

การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำ: กรณีศึกษา แม่น้ำปิง บริเวณเขตเมืองและปริมณฑล จังหวัด  
เชียงใหม่



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรม ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม  
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2564  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

The Changes of Riverscape: A Case Study of the Ping River, Chiang Mai City, and  
Vicinity



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

Department of Landscape Architecture

FACULTY OF ARCHITECTURE

Chulalongkorn University

Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์               | การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำ: กรณีศึกษา แม่น้ำปิง<br>บริเวณเขตเมืองและปริมณฑล จังหวัดเชียงใหม่ |
| โดย                             | น.ส.สิรินทรา สุนทราราม   |
| สาขาวิชา                        | ภูมิสถาปัตยกรรม  |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก | दनัย ทายตะคุ   |

---

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

|                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| .....                    | คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์       |
| (เป็นรัษฎ์ กาญจนรัชต์)   |                                 |
| คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ |                                 |
| .....                    | ประธานกรรมการ                   |
| (นิลุบล คล่องเวสสะ)      |                                 |
| .....                    | อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก |
| (दनัย ทายตะคุ)           |                                 |
| .....                    | กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย        |
| (ชัยสิทธิ์ ด้านกิตติกุล) |                                 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สิรินทรา สุมนวรางกูร : การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำ: กรณีศึกษา แม่น้ำปิง  
บริเวณเขตเมืองและปริมณฑล จังหวัดเชียงใหม่. ( The Changes of Riverscape: A  
Case Study of the Ping River, Chiang Mai City, and Vicinity) อ.ที่ปรึกษาหลัก :  
दनัย ทายตะคุ

ภูมินิเวศแม่น้ำเป็นพื้นฐานของระบบสังคมของมนุษย์ที่เกิดขึ้น โดยมี “การบริการเชิงนิเวศ” เป็นตัวชี้วัดการใช้ประโยชน์ทรัพยากรของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ ทั้งการตั้งถิ่นฐาน อุปโภค บริโภค การต่อ ยอดเป็นวิธีการดำรงชีพ การกำหนดรูปแบบทางสังคมและแหล่งกำเนิดทางวัฒนธรรมของมนุษย์ ตลอดจนการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงโครงสร้างแม่น้ำของมนุษย์ โดยในปัจจุบัน การพัฒนาเปลี่ยนแปลงแม่น้ำที่เกิดขึ้น มีความไม่สอดคล้องกับพลวัตตามธรรมชาติของภูมินิเวศแม่น้ำที่มีอยู่เดิม ทำให้ส่งผลกระทบต่อทั้งภูมินิเวศ ระบบนิเวศ และการดำรงชีวิตของมนุษย์

การศึกษาความเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำปิง มีจุดประสงค์เพื่อทำความเข้าใจ และเพื่อให้สามารถนิยามถึงภูมินิเวศแม่น้ำทั้งในมิติเชิงโครงสร้าง กระบวนการ บทบาทหน้าที่ที่เป็นพื้นฐานของการดำรงชีพมนุษย์ ตลอดจนบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลง และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศ ที่ส่งผลต่อการดำรงชีวิตและคุณภาพชีวิตของมนุษย์ โดยในวิทยานิพนธ์จะใช้พื้นฐานความรู้เรื่องภูมินิเวศวิทยา และภูมินิเวศแม่น้ำเป็นหลัก และทำการวิเคราะห์โครงสร้างกายภาพด้วยการทำแผนที่จำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ กับการศึกษาเปรียบเทียบจากภาพถ่ายภาคพื้นในมุมมองใกล้เคียงกับภาพถ่ายทางประวัติศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์สภาพและอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนภูมินิเวศแม่น้ำปิงในบริเวณเมืองเชียงใหม่และพื้นที่ข้างเคียง โดยผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะของภูมินิเวศแม่น้ำปิงทั้งในด้านโครงสร้างและพลวัตของแม่น้ำ ซึ่งเป็นพื้นฐานการดำรงชีวิตของคนในพื้นที่ รวมทั้งรูปแบบการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบที่มนุษย์ได้รับจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างแม่น้ำปิงในปัจจุบัน

สาขาวิชา ภูมิสถาปัตยกรรม

ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2564

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....



# # 6370073925 : MAJOR LANDSCAPE ARCHITECTURE

KEYWORD: Riverscape, Landscape Change, Ping River, Chiang Mai, Livelihood

Sirintra Sumonvarangkul : The Changes of Riverscape: A Case Study of the Ping River, Chiang Mai City, and Vicinity. Advisor: DANAI THAITAKOO

Riverscape is the basis of human social systems. Throughout human history, people have used the ecosystem services of the river as a criterion for settlement, development of culture along the river, and urbanization. However, urban developments in recent decades lack concern about natural river patterns and processes and have altered channel structures. These changes cause negative impacts on river dynamics, ecosystem devastation, and disconnection between humans and the river.

The study aimed to understand and define the riverscape in dimensions of the structure, process, and the role that is the human foundation of livelihood, including indicating the change and effect that happened from riverscape change, which impacts livelihood and quality of life. Land Use and Land Cover Classification Mapping and Historical Repeat Photography Methods were performed to analyze landscape structure, and changes in the Ping River riverscape in Chiang Mai City and its vicinity. The study found that the characteristics of the Ping River riverscape in terms of river structure and dynamics, which are the foundation for the livelihood of the people in the area, as well as patches of change and the effects of current changes in the Ping River structure on humans.

Field of Study: Landscape Architecture

Student's Signature .....

Academic Year: 2021

Advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากคำแนะนำจากอาจารย์ ดร. ดนัย ทายตะคุ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยชี้แนะแนวทาง อธิบาย และแก้ไขข้อบกพร่องในตลอดระยะเวลาวิจัย จนวิทยานิพนธ์เสร็จลุล่วงสมบูรณ์ ผู้ศึกษาจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน รศ.นิลุบล คล่องเวสสะ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร. ชัยสิทธิ์ ด้านกิตติกุล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบครอบครัวของข้าพเจ้า สำหรับการสนับสนุนทั้งในการศึกษาปริญญาโท และการสนับสนุนในชีวิตด้านอื่น ๆ มาโดยตลอด

และขอขอบคุณเพื่อน และรุ่นพี่ในกลุ่มวิทยานิพนธ์อาจารย์ดนัย ที่ให้คำปรึกษา กำลังใจ และแบ่งปันข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาตลอดระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงจะสำเร็จตามจุดประสงค์ไม่ได้หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์จากทุกท่านที่กล่าวมาข้างต้น ขอได้รับคำขอบคุณจากข้าพเจ้าไว้ ณ โอกาสนี้

สิรินทรา สุมนวรางกูร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## สารบัญ

|  | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....ค  | ค    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ง   | ง    |
| กิตติกรรมประกาศ.....จ  | จ    |
| สารบัญ.....ฉ   | ฉ    |
| สารบัญตาราง.....ฉ  | ฉ    |
| สารบัญรูปภาพ.....ฉ   | ฉ    |
| บทที่ 1 บทนำ..... 1  | 1    |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ..... 1                                      | 1    |
| 1.2 คำถามการวิจัย..... 2   | 2    |
| 1.3 วัตถุประสงค์..... 2  | 2    |
| 1.4 ขอบเขตการวิจัย..... 2  | 2    |
| 1.5 ระเบียบวิธีวิจัย..... 5  | 5    |
| 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 6                                   | 6    |
| 1.7 คำนิยามศัพท์..... 7  | 7    |
| บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม..... 8   | 8    |
| 2.1 ทฤษฎีพื้นฐานความรู้ในการศึกษาเกี่ยวกับภูมินิเวศแม่น้ำปิง..... 9    | 9    |
| 2.1.1. ทฤษฎีภูมินิเวศวิทยา..... 10                                     | 10   |
| 1. ความหมายของภูมิทัศน์ หรือ ภูมินิเวศ..... 10                         | 10   |
| 2. แนวคิดเรื่องผืนดินและภูมินิเวศ (Land and Landscape Concept)..... 12 | 12   |
| 3. องค์ประกอบและคุณลักษณะของภูมินิเวศ..... 14                          | 14   |
| 2.1.2. ทฤษฎีภูมินิเวศแม่น้ำ..... 17                                    | 17   |

|   |    |
|---|----|
| 1. การนิยามแม่น้ำ (Defining the River).....   | 17 |
| 2. คุณลักษณะของภูมินิเวศแม่น้ำ (Riverscape Attribute).....  | 19 |
| ก. โครงสร้างของภูมินิเวศแม่น้ำ .....  | 19 |
| ข. กระบวนการ และบทบาทหน้าที่ของภูมินิเวศแม่น้ำ .....  | 25 |
| ค. การเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำ.....   | 31 |
| 2.1.3. ทฤษฎีเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และภูมินิเวศแม่น้ำ .....  | 37 |
| 1. คำนิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้อง.....   | 38 |
| 2. ทฤษฎีนิเวศวิทยามนุษย์ (Human Ecology).....   | 38 |
| 3. ทฤษฎีการดำรงชีพของมนุษย์ (Human Livelihood).....   | 40 |
| 4. ทฤษฎีระบบสังคมนิเวศวิทยา (Social Ecological System: SES).....  | 42 |
| 5. การบริการเชิงนิเวศ และความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ (Ecosystem Services and Human Well-being).....                                  | 46 |
| 6. แม่น้ำในเมือง (Urban River).....   | 47 |
| 7. ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศแม่น้ำโดยมนุษย์ .....   | 52 |
| 2.2 ทฤษฎีวิธีการดำเนินการศึกษา .....  | 57 |
| 2.2.1. ทฤษฎีการสำรวจระยะไกล และทฤษฎีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....   | 57 |
| 2.2.2. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน (Land-Use/ Land-Cover Classification).....                                   | 58 |
| 2.2.3. การศึกษาเปรียบเทียบจากภาพถ่ายภาคพื้นในมุมมองใกล้เคียงกับภาพถ่ายทางประวัติศาสตร์ (Historical Repeat Photography Methods)..... | 60 |
| 2.3 ทฤษฎีสำหรับการประยุกต์ใช้.....  | 62 |
| 2.3.1. การฟื้นฟูแม่น้ำ (River Restoration) .....  | 62 |
| 1. เป้าหมายของการฟื้นฟูแม่น้ำ.....  | 63 |
| 2. ปัจจัยในการฟื้นฟูแม่น้ำ.....   | 63 |

|   |    |
|---|----|
| 3. แนวคิดการใช้การศึกษาเรื่องบริการเชิงนิเวศร่วมกับการจัดการพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง.....   | 65 |
| 2.3.2. การทำนุบำรุงภูมินิเวศและการทำนุบำรุงแม่น้ำ (Landscape Stewardship and River Stewardship).....  | 66 |
| 1. กรอบการดำเนินการทำนุบำรุงภูมินิเวศ .....   | 68 |
| 2. กลยุทธ์ในการดำเนินงานทำนุบำรุงภูมินิเวศ.....   | 68 |
| 2.3.3. กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการเพื่อจัดการแม่น้ำ.....  | 69 |
| 1. การผนวกเป้าหมายการฟื้นฟูแม่น้ำร่วมกับการวางแผนเมือง กรณีศึกษาแม่น้ำเคเบนา เมืองอาดติสอาบาบา ประเทศเอธิโอเปีย (Kebena River, Addis Ababa) ..... | 70 |
| 2. กรณีศึกษา การเชื่อมโยงระหว่างแม่น้ำไนล์ และเมืองไคโร สาธารณรัฐอาหรับอียิปต์ .....  | 72 |
| 2.4 สรุบบทบทวนวรรณกรรมและกรอบแนวคิด .....   | 74 |
| บทที่ 3 ข้อมูลพื้นที่ศึกษา.....   | 77 |
| 3.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา.....   | 77 |
| 3.2 ข้อมูลพื้นที่ศึกษาในระดับลุ่มน้ำ : ลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน .....   | 78 |
| 3.2.1. ลักษณะทางภูมิประเทศและลักษณะทางธรณีวิทยา .....   | 80 |
| 3.2.2. ลักษณะทางอุทกวิทยา.....  | 81 |
| 1. ลุ่มน้ำสายย่อย และลำน้ำสายหลักในลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน.....  | 81 |
| 2. พลวัตน้ำหลาก.....  | 84 |
| 3.2.3. ลักษณะภูมิอากาศ.....   | 86 |
| 3.3 ข้อมูลพื้นที่ศึกษาในระดับมหภาค : แอ่งเชียงใหม่-ลำพูน.....   | 87 |
| 3.3.1. การตั้งถิ่นฐานในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน .....  | 88 |
| 3.3.2. รูปแบบการดำรงชีพในพื้นที่แอ่งเชียงใหม่-ลำพูน .....   | 90 |
| 1. ระบบทางสังคม .....   | 90 |

|   |     |
|---|-----|
| 2. ระบบเศรษฐกิจ.....  | 91  |
| 3. ระบบวัฒนธรรม .....   | 95  |
| 3.4 ข้อมูลพื้นที่ศึกษาในระดับท้องถิ่น : บริเวณตัวเมืองเชียงใหม่และแม่น้ำปิง ..... | 96  |
| บทที่ 4 กระบวนการวิจัย.....   | 99  |
| 4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย.....   | 100 |
| 4.1.1. ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข .....                                      | 101 |
| 4.1.2. ข้อมูลเชิงปริมาณ.....  | 101 |
| 4.1.3. ข้อมูลแผนที่.....  | 101 |
| 4.1.4. ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม .....                              | 101 |
| 4.1.5. ข้อมูลภาพถ่ายภาคพื้น .....   | 102 |
| 4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....   | 103 |
| 4.3 วิธีที่ใช้ในการวิจัย .....  | 103 |
| 4.3.1. การศึกษาเพื่อนิยามภูมินิเวศแม่น้ำของกลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน .....              | 104 |
| 1. วิธีการซ้อนทับของแผนที่ (Overlay Mapping Method).....                          | 104 |
| 2. การระบุพื้นที่พลวัตน้ำหลาก.....  | 106 |
| 4.3.2. การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน .....   | 107 |
| 4.3.3. การวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศแม่น้ำ.....                   | 109 |
| 1. ส่วนการเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดิน.....                                    | 109 |
| 2. ส่วนการเปรียบเทียบภาพถ่ายภาคพื้น.....  | 111 |
| บทที่ 5 การวิเคราะห์และผลการศึกษา .....   | 117 |
| 5.1 โครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และการเปลี่ยนแปลงทางภูมินิเวศของแม่น้ำปิง.....         | 117 |
| 5.1.1. โครงสร้างของภูมินิเวศแม่น้ำปิง .....                                       | 117 |
| 5.1.2. กระบวนการของภูมินิเวศแม่น้ำปิง.....  | 120 |
| 5.2 ความเชื่อมโยงระหว่างแม่น้ำปิงและมนุษย์ .....                                  | 124 |

|  |     |
|--|-----|
| 5.2.1. ความเชื่อมโยงระหว่างแม่น้ำปิงและมนุษย์ในเชิงพื้นที่ .....   | 124 |
| 1. การตั้งถิ่นฐานและการขยายพื้นที่ของมนุษย์ .....  | 124 |
| 2. การใช้พื้นที่ในแอ่งเชียงใหม่ลำพูน .....   | 127 |
| 5.2.2. ความเชื่อมโยงระหว่างแม่น้ำปิงและมนุษย์ในเชิงวิถีชีวิต .....   | 129 |
| 5.3 การเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำปิงที่เกิดขึ้นกับภูมินิเวศแม่น้ำปิง และผลกระทบ .....  | 132 |
| 5.3.1. การเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดิน .....  | 133 |
| 5.3.2. การเปรียบเทียบภาพถ่ายภาคพื้น .....  | 139 |
| บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ .....  | 150 |
| 6.1 สรุปผลการศึกษา .....   | 150 |
| 6.1.1. ภูมินิเวศแม่น้ำปิงคืออะไร ทั้งในด้านของโครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และการเปลี่ยนแปลง แต่ละองค์ประกอบข้างต้นมีความเชื่อมโยงต่อกันอย่างไร .....  | 150 |
| 6.1.2. ภูมินิเวศแม่น้ำปิงมีความเชื่อมโยงกับการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างไร .....  | 154 |
| 6.1.3. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในภูมินิเวศแม่น้ำปิงมีอะไรบ้าง การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างไร ..... | 157 |
| 6.2 การอภิปรายผลการศึกษา .....   | 160 |
| 6.3 ข้อเสนอแนะ .....   | 162 |
| 6.3.1. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการพื้นที่ .....   | 162 |
| 6.3.2. ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาต่อยอด .....  | 165 |
| บรรณานุกรม .....   | 168 |
| ประวัติผู้เขียน .....  | 181 |

## สารบัญตาราง

|  | หน้า |
|--|------|
| ตารางที่ 1 แสดงระดับของเวลาซึ่งส่งผลต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางภูมินิเวศ.....                 | 13   |
| ตารางที่ 2 ประเภทของรูปแบบลุ่มน้ำ และอิทธิพลที่เป็นปัจจัยในการเกิดรูปแบบดังกล่าว .....       | 20   |
| ตารางที่ 3 ลักษณะของรูปแบบลำน้ำ.....   | 22   |
| ตารางที่ 4 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และแม่น้ำจากวัฒนธรรมต่าง ๆ และภูมิภาคต่าง ๆ..... | 44   |
| ตารางที่ 5 แสดงผลกระทบจากมนุษย์ที่มีอิทธิพลต่อการไหลของลำน้ำโดยตรง.....                      | 53   |
| ตารางที่ 6 ผลกระทบทางอ้อมของแม่น้ำที่เกิดจากอิทธิพลของมนุษย์ .....                           | 55   |
| ตารางที่ 7 ระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน และสิ่งปกคลุมผิวดินใน 2 ระดับ .....              | 59   |
| ตารางที่ 8 ภาพถ่ายภาคพื้นในประวัติศาสตร์เชียงใหม่ที่ทำการรวบรวม.....                         | 112  |
| ตารางที่ 9 การรวบรวมภาพถ่ายภาคพื้นในพื้นที่ศึกษา .....                                       | 115  |
| ตารางที่ 10 การจำแนกน้ำบนผิวดิน ปี พ.ศ. 2558 และปี พ.ศ. 2564.....                            | 122  |



