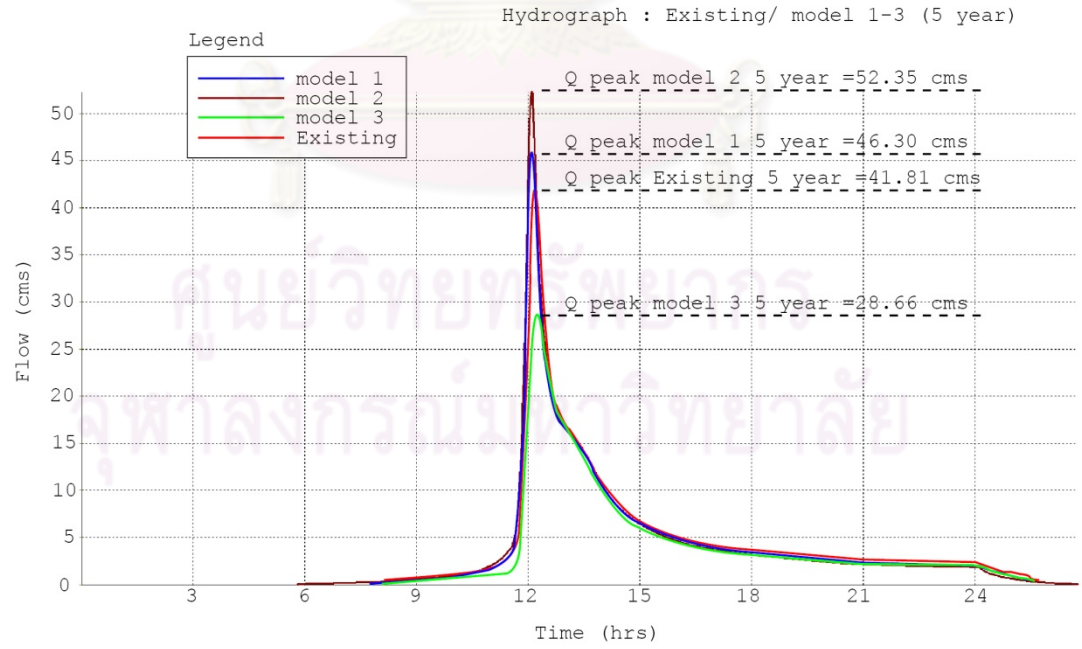
จากผลการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่า อัตราการไหลสูงสุดใน 2 ปี เปลี่ยนแปลงจาก 23.97 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เป็น 14.47 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที อัตราการไหลสูงสุดใน 5 ปี เปลี่ยนแปลงจาก 41.81 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เป็น 28.66 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที อัตราการไหลสูงสุดใน 10 ปี เปลี่ยนแปลงจาก 54.65 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เป็น 39.41 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที อัตราการไหลสูงสุดใน 25 ปี เปลี่ยนแปลงจาก 71.96 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เป็น 54.28 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที อัตราการไหลสูงสุดใน 50 ปี เปลี่ยนแปลงจาก 85.53 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เป็น 66.36 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และอัตราการไหลสูงสุดใน 100 ปี เปลี่ยนแปลงจาก 99.09 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เป็น 78.91 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

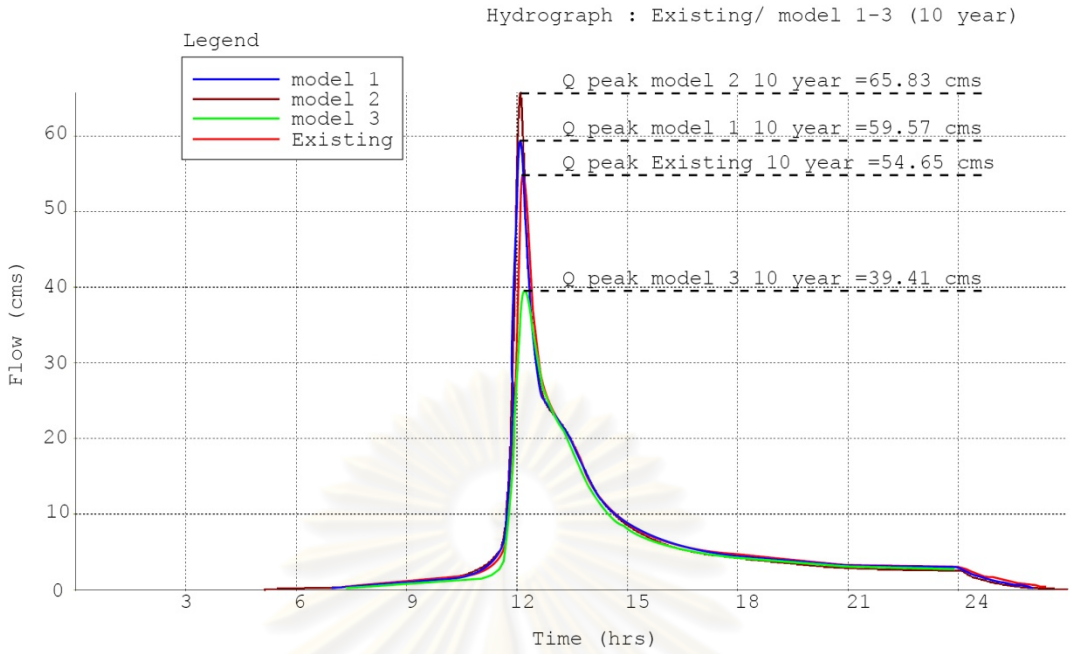
5.2.4 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด โดยการเปรียบเทียบ พื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองทั้ง 3 แบบ ในปริมาณรอบฝน 2-100 ปี มีรายละเอียดดังนี้



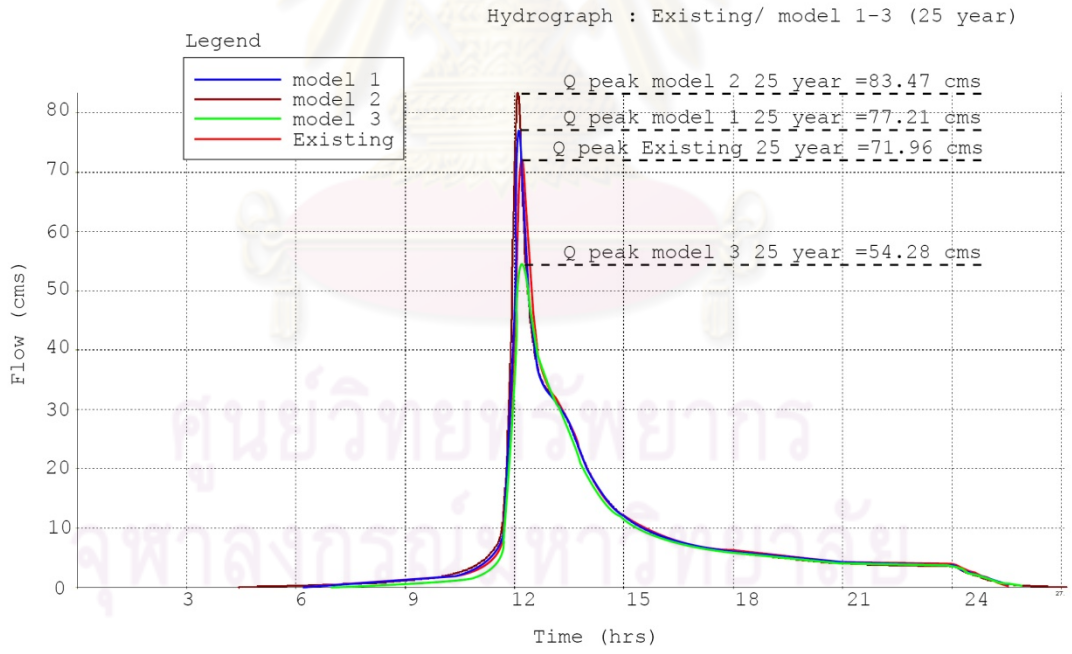
แผนภูมิที่ 5- 8 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด ในปริมาณฝนในรอบ 2 ปี ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 1-3



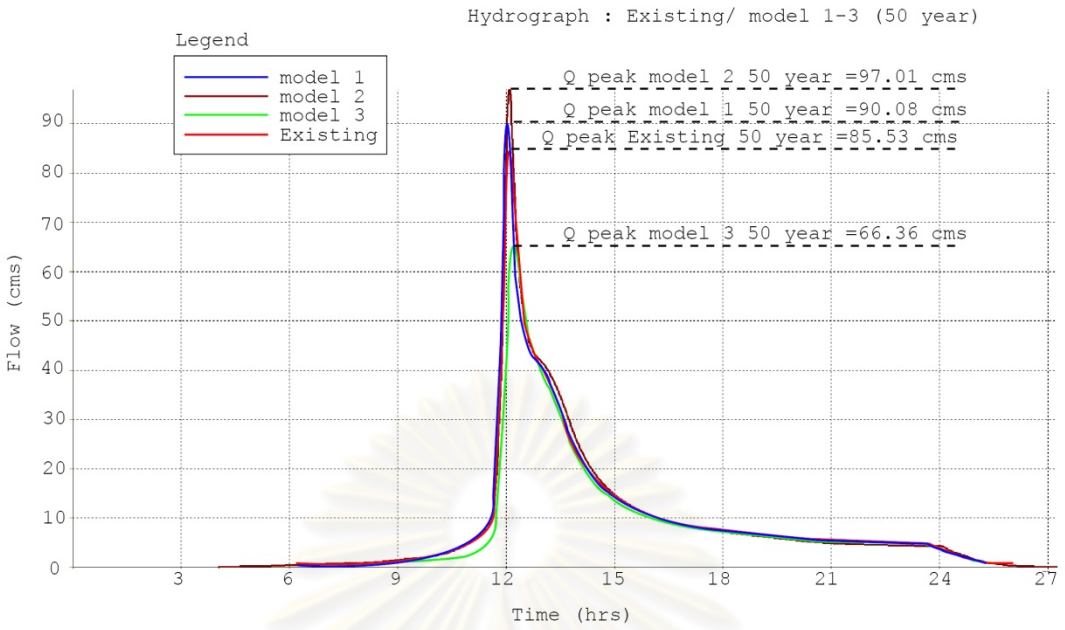
แผนภูมิที่ 5- 9 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด ในปริมาณฝนในรอบ 5 ปี ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 1-3



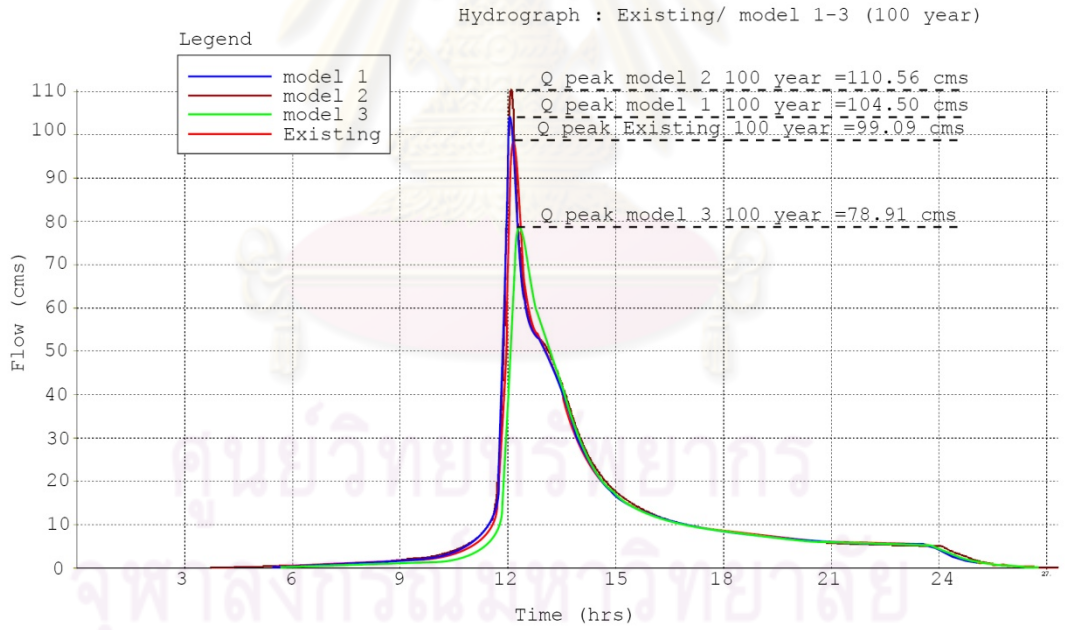
แผนภูมิที่ 5- 10 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด ในปริมาณฝนในรอบ 10 ปี ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 1-3



แผนภูมิที่ 5- 11 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด ในปริมาณฝนในรอบ 25 ปี ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 1-3



แผนภูมิที่ 5- 12 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด ในปริมาณฝนในรอบ 50 ปี ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 1-3



แผนภูมิที่ 5- 13 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด ในปริมาณฝนในรอบ 100 ปี ระหว่างพื้นที่ปัจจุบัน และแบบจำลองที่ 1-3

จากผลการเปรียบเทียบค่าอัตราการไหลสูงสุดของแบบจำลองทั้ง 3 แบบ พบว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวไม่ซึมซับน้ำมากขึ้น เช่น แบบจำลองที่ 1 และ 2 ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการไหลสูงสุด และการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวไม่ซึมซับน้ำลดลง เช่น แบบจำลองที่ 3 ส่งผลต่อการลดลงของอัตราการไหลสูงสุด

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาผลกระทบต่อระบบอุทกนิเวศที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน นอกจากจะมีความสอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้ทำการศึกษา ที่กล่าวไว้โดย Marsh (2005) ยังทำให้เห็นภาพของปรากฏการณ์ของการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจน คือการพัฒนาพื้นที่ด้วยการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินก่อให้เกิดปัญหาที่สำคัญต่อระบบอุทกนิเวศ ด้านการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำ และปริมาณน้ำท่า ซึ่งจากการจำลองการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมผิวดิน และวิเคราะห์ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทำให้สามารถ ประมาณผลกระทบ และประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาบริเวณบ้านแม่แอนได้

6.1 สรุปผลการศึกษา

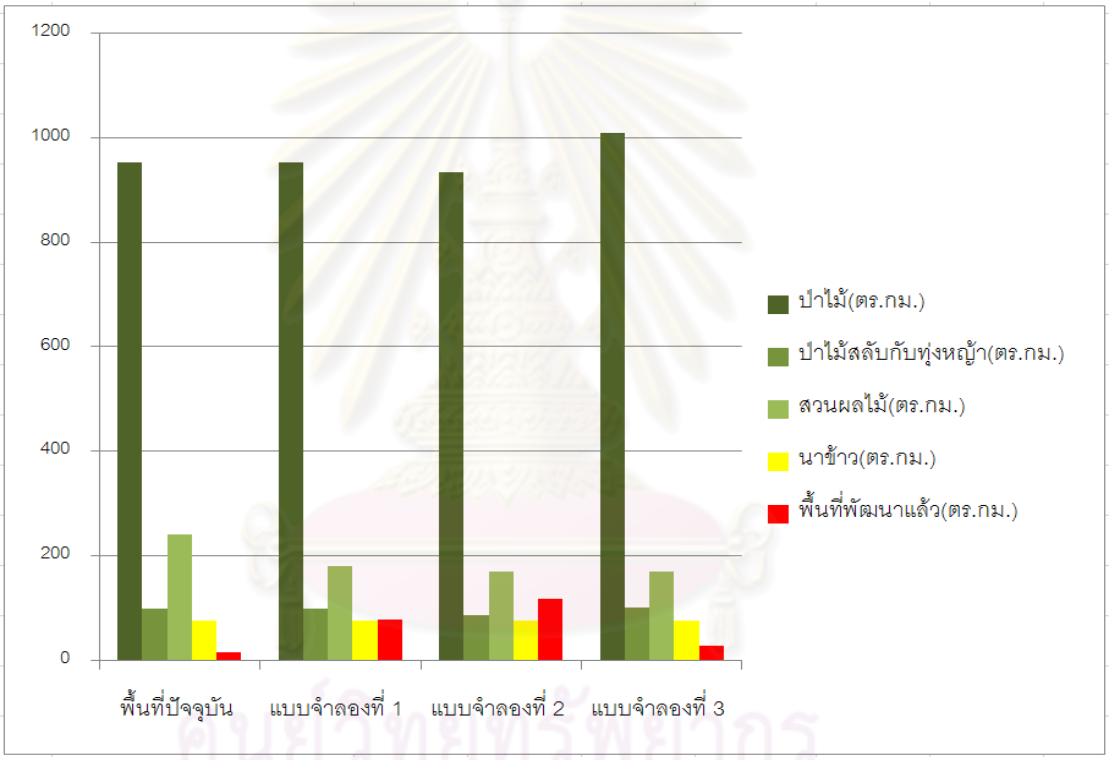
จากการศึกษาวิจัยทำให้ สามารถเข้าใจถึงหลักการเบื้องต้นในเรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ และผลกระทบทางอุทกนิเวศ โดยการศึกษาทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ และความรู้พื้นฐานทางด้านอุทกวิทยา ทำให้เห็นถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์ในกระบวนการศึกษาและการวิเคราะห์พื้นที่ โดยผู้วิจัยเริ่มต้น การศึกษาจากทฤษฎีที่ Marsh (2005) ได้กล่าวถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยาที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในภูมิทัศน์