## สารบัญรูปภาพ

|  | หน้า |
|--|------|
| ภาพที่ 1 ระดับในการวิเคราะห์ภูมินิเวศแม่น้ำปิง.....  | 3    |
| ภาพที่ 2 ระเบียบวิธีวิจัย.....   | 5    |
| ภาพที่ 3 กรอบการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวกับภูมินิเวศแม่น้ำปิง.....   | 9    |
| ภาพที่ 4 ภาพแสดงมิติของภูมินิเวศ (Landscape Ecological Dimension).....   | 13   |
| ภาพที่ 5 องค์ประกอบภูมินิเวศแบบโมเสก.....  | 16   |
| ภาพที่ 6 องค์ประกอบปัจจัย คุณลักษณะ และปฏิสัมพันธ์ภายในระบบของภูมินิเวศ.....   | 17   |
| ภาพที่ 7 องค์ประกอบทางภูมิศาสตร์และอุทกศาสตร์เบื้องต้นของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง.....                                   | 23   |
| ภาพที่ 8 บทบาทการเป็นแหล่งเดิม และแหล่งรวมของแนวลำน้ำกับภูมินิเวศโดยรอบ.....   | 28   |
| ภาพที่ 9 คุณลักษณะของลำน้ำและพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงในพื้นที่ส่วนต่าง ๆ จากการจำแนกด้วยมิติการศึกษาแม่น้ำตามแนวยาว..... | 29   |
| ภาพที่ 10 วัฏจักรทางอุทกวิทยาซึ่งเป็นความเชื่อมต่อในมิติทางแนวแกนตั้ง.....   | 30   |
| ภาพที่ 11 อิทธิพลของกระบวนการน้ำหลากต่อระบบภูมินิเวศแม่น้ำ.....  | 33   |
| ภาพที่ 12 เวลา และการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่จากเวลาในระดับต่าง ๆ.....  | 34   |
| ภาพที่ 13 การกัดเซาะและการทับถมตะกอนของชายขอบตลิ่ง.....  | 35   |
| ภาพที่ 14 การเคลื่อนย้ายเส้นทางแม่น้ำ.....   | 35   |
| ภาพที่ 15 กระบวนการเกิดลานตะพักลำน้ำ.....  | 36   |
| ภาพที่ 16 การเปลี่ยนแปลงเส้นทางน้ำแบบฉับพลัน.....  | 37   |
| ภาพที่ 17 กรอบความคิดเรื่องระบบนิเวศของมนุษย์.....   | 40   |
| ภาพที่ 18 กรอบแนวทางสำหรับการดำรงชีพอย่างยั่งยืน.....  | 41   |
| ภาพที่ 19 ชั้ันบันไดภูมินิเวศ.....   | 41   |
| ภาพที่ 20 การเชื่อมโยงองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในระบบสังคมนิเวศวิทยา.....   | 43   |

|   |    |
|---|----|
| ภาพที่ 21 ความเชื่อมโยงของการให้บริการเชิงนิเวศ ที่มีต่อคุณภาพชีวิตในด้านต่าง ๆ ของมนุษย์ ...                               | 47 |
| ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงแม่น้ำในเมือง .....   | 49 |
| ภาพที่ 23 วัฏจักรทางอุทกวิทยาของน้ำในเมือง .....  | 50 |
| ภาพที่ 24 เงื่อนไขของภูมินิเวศแม่น้ำ และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโดยพื้นที่เมืองในแต่ละระดับพื้นที่ .....                    | 51 |
| ภาพที่ 25 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงลำน้ำ และระบบนิเวศบริเวณโดยรอบลำน้ำ.....  | 56 |
| ภาพที่ 26 ลำดับของโครงสร้างภูมินิเวศเมืองสำหรับระบบ HERCULES .....  | 60 |
| ภาพที่ 27 ระบบความสัมพันธ์ของการให้บริการเชิงนิเวศ ความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ และการทำนุบำรุงระบบนิเวศ .....                | 67 |
| ภาพที่ 28 ความสัมพันธ์ของเมืองใดโรที่ถูกตัดขาดจากริมฝั่งแม่น้ำไนล์จากโครงสร้างในปัจจุบัน .....                              | 72 |
| ภาพที่ 29 โครงข่ายการคมนาคมบนแนวลำน้ำแม่น้ำไนล์ เดิม (ซ้าย) และที่เสนอแนะ (ขวา).....  | 73 |
| ภาพที่ 30 กรอบแนวคิดในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบ กระบวนการของแม่น้ำ และมนุษย์ .....                                  | 75 |
| ภาพที่ 31 ขอบเขตพื้นที่การศึกษาในพื้นที่แต่ละระดับ .....  | 77 |
| ภาพที่ 32 ขอบเขตลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน.....   | 79 |
| ภาพที่ 33 ภูมิประเทศของกลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน .....  | 80 |
| ภาพที่ 34 ธรณีสัณฐานของกลุ่มน้ำปิงตอนบน .....   | 81 |
| ภาพที่ 35 แผนที่สภาพแปรสัณฐาน และภาพตัดแสดงชั้นลำดับหิน .....   | 81 |
| ภาพที่ 36 ลุ่มน้ำย่อยในเขตจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน.....   | 82 |
| ภาพที่ 37 เส้นทางแม่น้ำในแอ่งเชียงใหม่ - ลำพูน โดยแสดงเส้นทางน้ำสายหลัก ร่องรอยเส้นทางน้ำเก่า และเส้นคลอง ลำน้ำสายย่อย..... | 83 |
| ภาพที่ 38 ตำแหน่ง และรูปแบบการตั้งถิ่นฐานชุมชนในแอ่งเชียงใหม่ - ลำพูน .....   | 84 |
| ภาพที่ 39 ตำแหน่งสถานีวัดระดับน้ำท่า .....  | 85 |
| ภาพที่ 40 ปริมาณน้ำท่า (หน่วยลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) ที่สถานีวัดน้ำ P.1 อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555–2564 .....  | 85 |

|  |     |
|--|-----|
| ภาพที่ 41 กราฟปริมาณน้ำฝนรายวัน ปี พ.ศ. 2555-2564 .....  | 86  |
| ภาพที่ 42 พื้นที่ศึกษาในระดับมหภาค แอ่งเชียงใหม่ – ลำพูน .....   | 87  |
| ภาพที่ 43 ตำแหน่งการตั้งถิ่นฐานชุมชนในยุคต่าง ๆ.....   | 89  |
| ภาพที่ 44 สภาพภูมิอากาศในกลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน และฤดูกาลทางน้ำที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร.....  | 92  |
| ภาพที่ 45 ตารางทำการเกษตรในรอบปี ในพื้นที่ชุมชนบ้านแม่กุ่ม จังหวัดเชียงใหม่.....   | 93  |
| ภาพที่ 46 ตารางแสดงกิจกรรมทางการเกษตรและประเพณี ของชุมชนฝายพญาคำ อำเภอสารภี ...  | 93  |
| ภาพที่ 47 การกระจายผลผลิตระหว่างชุมชนหมู่บ้านและเมือง .....  | 94  |
| ภาพที่ 48 พื้นที่ศึกษาในระดับชุมชน ครอบคลุมพื้นที่คูเมืองและแม่น้ำปิง .....  | 97  |
| ภาพที่ 49 แผนภูมิกระบวนการวิจัย .....  | 100 |
| ภาพที่ 50 แบบจำลองการซ้อนชั้นข้อมูล.....   | 104 |
| ภาพที่ 51 การซ้อนทับแผนที่เพื่อแสดงโครงสร้างภูมินิเวศของกลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน.....   | 105 |
| ภาพที่ 52 แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศ แอ่งเชียงใหม่-ลำพูน.....  | 105 |
| ภาพที่ 53 โครงสร้างภูมินิเวศในระดับแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน.....  | 106 |
| ภาพที่ 54 ตัวอย่างภาพการจำแนกน้ำผิวดิน สิงหาคม พ.ศ. 2558 .....   | 107 |
| ภาพที่ 55 ตัวอย่างการผสมสีแบนด์เพื่อการแสดงผลข้อมูลต่าง ๆ .....  | 108 |
| ภาพที่ 56 ภาพผสมสีเท็จแสดงการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินเน้นพื้นที่เมืองในระดับแอ่งเชียงใหม่-<br>ลำพูน และภาพขยายในบริเวณรอบพื้นที่ศึกษา ..... | 108 |
| ภาพที่ 57 การแปลงไฟล์ข้อมูลเป็นรูปแบบเวกเตอร์.....   | 110 |
| ภาพที่ 58 การกำหนดสัญลักษณ์ในแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน .....  | 110 |
| ภาพที่ 59 ภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2498 .....   | 111 |
| ภาพที่ 60 ภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2555 .....   | 111 |
| ภาพที่ 61 แผนที่ระบุตำแหน่งภาพที่จะทำการเปรียบเทียบ.....   | 114 |
| ภาพที่ 62 โครงสร้างภูมินิเวศระดับลุ่มน้ำปิงตอนบน จังหวัดเชียงใหม่ลำพูน และโครงสร้างภูมินิเวศใน<br>ระดับแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน .....         | 118 |

|   |     |
|---|-----|
| ภาพที่ 63 ภาพตัดแสดงภูมิประเทศ แม่น้ำสายสำคัญในแอ่งเชียงใหม่ - ลำพูน และที่ตั้งเมืองเชียงใหม่<br>.....  | 119 |
| ภาพที่ 64 ประเภทป่าในกลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน.....   | 119 |
| ภาพที่ 65 แผนที่เส้นทางการไหลของลำน้ำ และลุ่มน้ำย่อย.....   | 121 |
| ภาพที่ 66 ปริมาณน้ำท่า (หน่วยลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) ที่สถานีวัดน้ำ P.1 อำเภอเมือง จังหวัด<br>เชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555-2564 เทียบกับการผลิตทางการเกษตร การทำงาน และประเพณีในรอบปี<br>..... | 123 |
| ภาพที่ 67 ตำแหน่งการตั้งถิ่นฐานชุมชนในยุคต่าง ๆ เทียบกับลักษณะภูมินิเวศแอ่งเชียงใหม่ - ลำพูน<br>.....   | 124 |
| ภาพที่ 68 (ซ้าย) การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน เน้นแสดงพื้นที่เมือง ปี พ.ศ. 2532.....  | 126 |
| ภาพที่ 69 (ขวา) การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน เน้นแสดงพื้นที่เมือง ปี พ.ศ. 2564.....   | 126 |
| ภาพที่ 70 กราฟแสดงระดับความสูงและสิ่งปกคลุมผิวดินภายในพื้นที่แอ่งเชียงใหม่ - ลำพูน .....  | 126 |
| ภาพที่ 71 ตำแหน่งฝายในแอ่งเชียงใหม่ลำพูน .....  | 129 |
| ภาพที่ 72 ตำแหน่งโครงการชลประทานประเภทต่าง ๆ ในแอ่งเชียงใหม่ลำพูน .....   | 129 |
| ภาพที่ 73 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบ กระบวนการของแม่น้ำ และมนุษย์ .....  | 130 |
| ภาพที่ 74 แผนภูมิสรุปการบริการเชิงนิเวศแม่น้ำปิง.....   | 132 |
| ภาพที่ 75 การเปรียบเทียบแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2502 และปี พ.ศ. 2555 .....   | 134 |
| ภาพที่ 76 การเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ถัดจากขอบเขตแม่น้ำปิง 1 กิโลเมตร ปี พ.ศ.<br>2502 และปี พ.ศ. 2555.....   | 135 |
| ภาพที่ 77 การเปลี่ยนแปลงของเส้นถนนและลำน้ำ ปี พ.ศ. 2502 และปี พ.ศ. 2555 .....   | 136 |
| ภาพที่ 78 การเปลี่ยนแปลงของเส้นลำน้ำ ปี พ.ศ. 2502 และปี พ.ศ. 2555 .....   | 137 |
| ภาพที่ 79 การเปลี่ยนแปลงของโครงข่ายถนน ปี พ.ศ. 2502 และปี พ.ศ. 2555.....  | 138 |
| ภาพที่ 80 ตำแหน่งที่ทำการศึกษาดูด้วยการเปรียบเทียบภาพถ่ายภาคพื้น .....  | 139 |
| ภาพที่ 81 (ก) โบสถ์คริสต์จักรที่ 1 เชียงใหม่ ช่วงปี พ.ศ. 2460-2511 .....  | 140 |

|   |     |
|---|-----|
| ภาพที่ 82 (ข) โบสถ์คริสต์จักรที่ 1 เชียงใหม่ ปัจจุบันเป็นโรงเรียนเชียงใหม่คริสเตียน บันทึกภาพจาก<br>สี่แยกบริเวณสะพานนารัฐ ปี พ.ศ. 2564 .....   | 140 |
| ภาพที่ 83 ภาพตัดแสดงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ริมแม่น้ำปิงในบริเวณโบสถ์คริสต์จักรที่ 1 เชียงใหม่   | 141 |
| ภาพที่ 84 (ค) สะพานนารัฐสะพานแรก สร้างจากไม้สัก ปี พ.ศ. 2464 .....  | 141 |
| ภาพที่ 85 (ง) สะพานนารัฐในสมัยที่เปลี่ยนเป็นขัวเหล็ก ปี พ.ศ. 2496.....  | 141 |
| ภาพที่ 86 (จ) ภาพจากการเดินสำรวจ สะพานนารัฐ เป็นขัวคอนกรีตเสริมเหล็ก ปี พ.ศ. 2563....   | 141 |
| ภาพที่ 87 การเปรียบเทียบภาพสะพานนารัฐ โดย (ฉ-ช) ประเพณีสงกรานต์ในแม่น้ำปิง ถ่ายจาก<br>สะพานนารัฐ ปี พ.ศ. 2507 (ซ) ภาพสะพานนารัฐปี พ.ศ. 2563 จากการเดินสำรวจ และ (ณ)<br>สะพานนารัฐปี พ.ศ. 2564 ..... | 142 |
| ภาพที่ 88 ภาพตัดเปรียบเทียบสะพานนารัฐ ช่วงฤดูน้ำหลาก และฤดูน้ำแล้ง .....  | 143 |
| ภาพที่ 89 (ญ) กาดตันลำไย ขณะเกิดไฟไหม้ ปี พ.ศ. 2511 .....   | 144 |
| ภาพที่ 90 (ฎ) ระหว่างสร้างคั่นกันแม่น้ำปิง หน้ากาดตันลำไย ปี พ.ศ. 2532 .....  | 144 |
| ภาพที่ 91 (ฏ) ภาพจากการเดินสำรวจกาดตันลำไย ถ่ายจากฝั่งตะวันออกของแม่น้ำปิง พ.ศ. 2563<br>.....   | 144 |
| ภาพที่ 92 ภาพตัดเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่บริเวณกาดตันลำไย ปี พ.ศ 2511 และปี พ.ศ.<br>2563.....  | 145 |
| ภาพที่ 93 (ฐ) ขัวเก่าสมัยสร้างด้วยไม้สัก ก่อนปี พ.ศ. 2475 .....   | 145 |
| ภาพที่ 94 (ฑ) สะพานจันทร์สมอนุสรณ์ จากการเดินสำรวจ ปี พ.ศ. 2563.....  | 145 |
| ภาพที่ 95 (ฒ) ภาพสะพานจันทร์สมอนุสรณ์จากฝั่งตรงข้ามของแม่น้ำ พ.ศ. 2564 .....  | 145 |
| ภาพที่ 96 ภาพตัดเปรียบเทียบแม่น้ำปิง และพื้นที่ริมแม่น้ำปิงบริเวณขัวเก่า.....   | 146 |
| ภาพที่ 97 (ณ) บริเวณเทศบาลทำเขื่อนริมแม่น้ำปิง ปี พ.ศ. 2495 .....   | 147 |
| ภาพที่ 98(ด) ภาพชายตลิ่งตัดกับสะพานนครพิงค์ .....   | 147 |
| ภาพที่ 99 (ต) ตลิ่งบริเวณสะพานนครพิงค์ ถ่ายจากริมแม่น้ำปิงฝั่งตรงข้าม ปีพ.ศ 2563.....   | 147 |
| ภาพที่ 100 ภาพตัดเปรียบเทียบแม่น้ำปิงในบริเวณสะพานนครพิงค์ ปี พ.ศ. 2495 และปี พ.ศ. 2564<br>.....  | 148 |

|  |     |
|--|-----|
| ภาพที่ 101 โครงสร้างภูมิโนเวศระดับลุ่มน้ำปิงตอนบน.....   | 151 |
| ภาพที่ 102 เส้นทางรถไฟ และขอบเขตลุ่มน้ำย่อย.....   | 152 |
| ภาพที่ 103 การจำแนกน้ำผิวดิน ปีพ.ศ. 2558 และ 2564 เทียบกับกราฟน้ำท่า ปี พ.ศ. 2555–2564<br>.....                            | 153 |
| ภาพที่ 104 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง กระบวนการ และการเปลี่ยนแปลงของภูมิโนเวศแม่น้ำปิง<br>ในระดับลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน..... | 154 |
| ภาพที่ 105 รูปแบบการใช้พื้นที่ของมนุษย์ บนแอ่งเชียงใหม่ - ลำพูน.....   | 155 |
| ภาพที่ 106 ตำแหน่งโครงการชลประทานในอดีต จากการทบทวนวรรณกรรม (ซ้าย) และข้อมูล<br>ปัจจุบัน (ขวา).....                        | 156 |
| ภาพที่ 107 การบริการเชิงนิเวศแม่น้ำปิง.....  | 157 |
| ภาพที่ 108 กราฟน้ำท่า และตารางเวลากิจกรรมในช่วงปี.....   | 159 |
| ภาพที่ 109 การเปลี่ยนแปลงภูมิโนเวศในเชิงพื้นที่.....   | 160 |
| ภาพที่ 110 กรอบแนวคิดขั้นบันไดภูมิโนเวศ.....   | 167 |

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ลุ่มน้ำปิงตอนบนถือเป็นแหล่งพื้นที่ต้นน้ำของแม่น้ำสายหลักในประเทศไทย และมีความสัมพันธ์ต่อวิถีการดำรงชีวิตของคนเมืองในจังหวัดเชียงใหม่มาเป็นเวลายาวนาน ทั้งในการเป็นทรัพยากรและแหล่งความอุดมสมบูรณ์ เป็นปัจจัยกำหนดขอบเขตพื้นที่การปกครอง รูปแบบของสังคมเกษตรกรรม และเป็นรากฐานให้กับประเพณีวัฒนธรรมท้องถิ่น แต่ในปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อส่งเสริมรูปแบบการใช้ทรัพยากรที่มากขึ้นของจำนวนประชากรที่หนาแน่นขึ้น ได้ส่งผลกระทบต่อกายภาพของภูมินิเวศที่มีอยู่เดิม (Berdens van Berlekom, 1969; Nassauer, 1997; Wohl, 2004) การทำความเข้าใจแม่น้ำปิงในเบื้องต้น จำเป็นต้องศึกษาองค์ความรู้เกี่ยวกับแม่น้ำ และภูมินิเวศแม่น้ำ เพื่อเป็นพื้นฐานการอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่เกิดขึ้นภายในระบบ

แม่น้ำ เป็นเส้นทางเชื่อมต่อระหว่างสารอาหาร พลังงาน และแร่ธาตุจากพื้นที่ต้นน้ำไปยังปลายน้ำ และพื้นที่ภายในลำน้ำกับพื้นที่แวดล้อมโดยรอบ (Thorp, Thoms, & DeLong, 2008) ทำให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ เป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการหล่อเลี้ยงวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์ผ่านตัวกลาง “การบริการเชิงนิเวศ” ซึ่งเชื่อมโยงมนุษย์กับภูมินิเวศเข้าด้วยกัน (Burkhard & Maes, 2017) สำคัญในการศึกษาเรื่องภูมินิเวศแม่น้ำจึงเกี่ยวข้องกับการทำความเข้าใจโครงสร้างบริบทของระบบภูมินิเวศแม่น้ำ และการศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขต่าง ๆ โดยมนุษย์ (Allan, 2004; Fausch et al., 2002 as cited in Dunham et al., 2018)

เนื่องจากแม่น้ำมีองค์ประกอบและเงื่อนไขที่กำหนดความสัมพันธ์ภายในระบบอยู่หลายมิติ ทฤษฎีที่อธิบายแนวคิดการทำความเข้าใจระบบของแม่น้ำจึงต้องทำความเข้าใจถึงความเชื่อมโยง และความซับซ้อนของโครงสร้างแม่น้ำ เพื่อให้สามารถอธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้น ในการทำความเข้าใจแม่น้ำจึงต้องศึกษาตั้งแต่ส่วนย่อยของแม่น้ำ โครงข่ายลำน้ำ และภูมินิเวศอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อแม่น้ำด้วย (Wohl, 2014)

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำปิง บริเวณเขตเมืองและปริมณฑล จังหวัดเชียงใหม่ จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาทำความเข้าใจแม่น้ำ และภูมินิเวศแม่น้ำ ภายในมิติต่าง ๆ ทั้งที่เกิดขึ้นในระบบของภูมินิเวศแม่น้ำตามธรรมชาติ และระบบที่มีความเชื่อมโยงกับชีวิตมนุษย์ ตลอดจนสามารถระบุถึงการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบที่เกิดขึ้นภายในระบบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ ด้วยกระบวนการศึกษาทั้งวิธีการซ้อนทับข้อมูลแผนที่ (Overlay Mapping) การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน

รวมถึงการสร้างแผนที่เปรียบเทียบจากข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ ปี พ.ศ. 2502 และ พ.ศ. 2555 เพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการวางแผนการใช้ที่ดินจากมนุษย์ และทำการวิเคราะห์โครงสร้างทางกายภาพจากข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) เพื่อวิเคราะห์สภาพและอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนภูมินิเวศแม่น้ำ เพื่อจะสามารถบ่งชี้ถึงปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจากการพัฒนาของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับกายภาพของภูมินิเวศแม่น้ำในเชิงพื้นที่

ในการศึกษาวิจัยหัวข้อดังกล่าวมีเป้าประสงค์ในการพัฒนาไปถึงการศึกษานโยบายการแก้ไขผลกระทบที่เกิดขึ้น ตลอดจนวิธีการอยู่ร่วมกับการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศต่อไปในอนาคต ภายใต้กรอบความรู้จากทฤษฎีภูมิศาสตร์ภูมิทัศน์ (Landscape Ecology) และภูมินิเวศแม่น้ำ (Riverscape) อันเป็นองค์ความรู้พื้นฐานที่มีการศึกษามาเป็นเวลายาวนานที่ควรทำความเข้าใจในเบื้องต้น เพื่อที่จะสามารถนำไปต่อยอดและปรับใช้เข้ากับบริบทของประเทศไทยต่อไป