การศึกษาวิจัยนี้ได้กล่าวถึงผลกระทบต่อระบบอุทกนิเวศ จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน โดยกรณีศึกษานั้นอยู่ในพื้นที่ต้นน้ำ ซึ่งมีรูปแบบการใช้ที่ดินหลายประเภท สามารถนำมาวิเคราะห์และใช้เป็นแบบจำลองเพื่อการศึกษา ซึ่งผลการศึกษาที่ได้แสดงให้เห็นถึงผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน คือ อัตราการไหลของน้ำในลำน้ำสูงขึ้นหรือลดลง เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน และการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำท่าผิวดิน จากผลกระทบดังกล่าวส่งผลให้พื้นที่โดยรอบซึ่งไม่ได้มีการวางแผนรองรับ ย่อมได้รับผลกระทบต่างๆเช่น น้ำท่วมพื้นที่ และการเพิ่มสูงขึ้นของระดับน้ำในลำน้ำ ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อพื้นที่พักอาศัย พื้นที่การเกษตร พื้นที่สวนผลไม้ ตลอดจน ระบบลำน้ำสายหลักซึ่งได้แก่ ลำน้ำแม่ริม และแม่น้ำปิง

ผลกระทบที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาเป็นเพียงส่วนหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบอุทกนิเวศ ภาพรวมของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นต่อพื้นที่ลุ่มน้ำอื่นๆ ทั้งในส่วนของการเพิ่มขึ้นของพื้นผิวไม่ซึมซับน้ำ ย่อมส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำท่าผิวดิน หรือการเกิดอุทกภัยในที่สุด

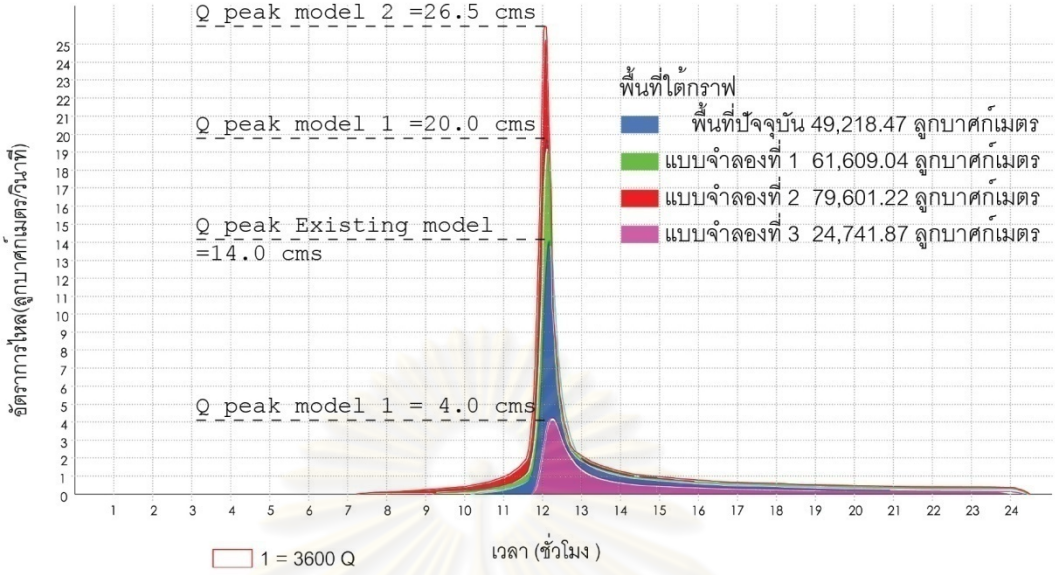
ในด้านการวางแผนทางด้านภูมิสถาปัตกรรม ภูมิสถาปนิกย่อมมีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินโดยนักวางผัง ยังขาดความเข้าใจในพื้นฐานตรงส่วนนี้ การพัฒนาโดยไม่คำถึงสภาพการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบที่ตามมาในอนาคต ย่อมสร้างความเสียหายให้กับพื้นที่ การค้นหาหนทางเพื่อในการวางแผนป้องกัน หรือบรรเทาปัญหาทางด้านอุทกนิเวศ จึงมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาภูมิทัศน์

6.2 แผนภูมิชลภาพกับการประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน



แผนภูมิที่ 6- 1 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณพื้นที่ของการเปลี่ยนแปลงประเภทสิ่งปกคลุมผิวดินจากพื้นที่ปัจจุบันและแบบจำลองที่ 1-3

การเปรียบเทียบปริมาณการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของพื้นที่ปัจจุบันและแบบจำลองที่ 1-3 แสดงให้เห็นถึงผลกระทบทางอุทกนิเวศที่เกิดขึ้นในพื้นที่บ้านแม่แอน โดยแสดงได้จากผลการเปรียบเทียบแผนภูมิชลภาพ(ดูรายละเอียด 5.2) และเมื่อนำผลที่ได้ มาทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงได้ดังนี้



แผนภูมิที่ 6- 2 ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการเพิ่มสูงขึ้นของปริมาณน้ำท่าผิวดิน และการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด ในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยส่วนที่ 6 ปริมาณฝนในรอบ 2 ปี

6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ

จากผลการศึกษาวิจัย การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศพบว่า มีปัจจัยที่เกียวข้องและเกิดความสัมพันธ์ในเรื่องต่างๆ ดังต่อไปนี้

6.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน กับอัตราการไหลสูงสุดของน้ำ พบว่าในการเปลี่ยนแปลงวัสดุปกคลุมผิวดินที่มีความสามารถในการซึมซับน้ำได้น้อยจะมีผลทำให้อัตราการไหลสูงสุดของน้ำในลำน้ำสูงขึ้น และการเปลี่ยนแปลงวัสดุปกคลุมผิวดินที่มีความสามารถในการซึมซับน้ำได้มากจะมีผลทำให้อัตราการไหลสูงสุดของน้ำในลำน้ำลดลง

6.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน กับเวลาการไหลรวมตัว พบว่าในการเปลี่ยนแปลงวัสดุปกคลุมผิวดินที่มีความสามารถในการซึมซับน้ำได้น้อยจะมีผลทำให้เวลาการไหลรวมตัวของน้ำมีเวลาเร็วขึ้น และการเปลี่ยนแปลงวัสดุปกคลุมผิวดินที่มีความสามารถในการซึมซับน้ำได้มากจะมีผลทำให้เวลาการไหลรวมตัวของน้ำมีเวลาช้าลง ซึ่งหมายถึง เวลาที่น้ำเดินทางจากต้นน้ำไปยังปลายทางออกของน้ำจะเปลี่ยนแปลงเมื่อ เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน

6.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน กับปริมาณน้ำหลากบนผิวดิน พบว่าการเปลี่ยนแปลงวัสดุปกคลุมผิวดินที่มีความสามารถในการซึมซับน้ำได้

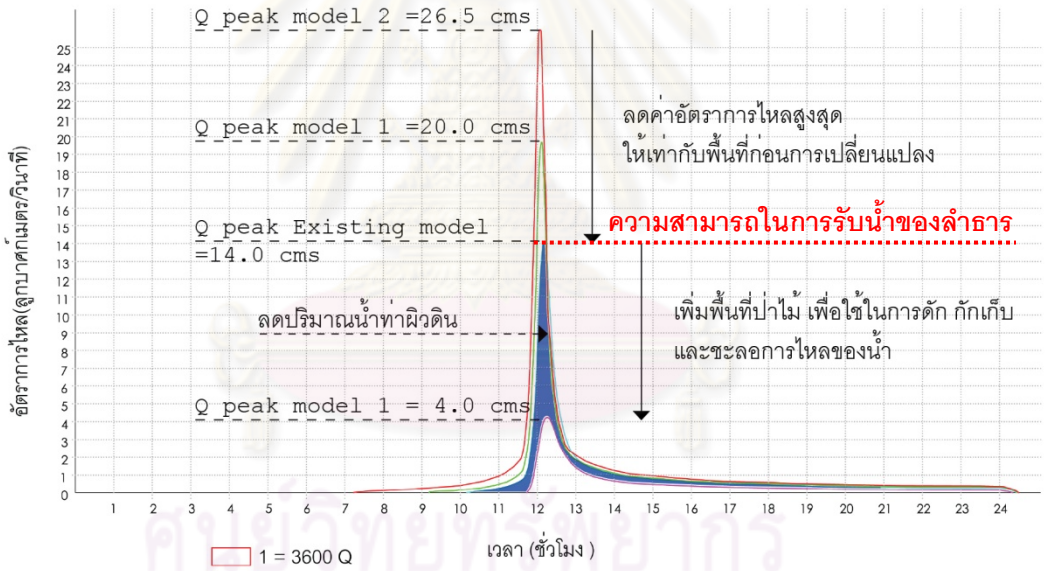
น้อย ทำให้ปริมาณน้ำหลากบนผิวดินมีสูงขึ้น และการเปลี่ยนแปลงวัสดุปกคลุมผิวดินที่มีความสามารถในการซึมซับน้ำได้มากทำให้ปริมาณน้ำหลากบนผิวดินมีลดน้อยลง

จากผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด เมื่อการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม การนำผลที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลง และสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งมีประโยชน์ดังต่อไปนี้

6.3.1 การนำผลจากแผนภูมิชลภาพ ใช้เพื่อการวิเคราะห์อัตราการไหลสูงสุดในลำน้ำ เพื่อสามารถคำนวณปริมาณน้ำที่เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน

6.3.2 การนำแผนภูมิชลภาพ ใช้เพื่อการวางแผน และควบคุมอัตราการไหลสูงสุดของน้ำในลำน้ำ โดยกำหนดให้พื้นที่ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินหลังการพัฒนามีค่าอัตราการไหลสูงสุดของน้ำในลำน้ำ เท่ากับพื้นที่ก่อนการพัฒนา

6.3.3 การนำแผนภูมิชลภาพ ใช้เพื่อการแผนทางด้านอุทกวิทยา ประมาณการเปลี่ยนแปลง และประเมินผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม



แผนภูมิที่ 6- 3 แสดงแผนภูมิชลภาพ ในการลดผลกระทบจากการพัฒนาด้วยการลดอัตราการไหลสูงสุดให้พื้นที่ก่อนการพัฒนามีค่าเท่ากับหลังพัฒนา และเพิ่มพื้นที่ป่าไม้สำหรับในการกักเก็บน้ำเพื่อเป็นการช่วยลดปริมาณน้ำท่าผิวดินให้มีปริมาณน้อยลง

จากแผนภูมิที่ 6-3 แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มสูงขึ้นของอัตราการไหลสูงสุดและปริมาณน้ำท่าผิวดิน การวางแผนทางด้านภูมิสถาปัตยกรรมควรคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น และประมาณการเปลี่ยนแปลง โดยการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าผิวดิน และการคำนึงถึงขีดความสามารถในการรองรับน้ำของลำธาร จากปริมาตรการกักเก็บของลำน้ำ ด้วยการคำนวณจากพื้นที่หน้าตัดของการ

ไหลในช่วงที่พิจารณา กับความเร็วในการไหลของน้ำ เพื่อให้สามารถประมาณการเปลี่ยนแปลงและประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นได้

6.4 ข้อเสนอแนะแนวทางในกระบวนการศึกษา และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระบบอุทกนิเวศในงานภูมิสถาปัตยกรรม

จากผลของการศึกษาดังกล่าวข้างต้น จะพบได้ว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ซึ่งส่วนหนึ่งอาจเป็นผลมาจากการพัฒนาและการออกแบบภูมิทัศน์ในพื้นที่ต้นน้ำ ได้ส่งผลกระทบต่อระบบอุทกวิทยาในเรื่อง การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำ ปริมาณน้ำท่าผิวดิน และเวลาการไหลรวมตัวของน้ำในลำน้ำ อย่างชัดเจน ดังนั้นการมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้ขององค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและความเข้าใจพื้นฐานของแบบจำลองในเรื่องของตัวแปรต่างๆ จะทำให้สามารถพิจารณาการกำหนดตัวแปรทั้งหลายได้อย่างเหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของเงื่อนไขของพื้นที่ต้นน้ำ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางภูมิทัศน์ โดยมีองค์ประกอบต่างๆดังต่อไปนี้

6.4.1 การใช้ที่ดิน คือ การเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ป่าไม้ เป็นพื้นที่เกษตรกรรมหรือสวนผลไม้ ส่งผลต่อความสามารถในการกักเก็บน้ำไว้ตามใบและลำต้น จากพื้นที่ป่าไม้ซึ่งมีความสามารถกักเก็บน้ำได้มาก หลังจากมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเป็นพื้นที่เกษตรกรรมหรือสวนผลไม้ ความสามารถในการกักเก็บน้ำจะลดลง

6.4.2 สิ่งปกคลุมผิวดิน คือ การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมผิวดินจากพื้นที่สามารถซึมซับน้ำได้ เป็นพื้นที่ผิวดาดแข็งซึ่งไม่สามารถซึมซับน้ำได้ ทำให้ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่ ไม่สามารถซึมลงไปในชั้นดิน ส่งผลกระทบต่อการเพิ่มสูงขึ้นของปริมาณน้ำท่าผิวดิน

6.4.3 ปริมาณน้ำฝน คือ ปริมาณฝนที่ตกสู่พื้นที่ต้นน้ำ ซึ่งการนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ ต้องมีความเข้าใจในข้อมูลสถิติน้ำฝน สำหรับการจำลองสถานการณ์ที่หลากลาย และมีการกำหนดปริมาณน้ำฝนในสถานการณ์ต่างๆ ที่มีโอกาสเกิดขึ้นและมีเงื่อนไขที่จะก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นได้

6.4.4 อัตราการไหลในลำน้ำ คือ ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่หน้าตัดลำน้ำและความเร็วในการไหลของน้ำในลำน้ำ โดยอัตราการไหลนั้นจะเพิ่มสูงขึ้น เมื่อมีการลดลงของสิ่งปกคลุมผิวดินที่ซึมซับน้ำได้ และอัตราการไหลจะลดลง เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของสิ่งปกคลุมผิวดินที่ไม่ซึมซับน้ำ ในองค์ประกอบนี้ควรมีการเก็บข้อมูลอย่างละเอียด โดยใช้เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องและสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

6.4.5 ขนาดและรูปร่างของลำน้ำ คือ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำมีผลต่ออัตราการไหลของน้ำในลำน้ำ

6.4.6 ความลาดเอียงของพื้นที่ คือ สภาพภูมิลักษณ์ของพื้นที่ย่อมส่งผลต่อความเร็วในการไหลของน้ำ โดยขึ้นอยู่กับความลาดเอียงของพื้นที่

6.4.7 ชนิดกลุ่มดินทางอุทกวิทยา คือ การซึมซับน้ำผ่านผิวดินนั้นขึ้นอยู่กับชนิดกลุ่มดินแต่ละประเภท

6.4.8 สัมประสิทธิ์ความขรุขระของพื้นผิว คือ พื้นผิวที่มีความขรุขระกว่าจะมีความสามารถในการชะลอน้ำให้มีการไหลได้ช้ากว่าพื้นผิวที่มีความเรียบ เช่น ลำธารธรรมชาติที่มีพื้นผิวเป็นหินขนาดใหญ่ จะมีความเร็วในการไหลที่ช้ากว่ารางคอนกรีตในซึ่งมีผิวเรียบกว่า

จากองค์ประกอบทั้งหลาย ดังกล่าวข้างต้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ดังนั้นการวางแผนทางด้านภูมิสถาปัตยกรรม ควรให้ความสำคัญในระดับต่างๆของกระบวนการวิเคราะห์พื้นที่ และองค์ประกอบของพื้นที่ เพื่อพิจารณา ประมาณการเปลี่ยนแปลงและประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปประกอบเป็นส่วนหนึ่งของเกณฑ์ในการวางผังต่อไป

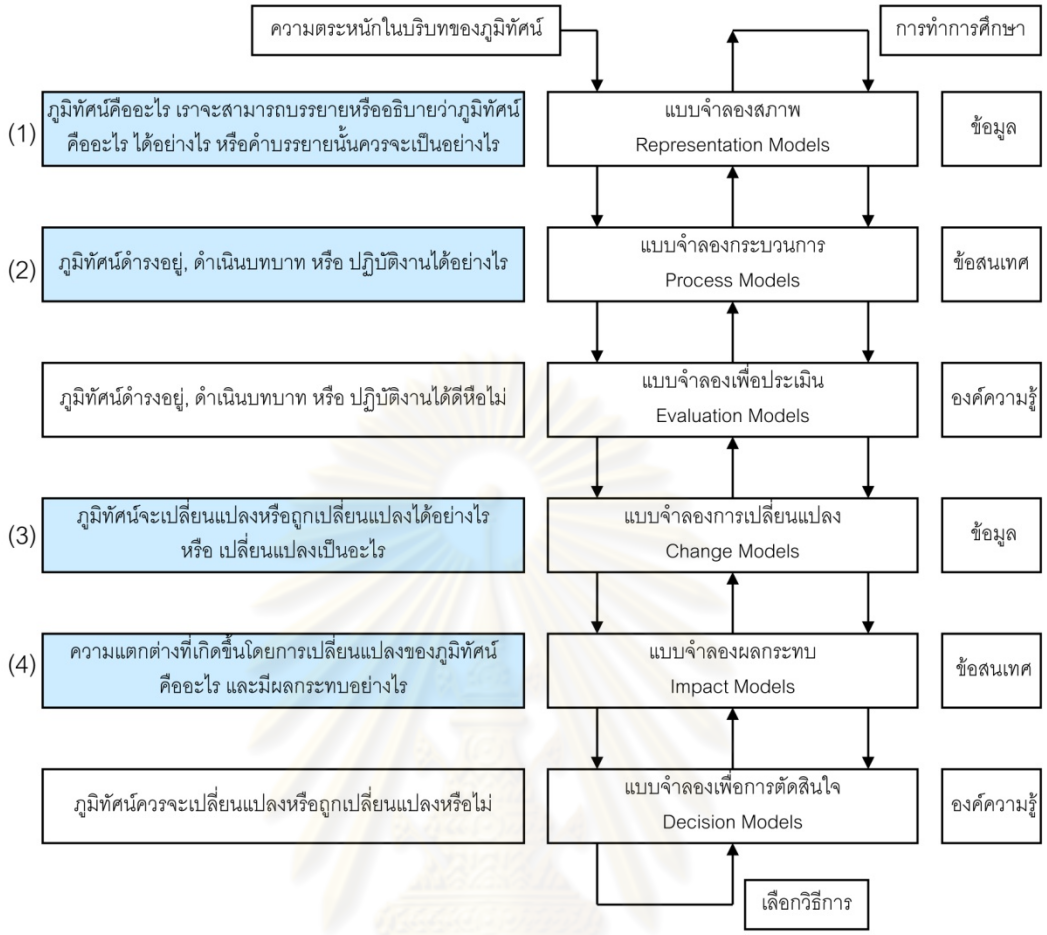
การนำไปใช้ในกระบวนการการวางแผนภูมิทัศน์ ตามกรอบแนวคิดในการวางแผนภูมิทัศน์ของ Carl Steinitz Model สามารถเชื่อมโยงระหว่างการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินต่อระบบอุทกนิเวศ กับกระบวนการวางแผนภูมิทัศน์ โดยสามารถจำแนกและบ่งชี้ได้ว่ากระบวนการทางอุทกนิเวศ เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการวางแผนภูมิทัศน์ดังต่อไปนี้