## 1.2 คำถามการวิจัย

- 1.2.1 ภูมินิเวศแม่น้ำปิงคืออะไร ทั้งในด้านของโครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และการเปลี่ยนแปลง แต่ละองค์ประกอบข้างต้นมีความเชื่อมโยงต่อกันอย่างไร
- 1.2.2 ภูมินิเวศแม่น้ำปิงมีความเชื่อมโยงกับการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างไร
- 1.2.3 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในภูมินิเวศแม่น้ำปิงมีอะไรบ้าง การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างไร

## 1.3 วัตถุประสงค์

- 1.3.1 เพื่อให้สามารถอธิบายคุณลักษณะของภูมินิเวศแม่น้ำปิงในมิติต่าง ๆ
- 1.3.2 เพื่อทำความเข้าใจความเชื่อมโยงระหว่างภูมินิเวศแม่น้ำปิงกับการดำรงชีวิตของมนุษย์
- 1.3.3 เพื่อระบุถึงความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และบ่งชี้ให้เห็นถึงคุณสมบัติที่เปลี่ยนไปของภูมินิเวศแม่น้ำปิง รวมถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อการดำรงชีพของมนุษย์
- 1.3.4 เพื่อเป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นต่อระบบนิเวศแม่น้ำปิง และการศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาอย่างเหมาะสม

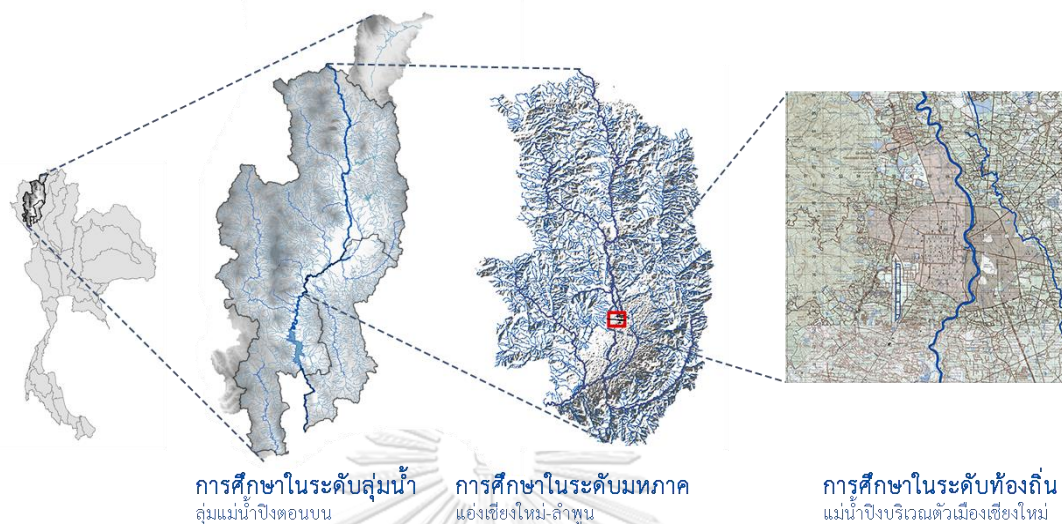
## 1.4 ขอบเขตการวิจัย

- 1.4.1 ขอบเขตเชิงพื้นที่

เนื่องจากภูมินิเวศแม่น้ำนั้นสามารถนิยามได้แตกต่างกันตามระดับพื้นที่ ตั้งแต่ในระดับลุ่มน้ำจนถึงพื้นที่ขนาดเล็กย่อย การเลือกพื้นที่ในการวิจัย ทำเพื่อศึกษาความเป็นไปและผลกระทบของรูปแบบ



การเปลี่ยนแปลงภูมิเวททั้งที่มีความแตกต่างกันในแต่ละระดับพื้นที่ โดยแบ่งออกเป็นพื้นที่ 3 ระดับ ได้แก่



ภาพที่ 1 ระดับในการวิเคราะห์ภูมิเวทแม่น้ำปิง

1. การศึกษาในระดับลุ่มน้ำ (Watershed Scale) เป็นการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจภาพรวมของภูมิเวทแม่น้ำในบริเวณที่ศึกษา โดยกำหนดขอบเขตการศึกษาระบบภูมิเวทแม่น้ำปิงตอนบนโดยใช้ขอบเขตลุ่มน้ำเป็นเกณฑ์ในการแบ่งพื้นที่ เพื่อทำความเข้าใจในระดับลุ่มน้ำ
2. การศึกษาระดับมหภาค (Macro Scale) เป็นการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจรูปแบบความสัมพันธ์ของภูมิเวทแม่น้ำปิงกับมนุษย์ภายในแอ่งเชียงใหม่ลำพูน โดยใช้การกำหนดขอบเขตจากการนิยามขอบเขตแอ่งเชียงใหม่ลำพูนที่มีทั้งมิติทางกายภาพ ทางสังคม เศรษฐกิจ และวัฒนธรรม
3. การศึกษาในระดับท้องถิ่น (Local Scale) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของวิถีชีวิตในชุมชนกับภูมิเวทแม่น้ำปิงโดยเลือกพื้นที่ขอบเขตในเมืองเชียงใหม่ ส่วนที่ครอบคลุมพื้นที่คูเมือง พื้นที่บริเวณรอบคูเมือง และเส้นแม่น้ำปิง

#### 1.4.2 ขอบเขตเชิงเนื้อหา

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ใช้กรอบแนวคิดของภูมิเวทวิทยา ซึ่งเป็นพื้นฐานการศึกษาระบบความสัมพันธ์ในเชิงปริภูมิกับกระบวนการในภูมิเวท (Forman & Godron, 1986, pp. 1-24; Pickett & Cadenasso, 1995) และกรอบแนวคิดระบบนิเวศมนุษย์ (Pickett, Cadenasso, & Grove, 2004) เป็นพื้นฐานในการศึกษาภูมิเวทแม่น้ำปิงในมิติต่าง ๆ โดยได้กำหนดเนื้อหาวิทยานิพนธ์ออกเป็น 6 บท ได้แก่

### 1. บทที่ 1: บทนำ

ทำการอธิบายถึงปัญหาที่เกิดขึ้น หรือจุดประสงค์ที่ทำให้เริ่มต้นการวิจัย รวมทั้งการอธิบายแนวคิดและมุมมองในการวิจัย ข้อจำกัดในการเริ่มต้นวิจัย และการอธิบายข้อมูลเบื้องต้นอื่น ๆ ของวิทยานิพนธ์

### 2. บทที่ 2: ทบทวนวรรณกรรม

ทบทวนวรรณกรรมเพื่ออธิบายเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องต่องานวิจัย โดยจำแนกประเด็นที่จะทำการศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานความรู้ในการศึกษา เพื่อเป็นกรอบการวิจัยและการอธิบายองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา กลุ่มทฤษฎีเพื่อเป็นวิธีการดำเนินการศึกษา เพื่อกำหนดแนวทางของวิธีวิจัยให้เหมาะสมกับการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องการในระยะเวลาที่กำหนด และกลุ่มทฤษฎีสำหรับประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการจัดการภูมินิเวศแม่น้ำ เพื่อเป็นพื้นฐานความรู้สำหรับการสรุปและนำเสนอเป็นข้อเสนอแนะต่อไป

### 3. บทที่ 3: ข้อมูลพื้นที่ศึกษา

อธิบายถึงการเลือกพื้นที่ศึกษาในแต่ละระดับ และลักษณะพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา ตั้งแต่ในระดับพื้นที่ลุ่มแม่น้ำปิงตอนบนซึ่งเกี่ยวข้องกับโครงสร้างในระดับภูมิภาค ไปจนถึงโครงสร้างและองค์ประกอบทางภูมินิเวศของลุ่มแม่น้ำปิงตอนบนและแอ่งเชียงใหม่ลำพูน และมีมติของมนุษย์ที่มีความผูกพันกับระบบของแม่น้ำปิงในด้านวิถีชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และวัฒนธรรม

### 4. บทที่ 4: วิธีการวิจัย

ทำการอธิบายกระบวนการวิเคราะห์พื้นที่ โดยแบ่งการวิจัยออกเป็น 3 ส่วน คือ (1) การอธิบายโครงสร้างของลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน (2) การวิเคราะห์อธิบายความสัมพันธ์ของภูมินิเวศแม่น้ำปิงและมนุษย์ และ (3) การวิเคราะห์ผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำปิง เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นความเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำปิงในมิติต่าง ๆ รวมถึงการบ่งชี้ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นผ่านการสำรวจกายภาพที่เปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำปิง

### 5. บทที่ 5: ผลการวิจัย

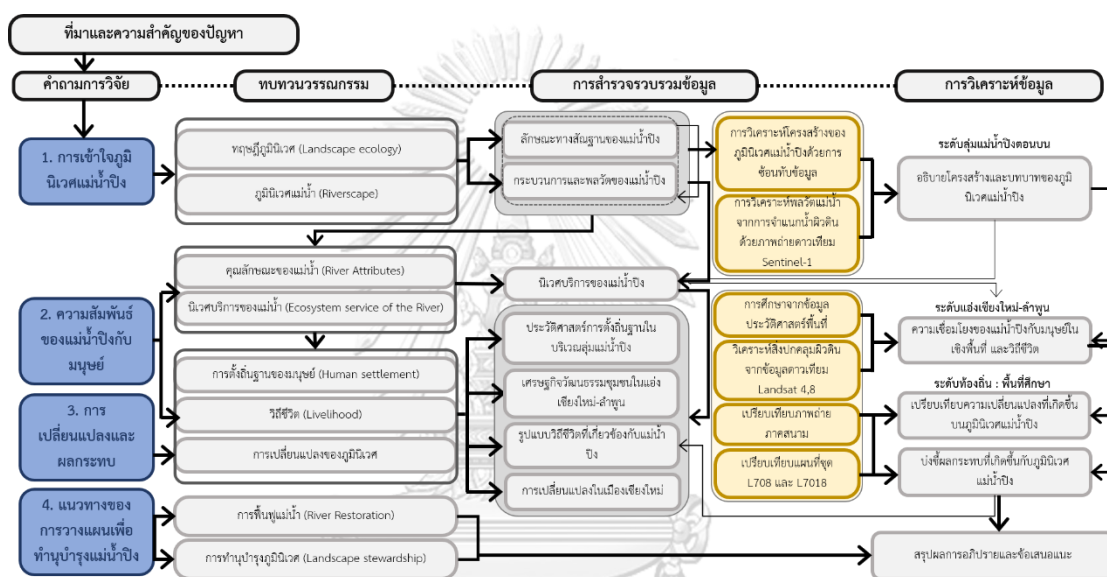
สรุปอภิปรายผลการสังเคราะห์ที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่ผ่านการสำรวจระยะไกลเป็นหลัก ประกอบด้วยการอธิบายความเชื่อมโยงขององค์ประกอบทางภูมินิเวศที่เป็นพื้นฐานการดำรงชีวิตในรูปแบบของแผนที่เพื่อทำการอธิบายความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างภูมินิเวศที่แตกต่างกันในแต่ละ

ระดับพื้นที่ และการอธิบายเปรียบเทียบโครงสร้างเชิงนิเวศที่เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพในระยะเวลาที่เปลี่ยนไป เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการสรุปผลการศึกษา

6. บทที่ 6: การสรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

อธิบายถึงข้อสรุปที่เกิดขึ้นหลังจากทำการศึกษาวิจัย และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับประเด็นการศึกษาเพิ่มเติมในลำดับต่อไป ภายใต้กรอบพื้นฐานของทฤษฎีทางภูมินิเวศวิทยา รวมทั้งการให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัยที่อยู่ในเงื่อนไขและข้อจำกัดในรูปแบบที่คล้ายกัน

1.5 ระเบียบวิธีวิจัย



ภาพที่ 2 ระเบียบวิธีวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.5.1. ทบทวนวรรณกรรม จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา เพื่อให้มีพื้นฐานความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงสร้างกรอบกระบวนการศึกษาและกรอบความคิด

1.5.2. รวบรวมข้อมูล และทำการวิเคราะห์ ประกอบด้วย

1. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 ในปี พ.ศ. 2558 และปี พ.ศ. 2564 (ASF DAAC, 2015, 2021) เพื่อใช้วิเคราะห์จำแนกน้ำผิวดิน ในการอธิบายถึงรูปแบบของพลวัตน้ำหลากที่เกิดขึ้นในระดับลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน
2. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT ในปี พ.ศ. 2532 และปี พ.ศ. 2564 (United States Geological Survey [USGS], 1992, 2021) เพื่อสำรวจรูปแบบของสิ่งปก

คลุมผิวดิน เน้นพื้นที่เมืองเป็นหลัก สำหรับใช้อธิบายร่องรอยและขอบเขตในการดำรงชีวิตของมนุษย์ในระดับแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน

3. รวบรวมข้อมูลแผนที่ประวัติศาสตร์ แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ชุด L708 (กรมแผนที่ทหาร, 2502) และข้อมูลแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ชุด L7018 (กรมแผนที่ทหาร, 2555) จากกรมแผนที่ทหาร เพื่อวิเคราะห์จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในกลุ่มแม่น้ำปิง และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของความสัมพันธระหว่างเมืองเชียงใหม่และแม่น้ำปิง
  4. รวบรวมข้อมูลภาพถ่ายภาคพื้นเพื่อใช้เปรียบเทียบให้เห็นบริบทและบรรยากาศจากวิถีชีวิตที่เกิดขึ้นในบริเวณที่เกี่ยวข้องกับแม่น้ำปิง โดยใช้ภาพถ่ายจากบุญเสริม สาทรรักษ์ เป็นข้อมูลภาพถ่ายทางประวัติศาสตร์ที่เกิดการบันทึกไว้ในช่วงเวลาต่าง ๆ
- 1.5.3. ทำการวิเคราะห์และจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินเบื้องต้น และทำการเปรียบเทียบโครงสร้างและรูปแบบของความสัมพันธระหว่างเมืองเชียงใหม่กับแม่น้ำปิงที่เปลี่ยนแปลงตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน
  - 1.5.4. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงและผลกระทบที่เกิดขึ้นในกลุ่มแม่น้ำปิง บริเวณเมืองเชียงใหม่ ผ่านแผนที่ประวัติศาสตร์ชุด L708 และภาพถ่ายทางอากาศเก่า เปรียบเทียบกับภาพถ่ายปัจจุบัน รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายภาคพื้น
  - 1.5.5. สรุปผลการวิเคราะห์ของความสัมพันธระหว่างแม่น้ำปิงและเมืองเชียงใหม่ รวมถึงความเปลี่ยนแปลงและผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อภูมินิเวศแม่น้ำ

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 เกิดความเข้าใจ และสามารถอธิบายถึงภูมินิเวศ ภูมินิเวศแม่น้ำในพื้นที่ศึกษา รวมถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนแม่น้ำปิง ตลอดจนการตั้งคำถามเพื่อต่อยอดเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับแม่น้ำปิงต่อไป
- 1.6.2 ค้นพบวิธีการทำความเข้าใจภูมินิเวศแม่น้ำสำหรับภูมิสถาปนิก หรือนักวางแผน เพื่อทำการฟื้นฟู พัฒนาแม่น้ำปิง และพื้นที่เกี่ยวเนื่องต่อไป
- 1.6.3 ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนวางแนวทางการกำหนดแผนการจัดการพื้นที่ริมแม่น้ำปิง ให้เหมาะสมกับพื้นที่ภูมินิเวศแม่น้ำปิง ในจังหวัดเชียงใหม่

## 1.7 คำนิยามศัพท์

|  |            |   |
|--|------------|---|
| <p>ภูมินิเวศ<br/>(Landscape)</p>                           | <p>คือ</p> | <p>สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่บนพื้นโลก มีระบบนิเวศหลายระบบมาประกอบกัน โดยในแต่ละระบบนิเวศก็มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (Forman &amp; Godron, 1986) ซึ่งในแต่ละระบบนิเวศที่มีลักษณะเฉพาะนั้น มีองค์ประกอบทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยที่มนุษย์เองก็เป็นหนึ่งในองค์ประกอบของระบบนิเวศเช่นกัน (Naveh &amp; Lieberman, 1994)</p>  |
| <p>ภูมินิเวศแม่น้ำ<br/>(Riverscape)</p>                    | <p>คือ</p> | <p>ส่วนหนึ่งของภูมินิเวศ โดยเฉพาะส่วนที่เกี่ยวกับระบบของลำน้ำและวัฏจักรที่เกี่ยวข้องกับน้ำที่อยู่ในระบบนิเวศเป็นหลัก ตั้งแต่หยาดน้ำฟ้า เช่น ฝน ที่ตกลงมาบนพื้นโลก เกิดเป็นแหล่งต้นน้ำต่าง ๆ ที่ไหลรวมมาเป็นลำแม่น้ำ ไปจนถึงพื้นที่ปากแม่น้ำซึ่งต่อไปยังฝั่งระบบนิเวศของทะเล รวมถึงน้ำที่อยู่ในกระบวนการคายน้ำกลับขึ้นไปบนชั้นบรรยากาศ (Haslam, 1996)</p>  |
| <p>พลวัตแม่น้ำ<br/>(River<br/>Dynamic)</p>                 | <p>คือ</p> | <p>ลักษณะของกระบวนการทางภูมินิเวศแม่น้ำที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาจากปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำหรืออัตราการไหลในแม่น้ำแตกต่างกันไปในแต่ละระดับช่วงเวลา โดยความเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยานี้จะเกิดในระยะสั้นจาก (1) ปัจจัยทางฤดูกาลหรือเหตุการณ์สภาพอากาศในช่วงเวลานั้น ๆ และ (2) เกิดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวจากอิทธิพลของลักษณะสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละภูมิภาค (Rhoads, 2020)</p> |
| <p>การบริการเชิง<br/>นิเวศ<br/>(Ecosystem<br/>Service)</p> | <p>คือ</p> | <p>ประโยชน์ที่ระบบนิเวศให้แก่มนุษย์ในด้านต่าง ๆ (Millennium Ecosystem Assessment, 2005)</p>   |
| <p>การดำรงชีพ<br/>(Livelihood)</p>                         | <p>คือ</p> | <p>ขีดความสามารถ และการประกอบกิจกรรมใด ๆ โดยมีจุดประสงค์เพื่อเป็นพื้นฐานในการใช้ชีวิตของมนุษย์ (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], n.d.)</p>  |
| <p>การตั้งถิ่นฐาน<br/>(Settlement)</p>                     | <p>คือ</p> | <p>การกระทำของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาพื้นที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัย และกระบวนการที่เริ่มต้นลงหลักปักฐาน ตลอดจนการดำเนินชีวิตในเวลาต่อมา (Mai, Owl, &amp; Kersting, 2005)</p>  |

## บทที่ 2

### ทบทวนวรรณกรรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาความเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำเพื่อทำความเข้าใจแม่น้ำในแต่ละมิติ ทั้งที่เกิดขึ้นในระบบของภูมินิเวศแม่น้ำตามธรรมชาติ และระบบที่มีความเชื่อมโยงกับมนุษย์ โดยจำแนกประเด็นที่จำเป็นต่อการศึกษาวิจัยเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานความรู้ในการศึกษา เพื่อเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย และเป็นแนวคิดเพื่อการอธิบายโครงสร้าง กระบวนการ และบทบาทของภูมินิเวศแม่น้ำ สามารถแบ่งหัวเรื่องในการศึกษา ได้แก่

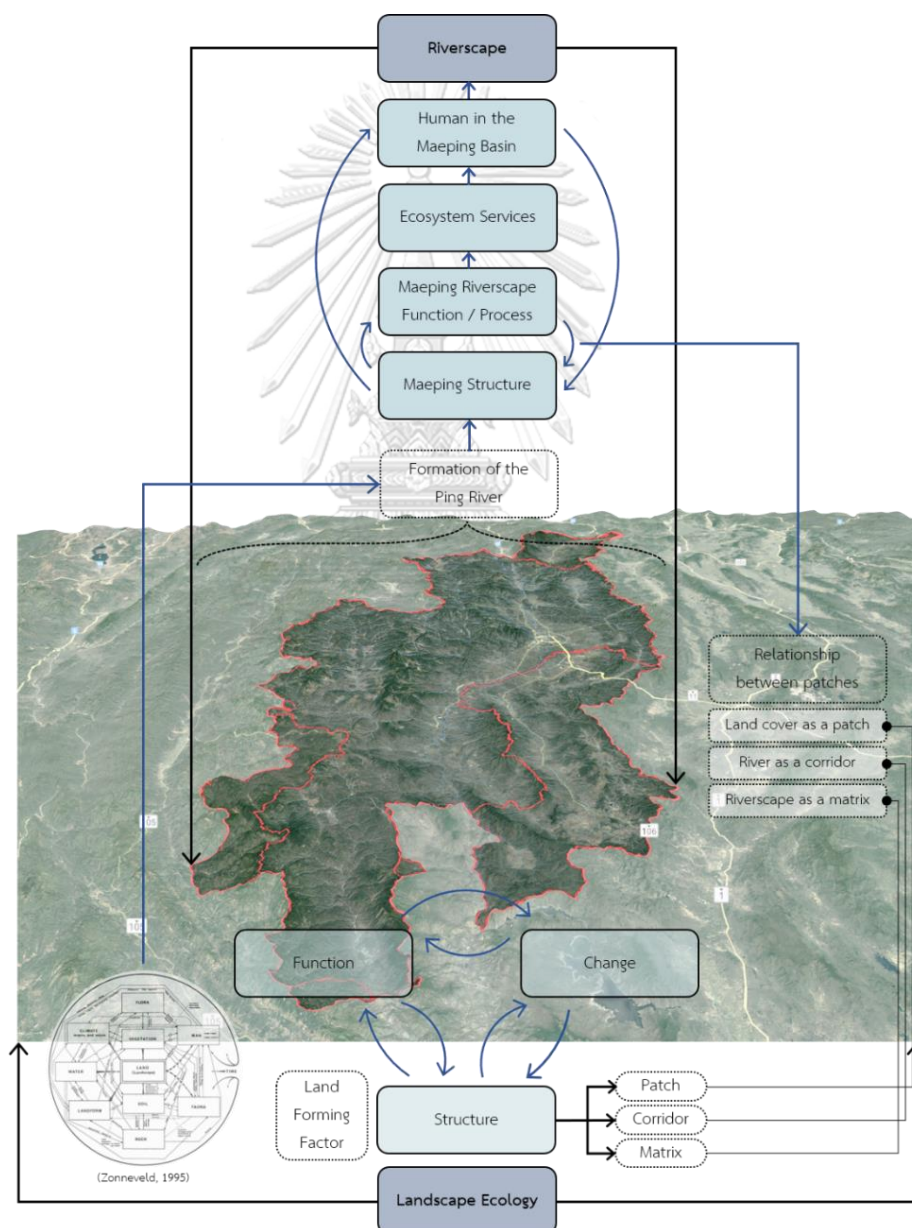
- 1) ทฤษฎีเกี่ยวกับภูมินิเวศ เพื่อทำความเข้าใจถึงพื้นฐานเกี่ยวกับระบบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบภายในระบบภูมินิเวศ และเป็นพื้นฐานให้กับกรอบการศึกษาในประเด็นอื่น ๆ
- 2) ทฤษฎีภูมินิเวศแม่น้ำ เพื่ออธิบายถึงการนิยามแม่น้ำในทั้งเชิงนิเวศและในมุมมองของมนุษย์ รวมทั้งคุณลักษณะของแม่น้ำ ซึ่งอธิบายโครงสร้างในเชิงกายภาพและชีวภาพของแม่น้ำ กระบวนการที่เกิดขึ้น รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำ
- 3) ทฤษฎีเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และภูมินิเวศแม่น้ำ ประกอบด้วย ทฤษฎีการบริการเชิงนิเวศ (Ecosystem Services) (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) ทฤษฎีนิเวศวิทยาของมนุษย์ (Human Ecology) (Schutkowski, 2005; Steiner, 2016) และทฤษฎีการดำรงชีพของมนุษย์ (Human Livelihood) (FAO, n.d.) เพื่อเป็นพื้นฐานการอธิบายความสำคัญของภูมินิเวศในฐานะปัจจัยพื้นฐานในการอยู่รอดและการดำรงชีวิตของมนุษย์ (Steiner, 2002) รวมถึงทฤษฎีระบบสังคมนิเวศวิทยา (Social Ecological System: SES) (Berkes, Colding, & Folke, 2008; Dunham et al., 2018) ซึ่งอธิบายถึงระบบความสัมพันธ์ของมนุษย์กับแม่น้ำ และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะภูมินิเวศแม่น้ำโดยมนุษย์

2. ทฤษฎีเพื่อเป็นวิธีการดำเนินการศึกษา เพื่อการกำหนดวิธีวิจัยให้มีความเหมาะสมกับการศึกษา ทั้งในการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

3. ทฤษฎีสำหรับประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการจัดการภูมินิเวศแม่น้ำ เช่น ทฤษฎีการฟื้นฟูภูมินิเวศแม่น้ำ ทฤษฎีการทำนุบำรุงภูมินิเวศ

## 2.1 ทฤษฎีพื้นฐานความรู้ในการศึกษาเกี่ยวกับภูมิเวศแม่น้ำปิง

เนื่องด้วยพื้นฐานของภูมิเวศมีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบมีชีวิตและไม่มีชีวิตที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ในการศึกษาความเปลี่ยนแปลงของภูมิเวศแม่น้ำปิง จึงจำเป็นต้องใช้กรอบแนวคิดเรื่องภูมิเวศวิทยาเป็นพื้นฐานในการศึกษา เพื่อทำความเข้าใจองค์ประกอบ และลำดับความเชื่อมโยงขององค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับบริบทพื้นที่ โดยเชื่อมโยงประเด็นการศึกษาเป็นตามแผนภาพ (ภาพที่ 3) และจะทำการอธิบายเนื้อหาของทฤษฎีที่ทำการศึกษาค้นคว้า จากประเด็นที่เป็นพื้นฐานไปสู่เนื้อหาที่มีความเฉพาะเจาะจงตามลำดับ



ภาพที่ 3 กรอบการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวกับภูมิเวศแม่น้ำปิง



### 2.1.1. ทฤษฎีภูมินิเวศวิทยา

ภูมินิเวศวิทยา (Landscape Ecology) เป็นวิชาเกี่ยวกับการศึกษากระบวนการและระบบความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในเชิงพื้นที่ ผ่านการผนวกความรู้ทั้งด้านชีววิทยา ธรณีวิทยา และวิทยาศาสตร์แขนงอื่น ๆ (Zonneveld, 1995) และจากกรอบแนวคิดระบบนิเวศ (Ecosystem Concept) ซึ่งเน้นการศึกษากระบวนการความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตเป็นพื้นฐาน (Forman & Godron, 1986) รวมถึงมนุษย์ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความเปลี่ยนแปลงและระบบความสัมพันธ์ดังกล่าว (Naveh & Lieberman, 1994) ทำให้การศึกษาทฤษฎีภูมินิเวศวิทยาจะมีความสำคัญต่อการอธิบายภูมินิเวศในฐานะระบบนิเวศ ซึ่งเป็นพื้นฐานต่อการวางกรอบในการศึกษาภูมินิเวศ และการศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างภูมินิเวศและมนุษย์ต่อไป

ทั้งนี้ ในการทบทวนวรรณกรรมจะประกอบด้วยการให้คำนิยามคำว่าภูมิทัศน์ และภูมินิเวศ (Landscape) รวมถึงทฤษฎีที่จำเป็นต่อการอธิบายลักษณะของภูมินิเวศวิทยาเพื่ออธิบายองค์ความรู้เบื้องต้นที่เป็นพื้นฐานของการกำหนดกรอบความรู้ในงานวิจัยที่เหมาะสม

#### 1. ความหมายของภูมิทัศน์ หรือ ภูมินิเวศ

คำว่าภูมิทัศน์ หรือ ภูมินิเวศ ถือเป็นคำสำคัญในการตั้งต้นศึกษาประเด็นเนื้อหาเรื่องความสัมพันธ์และองค์ประกอบที่มีความเชื่อมโยงกันตามธรรมชาติ อีกทั้งมนุษย์ยังมีความผูกพันและมีมุมมองต่อภูมิทัศน์ด้วยความเข้าใจที่เป็นปัจเจก เกิดเป็นความหมายในมิติที่ต่างกัน (Forman & Godron, 1986) การเริ่มต้นทำความเข้าใจของที่มาและความหมายที่หลากหลายตามบริบทของการนิยามคำศัพท์ที่แตกต่างกันในแต่ละสถานที่ ภาษา ช่วงเวลา และพื้นที่หลังของศาสตร์ที่หยิบยกคำขึ้นมาใช้ จะเป็นจุดเริ่มต้นที่สร้างความเข้าใจถึงพื้นฐานและกรอบสำหรับตั้งประเด็นในการต่อยอดศึกษาต่อไป ทั้งนี้ ในการอธิบาย จะจำแนกจากมุมมองที่เป็นพื้นที่หลังในการนิยามคำศัพท์ตามแต่ละประเด็นดังนี้

#### 1) ภูมิทัศน์ ในฐานะของภาพ และองค์ประกอบภูมิทัศน์

ในยุคแรกเริ่ม การศึกษาเกี่ยวกับภูมิทัศน์ปรากฏขึ้นในยุคฟื้นฟูศิลปวิทยา (Renaissance) ในทวีปยุโรป (Antrop & Van Eetvelde, 2017) โดยปรากฏหลักฐานของคำว่า “ภูมิทัศน์” (Landscape) เพื่อบรรยายความงามและความคิดของคนจากการมองเห็นภูมิทัศน์ โดยมีการใช้อย่างแพร่หลายในงานวรรณกรรม และงานศิลปะที่สื่อถึงการมองเห็นองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ตั้งอยู่บนพื้นดิน (Naveh & Lieberman, 1994)



## 2) ภูมิทัศน์ หรือ ภูมินิเวศ ในด้านวิทยาศาสตร์

แนวคิดเกี่ยวกับการศึกษาภูมิทัศน์ได้รับการพัฒนาในเวลาต่อมา โดยผนวกความรู้จากศาสตร์แขนงต่าง ๆ เพื่อช่วยในการศึกษาและอธิบายความเป็นไปของโลก ทั้งในด้านกายภาพ กระบวนการ และการเปลี่ยนแปลง ซึ่งช่วงปลายศตวรรษที่ 18 จนถึงต้นศตวรรษที่ 19 เป็นช่วงเวลาที่มีการเริ่มต้นพัฒนาเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยอธิบายกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลก การให้ความหมายของคำว่า ภูมิทัศน์ หรือ ภูมินิเวศ (Landscape) จึงถูกนิยามใหม่ด้วยความหมายที่เจาะจงมากขึ้น อีกทั้งในช่วงต้นศตวรรษที่ 19 คำศัพท์ดังกล่าวนี้ยังถูกหยิบยกขึ้นมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์เชิงภูมิศาสตร์และการศึกษาธรรมชาติอีกด้วย (Naveh & Lieberman, 1994) ในการอธิบายภูมิทัศน์หรือภูมินิเวศในเชิงวิทยาศาสตร์ จะมีประเด็นหลัก ๆ ดังนี้

- การศึกษาทางภูมิศาสตร์ ใช้คำว่าภูมิทัศน์พ้องกับคำว่า ภูมิสัณฐาน (Landform) หรือผืนดิน (Land) เพื่ออธิบายลักษณะทางกายภาพในเชิงพื้นที่ของแผ่นดิน โดยนิยามภูมิทัศน์ในฐานะคุณลักษณะของสิ่งที่ตั้ง และสามารถมองเห็นบนผืนโลกโดยรวม (Naveh & Lieberman, 1994)
- การศึกษาด้านภูมิทัศน์ภูมิศาสตร์ (Landscape Geography) มีการพัฒนาแนวคิดองค์รวมของภูมิทัศน์ซึ่งใช้คำว่าภูมิทัศน์เพื่ออธิบายถึง ระบบของผืนดิน (Land Systems) และการศึกษาภูมิทัศน์ในมุมมองดังกล่าวจะเป็นการอธิบายภาพรวม และระบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของระบบนิเวศผ่านการศึกษาในเชิงพื้นที่ เป็นโครงสร้างทางกายภาพ และคุณลักษณะที่มองเห็นได้ (Troll, 1971, as cited in Naveh & Lieberman, 1994)
- การศึกษาภูมินิเวศวิทยา มีการเริ่มผนวกองค์ความรู้ในเรื่องนิเวศวิทยาเข้ามาในการศึกษาเพื่ออธิบายความเป็นไปได้ที่เกิดขึ้นภายในระบบ จึงมีการพัฒนาและนิยามคำว่า “ภูมินิเวศ” (Landscape) ในความหมายว่าเป็นความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ทั้งสิ่งมีชีวิต สิ่งไม่มีชีวิต และระบบของมนุษย์ที่ตั้งอยู่บนผืนโลก ประกอบกันจนกลายเป็นระบบที่มีความซับซ้อน (Zonneveld, 1995) โดยในการศึกษาภูมินิเวศวิทยา จะเน้นทำความเข้าใจถึงโครงสร้าง กระบวนการขององค์ประกอบในพื้นที่กำหนด (Land Area) ซึ่งมีมิติและช่วงระดับขนาดของพื้นที่ที่หลากหลาย และเกิดความเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่าง ๆ เมื่อเวลาผ่านไป (Forman & Godron, 1986)
- การศึกษานิเวศวิทยามนุษย์ (Human Ecology) และภูมิศาสตร์วัฒนธรรม (Cultural Geography) ได้นิยามคำว่าภูมินิเวศในฐานะคุณลักษณะของพื้นที่ (Area) และภูมิภาค (Region) ที่เชื่อมโยงกับการกำหนดอาณาเขตของมนุษย์ รวมไปถึงการรับรู้และ

สุนทรียภาพที่มนุษย์มีต่อภูมิโนเวศโดยรอบอีกด้วย (Sauer, 1925 as cited in Norton, 2005)

จากการนิยามด้วยแนวคิดที่หลากหลาย วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับการศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบภายในภูมิโนเวศและมนุษย์ จึงใช้มุมมองการนิยามภูมิโนเวศที่มาจากการศึกษาประเด็นทางภูมิโนเวศวิทยา ในฐานะระบบความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ และการเปลี่ยนแปลงในระบบโนเวศ ซึ่งสามารถทำการสำรวจและอธิบายในเชิงปริภูมิ (Forman & Godron, 1986; Naveh & Lieberman, 1994)

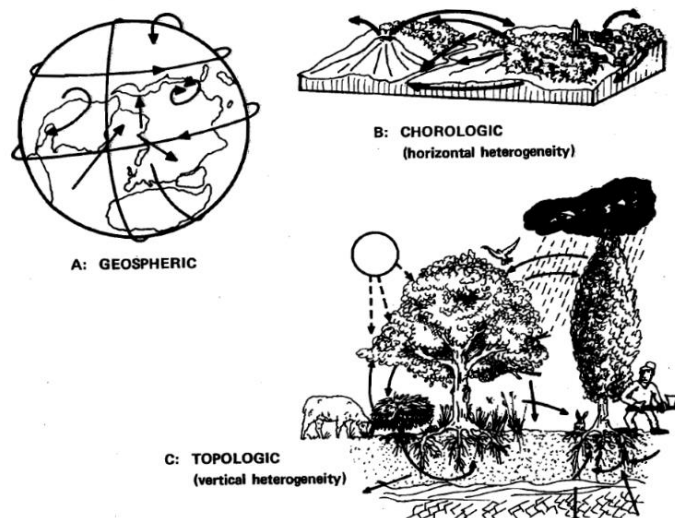
## 2. แนวคิดเรื่องผืนดินและภูมิโนเวศ (Land and Landscape Concept)

จากพื้นฐานแนวคิดภูมิโนเวศวิทยา และการนิยามภูมิโนเวศ ทำให้มีการพัฒนาแนวคิดผืนดินและภูมิโนเวศเพื่ออธิบายองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในแต่ละหน่วยผืนภูมิโนเวศ (Zonneveld, 1995) โดยแบ่งการอธิบายภูมิโนเวศเป็นมิติต่าง ๆ ดังนี้

### 1) มิติเชิงพื้นที่ (Zonneveld, 1995)

ในการอธิบายมิติเชิงพื้นที่ ได้แบ่งประเด็นการศึกษาด้วยขนาด และแนวแกนในการศึกษาพื้นที่แต่ละระดับ เพื่อให้สามารถอธิบายคุณลักษณะขององค์ประกอบ และลักษณะความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันออกไป (Zonneveld, 1972 (Zonneveld, 1995))

- มิติการศึกษาในแนวตั้ง (Topological dimension): เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ในภูมิโนเวศที่มีความเกี่ยวข้องเรียงตัวกันในแนวตั้ง (Vertical) ซึ่งอาจแสดงให้เห็นถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นระหว่างแต่ละองค์ประกอบ เช่น ดิน น้ำ พืชพันธุ์ ภูมิอากาศ และสิ่งมีชีวิตทั้งสัตว์และมนุษย์ ซึ่งมิติการศึกษาภูมิโนเวศในแนวแกนทางตั้งนี้เหมาะกับระดับพื้นที่ศึกษาขนาดเล็ก
- มิติการศึกษาในแนวราบ (Chorological dimension): เป็นการศึกษาความเชื่อมโยงของมิติในแนวราบ (Horizontal) หรือการศึกษากระบวนการและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่อยู่บนพื้นผิวของโลก เช่นความสัมพันธ์ของระหว่างผืนแผ่นดินของระบบโนเวศ (Patch) ที่มีความสัมพันธ์ต่อกัน
- มิติในระดับธรณีภาค (Geospherical dimension): เป็นมิติการศึกษาที่เน้นไปยังความสัมพันธ์หรือกระบวนการที่สร้างผลกระทบหรือการเปลี่ยนแปลงในระดับพื้นที่ขนาดใหญ่หรือพื้นที่ระดั้องค์รวมของโลก และการเปลี่ยนแปลงของแผ่นเปลือกโลก



ภาพที่ 4 ภาพแสดงมิติของภูมินิเวศ (Landscape Ecological Dimension)  
(Zonneveld, 1995)

## 2) มิติเชิงเวลา (Zonneveld, 1995)

เนื่องจากเวลาเป็นเงื่อนไขในการกำหนดให้เกิดกระบวนการและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภูมินิเวศ การเปลี่ยนแปลงหรือกระบวนการต่าง ๆ ภายในระบบนิเวศจึงสามารถชี้วัดได้จากมิติเชิงเวลา โดยระดับของเวลาที่แตกต่างกัน ก็ส่งผลให้เกิดระดับการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันออกไปด้วย สามารถยกตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในระดับต่าง ๆ กับลักษณะกระบวนการที่เกิดขึ้นได้ตามตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงระดับของเวลาซึ่งส่งผลต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางภูมินิเวศ

| หน่วยระยะเวลา (ปี) | กระบวนการที่เกิดขึ้น   |
|--------------------|--|
| (a) $10^6$ ปี      | กระบวนการแปรสัณฐานของแผ่นธรณีภาค<br>กระบวนการเกิดสายพันธุ์ทางชีวภาพ  |
| (b) $10^5$ ปี      | กระบวนการทางภูมิอากาศระดับมหภาค (Macroclimatic Processes) เช่น การเกิดเขตพื้นที่สภาพภูมิอากาศแบบได้รับอิทธิพลจากน้ำฝน (Pluvials) หรือจากน้ำแข็ง (Gracials) |
| (c) $10^4$ ปี      | กระบวนการเปลี่ยนแปลงภูมิสัณฐานในระดับมหภาค (Macrogeomorphology)  |

| หน่วยระยะเวลา (ปี)  | กระบวนการที่เกิดขึ้น   |
|---|--|
| (d) $10^3$ ปี   | กระบวนการเกิดดิน และกระบวนการทางอุทกธรณี (Geo-hydrological Processes)  |
| (e) $10^2$ ถึง $10^1$ ปี  | กระบวนการทับถมของตะกอน (Sedimentological Processes)<br><br>กระบวนการปรับสมดุลทางชีววิทยา (Biological feedback)<br>เช่น กระบวนการพัฒนาพื้นที่ของป่าและพื้นที่ธรรมชาติ (Forestry and Nature Development) หรือ การเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพหลังเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ (Succession after Catastrophes*) |
| (f) $10^{-1}$ ถึง 1 ปี  | การพัฒนาพื้นที่เกษตร พืชสวน และพื้นที่เมือง  |
| *หมายเหตุ : ภัยพิบัติทางธรรมชาติอาจเกิดขึ้นในระยะเวลาที่มีความหลากหลายแตกต่างกันออกไป |  |
| (g) นาที  | การเกิดแผ่นดินไหว  |
| (h) ชั่วโมง   | การเกิดปรากฏการณ์ลมแดง หรือพายุ  |
| (i) วัน (ในกรณีที่เกิดภัยพิบัติ)<br>เดือนหรือปี (ในกรณีที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์)    | การกัดเซาะพังทลายของหน้าดินจากอิทธิพลของตัวเร่ง  |
| (j) เดือน   | การเกิดโรคระบาดในกลุ่มสิ่งมีชีวิต  |