1.เราสามารถบรรยายหรืออธิบายได้ว่า คุณลักษณะทางอุทกนิเวศของพื้นที่เป็นอย่างไร จากการศึกษากรอบแนวคิดทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ และความรู้พื้นฐานทางด้านอุทกวิทยา

2.เราสามารถบรรยายหรืออธิบายได้ว่ากระบวนการทางอุทกนิเวศในพื้นที่ทำงานได้อย่างไร หรือมีพลวัตรอย่างไร จากการศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบอุทกนิเวศ จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน

3.เราสามารถจำลองการเปลี่ยนแปลงทางอุทกนิเวศ จากพื้นฐานทางทฤษฎีและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อประมาณการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้

4.เราสามารถจำลองผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบอุทกนิเวศ จากการจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน และสามารถประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาได้



แผนภูมิที่ 6- 4 แสดงกรอบแนวความคิดในการวางแผนภูมิทัศน์ของ Carl Steinitz Model (แปลและดัดแปลงโดย ดนัย ทายตะคุ, การสื่อสารระหว่างบุคคล, 10 มกราคม 2554)

6.5 ข้อเสนอแนะในงานวิจัย

การวิเคราะห์ปัจจัยทางด้านอุทกวิทยานั้นมีความซับซ้อน ประกอบด้วยเงื่อนไขที่ต้องพิจารณาในหลายด้าน การศึกษาและนำผลที่ได้มาประยุกต์ใช้เพื่อให้ได้ผลที่มีความถูกต้องมากที่สุด โดยผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

6.5.1 การวิเคราะห์ในเรื่องผลกระทบทางอุทกวิทยาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินนั้นมีหลายวิธีทาง การเลือกพิจารณาขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการเลือกใช้ทฤษฎี และแบบจำลองการศึกษา รวมถึงปัจจัยที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลออกมาและสามารถตอบคำถามในการวิจัยได้

6.5.2 ผลที่ได้จากการวิจัยนั้น เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงสภาพการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา แต่ในการพิจารณาปัจจัยต่างๆเช่น ค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ ที่นำข้อมูลอ้างอิงจากพื้นที่ในต่างประเทศซึ่งบางครั้งอาจไม่เหมาะสมกับการนำมาใช้กับพื้นที่ในประเทศไทย คุณสมบัติดินที่

ไม่ได้มีการสำรวจ เป็นเพียงการเปรียบเทียบคุณสมบัติให้ตรงกับสภาพพื้นที่จริง ซึ่งในอนาคตการพัฒนาฐานข้อมูลเหล่านี้จึงมีความจำเป็นสำหรับการศึกษาในระดับต่อไป

6.5.3 ปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ มีประเด็นสำคัญคือ อัตราการซึมลงสู่ผิวดินของน้ำ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำท่า ในงานวิจัยนี้ยังไม่ได้กล่าวถึงรายละเอียดส่วนนี้ การศึกษาเพิ่มเติมต้องนำมาพิจารณาต่อไป

6.5.4 การตรวจสอบ เครื่องมือ ข้อมูล และแบบจำลองเพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่มีความถูกต้อง เช่น การสำรวจเก็บข้อมูลของลำน้ำ และปริมาณน้ำฝน ควรมีเครื่องมือที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ รวมทั้งเสนอแนะให้แต่ละหน่วยงานราชการ เช่น อบต.มีการเก็บข้อมูลแต่ละพื้นที่ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผน ประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อสามารถนำข้อมูลนั้นมาใช้สร้างแบบจำลองผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง ให้มีความถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น

6.5.5 การนำแนวคิดในเรื่องการอนุรักษ์พื้นที่เกษตรกรรมและป่าไม้ในพื้นที่ต้นน้ำ มีความสำคัญในกระบวนการทางอุทกวิทยาคือ การทำหน้าที่เป็นบ่อหน่วงน้ำ สามารถชะลอการไหลของน้ำก่อนการไหลออกสู่ลำน้ำ รวมถึงการเพิ่มพื้นที่ผิวของการซึมน้ำลงสู่ผิวดิน ที่มีส่วนช่วยในการลดอัตราไหลสูงสุดที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินในพื้นที่ต้นน้ำ

6.5.6 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ WIN TR-55 มีข้อจำกัดที่สำคัญ คือ แบบจำลองที่สร้างขึ้นและออกแบบ เพื่อการใช้งานในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยพื้นฐานข้อมูลที่ใช้สร้างแบบจำลองนี้เป็นข้อมูลของประเทศสหรัฐอเมริกา ดังนั้นการนำแบบจำลองมาใช้ควรมีการปรับแก้ให้เข้ากับเงื่อนไขของประเทศไทย

6.6 การศึกษาในระดับต่อไป

สำหรับการศึกษาและวิจัยในอนาคตที่มีความต่อเนื่องจากจุดเริ่มต้นนี้ ควรเป็นการต่อยอดหรือการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากคำถามที่ได้จากงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ โดยการลงรายละเอียดทั้งในส่วนของการเตรียมข้อมูล การสำรวจพื้นที่จริง จนถึงการใช้แบบจำลองที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและสามารถนำไปใช้พัฒนาต่อในเรื่องของการออกแบบวางแผนทางด้านภูมิสถาปัตยกรรมต่อไป โดยมีประเด็นความสนใจดังต่อไปนี้

6.6.1 การค้นคว้าข้อมูลที่มีความถูกต้องและมีความละเอียดสูงขึ้นจากกรณีศึกษาที่ต้องการศึกษาต่อไปในอนาคต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ความถูกต้องแม่นยำในการสร้างแบบจำลองสำหรับการวิเคราะห์และเปรียบเทียบ จนสามารถนำสมมติฐานดังกล่าวมาสรุปเป็นกรอบทฤษฎีที่ใช้สำหรับการออกแบบวางแผนทางด้านภูมิสถาปัตยกรรมต่อไป

6.6.2 การมุ่งเน้นศึกษาทางด้านการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบจำลองเชิงปริภูมิที่มีการบูรณาการ องค์ประกอบและเงื่อนไขเชิงปริภูมิของพื้นที่ลุ่มน้ำมาประกอบกับการคำนวณที่สามารถคาดการณ์ผลกระทบทางด้านอุทกนิเวศที่เกิดขึ้นต่อพื้นที่ เพื่อสามารถนำผลดังกล่าวมาประเมินก่อนการวางผัง และการออกแบบวางแผนทางด้านภูมิสถาปัตยกรรม

6.6.3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภูมิทัศน์ ที่นอกเหนือจากการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน อาจมีปัจจัยอื่นที่มีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศของพื้นที่ต้นน้ำ การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความซับซ้อนมากขึ้น สามารถมองเห็นภาพรวมของการเปลี่ยนแปลงและอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างครอบคลุมมากขึ้น

6.6.4 การประยุกต์ผลการวิจัย ใช้กับการออกแบบวางแผนทางด้านภูมิสถาปัตกรรมและการประเมินค่าผลกระทบสิ่งแวดล้อม โดยการกำหนดขอบเขตงานวิจัยให้สอดคล้องกับพื้นที่ศึกษาและความเป็นไปได้ของโครงการ เพื่อให้การวิเคราะห์พื้นที่ก่อนการพัฒนา และพื้นที่กำลังพัฒนามีแนวทางอย่างเหมาะสม ในการลดผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อพื้นที่นั้น

6.7 ข้อจำกัดและอุปสรรคในการศึกษา

ข้อจำกัดและอุปสรรคในงานวิจัยนี้มีประเด็นปัญหาหลัก ดังต่อไปนี้

6.7.1 ข้อจำกัดทางด้านกระบวนการศึกษา

6.7.1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งในการคำนวณโดยใช้แบบจำลองทางด้านอุทกวิทยา จากที่ได้กล่าวมาประกอบด้วยปัจจัยที่ต้องทำการวิเคราะห์ ซึ่งต้องใช้ข้อมูลหลายด้าน แต่ข้อจำกัดของการค้นคว้าข้อมูลบางส่วนเช่น ปริมาณน้ำฝนสะสมที่ไม่ตรงกับพื้นที่ศึกษา ภาพถ่ายทางอากาศซึ่งเป็นข้อมูลที่ล่าช้ากว่าปีปัจจุบัน ส่งผลต่อการวิเคราะห์สภาพพื้นที่อาจคลาดเคลื่อนไปจากสภาพปัจจุบัน