ทั้งนี้ การศึกษาแนวคิดเรื่องผืนดินและภูมินิเวศ เป็นแนวคิดที่ทำให้เห็นว่า นอกจากองค์ประกอบภูมินิเวศที่สามารถมองเห็นได้ในเชิงพื้นที่แล้ว ยังมี “เวลา” เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ไม่สามารถมองเห็นได้ โดยเวลาจะเป็นตัวกำหนดให้เกิดกระบวนการ ซึ่งทำให้เกิดเป็นคุณลักษณะของผืนดินแต่ละแบบแตกต่างกันต่อไป

### 3. องค์ประกอบและคุณลักษณะของภูมินิเวศ

เนื่องด้วยภูมินิเวศเป็นหน่วยย่อยขององค์ประกอบ และระบบที่มีความสัมพันธ์ต่อกัน ซึ่งสามารถทำการชี้วัดออกมาในเชิงกายภาพพื้นที่ได้ ซึ่งในทฤษฎีการอธิบายคุณลักษณะของภูมินิเวศได้

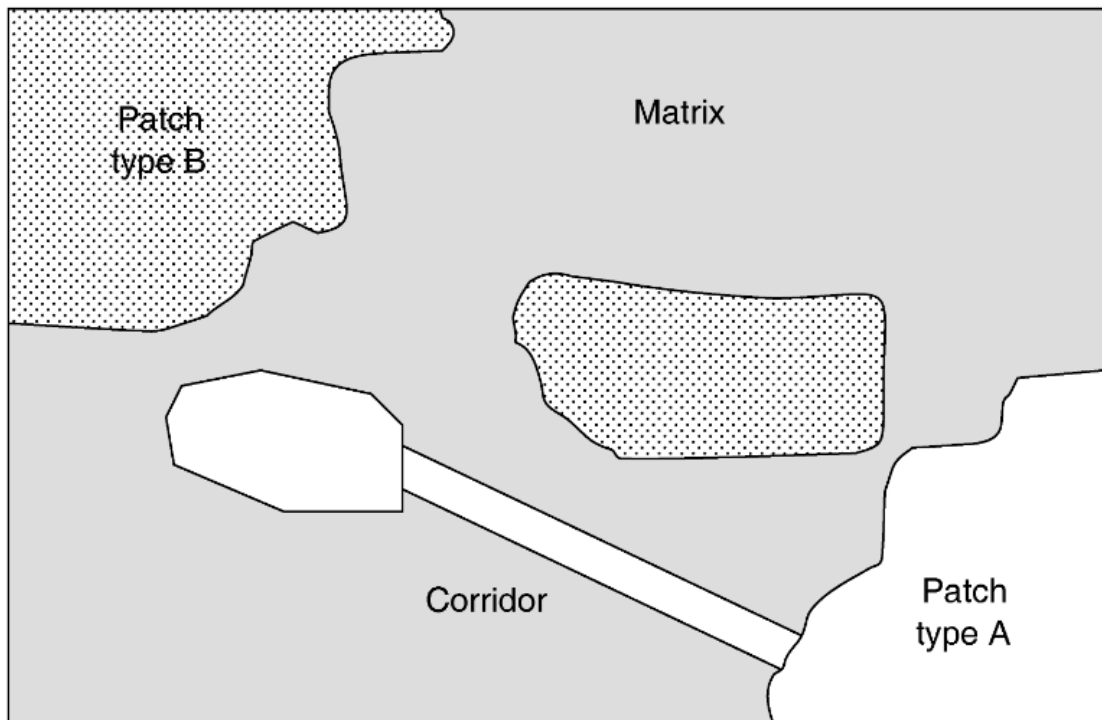
อธิบายองค์ประกอบของภูมินิเวศออกเป็น 3 ประการที่มีความเชื่อมโยงกัน (Forman & Godron, 1986) ได้แก่

- 1) โครงสร้างภูมินิเวศ (Landscape Structure): เป็นการอธิบายองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ตั้งอยู่ในระบบนิเวศในเชิงพื้นที่ โดยเน้นการอธิบายเรื่องคุณลักษณะทางกายภาพ เช่น รูปร่าง รูปทรง ขนาด หรือลักษณะอื่นๆ ทางกายภาพของระบบนิเวศ
- 2) บทบาทหน้าที่ของภูมินิเวศ (Landscape Function): เป็นบทบาทขององค์ประกอบภูมินิเวศ ที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบภายในระบบนิเวศที่เกิดขึ้น จนเกิดเป็นกระบวนการและคุณสมบัติต่าง ๆ ของภูมินิเวศเช่น การส่งต่อพลังงานและสสารในระบบนิเวศ การเกิดวัฏจักรสารอาหาร
- 3) การเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศ (Landscape Change): คือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นต่อโครงสร้าง หรือบทบาทหน้าที่ของภูมินิเวศเมื่อตัวแปรเรื่องเวลาเปลี่ยนไป

ทั้งนี้ เนื้อหาเรื่องโครงสร้างทางภูมินิเวศเป็นทฤษฎีที่กว้าง และมีพื้นฐานการศึกษาที่เกี่ยวข้องในหลายแง่มุม ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะกล่าวถึงแนวคิดทฤษฎีการอธิบายโครงสร้างภูมินิเวศใน 2 แนวคิดด้วยกัน คือ แนวคิดโครงสร้างภูมินิเวศแบบโมเสก และแนวคิดองค์ประกอบปัจจัยการเกิดแผ่นดิน

#### 1) แนวคิดโครงสร้างภูมินิเวศแบบโมเสก (Landscape Mosaic)

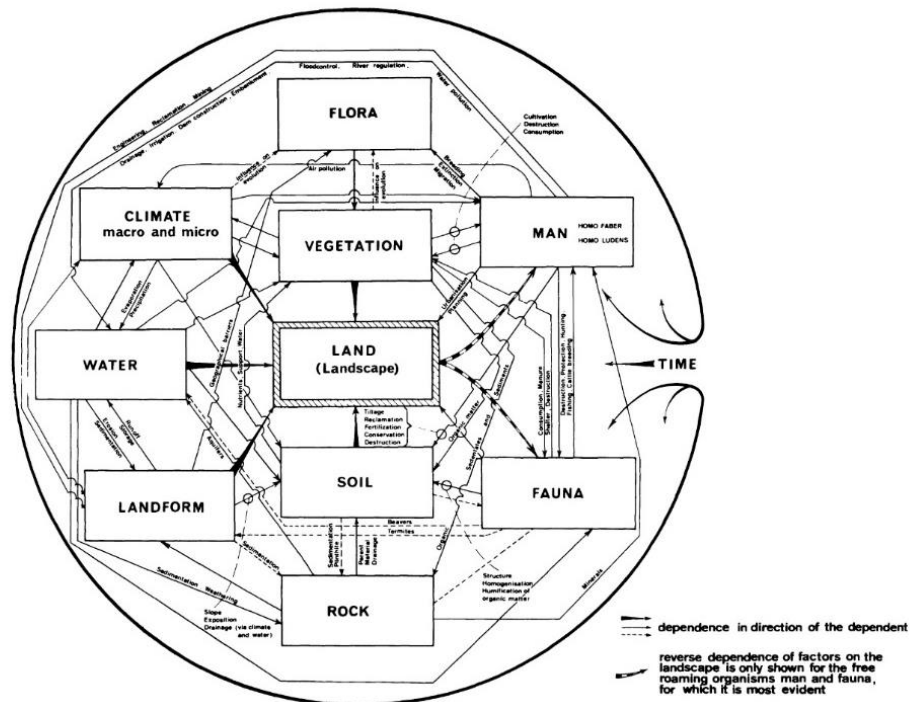
เป็นแนวคิดอธิบายโครงสร้างพื้นฐานของภูมินิเวศที่มองภูมินิเวศเป็นระบบแผ่นรวม โดยใช้เครื่องมือการศึกษาจำแนกออกเป็นองค์ประกอบของภูมินิเวศที่เป็นผืน (Patch) เป็นแนวเส้น (Corridor) และพื้นที่รวม (Matrix) (ภาพที่ 5) แนวคิดดังกล่าวได้ถูกพัฒนามาเป็นเครื่องมือการทำแบบจำลองด้วยวิธีสำรวจและวิเคราะห์พื้นที่ผ่านวิธีการรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing Methods) และวิธีการสำรวจภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial Survey Methods) (Zonneveld, 1995)



ภาพที่ 5 องค์ประกอบภูมินิเวศแบบโมเสก  
(Fischer & Lindenmayer, 2007, p. 268)

2) แนวคิดองค์ประกอบปัจจัยการเกิดแผ่นดิน (Land Forming Factor) (Zonneveld, 1995)

การอธิบายโครงสร้างคุณลักษณะของระบบนิเวศภายใต้ทฤษฎีภูมินิเวศวิทยา ได้อธิบายองค์ประกอบของภูมินิเวศในรูปแบบของ “บล็อก” (Block) ซึ่งแต่ละบล็อกจะมีอิทธิพลต่อองค์ประกอบอื่น ๆ ภายในระบบ โดยมีกระบวนการที่เชื่อมโยงแต่ละองค์ประกอบเข้าด้วยกัน และมีเวลาเป็นเงื่อนไขให้เกิดความเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทั้งในหน่วยย่อย ไปจนถึงองค์รวม (Holon) ของภูมินิเวศ (Naveh & Lieberman, 1994; Zonneveld, 1995) และได้แบ่งองค์ประกอบปัจจัยออกเป็น 9 ส่วน ได้แก่ 1. ภูมิอากาศ 2. น้ำ 3. ลักษณะภูมิประเทศ 4. พืชพันธุ์ (ชนิดพันธุ์) 5. กลุ่มพืชพันธุ์ (จากรูปทรงทางกายภาพ) 6. ดิน 7. หิน (ลักษณะทางธรณีวิทยา) 8. มนุษย์ 9. สัตว์ และมีเงื่อนไขของ “เวลา” เป็นปัจจัยให้เกิดกระบวนการและความสัมพันธ์ขึ้นระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ องค์ประกอบทั้งหมดเหล่านี้เมื่อเกิดกระบวนการความสัมพันธ์ต่อกัน จะสร้างให้เกิดผืนดิน หรือ ภูมินิเวศขึ้นมา (Zonneveld, 1995)



ภาพที่ 6 องค์ประกอบปัจจัย คุณลักษณะ และปฏิสัมพันธ์ภายในระบบของภูมินิเวศ  
(Naveh & Lieberman, 1994; Zonneveld, 1995)

### 2.1.2. ทฤษฎีภูมินิเวศแม่น้ำ

ในการศึกษาทฤษฎีภูมินิเวศแม่น้ำ มีองค์ความรู้พื้นฐานที่สำคัญในการทำความเข้าใจเบื้องต้นคือการนิยามพื้นที่แม่น้ำในมุมมองต่าง ๆ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงแนวคิดในการกำหนดขอบเขตการศึกษาในเชิงพื้นที่ได้อย่างชัดเจน และการอธิบายถึงคุณลักษณะของแม่น้ำในมิติต่าง ๆ ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ใช้กรอบความคิดในการอธิบายคุณลักษณะของแม่น้ำจากแนวคิดภูมินิเวศวิทยา ซึ่งแบ่งส่วนการอธิบายเป็นโครงสร้าง กระบวนการ และการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำ โดยรายละเอียดสำคัญ จะทำการอธิบายในลำดับถัดไป

#### 1. การนิยามแม่น้ำ (Defining the River)

พื้นที่แม่น้ำ เป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญในมิติที่มีความซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับทั้งกระบวนการตามธรรมชาติ และการดำรงชีพของมนุษย์ที่มีความผูกพันกันมายาวนาน (Haslam, 1996) ในการศึกษาประเด็นที่เกี่ยวข้องกับแม่น้ำจากคำนิยามของแม่น้ำในมุมมองที่แตกต่างกันจะเป็นจุดเริ่มต้นในการทำความเข้าใจมิติที่หลากหลายของแม่น้ำได้ ทั้งนี้ จากการศึกษาคำนิยามในทฤษฎีต่าง ๆ จะสามารถจำแนกมุมมองของการศึกษาประเด็นเกี่ยวกับแม่น้ำออกได้เป็น 2 มุมมองหลัก ได้แก่ แม่น้ำในเชิงนิเวศ และ แม่น้ำในมุมมองของมนุษย์

### ก. แม่น้ำในมิติเชิงนิเวศ

ในการศึกษาพื้นที่แม่น้ำในเชิงนิเวศ จะเน้นการอธิบายแม่น้ำด้วยคุณลักษณะของแม่น้ำ ได้แก่ โครงสร้าง (กายภาพ) กระบวนการ และพลวัตของแม่น้ำ โดยมีการนิยามองค์ประกอบหลักไว้ดังนี้

แม่น้ำ (River) คือเส้นทางที่ถูกกัดกร่อน เลาะเลี้ยวไปตามผืนดิน และเป็นพื้นที่สำหรับการไหลรวมของน้ำและตะกอนที่อยู่ตามธรรมชาติ (Leopold et al., 1964 as cited in Wohl, 2014) ทำให้แม่น้ำมีหน้าที่เป็นตัวพาสารอาหารและพลังงานในระบบนิเวศ และเป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างภายในโครงข่ายลำน้ำกับสิ่งแวดล้อมในพื้นที่โดยรอบ (Wohl, 2014)

ภูมินิเวศแม่น้ำ (Riverscape) คือส่วนหนึ่งของภูมินิเวศที่มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการของลำน้ำ (Fluvial Process) และวัฏจักรของน้ำซึ่งอยู่ภายในระบบนิเวศ (Haslam, 1996) โดยสามารถแบ่งเป็น

1) ระเบียบลำน้ำ (River Corridor) คือระบบนิเวศ หรือแนวพืชพันธุ์ที่อยู่ตามแนวลำน้ำ (Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG), 1998) และมีลักษณะของชนิดหรือความหนาแน่นที่แตกต่างจากบริเวณรอบข้างที่สามารถสังเกตได้ (Forman & Godron, 1986) โดยอาจนับขอบเขตตั้งแต่ภายในลำน้ำ แนวขอบตลิ่งเลียบบลำน้ำ พื้นที่น้ำท่วมถึงบริเวณข้างเคียง ไปจนถึงแผ่นดินบนพื้นที่สูงที่มีกระบวนการเกี่ยวเนื่องกับลำน้ำต่อไป (Haslam, 1996) พื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับระเบียบลำน้ำสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่

- แนวลำห้วย (Stream Channel) : ส่วนที่น้ำและตะกอนไหลผ่าน
- ที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain) : พื้นที่ที่น้ำสามารถท่วมได้ อยู่บริเวณริมฝั่ง 2 ด้านของแนวลำห้วย
- แนวขอบพื้นที่เปลี่ยนผ่านสู่ที่ราบสูง (Transitional Upland Fringe) : เป็นพื้นที่ราบที่อยู่สูงชันกว่าพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งเป็นพื้นที่เปลี่ยนผ่านระหว่างช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำกับพื้นที่ภูมินิเวศโดยรอบ

2) เขตลุ่มน้ำ (Watershed) มักถูกใช้ในการระบุพื้นที่รับน้ำตามธรรมชาติ นับขอบเขตจากสันปันน้ำ ซึ่งเป็นจุดสูงสุดของเส้นแนวเขาที่อยู่โดยรอบ โดยระหว่างเส้นแนวเขาจะเกิดลักษณะของหุบเขา และเกิดการกัดเซาะพื้นผิวของแผ่นดินจนเกิดเป็นลำน้ำสายเล็กที่มารวมกันเป็นแม่น้ำที่จะไหลลงไปยังพื้นที่ที่อยู่ต่ำกว่าต่อไป (Bierman & Montgomery, 2014)



## ข. แม่น้ำในมิติเชิงมนุษย์

ในประวัติศาสตร์ มนุษย์ทำการปักหลักตั้งถิ่นฐานอยู่ตามแนวแม่น้ำมาเป็นชวงเวลายาวนาน และได้พึ่งพาแม่น้ำเป็นองค์ประกอบในด้านต่าง ๆ ของวิถีชีวิต เช่น ใช้เป็นทรัพยากรน้ำ เส้นทางคมนาคม ตั๋วนำพาสารอาหารให้ดินในการทำเกษตรกรรม การกำจัดของเสีย และการผลิตอาหาร (Wohl, 2014)

แม่น้ำมีความเชื่อมโยงเกี่ยวข้องกับมนุษย์ในหลายมิติ เป็นพื้นฐานของสังคมของมนุษย์ และเชื่อมโยงกับมิติทางเศรษฐกิจและวัฒนธรรม (Berdens van Berlekom, 1969) ในการศึกษาแม่น้ำในมุมมองของมนุษย์จึงมีความเกี่ยวข้องครอบคลุมถึงความสัมพันธ์ระหว่างภูมิเวศแม่น้ำกับมนุษย์ ที่สะท้อนออกมาเป็นรูปแบบการจัดการและการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับภูมิเวศแม่น้ำ รวมทั้งทรัพยากรภายในระบบภูมิเวศแม่น้ำ โดยจะทำการอธิบายในส่วนของความสัมพันธะระหว่างมนุษย์กับภูมิเวศแม่น้ำต่อไป

### 2. คุณลักษณะของภูมิเวศแม่น้ำ (Riverscape Attribute)

ในวิทยานิพนธ์นี้ได้มีการปรับใช้กรอบแนวคิดจากทฤษฎีการอธิบายคุณลักษณะของภูมิเวศซึ่งอธิบายโครงสร้างของภูมิเวศในมิติต่าง ๆ เพื่อใช้ศึกษาทฤษฎีอธิบายภูมิเวศแม่น้ำ โดยมุ่งเน้นการอธิบายคุณลักษณะของภูมิเวศผ่านการจำแนกเป็นการอธิบายโครงสร้างทางกายภาพ กระบวนการสำคัญที่เกี่ยวข้อง และการเปลี่ยนแปลงของภูมิเวศแม่น้ำ

#### ก. โครงสร้างของภูมิเวศแม่น้ำ

แม่น้ำเป็นโครงสร้างที่ประกอบขึ้นมาจากปัจจัยต่าง ๆ ที่อยู่ในภูมิเวศต่าง ๆ ในช่วงระยะเวลาที่ยาวนาน ในการอธิบายถึงโครงสร้างทางกายภาพของแม่น้ำ จำเป็นต้องเข้าใจพื้นฐานทางทฤษฎีภูมิศาสตร์วิทยาของแม่น้ำ (River Geomorphology) เพื่อช่วยในการบ่งชี้และจำแนกโครงสร้างของส่วนต่าง ๆ ทางกายภาพในพื้นที่ภูมิเวศแม่น้ำ โดยในทฤษฎีดังกล่าวได้แบ่งการอธิบายเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้ (FISRWG, 1998)

#### 1) รูปแบบของกลุ่มน้ำ (Watershed Pattern)


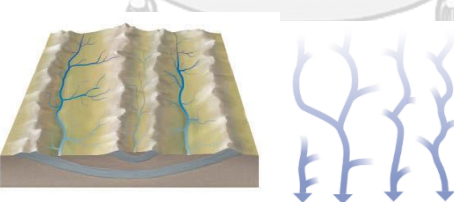
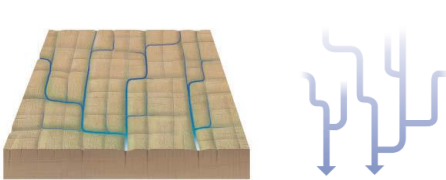
ลุ่มน้ำ (Watershed) หรือบางครั้งถูกเรียกว่าพื้นที่ลุ่มรับน้ำ (Drainage Basin, Catchment) หมายถึงพื้นที่บนเปลือกโลกที่เกิดกระบวนการกัดเซาะจากแม่น้ำ กลายเป็นร่องลำนน้ำบนธรณีภาคในรูปแบบและขนาดต่าง ๆ เมื่อระยะเวลาผ่านไป (Bierman & Montgomery, 2014) ขอบเขตของกลุ่มน้ำสามารถจำแนกออกได้จากปัจจัยด้านภูมิศาสตร์และอุทกศาสตร์ ด้วยเส้นสมมติที่เชื่อมต่อดจุดที่สูง