6.7.1.2 ข้อจำกัดเรื่องเวลาการทำวิจัย คือ การเก็บข้อมูลสภาพภูมิประเทศ และข้อมูลทางอุทกวิทยาของพื้นที่ศึกษา ซึ่งต้องมีการเก็บข้อมูลอย่างละเอียดเพื่อใช้ในการคำนวณการไหลของน้ำในพื้นที่ โดยการวิจัยซึ่งมีเวลาจำกัดทำให้ไม่สามาถสำรวจข้อมูลได้อย่างละเอียด ในการใช้แบบจำลองจึงต้องใช้การประมาณการจากภาพถ่าย และทฤษฎีที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเพื่อใช้ข้อมูลส่วนนี้ในการคำนวณ

6.7.1.3 ความรู้พื้นฐานทางด้านอุทกวิทยา ซึ่งทางผู้วิจัยซึ่งมีพื้นฐานทางด้านภูมิสถาปัตยกรรมในระดับปริญญาบัณฑิต ในการศึกษาค้นคว้าและทำความเข้าใจในศาสตร์ทางด้านอุทกวิทยาอาจมีความล่าช้า และไม่ละเอียดเท่ากับผู้ที่ศึกษาด้านนี้โดยตรง ทำให้งานวิจัยบางส่วน

ต้องมีการอ้างอิงจากผู้เชี่ยวชาญที่ได้ศึกษาไว้ มาเป็นกรอบทางความคิดเพื่อใช้ในกระบวนการศึกษาวิจัยของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

6.7.1.4 ข้อจำกัดของ WIN TR-55 ที่ได้กล่าวไว้ใน ข้อเสนอแนะที่ 6.5.6

6.7.2 ข้อจำกัดทางด้านการนำผลการศึกษาวิจัยไปใช้

6.7.2.1 การนำแผนภูมิชลภาพไปใช้ในการสรุปและแปลความหมาย เพื่ออธิบายปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลง ซึ่งสามารถอธิบายได้ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลสูงสุด และปริมาณน้ำท่าที่เพิ่มสูงขึ้นหรือลดลง

6.7.2.2 ผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณของพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษา เป็นเพียงการตอบคำถามในงานวิจัย โดยค่าที่ได้ใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อแสดงความแตกต่าง แต่ไม่สามารถนำมาอ้างอิงหรือใช้ในการคำนวณต่อได้

6.7.2.3 กระบวนการศึกษาวิจัยนี้ เป็นเพียงส่วนหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยในเรื่องการเปลี่ยนแปลงประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน ที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ ในกระบวนการความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสภาพพื้นที่จริง ยังคงมีปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและต้องใช้เวลาในการศึกษาและทำความเข้าใจต่อไปในอนาคต

6.8 บทส่งท้าย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นจุดเริ่มต้นของการตั้งคำถาม ในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ โดยผู้วิจัยมีความประสงค์ในการพยายามค้นหาคำตอบและคำอธิบายของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในงานภูมิสถาปัตยกรรม ดังนั้นเพื่อให้ภูมิสถาปนิกมีความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ การวิจัยนี้จึงเป็นส่วนหนึ่งในการทำให้กระบวนการศึกษา มีความชัดเจนและสามารถมองเห็นภาพได้มากยิ่งขึ้น โดยการนำกรอบความคิดที่อยู่บนพื้นฐานทางทฤษฎี และแนวคิดในการจัดการทรัพยากรน้ำ ซึ่งมีทิศทางเดียวกับแบบจำลอง สามารถนำไปปรับปรุง ด้วยการคำนึงถึงลักษณะพื้นที่ในประเทศไทยต่อไปได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ดนัย ทายตะคุ. โครงสร้างเชิงปริภูมิของภูมิทัศน์ กับ การวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลอง: การทบทวนทางทฤษฎีของกระบวนการเชิงปริมาณ ทางภูมินิเวศวิทยา [ออนไลน์]. 2548. แหล่งที่มา: http://www.land.arch.chula.ac.th/data/file_20090921162026.pdf [2554, มกราคม 5]

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กระทรวง. กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช. การจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ [ออนไลน์]. 2546. แหล่งที่มา: http://www.dnp.go.th/watershed/class.htm [2554, กุมภาพันธ์ 15]

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. อุทกวิทยา. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2551.

ประกอบ วิโรจนกูฏ. อุทกวิทยาของน้ำผิวดิน. ขอนแก่น: คณะวิศวกรรมศาสตร์, 2539.

แผนที่ทหาร, กรม. แผนที่ภูมิประเทศ, 2542.

พัฒนาที่ดิน, กรม. ข้อมูลเส้นชั้นความสูง, 2545.

พัฒนาที่ดิน, กรม. ภาพถ่ายออร์โธสีเชิงเลข, 2545.

พิศุทธ์ วิเชียรฉันท์. การวางแผนพื้นที่สีเขียวของเมืองเพื่อบรรเทาผลกระทบทางอุทกวิทยา: กรณีศึกษาเทศบาลเมือง จังหวัดจันทบุรี, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรม ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

วชิร สอแสง. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภูมิทัศน์ของบางชันช่วงปี พ.ศ. 2491 ถึงปัจจุบัน, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรม ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวง. สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร มูลนิธิศึกษาพัฒน์. บ้านสามขาชุมชนแห่งการเรียนรู้ , 2548.

วีระพล แต้สมบัติ. หลักอุทกวิทยา. กรุงเทพมหานคร: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2533.

สวามี หอสุชาติ. ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน ช่วงเวลา ความถี่ของฝน ในภาคเหนือของประเทศไทย, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

สายสุนีย์ พุทธาคุณเจริญ. วิศวกรรมอุทกวิทยา. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2551.

สืบสิริ ศรีธัญรัตน์. การจำแนกและบ่งชี้คุณลักษณะภูมิทัศน์ พื้นที่เกษตรกรรมเมือง : กรณีศึกษาสวนผักอ่อนนุช กรุงเทพมหานคร และสวนผลไม้บางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรม ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

หญิง ผโลปกรณ์. โครงสร้างของระบบนิเวศภูมิทัศน์ และ การบริการเชิงนิเวศของภูมิทัศน์: กรณีศึกษา ลำประโดงและร่องสวน ในโครงข่ายเส้นทางน้ำ คลองอ้อมนนท์ บางใหญ่ นนทบุรี, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรม ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

อุทกวิทยาและบริหารน้ำ, สำนัก. ส่วนอุทกวิทยา กลุ่มงานสารสนเทศและพยากรณ์น้ำ. คู่มือการประเมินค่าปริมาณการไหลของน้ำ ด้วยวิธี Manning's formula [ออนไลน์]. 2553. แหล่งที่มา:http://water.rid.go.th/hyd/download/rating_curve_manual/manning_s_formula.pdf [2553, ธันวาคม 20]

ภาษาอังกฤษ

AQUAVEO. TR 55 [online]. 2011. Available from: http://www.aquaveo.com/tr-55 [2011, January 4]

BASMAA. Start at the Source: Design Guidance Manual for Stormwater Quality Protection [online]. 1999. Available from: http://www.cccleanwater.org/Publications/StartAtTheSource/Start_At_The_Source_Full.pdf [2011, January 10]

Clinton county government. Hydrology model selection [online]. 2005. Available from: http://www.clintoncountypa.com/Fishing%20Creek%20Watershed/K%20Chapter%206.pdf [2011, January 16]

Fletcher , T.,and Deletic A. Water Sensitive Urban Design Engineering Procedures: Stormwater. Melbourne: CSIRO, 2005.

HydroCAD Software Solutions LLC. HydroCAD Stormwater Modeling [online]. 2010 Available from: http://www.hydrocad.net/tr-55.htm [2011, January 16]

Jorge Eliecer Rubiano Mejia. Hydrological impact of land use change in tropical hillsides: the impact of patterns. Master's Thesis, Department of geography at king's college London, 1998.

LMNO Engineering, Research and Software Ltd. Rational Equation Calculator Compute peak discharge from a drainage basin using the Rational equation [online]. 2003. Available from: http://www.lmnoeng.com/Hydrology/rational.htm [2011, January 16]

Marsh, W. M. Landscape planning environmental applications. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2005.

NRCS (Natural resources conservation service). Small Watershed Hydrology WinTR-55 User guide [online]. 2009. Available from : http://www.wsi.nrcs.usda.gov/products/W2Q/H&H/tools_models/wintr55.html [2010, December 2]

Pravakar Pradhan. Impact of urbanization and industrialization on the agricultural activities in Pathum Thani province, Thailand: a study with reference to land use and water use conflicts. Master's Thesis, Asian Institute of Technology, 2003.