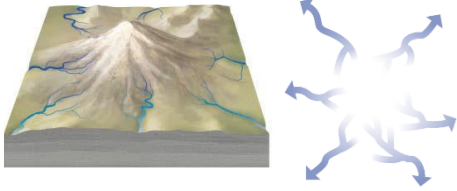
ที่สุดภายในภูมิภาคบริเวณพื้นที่ศึกษา เรียกว่าเส้นแนวสันเขา (Ridge Line) ซึ่งเป็นแนวเส้นที่แบ่งพื้นที่หุบเขา หรือลุ่มน้ำในแต่ละลุ่มออกจากกัน (Water Science School, 2019)

ทั้งนี้ รูปแบบการไหลของโครงข่ายลำน้ำ (Drainage Pattern) หรือรูปแบบของกลุ่มน้ำ (Watershed Pattern) จะสะท้อนให้เห็นถึงปัจจัยพื้นฐานของพื้นที่ เช่น ความชัน ลักษณะและคุณลักษณะของชั้นหินที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ กระบวนการของแผ่นเปลือกโลก (Tectonic Process) ที่ส่งผลต่อพื้นที่แต่ละลุ่มน้ำ ทำให้มีรูปแบบทางกายภาพที่แตกต่างกันออกไป โดยมีการอธิบายจำแนกดังนี้ (Garde, 2006)

ตารางที่ 2 ประเภทของรูปแบบลุ่มน้ำ และอิทธิพลที่เป็นปัจจัยในการเกิดรูปแบบดังกล่าว

(แปล และดัดแปลงจาก Bierman & Montgomery, 2014; Opperman, Moyle, Larsen, Florsheim, & Manfree, 2017)

| ประเภท                      | ภาพ   | คำอธิบาย   |
|-----------------------------|---|--|
| รูปแบบกิ่งไม้ (Dendritic)   |  | รูปแบบของกลุ่มน้ำที่พบได้โดยทั่วไป มักจะถูกพัฒนามาจากพื้นที่ที่มีโครงสร้างหินประเภทเดียวกัน  |
| รูปแบบมุมฉาก (Trellis)      |  | เป็นรูปแบบกลุ่มน้ำที่สะท้อนให้เห็นถึงโครงสร้างทางธรณีฐานที่มีประเภทหินในพื้นที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ทำให้ลำน้ำไหลตามช่องหินในลักษณะเป็นโครงตาข่าย   |
| รูปแบบเหลี่ยม (Rectangular) |  | รูปแบบกลุ่มน้ำดังกล่าวจะพบเห็นได้ส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่โครงสร้างหินเป็นประเภทหินคาร์บอเนต โดยเกิดจากการผุกร่อนที่ได้รับอิทธิพลจากสารเคมีในพื้นที่ และน้ำใต้ดิน ทำให้รูปแบบแนวการไหลของลำน้ำเป็นลักษณะเป็นข้อต่อเป็นแนวเหลี่ยมมุม |

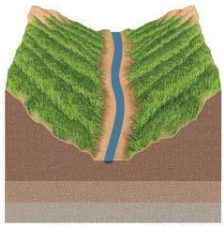
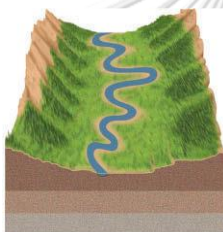
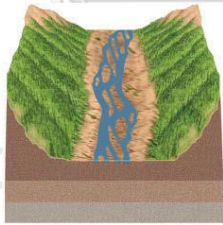

| ประเภท                  | ภาพ   | คำอธิบาย   |
|-------------------------|---|--|
| รูปแบบรัศมี<br>(Radial) |  | มักจะพบได้ในลุ่มน้ำที่อยู่บริเวณภูเขาไฟ เป็นลักษณะการไหลออกจากปลายยอดออกสู่ด้านข้างทุกทิศทาง |

## 2) รูปแบบของลำน้ำ (Channel Form)

ลักษณะทางสัณฐานของลำน้ำแสดงให้เห็นถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นกับเส้นทางการไหลของน้ำ และองค์ประกอบที่อยู่ในบริบทพื้นที่โดยรอบที่มีลักษณะแตกต่างกัน ทั้งปริมาณตะกอน ความสามารถในการพัดพาตะกอน ตลอดจนองค์ประกอบพื้นฐานอย่างโครงสร้างหิน สภาพภูมิอากาศ และอินทรีย์สารที่อยู่ในแนวช่องลำธาร ในการจำแนกลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ มีดัชนีการวัดความคดเคี้ยวของแม่น้ำ (Sinuosity) โดยการวัดอัตราส่วนของความยาวลำน้ำ (Channel Length:  $L_c$ ) ที่วัดจากแนวกึ่งกลางของลำน้ำ ต่อความยาวของแนวหุบเขา (Valley Length:  $L_v$ ) จากระยะเส้นตรงที่วัดจากแกนหุบเขา (Bierman & Montgomery, 2014) ทั้งนี้ สามารถจำแนกรูปแบบของลำน้ำจากลักษณะทางกายภาพที่สามารถมองเห็นได้ ดังนี้

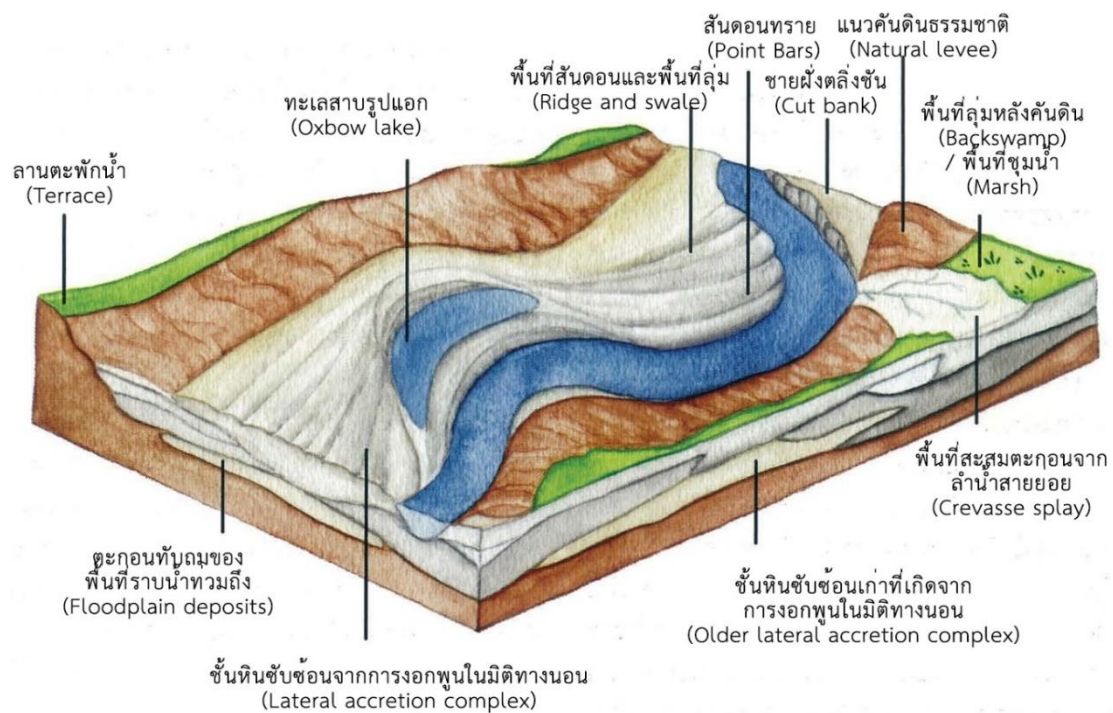
ตารางที่ 3 ลักษณะของรูปแบบลำน้ำ

(แปลและดัดแปลงจาก : Bierman & Montgomery, 2014; Opperman et al., 2017; Wohl, 2014)

| ประเภท                                    | ภาพ   | คำอธิบาย  |
|---|---|---|
| ลำน้ำแบบตรง<br>(Straight Channel)         |    | เป็นลำน้ำแบบสายเดี่ยว (Single-thread) มีลักษณะเป็นเส้นตรง ซึ่งหาพบตามธรรมชาติได้ยาก (Opperman et al., 2017) และมีดัชนีของความคดเคี้ยวในแม่น้ำ (Sinuosity) น้อยกว่า 1.3 (Bierman & Montgomery, 2014)   |
| ลำน้ำโค้งตัว<br>(Meandering Channels)     |   | เป็นลำน้ำแบบสายเดี่ยวที่มีลักษณะคดเคี้ยว มักจะเห็นได้บ่อยในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่มีความกว้างและราบ โดยมีดัชนีของความคดเคี้ยวในแม่น้ำตั้งแต่ 1.5 ขึ้นไป โดยทิศทางที่แม่น้ำเกิดการโค้งตัวไป เรียกว่า Meander Belt (Bierman & Montgomery, 2014) |
| ลำน้ำแบบเปีย<br>(Braided Channels)        |  | เป็นลำน้ำแบบหลายสาย (Multi-thread) ที่มีลักษณะไขว่กันเป็นรูปเปีย มีสันทรายกลางแม่น้ำที่ไม่มีพืชพันธุ์ขึ้นเป็นตัวแบ่งให้เกิดลำน้ำสายย่อยภายในเส้นน้ำสายหลัก (Bierman & Montgomery, 2014; Wohl, 2014)   |
| ลำน้ำประสานสาย<br>(Anastomosing Channels) |  | เป็นลำน้ำแบบหลายสายที่มีลักษณะที่ชัดเจนกว่าลำน้ำแบบเปีย สืบเกิดได้จากสันที่เกิดขึ้นกลางน้ำที่มีลักษณะเป็นเกาะ มีความมั่นคงกว่า มีพืชพันธุ์ขึ้นและมีขนาดใหญ่กว่าเมื่อเทียบกับขนาดของลำน้ำ (Bierman & Montgomery, 2014; Wohl, 2014)             |

### 3) ที่ราบน้ำท่วมถึง (Opperman et al., 2017)

องค์ประกอบทางภูมิศาสตร์ของที่ราบน้ำท่วมถึง (Topographic Features of Floodplains) มีความสำคัญเป็นโครงสร้างทางกายภาพให้กับระบบนิเวศที่ราบน้ำท่วมถึง โดยเกิดจากกระบวนการต่าง ๆ ทางกายภาพของแม่น้ำ เช่น กระบวนการสะสมตะกอนแม่น้ำ กระบวนการกัดเซาะ ฯลฯ ที่ทำให้เกิดลักษณะเฉพาะของแต่ละองค์ประกอบทางภูมิศาสตร์ที่หลากหลายและแตกต่างกันออกไป (Florsheim and Mount 2002; Ward et al. 2002, as cited in Opperman et al., 2017) ทั้งนี้ สามารถอธิบายถึงองค์ประกอบส่วนต่าง ๆ ได้ตามภาพดังนี้ (Leopold, Wolman, & Miller, 1964; Opperman et al., 2017)



ภาพที่ 7 องค์ประกอบทางภูมิศาสตร์และอุทกศาสตร์เบื้องต้นของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง  
(ที่มา : Opperman et al., 2017, p. 33)

- ลานตะพักลำน้ำ (River Terrace) : พื้นที่ซึ่งเป็นที่ราบน้ำท่วมถึงเดิม เมื่อมีการกัดเซาะของช่องลำน้ำจนเกิดที่ราบน้ำท่วมถึงใหม่ จะทำให้มีพื้นที่ระดับความสูงเกินกว่าระดับที่น้ำท่วมถึง ทำให้พื้นที่ราบดังกล่าวกลายเป็นลานตะพักลำน้ำ หลังจากเกิดกระบวนการเดิมซ้ำ ๆ เมื่อเวลาผ่านไป จะทำให้สามารถเห็นแนวลานตะพักลำน้ำหลายระดับ

- ทะเลสาบรูปแอก (Oxbow Lake) : เกิดจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงเส้นทางลำน้ำ เมื่อมีการสะสมและกัดเซาะตลิ่งจนลำน้ำเป็นแนวโค้งถึงจุดหนึ่ง จะเกิดการกัดเซาะบริเวณสันดอนทราย จนกลายเป็นลำน้ำสายใหม่ ทำให้ลำน้ำโค้งตัวตลิ่งเดิมไหลช้าลง และเกิดการตกตะกอนบริเวณทางแยกของเส้นทางลำน้ำ จนแนวลำน้ำเดิมตัดขาดกับลำน้ำสายหลัก กลายเป็นทะเลสาบรูปแอกในที่สุด
- พื้นที่สันดอนและพื้นที่ลุ่ม (Ridge and Swale) : เป็นพื้นที่ที่เกิดจากการสะสมของตะกอนจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงเส้นทางลำน้ำ โดยในพื้นที่ดังกล่าวอาจเกิดการกัดเซาะจนมีพื้นที่พัฒนาไปเป็นลำน้ำตัดตรง (Chute Channel) ได้
- สันดอนทราย (Point Bar) : แนวสะสมตะกอนของแม่น้ำเมื่อเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงเส้นทางลำน้ำ โดยทั่วไปจะเป็นตะกอนหยาบ เม็ดใหญ่ตกตะกอนอยู่ด้านล่าง ส่วนด้านบนมักจะเป็นตะกอนเม็ดละเอียดอย่างทรายแป้ง เป็นต้น ในฝั่งสันดอนทรายนี้จะเป็นตลิ่งฝั่งที่มีการสะสมตะกอนเรื่อย ๆ จนแนวลำน้ำขยับห่างจากเส้นแนวลำน้ำเดิม
- ชายฝั่งตลิ่งชัน (Cut Bank) : แนวฝั่งที่เกิดกระบวนการกัดเซาะของตลิ่ง ทำให้ปรากฏรูปแบบของลำน้ำที่มีความโค้งตัวมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป
- แนวคันดินธรรมชาติ (Natural Levee) : พื้นที่ขนานแนวเส้นทางลำน้ำซึ่งได้รับอิทธิพลจากกระบวนการน้ำล้นตลิ่ง ทำให้ตะกอนหยาบสะสมจนกลายเป็นแนวคันดินธรรมชาติซึ่งมีระดับความสูงมากกว่าระดับของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง
- พื้นที่ลุ่มหลังคันดิน (Backswamp) พื้นที่ชุ่มน้ำ (Marsh) : พื้นที่ลุ่มระดับต่ำ อุดมไปด้วยอินทรีย์สาร ซึ่งตัดขาดจากลำน้ำ มักจะเกิดในที่ราบน้ำท่วมถึงที่มีความชันน้อย
- พื้นที่สะสมตะกอนจากลำน้ำสายย่อย (Crevasse Splay) : เป็นส่วนที่มีการสะสมตะกอนทรายหรือทรายแป้งบนที่ราบน้ำท่วมถึง มีลักษณะเป็นรูปพัด โดยส่วนใหญ่แล้วพื้นที่นี้จะเป็นลุ่มน้ำทุติยภูมิ หรือลุ่มน้ำย่อย ของลำน้ำสายย่อย (Bridge, 2003; Opperman et al., 2017)

การจำแนกพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง สามารถช่วยบ่งชี้ให้เห็นแนวทางในการฟื้นฟูและการจัดการที่เหมาะสมกับประเภทของที่ราบน้ำท่วมแต่ละประเภท เนื่องจากกระบวนการที่เกิดขึ้นในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงประเภทต่าง ๆ จะมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำและตะกอนในรูปแบบแตกต่างกันออกไป (Opperman et al., 2017)

Welcomme (1979, as cited in Opperman et al., 2017) ได้เสนอแนวคิดการจำแนกพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงโดยมุ่งเน้นประเด็นเรื่องกระบวนการภายในพื้นที่ที่ส่งผลต่อการประมง และอธิบายประเภทของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงเป็น 3 แบบหลัก ๆ ได้แก่

- พื้นที่ราบน้ำท่วมถึงแบบเป็นแนวขอบ (Fringing Floodplains) เป็นพื้นที่ลักษณะเป็นแนวเส้นล้อมขนานแม่น้ำ มีอัตราส่วนของความกว้างของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงแปรผกผันกับความชันของลำน้ำ
- พื้นที่ราบน้ำท่วมถึงในสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ (Internal Deltas) เป็นพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่ได้รับอิทธิพลจากกระบวนการไหลผ่านของแม่น้ำ มีลักษณะทางกายภาพเป็นพื้นที่แบนราบ ทำให้แม่น้ำที่ไหลผ่านบริเวณนี้แบ่งเป็นลำน้ำสายย่อยหลายสาย เห็นเป็นลำน้ำในลักษณะแบบเปีย (Braided Channel)
- พื้นที่ราบน้ำท่วมถึงบริเวณชายฝั่งทะเล (Coastal Deltaic Floodplains) เป็นพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงในบริเวณที่ลำน้ำของแม่น้ำมาบรรจบกับพื้นที่ทะเลเปิด และลำน้ำสายหลักไหลผ่านพื้นที่สามเหลี่ยมปากแม่น้ำ ทำให้เกิดเป็นลำน้ำสาขาแยกย่อย โดยทั่วไปแล้วจะถูกพิจารณาให้เป็นพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงชายฝั่ง (Coastal Floodplain) ไม่ใช่พื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำ (River Floodplain) เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวได้รับอิทธิพลจากคลื่นลมทะเลเป็นส่วนใหญ่

#### ข. กระบวนการ และบทบาทหน้าที่ของภุมินิเวศแม่น้ำ

กระบวนการและบทบาทหน้าที่ของภุมินิเวศแม่น้ำมีหลายมิติและหลายองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะอธิบายถึงเนื้อหาเรื่องบทบาทหน้าที่ของภุมินิเวศแม่น้ำที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาภุมินิเวศแม่น้ำในภาพรวม และกระบวนการของภุมินิเวศแม่น้ำที่มีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของภุมินิเวศแม่น้ำ โดยจะกล่าวถึงเนื้อหาเรื่องกระบวนการอุทกวิทยาของภุมินิเวศแม่น้ำ ซึ่งอธิบายถึงกระบวนการไหลของน้ำจากแหล่งที่มาของน้ำในภุมินิเวศ การเชื่อมต่อภายในระบบภุมินิเวศแม่น้ำ และบทบาทหน้าที่ของภุมินิเวศ

##### 1) กระบวนการทางอุทกวิทยาของภุมินิเวศแม่น้ำ

เนื่องด้วยแม่น้ำเป็นระบบนิเวศที่มีการเคลื่อนที่จากการไหลอยู่ตลอดเวลาโดยมีน้ำเป็นตัวกลางในการพัดพาแลกเปลี่ยนสสาร พลังงาน และแร่ธาตุสารอาหารต่าง ๆ ทำให้การอธิบายถึง “ระบบการไหล” (Flow regime) ซึ่งเป็นการอธิบายที่มาของแหล่งน้ำภายในแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง จึงมีความสำคัญต่อการเข้าใจกระบวนการของแม่น้ำและภุมินิเวศแม่น้ำ โดยกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับระบบการไหลในแม่น้ำ มีปัจจัยเกี่ยวข้องดังนี้ (Opperman et al., 2017)



- กระบวนการหยาดน้ำฟ้า (Direct Precipitation) น้ำฝนเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับดินในภูมิภาคเขตร้อนและระดับของน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำต่าง ๆ เมื่อปริมาณน้ำฝนมีอัตราความเข้มข้นสูงกว่าอัตราการซึมน้ำลงดิน หรือมีชั้นดินเหนียวที่ขวางการซึมน้ำลงดิน (Infiltration) กระบวนการตกของหยาดน้ำฟ้าที่เกิดขึ้นจะทำให้มีปริมาณบนชั้นผิว (Surface Water) ก่อนที่จะไหลเข้าสู่ระบบการไหลของแม่น้ำหรือชั้นน้ำใต้ดิน (Opperman et al., 2017)
- กระบวนการจากการไหลในชั้นตะกอนใต้แม่น้ำ (Hyporheic Flow Contributions) ชั้นตะกอนใต้แม่น้ำเป็นแหล่งที่สำคัญต่อกระบวนการทางนิเวศวิทยาในภูมิภาคเขตร้อน โดยน้ำที่อยู่ในชั้นตะกอนใต้แม่น้ำเป็นแหล่งน้ำแรกที่จะไหลเข้ามาเติมในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงในพื้นที่ต่ำของพื้นที่น้ำท่วมถึงในเวลาในช่วงพิน้ำภายในแม่น้ำขาดการเชื่อมต่อกับพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง มีการศึกษาว่านอกจากการไหลที่เกิดขึ้นในบริเวณชั้นผิวแล้ว กระบวนการไหลที่อยู่ในพื้นที่ชั้นใต้พื้นผิวก็มีทิศทางไหลเชื่อมโยงภายในแม่น้ำกับพื้นที่ราบน้ำท่วมข้างเคียงแตกต่างกันออกไปตามแต่ละฤดูเช่นกัน มีปัจจัยหลายประการที่ส่งผลกับทิศทางการไหลใต้ชั้นผิวดิน ตั้งแต่อิทธิพลจากลำน้ำสาขา ลำดับการไหลในช่องลำน้ำ ไปถึงตำแหน่งที่ตั้งและทิศทางในการแลกเปลี่ยนน้ำในลำน้ำกับชั้นตะกอนใต้แม่น้ำ (Jones et al., 2008, as cited in Opperman et al., 2017, p. 16)
- กระบวนการไหลจากน้ำในดินสู่ลำน้ำ (Baseflow) ที่อยู่ภายในเส้นแม่น้ำสายหลักมีอิทธิพลสำคัญต่อการไหลของน้ำในชั้นดินใต้แม่น้ำในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง มีผลต่อเนื่องจากแหล่งน้ำและพืชพันธุ์ต่าง ๆ ภายในระบบนิเวศในแหล่งน้ำ (Poff et al. 1997; Shafroth et al. 1998, 2000, as cited in Opperman et al., 2017) นอกจากนี้ ในขณะที่น้ำในชั้นใต้ดินมีระดับความสูงเหนือกว่าผิวน้ำภายในลำน้ำ น้ำในตะกอนชั้นใต้แม่น้ำที่อยู่ในตะกอนลุ่มน้ำจะไหลลงสู่แม่น้ำเพื่อรองรับกระแสน้ำใต้ดิน
- กระบวนการวัฏจักรน้ำหลาก (Flood Pulse) ในช่วงเวลาที่เกิดวัฏจักรน้ำหลาก ระดับน้ำภายในแม่น้ำจะสูงขึ้นและเติมลำน้ำจนเต็มขอบตลิ่ง และสามารถมีระดับสูงขึ้นไปจนถึงระดับ “น้ำล้นตลิ่ง” (Overbank) และไหลเติมน้ำสู่พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Leopold & Wolman, 1957; Leopold et al., 1964; Slingerland & Smith, 2004) ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนตะกอน สารอาหาร และชีวมวลที่พัดพาระหว่างภายในลำน้ำและพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงอีกด้วย (Junk, Bayley, & Sparks, 1989)
- การไหลของลำน้ำสาขา (Tributary Flow) เป็นกระบวนการไหลของลำน้ำสาขาเข้ามาสู่พื้นที่ราบน้ำท่วมถึงผ่านที่ราบน้ำพา (Alluvial Valley) ด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยการไหลจากลำน้ำ



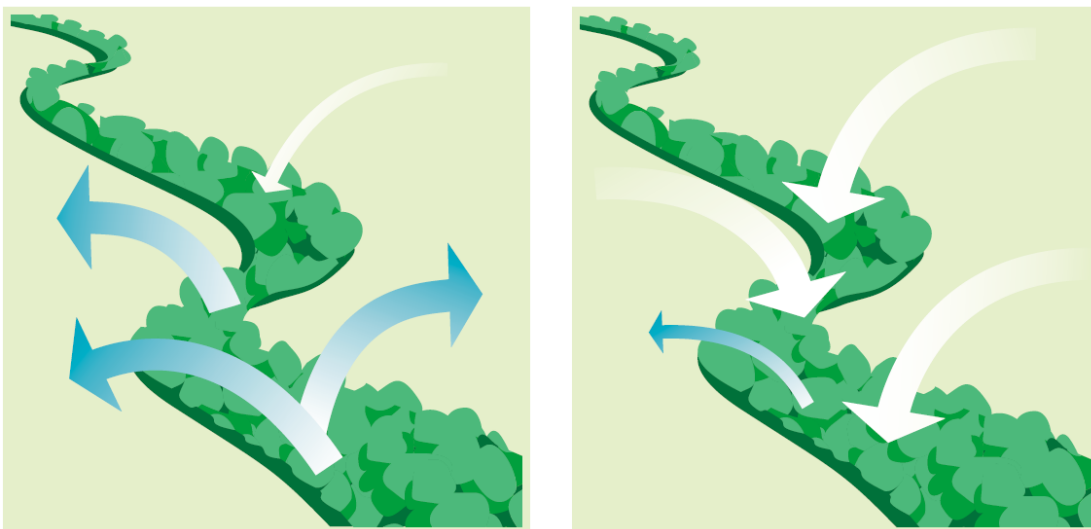
สาขาจะแผ่กระจายทั่วทั้งราบน้ำท่วมถึงและไปรวมกับกระบวนการไหลที่เกิดขึ้นจากน้ำหลากในพื้นที่ ก่อนจะไหลเข้ามาสู่ลุ่มน้ำผ่านการเชื่อมต่อกับต้นน้ำของลำน้ำสายหลัก (Florsheim et al. 2011, as cited in Opperman et al., 2017).

กระบวนการทางกายภาพของภูมินิเวศแม่น้ำจะเป็นกระบวนการที่มีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแม่น้ำ โดยมีกระบวนการที่สำคัญคือการกัดเซาะ และการตกตะกอน ซึ่งจะส่งผลสำคัญให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางกายภาพของแม่น้ำต่อไป

## 2) ความเชื่อมต่อของแม่น้ำ (River Connectivity) (Opperman et al., 2017; Wohl, 2017)

ความเชื่อมต่อทางอุทกวิทยา (Hydrological Connectivity) หมายถึงการแลกเปลี่ยนสารพลังงาน และชีวชาติ (Biota) ที่อยู่ระหว่างแต่ละองค์ประกอบภายในภูมินิเวศแม่น้ำผ่านน้ำที่เป็นตัวกลางการเชื่อมต่อ (Amoros and Roux, 1988, as cited in Wohl, 2017) ความเชื่อมต่อของแม่น้ำ (River Connectivity) สามารถหมายถึงกระบวนการที่มีแม่น้ำเป็นสื่อกลาง เพื่อเชื่อมต่อโครงข่ายของลำน้ำ (Ward, 1997, as cited in Wohl, 2014) ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของสารต่าง ๆ (น้ำ ตัวละลาย ตะกอน อินทรีย์สาร) และสิ่งมีชีวิตระหว่างระบบนิเวศในพื้นที่แต่ละส่วน โดยจะเกิดกระบวนการแตกต่างกันออกไปในแต่ละระดับของพื้นที่และเวลา (Opperman et al., 2017; Wohl, 2017) การทำความเข้าใจคุณสมบัติของระบบการเชื่อมต่อในภูมินิเวศแม่น้ำ จะมีความสำคัญในการชี้วัดและอนุมานถึงการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศ ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจากทั้งทางธรรมชาติ และการเปลี่ยนแปลงจากมนุษย์ ตลอดจนคุณลักษณะกระบวนการของแม่น้ำ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการต่อยอดเพื่อการจัดการแม่น้ำต่อไป (Wohl, 2017) ทั้งนี้ มิติในการศึกษากระบวนการเชื่อมต่อภายในระบบของแม่น้ำสามารถทำการอธิบายได้จากมิติทางภูมิศาสตร์ใน 3 มิติ (Opperman et al., 2017) ดังนี้

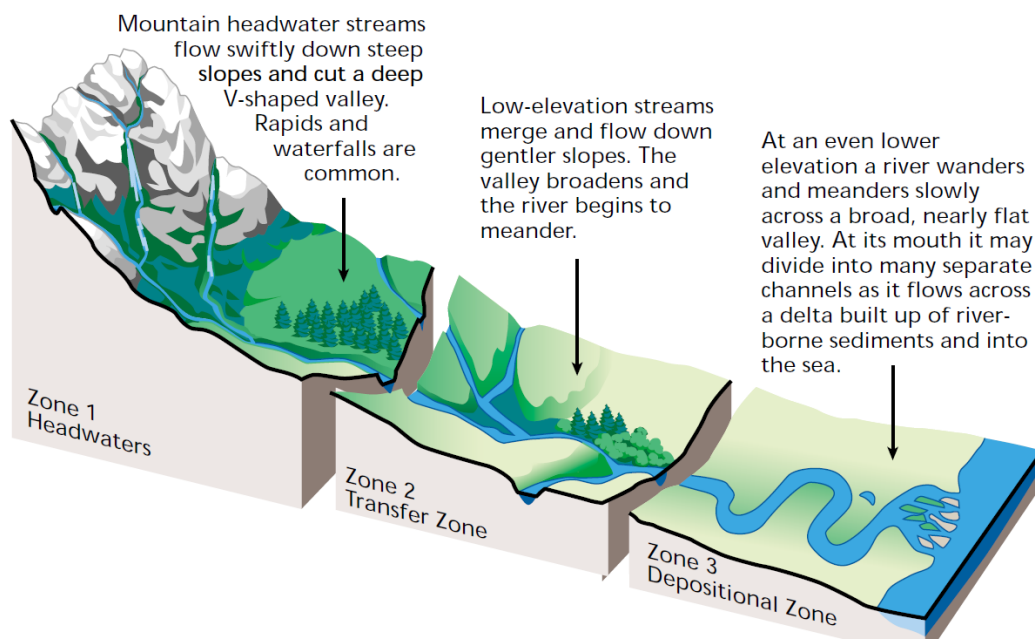
- ก) ความเชื่อมต่อในมิติทางขวาง (Lateral Connectivity) เป็นระบบความสัมพันธ์ระหว่างในช่องลำน้ำกับพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงบริเวณรอบข้าง โดยในช่วงที่เกิดน้ำหลาก ระดับน้ำภายในลำน้ำจะสูงขึ้นจนเต็ม และอาจล้นออกมานอกพื้นที่ลำน้ำ เรียกว่ากระบวนการ “กระแสน้ำล้นตลิ่ง” ในกระบวนการดังกล่าวนี้จะทำให้ตะกอน สารละลาย และอินทรีย์สารต่าง ๆ จากแม่น้ำถูกส่งไปยังพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่อยู่ขนานข้างลำน้ำ (Leopold & Wolman, 1957) การเชื่อมต่อในมิติทางขวางนี้ ทำให้ลำน้ำมีบทบาททั้งเป็นแหล่งสร้าง (Source) หรือเป็นแหล่งรับ (Sink) องค์ประกอบภายในลำน้ำกับภูมินิเวศ หรือบางลำน้ำอาจทำหน้าที่ทั้ง 2 ขึ้นอยู่กับช่วงฤดูกาล หรือตำแหน่งของลำน้ำ (FISRWG, 1998)



ภาพที่ 8 บทบาทการเป็นแหล่งเติม และแหล่งรวมของแนวลำน้ำกับภูมินิเวศโดยรอบ  
(ที่มา : FISRWG, 1998)

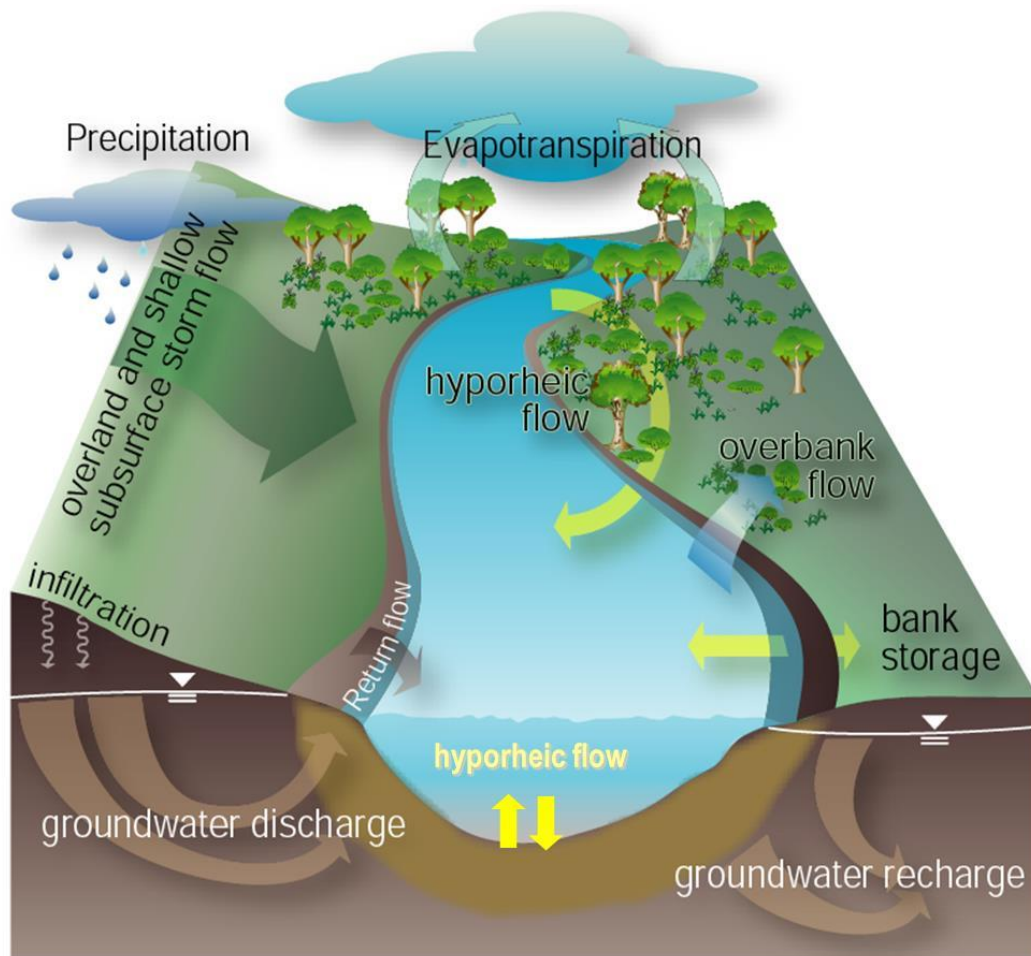
ข) ความเชื่อมต่อในมิติทางยาว (Longitudinal Connectivity) เป็นการเชื่อมต่อของภูมินิเวศแม่น้ำ จากพื้นที่ต้นน้ำสู่บริเวณปลายน้ำในแนวยาวจากกระบวนการต่าง ๆ เช่นการไหลบ่าของน้ำผิวดิน กระบวนการเกิดหยาดน้ำฟ้า (Precipitation) และกระบวนการไหลเติมของน้ำ (Discharge) จากเส้นลำน้ำสาขา (Opperman et al., 2017) การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ เช่น การสร้างเขื่อน ทำให้เกิดผลกระทบต่อความเชื่อมต่อของแม่น้ำในมิติทางยาว เนื่องจากระบบการไหลของน้ำ ตะกอน และสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในระบบแม่น้ำเปลี่ยนไป รวมทั้งความต่อเนื่องของระบบกับพื้นที่ราบน้ำท่วมรอบข้างด้วย (Ligon et al., 1995; Kingsford, 2000; Fryirs et al., 2006, as cited in Opperman et al., 2017) จากการศึกษาความเชื่อมต่อในระบบแม่น้ำด้วยมิติทางยาว ทำให้เห็นแม่น้ำเป็น 3 ช่วง (FISRWG, 1998; Opperman et al., 2017) คือ

- (1) พื้นที่ต้นน้ำ (Headwaters) มักจะตั้งอยู่บนเขาสูง เป็นพื้นที่ซึ่งตะกอนกักเซาะจากจุดที่ลาดชันที่สุดของกลุ่มน้ำแล้วไหลลงสู่ปลายน้ำ
- (2) พื้นที่เปลี่ยนผ่าน (The Transfer Zone) เป็นพื้นที่ที่ถัดลงมาจากพื้นที่ต้นน้ำ มีลักษณะเป็นพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงกว้าง ๆ ทำให้มีลำน้ำโค้งตัวไหลผ่าน รวมทั้งยังเป็นส่วนสะสมตะกอนจากพื้นที่ต้นน้ำพามารวมกันอีกด้วย
- (3) พื้นที่สะสมตะกอน (Depositional Zone) เป็นพื้นที่ลุ่มต่ำที่ลำแม่น้ำจะเกิดการแตกแขนงเป็นสาขาย่อยจากกระบวนการสะสมตะกอน (Deposition Process)



ภาพที่ 9 คุณลักษณะของลำน้ำและพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงในพื้นที่ส่วนต่าง ๆ จากการจำแนกด้วยมิติ  
การศึกษาแม่น้ำตามแนวยาว  
(ที่มา : FISRWG, 1998)

- ค) ความเชื่อมต่อในมิติทางตั้ง (Vertical Connectivity) เป็นการเชื่อมต่อระหว่างผิวน้ำลงไปยังชั้นตะกอนใต้แม่น้ำ (Hyporheic Zone) ซึ่งเป็นระบบที่อยู่ในพื้นที่ชั้นหินซุ่มน้ำ (Aquifer) ได้พื้นที่แม่น้ำและพื้นที่ราบน้ำท่วม มีกระบวนการหลักที่เกี่ยวข้องคือการไหลเติม (Recharge) หรือน้ำจมน้ำ (Downwelling) ซึ่งเป็นกระบวนการที่น้ำไหลจากพื้นที่ผิวลงสู่ชั้นตะกอนใต้แม่น้ำกับกระบวนการไหลออก (Discharge) หรือน้ำผุด (Upwelling) ซึ่งเป็นกระบวนการเคลื่อนตัวของน้ำจากในชั้นใต้ท้องน้ำขึ้นสู่พื้นที่ผิว (Opperman et al., 2017)



ภาพที่ 10 วัฏจักรทางอุทกวิทยาซึ่งเป็นความเชื่อมต่อในมิติทางแนวแกนตั้ง  
(ที่มา : The Office of Communications and Publishing [OCAP], n.d.,  
<https://www.usgs.gov/communications-and-publishing>)

บทบาทหน้าที่ของภูมินิเวศ (Landscape Function) (Bolliger & Kienast, 2010)

บทบาทหน้าที่ของภูมินิเวศเป็นผลผลิตที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ หรือเป็นกระบวนการ บางอย่างของภูมินิเวศ ที่ทำให้เกิดขีดความสามารถ เกิดผลผลิต หรือเกิดการบริการเชิงนิเวศที่มนุษย์ หรือภูมินิเวศเองสามารถใช้ประโยชน์ได้ (Bolliger & Kienast, 2010; Burkhard & Maes, 2017) บทบาทหน้าที่ของภูมินิเวศมีจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีการจำแนกเป็น 4 หน้าที่หลัก ๆ (de Groot et al. 2002, as cited in Bolliger & Kienast, 2010) ดังนี้

- (ก) บทบาทการผลิต (Production Functions) สร้างให้เกิดผลผลิตทางนิเวศ หรือแหล่งทรัพยากรที่ระบบนิเวศใช้งาน
- (ข) บทบาทการควบคุมระบบนิเวศ (Regulation Functions) เป็นการควบคุมหรือรักษากระบวนการ และความสามารถในการทำงานของระบบนิเวศ ให้ยังคงสภาพการทำงานตามขีดความสามารถที่เป็นอยู่
- (ค) บทบาทการเป็นแหล่งอาศัย (Habitat Functions) เป็นหน้าที่ในการรักษาโครงสร้างและกระบวนการเชิงนิเวศ ทำให้เกิดการบริการด้านการสนับสนุน เกิดความอุดมสมบูรณ์ของโครงสร้างภูมินิเวศ
- (ง) บทบาทการส่งต่อข้อมูล (Information Functions) เป็นบทบาทในการส่งต่อข้อมูลเชิงนิเวศให้สิ่งมีชีวิต เช่น พืชที่แม่น้ำเป็นตัวกำหนดฤดูกาลวางไข่ของสัตว์น้ำ สภาพอากาศเป็นตัวกำหนดช่วงเวลาการอพยพของสิ่งมีชีวิต ตลอดจนเป็นเงื่อนไขทำให้เกิดตำแหน่งชุมชนพื้นที่เกษตรกรรม เป็นข้อมูลให้มนุษย์ปรับตัว และสร้างระบบสังคมวัฒนธรรม
- ทั้งนี้ บทบาทหน้าที่ของภูมินิเวศเป็นสิ่งที่ภูมินิเวศผลิตขึ้น และจะถูกส่งต่อไปยังการใช้งาน ซึ่งสามารถชีวิตได้จากการบริการเชิงนิเวศของมนุษย์ต่อไป

#### ค. การเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำ

ในการอธิบายประเด็นเรื่องการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำ จะทำการจำแนกเป็น 2 หัวข้อ ตามลักษณะของการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงแบบที่เป็นวัฏจักร (Cyclic Change) (Menendez et al., 2020) ซึ่งเป็นพื้นฐานของพลาวัตแม่น้ำ และการเปลี่ยนแปลงเป็นเส้นตรง (Linear Change) (Knighton, 1984) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาตัวของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Development) และการเคลื่อนย้ายเส้นทางแม่น้ำ (River Migration)

##### 1) การเปลี่ยนแปลงแบบเป็นวัฏจักร

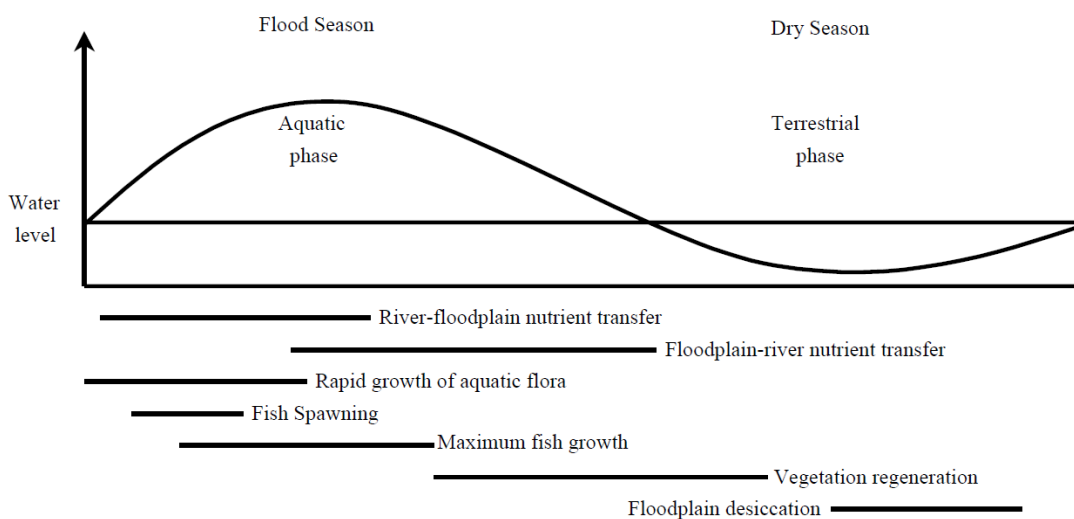
แม่น้ำมีระบบการไหลภายในลำน้ำ (Channeled Flows) เป็นพื้นฐาน โดยเป็นกระบวนการที่มีความเกี่ยวข้องกับทั้งเรื่องภูมิศาสตร์ของน้ำหลาก และกระบวนการอื่น ๆ เช่น กระบวนการพัดพาตะกอน และกระบวนการสัณฐานของพลาวัตแม่น้ำประกอบกัน ซึ่งระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับกระบวนการไหลในแม่น้ำนั้นมีความสำคัญต่อการทำความเข้าใจถึงพลาวัตของแม่น้ำ (Rhoads, 2020)

พลาวัตของระบบแม่น้ำมีความเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะทางอุทกวิทยาของการไหลภายในแม่น้ำ และมีความแตกต่างกันออกไปตามแต่ละระดับเชิงพื้นที่และเวลา โดยมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่การเปลี่ยนแปลงของหน่วยลำน้ำที่เล็กที่สุดเกิดขึ้นในหน่วยนาที่ ไปจนถึงแม่น้ำขนาดใหญ่ที่เกิดการ

เปลี่ยนแปลงในหลักเวลาหลายสัปดาห์ และได้รับอิทธิพลจากหลายปัจจัย เช่น การเปลี่ยนแปลงฤดูกาล ซึ่งทำให้เกิดความแตกต่างของระบบการไหลในแม่น้ำทั้งในมิติเชิงพื้นที่และเวลา หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อโครงสร้างทางกายภาพของลำน้ำ ซึ่งเหตุการณ์ที่เกิดในพื้นที่ระดับย่อย ๆ ยกตัวอย่างเช่น ในท้องถื่นก็จะส่งผลกระทบต่อลำน้ำในช่วงความยาวที่น้อยกว่าเหตุการณ์ที่เกิดเป็นวงกว้างกว่า เช่น ภัยพิบัติในระดับมหภาค (Rhoads, 2020)

ทั้งนี้ ในการอธิบายถึงการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับพลวัตของแม่น้ำในระดับเวลาเป็นรอบปี และมีความเกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ โดยในพื้นที่เขตร้อนภูมิอากาศแบบร้อนชื้นจะมีปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่าที่เห็นความแตกต่างตามฤดูกาลได้อย่างชัดเจน (Scatena and Gupta, 2013, as cited in Wohl, 2014) ทำให้สามารถระบุถึงกระบวนการและรูปแบบตลอดจนลักษณะทางกายภาพของแม่น้ำในช่วงฤดูน้ำหลากและฤดูน้ำแล้งมีรูปแบบที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนไปด้วย (ดูภาพที่ 11) (Gupta, 1995; Wohl, 1992, 2014)

พลวัตที่เกิดจากช่วงน้ำหลาก-น้ำแล้ง มีผลต่อการเชื่อมต่อลำน้ำกับพื้นที่ริมฝั่งในรูปแบบที่ต่างกันออกไปแต่ละช่วงฤดู ในช่วงฤดูน้ำหลาก (Wet Season) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เกิดฝนตก จะเกิดกระบวนการน้ำหลาก (Flood Pulse) ซึ่งเชื่อมต่อแม่น้ำกับพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง และมีการแลกเปลี่ยนน้ำ พลังงาน สารอาหาร และอินทรีย์ต่าง ๆ (Opperman et al., 2017) นอกจากนี้ยังมีการเชื่อมต่อจากการไหลบ่า อันเกิดจากดินในพื้นที่ซึ่งถูกเติมน้ำจนถึงจุดอิ่มน้ำ ทำให้มีอัตราการไหลบ่าของน้ำ (Runoff) มากกว่าอัตราการไหลซึมลงดิน (Infiltration) (Wohl, 2014) กระบวนการดังกล่าวทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของสสารแร่ธาตุต่าง ๆ และพลังงานโดยมีน้ำเป็นตัวกลาง ในขณะที่ในช่วงฤดูน้ำแล้งจะเป็นช่วงที่พื้นที่ลำน้ำกับพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่มีปริมาณน้ำลดลงจะใช้น้ำจากชั้นตะกอนใต้แม่น้ำแทน (Opperman et al., 2017) รวมถึงทำให้พืชบางชนิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ชายขอบตลิ่ง (Riparian Area) จากความอุดมสมบูรณ์ในดินตะกอนแม่น้ำที่สะสมในช่วงน้ำหลากได้ด้วย (National Research Council, 2002)

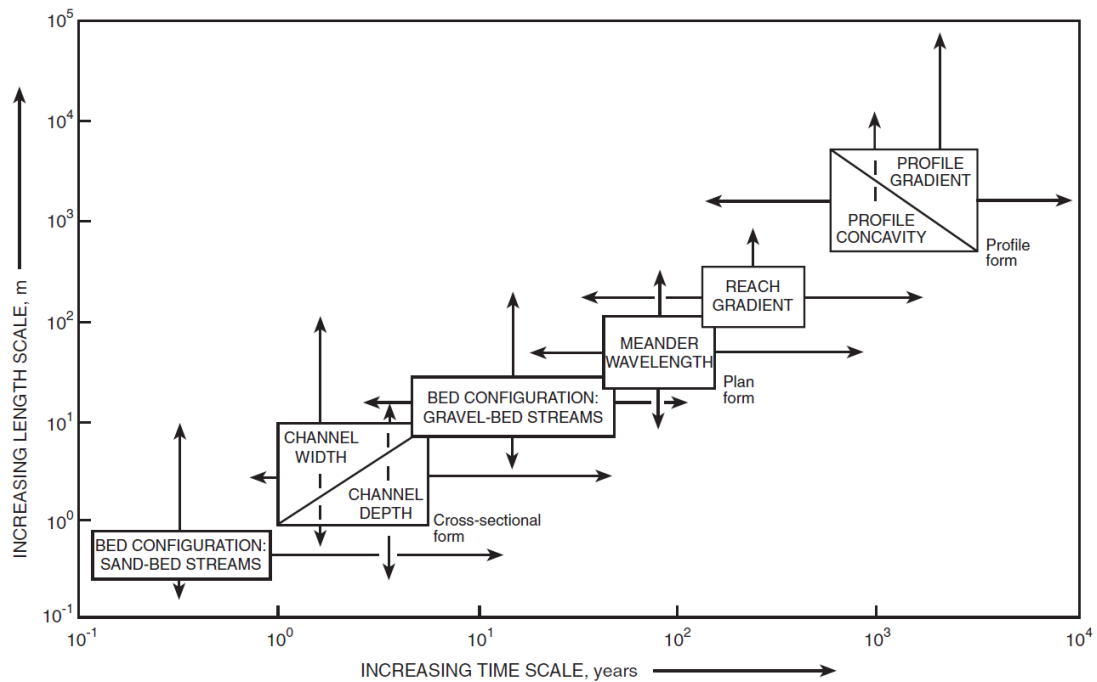


ภาพที่ 11 อิทธิพลของกระบวนการน้ำหลากต่อระบบภูมิเวศแม่น้ำ  
(ที่มา : National Research Council, 2002)

## 2) การเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียว

การเปลี่ยนแปลงในทางตรง หรือการเปลี่ยนแปลงทิศทางเดียวของลำน้ำ คือการเปลี่ยนแปลงที่ไม่วนกลับมาเป็นวัฏจักร ส่งผลให้โครงสร้างทางกายภาพของแม่น้ำเปลี่ยนแปลงลักษณะโดยไม่มีการย้อนกลับมาเป็นสภาพดั้งเดิม (ภาพที่ 12) การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการไหล (Flow) ภายในภูมิเวศแม่น้ำ มีทั้งการเปลี่ยนแปลงแบบที่เป็นรูปแบบเฉียบพลัน (Avulsion) และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากกระบวนการงอกของแผ่นดินในแม่น้ำ (Accretion)

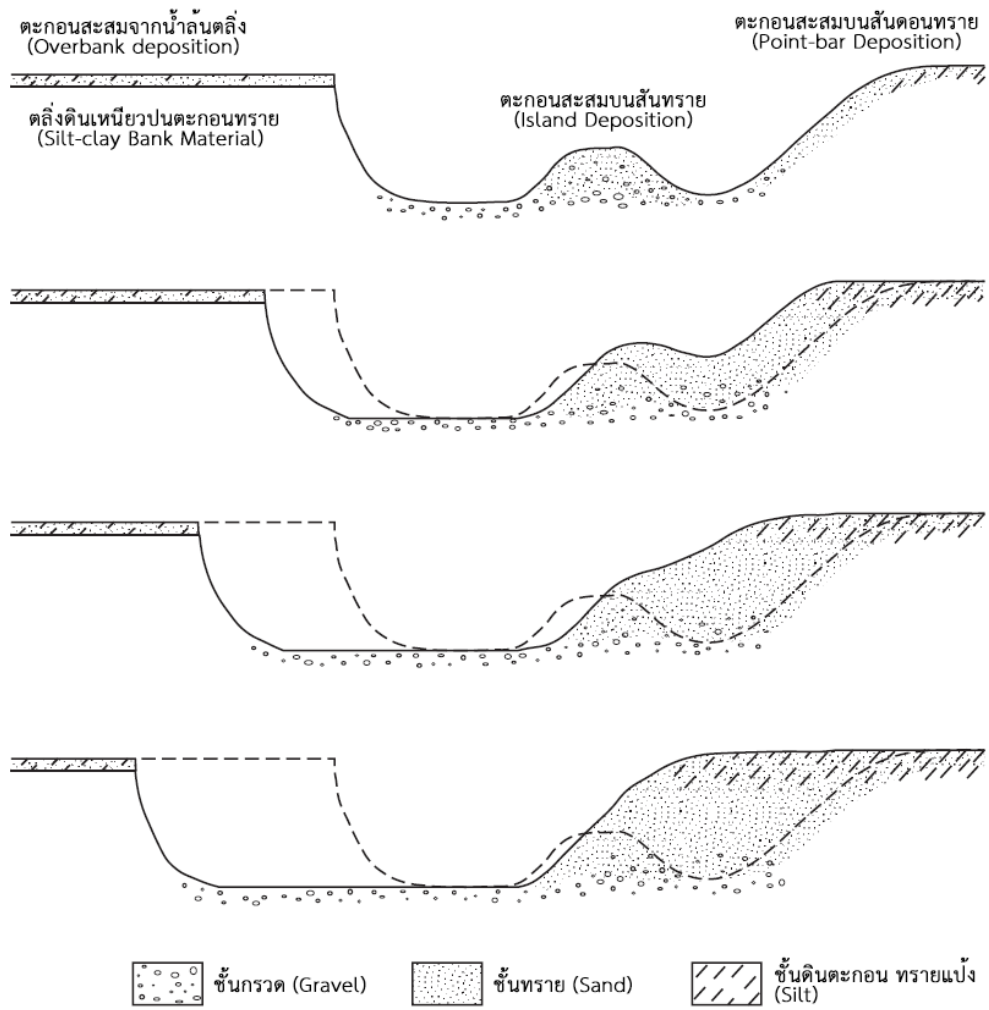
ในกระบวนการงอกของแผ่นดินในแม่น้ำ จะเกิดจากพลวัตของแม่น้ำ ที่มีการพัดพาตะกอนจากพื้นที่หนึ่งไปสู่อีกพื้นที่ ทำให้เกิดกระบวนการสะสมและการกัดเซาะในบริเวณชายตลิ่งแม่น้ำ และที่ราบน้ำท่วมถึง ทั้งที่เป็นในทางขวาง ซึ่งเป็นการสะสมของตะกอนในบริเวณสันดอนทราย และทางตั้ง ซึ่งเป็นการสะสมของตะกอนบนที่ราบน้ำท่วมถึงในขณะที่เกิดน้ำไหลเอ่อล้นตลิ่ง (Opperman et al., 2017) การเปลี่ยนแปลงในลักษณะดังกล่าวจะเป็นการเปลี่ยนแปลงในลักษณะค่อยเป็นค่อยไป และมีความสัมพันธ์กับระดับเวลา โดยแสดงให้เห็นในภาพที่ 12 ระยะเวลาสั้น ๆ หลักรวันหรือสัปดาห์ จะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของตะกอนในลำน้ำหรือชายตลิ่ง ในขณะที่ระยะเวลาที่นานระดับ 10 ปี หรือ 100 ปี จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางโครงสร้างของแม่น้ำ หรือทิศทางของแม่น้ำ



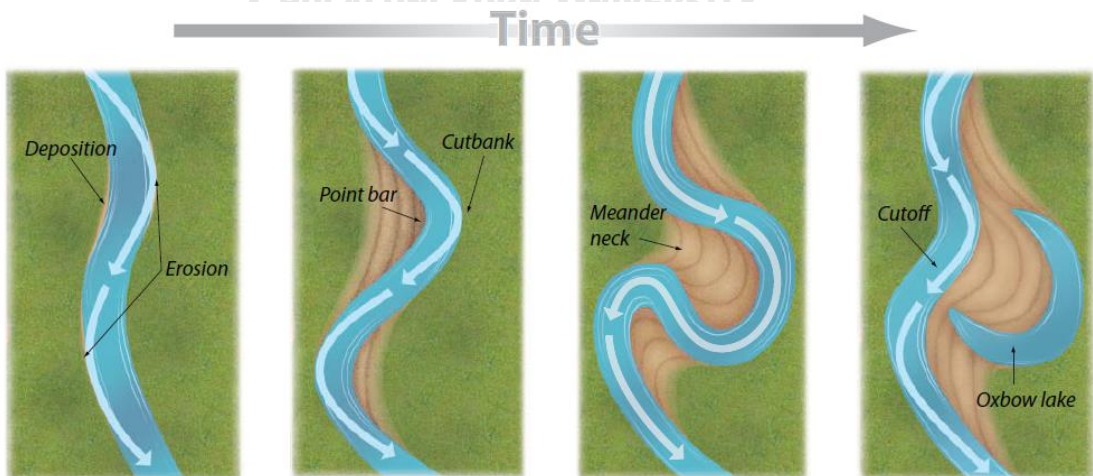
ภาพที่ 12 เวลา และการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่จากเวลาในระดับต่าง ๆ  
(ที่มา : Knighton, 1984, p. 158)

การงอกของแม่น้ำในทางขวาง (Lateral Accretion) (ภาพที่ 13) และการเคลื่อนย้ายร่องลำน้ำ (Channel Migration) (ภาพที่ 14) เกิดจากการไหลของน้ำภายในลำน้ำที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบการสะสม และการกัดเซาะของตะกอนแม่น้ำ จนทำให้เส้นทางน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลง (Bierman & Montgomery, 2014) โดยทั่วไป การสะสมของตะกอนแม่น้ำจะเกิดขึ้นในพื้นที่สันดอนทราย ซึ่งเป็นส่วนด้านในของแนวโค้งในแม่น้ำที่จะมีการขยายตัวของแผ่นดิน ในขณะที่ฝั่งตรงข้ามซึ่งเป็นฝั่งตลิ่งชัน จะเกิดการกัดเซาะของแนวตลิ่ง ทำให้เห็นเส้นทางของแม่น้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงเส้นทางเป็นลำน้ำที่มีความโค้งขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงในจุดหนึ่งที่เกิดการกัดเซาะ จนพื้นที่ส่วนคอดทางน้ำโค้งตัวถูกตัดขาดออก (Cutoff) และส่วนโค้งน้ำเดิมกลายเป็นทะเลสาบรูปแอก (Bierman & Montgomery, 2014; Opperman et al., 2017) นอกจากนี้ หลังจากลำน้ำเกิดการกัดเซาะท้องน้ำถึงจุดหนึ่ง จะเกิดการกัดเซาะจนเกิดร่องลำน้ำใหม่ และพัฒนาตัวจากกระบวนการกัดเซาะจนเกิดที่ราบน้ำท่วมถึงใหม่ และที่ราบเดิมที่มีอยู่จะกลายเป็นลานตะพักลำน้ำใหม่ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่น้ำไม่ท่วมถึง (Garde, 2006) (ภาพที่ 15)

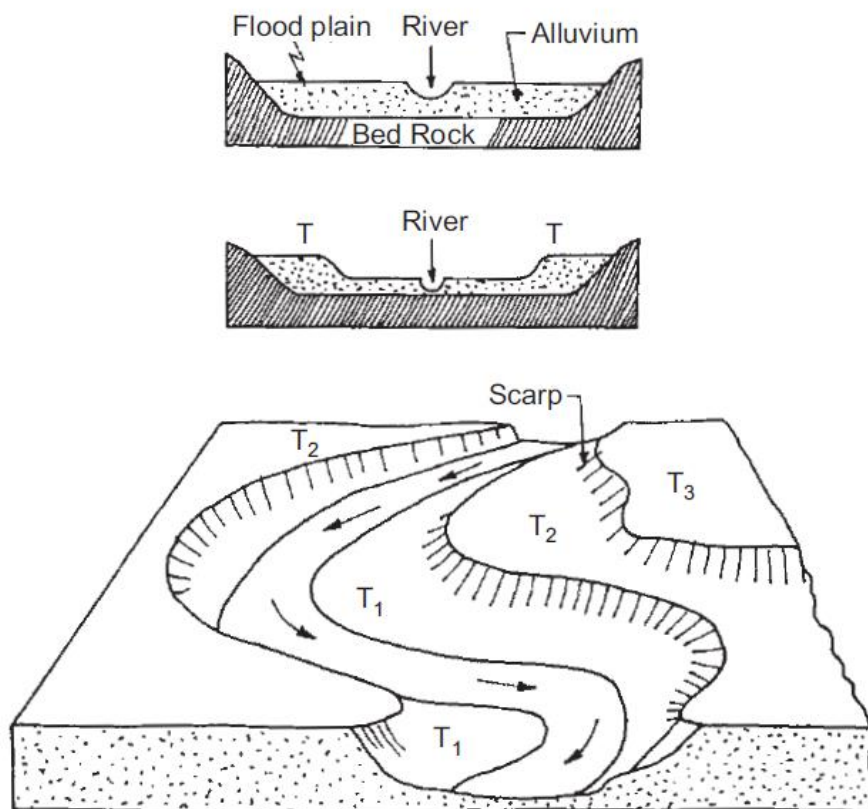




ภาพที่ 13 การกัดเซาะและการทับถมตะกอนของชายขอบตลิ่ง (ที่มา : Knighton, 1984)



ภาพที่ 14 การเคลื่อนย้ายเส้นทางแม่น้ำ (ที่มา : Bierman & Montgomery, 2014, p. 192)