Prince George's County, Maryland Department of Environmental Resources. Low-Impact Development Hydrologic Analysis [online]. 1999. Available from: http://www.epa.gov/owow/NPS/lid/lid_hydr.pdf [2010, December 12]

SlideShare Inc. Workshop on Storm Water Modeling Approaches: Modelling Workshop [online]. 2010. Available from: http://www.slideshare.net/damonweiss/workshop-on-storm-water-modeling-approaches [2011, January 16]

Tanabe, S. Ecology and Practical Technology Presant Farming Systems in Thailand. Osaka: White Lotus, 1994.

The Environmental Project Consulting Group. Hydro-ecology [online]. 2002. Available from: http://www.hydro-ecology.co.uk [2011, January 4]

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ข้อเสนอแนะแนวทางการวางแผนและการออกแบบภูมิทัศน์สำหรับการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน

จากการศึกษาวิจัยพบว่า ผลของการศึกษามีความสอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้กล่าวมา ข้อแนะนำจากหลักการทางความคิด และองค์ประกอบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน สามารถมองเห็นถึงแนวทางในการออกแบบและวางผังทางด้านภูมิสถาปัตกรรม

ในพื้นที่ศึกษาบริเวณบ้านแม่แอน พบว่าปัจจุบันมีการพัฒนาของโครงการประเภทแหล่งที่พักอาศัยเพื่อการท่องเที่ยวเกิดขึ้น การกำหนดแผนพัฒนาและการควบคุมการวางผังออกแบบ เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยป้องกันความเสียหายของพื้นที่ต้นน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน การเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน จากข้อเสนอแนะของ Prince George's County และ BASMAA เพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบอุทกวิทยา ด้วยการนำมาปรับใช้ให้เข้ากับเงื่อนไขที่เกิดขึ้น ซึ่งแนวทางดังกล่าวมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1 ข้อเสนอแนะทางด้านการออกแบบ เพื่อลดผลกระทบจากการพัฒนาที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศ (Prince George's County, Maryland Department of Environmental Resources Programs and Planning Division, 1999: online)

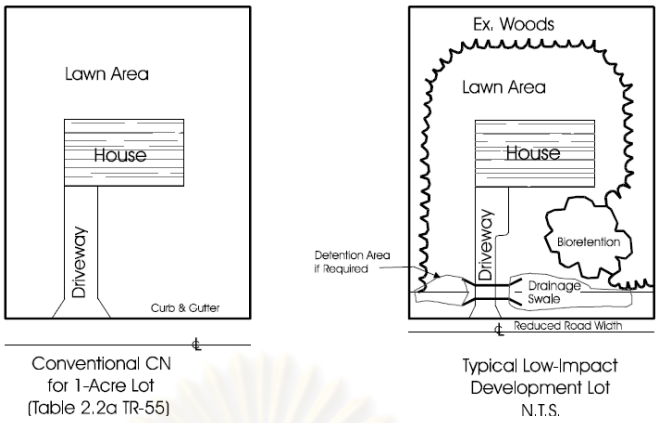
1.1 รักษาสภาพดินเดิมของพื้นที่ ซึ่งมีคุณสมบัติในการซึมผ่านของน้ำได้ดี และลดการเปลี่ยนแปลงสภาพดินที่เกิดจากการก่อสร้างอาคาร ถนน ด้วยการเลือกใช้ดินที่มีความเหมาะสมต่อการระบายน้ำมาทดแทนส่วนที่มีการเปลี่ยนสภาพไปจากเดิม

1.2 รักษาพืชพันธุ์เดิมของพื้นที่ไว้ โดยเฉพาะพื้นที่ป่าไม้ซึ่งมีส่วนช่วยในการเก็บกักน้ำและเพิ่มพื้นที่ผิวในการซึมซับน้ำ และพยายามรักษาสิ่งปกคลุมผิวดินเดิมของพื้นที่ไว้ให้ได้มากที่สุด

1.3 ลดการดาดผิวพื้นที่ที่ไม่สามารถให้น้ำซึมผ่านได้โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนที่ตก ซึ่งจะกลายเป็นน้ำท่าผิวดินทั้งหมดถ้าไม่เกิดการซึมลงสู่ผิวดิน

1.4 ไม่สร้างทางเชื่อมต่อของพื้นที่ซึมน้ำไม่ได้ และไม่ปล่อยน้ำที่มาจากพื้นดาดแข็งลงสู่ท่อระบายน้ำโดยตรง แต่ปล่อยลงสู่พื้นที่สามารถซึมซับน้ำได้ก่อน เพื่อเพิ่มเวลาในการซึมน้ำของพื้นที่

1.5 สร้างเส้นทางเชื่อมต่อของพื้นที่ซึมซับน้ำ และจุดเชื่อมต่อของพื้นที่ซึมน้ำตามธรรมชาติ เพื่อเพิ่มอัตราการซึมน้ำลงสู่ผิวดิน



ภาพ แสดงการเปรียบเทียบสิ่งปกคลุมผิวดินระหว่าง พื้นที่ทั่วไปและพื้นที่ลดผลกระทบต่อระบบอุทกวิทยา (Prince George's County, Maryland Department of Environmental Resources Programs and Planning Division, 1999: online)

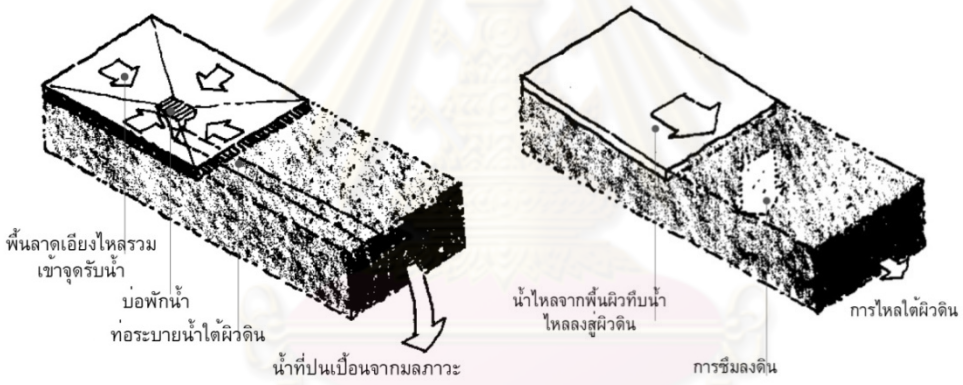
ข้อเสนอแนะแนวทางเลือกการลดผลกระทบจากค่าการซึมน้ำของผิวดินของพื้นที่หลังการพัฒนา	จำกัดการใช้ทางเดินเท้า	ลดความกว้างและความยาวของถนน	ลดความกว้างและความยาวของช่องทางจราจร	คงไว้ซึ่งความเป็นธรรมชาติของพื้นที่	ลดการรบกวน	รักษาสภาพการซึมน้ำของดิน	รักษาสภาพความเป็นแอ่งของพื้นที่	สร้างเส้นทางเชื่อมต่อของพื้นที่ซึมน้ำ	ใช้ทางระบายน้ำแบบธรรมชาติ	รักษาพืชพันธุ์เดิม
สิ่งปกคลุมผิวดิน				/	/			/	/	/
อัตราส่วนของพื้นที่ผิวซึมน้ำ	/	/	/							
ชนิดกลุ่มดินทางอุทกวิทยา				/		/				
เงื่อนไขทางอุทกวิทยา				/	/	/				
ไม่สร้างทางเชื่อมต่อของพื้นที่ซึมน้ำไม่ได้	/	/	/							
การกักเก็บ และการซึมลงดิน							/			/

ตารางที่แสดงวิธีการวางแผนเพื่อลดผลกระทบ จากค่าการซึมน้ำของผิวดินของพื้นที่หลังการพัฒนา (ประยุกต์จาก Prince George's County, Maryland Department of Environmental Resources Programs and Planning Division, 1999: online)

2 ข้อเสนอแนะทางด้านการออกแบบเสนอแนะโดย BASMAA (Bay Area Stormwater Management Agencies Association, 1999)

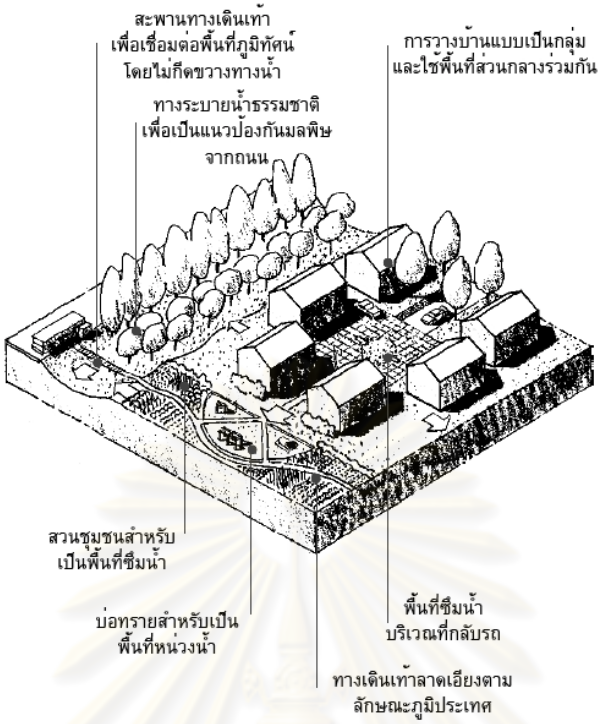
การประยุกต์ใช้วิธีการจัดการน้ำในเรื่องการวางผังภูมิทัศน์นั้น อยู่ในขั้นตอนตั้งแต่การออกแบบทางเดินเท้า การวางผังอาคาร เส้นทางการสัญจรต่างๆ ซึ่งในการวางระบบนั้นจะเป็นตัวกำหนดรูปแบบการเกิดพื้นที่เมืองขึ้น อีกทั้งยังสร้างความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่พักอาศัยและพื้นที่ธรรมชาติให้มีความเชื่อมโยงกัน ในเรื่องการออกแบบและวางแผนเรื่องการระบายน้ำของพื้นที่โดยใช้ระบบธรรมชาติเข้ามามีส่วนช่วยในการวางผัง มีข้อดีในเรื่องของการลดต้นทุนการก่อสร้างของระบบระบายน้ำที่เป็นท่อ อีกทั้งยังช่วยในการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ไหลซึมลงสู่ชั้นดิน

วิธีการนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในรูปแบบการวางผังทางด้านการออกแบบภูมิทัศน์ โดยการออกแบบรายละเอียดที่เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวที่ซึมน้ำได้ แทนการใช้ระบบท่อ จากการวิจัยที่ได้อธิบายถึงความสามารถในการกักเก็บน้ำผิวดิน สามารถรองรับปริมาณน้ำฝนได้บางส่วน แต่หากการออกแบบโดยใช้ระบบท่อทั้งหมด ย่อมส่งผลต่อปริมาณน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นในปลายน้ำ ซึ่งหมายถึง การรับภาระของน้ำที่ถูกส่งต่อไปยังแม่น้ำสายต่างๆ และผลกระทบที่เกิดขึ้นคือการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ปลายน้ำ หรือการเอ่อล้นจากลำน้ำในส่วนที่ไม่สามารถระบายได้ทัน



ภาพแสดงการเปรียบเทียบการระบายน้ำ ด้วยระบบท่อและระบบธรรมชาติด้วยการซึมน้ำผ่านผิวดิน (BASMAA, 1999: online)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพแสดงแนวทางการวางผังและการออกแบบภูมิทัศน์ เพื่อเพิ่มพื้นที่ซึมน้ำ (BASMAA, 1999: online)

จากภาพ สามารถอธิบายถึงแนวทางในด้านการวางผังและการออกแบบภูมิทัศน์ ซึ่งมีแนวทางดังต่อไปนี้

2.1 การวางผังอาคารแบบเป็นกลุ่ม คือ การใช้ประโยชน์จากพื้นที่ส่วนกลางร่วมกันคือ เป็นการลดพื้นที่ซึ่งเป็นผิวดาดแข็งให้อยู่ในบริเวณเดียวกันช่วยเพิ่มพื้นที่ซึมน้ำให้กับพื้นที่ส่วนรวม

2.2 การออกแบบระบบระบายน้ำ โดยใช้ร่องน้ำธรรมชาติเพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวในการซึมน้ำจากบริเวณร่องน้ำ อีกทั้งยังเป็นการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนไหลออกจากพื้นที่ในเวลาเดียวกัน

2.3 การใช้พื้นที่สวนส่วนกลางเป็นพื้นที่ซึมน้ำ โดยอาจมีบ่อหน่วงน้ำ หรือบ่อทรายสำหรับเพิ่มพื้นที่กักเก็บน้ำผิวดิน

2.4 การออกแบบทางเดินเท้าหรือถนนที่มีความลาดเอียงไปตามลักษณะภูมิประเทศเดิม เพื่อเป็นการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการไหลของน้ำเดิม

3 ข้อเสนอแนะทางด้านนโยบาย การอนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำ ป่าไม้ และพื้นที่เกษตรกรรม

ในการวางแผนและออกแบบภูมิทัศน์ที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม ควรคำนึงถึงความสอดคล้องในเรื่องของนโยบายและแผนพัฒนาของประเทศ เพื่อให้การศึกษาวิจัยมีความเป็นไปได้ในการนำความรู้ไปพัฒนาต่อ หรือสร้างประโยชน์ให้กับแนวทางในการพัฒนาของประเทศ

จากการศึกษาแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 1-10 ในเรื่องของทรัพยากรธรรมชาติทั้งในด้านการใช้ประโยชน์และการรักษาฟื้นฟู ทำให้มีความเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงทางด้านการวางแผนตั้งแต่ในอดีตถึงปัจจุบัน กล่าวคือ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ฉบับที่ 1 – 6 จะเป็นแผนที่เน้นการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและปฏิรูปที่ดินเพื่อเป็นฐานการผลิต ทำให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ ดิน น้ำ และป่าไม้ขยายเพิ่มมากขึ้น ทำความเสียหายกับแหล่งต้นน้ำลำธารและความสมดุลของธรรมชาติด้วย สำหรับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 7 ได้เริ่มให้การสนับสนุนให้ประชาชน องค์กรพัฒนาเอกชน เข้ามามีส่วนร่วมกับรัฐในการอนุรักษ์ป้องกัน ดูแล และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 ได้เน้นถึงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ โดยให้ชุมชนเป็นศูนย์กลางในการพัฒนาส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปรับปรุงเปลี่ยนวิธีการวางแผนและการจัดงบประมาณ เพื่อบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติจากที่ยึดหน่วยงานหลัก มาเป็นการยึดพื้นที่และศักยภาพของทรัพยากรธรรมชาติแต่ละประเภทเป็นหลัก โดยมีขบวนการและเครือข่ายการทำงานร่วมกันหลายฝ่ายที่มุ่งวัตถุประสงค์เดียวกัน รวมทั้งเพิ่มความเข้มแข็งให้กับชุมชน (กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2546: ออนไลน์)

สำหรับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 9 นั้นยังคงเน้นในเรื่องบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติ แต่มีการเพิ่มเติมในส่วนของ การบริหารจัดการปัญหามลพิษอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อพัฒนาให้เมืองและชุมชนมีความน่าอยู่ ส่วนแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 เน้นให้ประเทศไทยจึงต้องยกระดับมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้นกว่าเดิม โดยปกป้องฐานทรัพยากรเพื่อรักษาความสมดุลยั่งยืนของระบบนิเวศ

นอกเหนือจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม นโยบายป่าไม้แห่งชาติ(2528)ในส่วนที่เกี่ยวกับงานจัดการต้นน้ำที่สำคัญคือ การกำหนดให้มีพื้นที่ป่าไม้ทั่วประเทศ การปลูกฝังให้ประชาชนมีความรู้สึกรักและหวงแหน รู้จักใช้ทรัพยากร ป่าไม้อย่างประหยัด การกำหนดพื้นที่ที่มีความลาดชันไว้เป็นพื้นที่ป่าไม้โดยไม่อนุญาตให้มีการออกโฉนด ซึ่งนโยบายเหล่านี้จะเป็นตัวควบคุมการรุกล้ำพื้นที่ป่าต้นน้ำ อันเป็นที่มาของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน

จากการศึกษาในเรื่องแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม และนโยบายป่าไม้แห่งชาติ ทำให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของการเน้นและให้ความสำคัญเกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติ รวมถึงแนวโน้มเป็นไปในทิศทางที่เน้นมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม รวมถึงการปกป้องทรัพยากรเพื่อรักษาความสมดุล แสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องกับงานวิจัยที่ทำการศึกษา โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ที่ส่งผลต่อระบบอุทกนิเวศทางน้ำ

การอนุรักษ์พื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่ต้นน้ำนั้น มีความสำคัญทั้งในเรื่องผลผลิตที่ได้จากการเกษตรและการสร้างรายได้ให้กับชุมชน แต่ในหน้าที่สำคัญในกระบวนการทางอุทกวิทยาคือ การทำหน้าที่เป็นบ่อหน่วงน้ำ สามารถชะลอการไหลของน้ำก่อนการไหลออกสู่ลำน้ำ รวมถึงการเพิ่มพื้นที่ผิวของการซึมน้ำลงสู่ผิวดิน ที่มีส่วนช่วยในการลดอัตราไหลสูงสุดที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินในพื้นที่ต้นน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายกังวาน พิพิธพงศ์สันต์ เกิดเมื่อวันที่ 25 สิงหาคม พ.ศ.2528 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาที่ โรงเรียนสตรีวิทยา 2 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี จากภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา พ.ศ.2550 และได้เข้าทำการศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิตในปี พ.ศ.2552 โดยมีความคาดหวังที่จะได้รับความรู้ในเรื่องนิเวศภูมิทัศน์ และการออกแบบวางผังทางด้านภูมิสถาปัตยกรรมที่คำนึงถึงผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปพัฒนาศาสตร์ด้านภูมิสถาปัตยกรรมต่อไปในอนาคต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย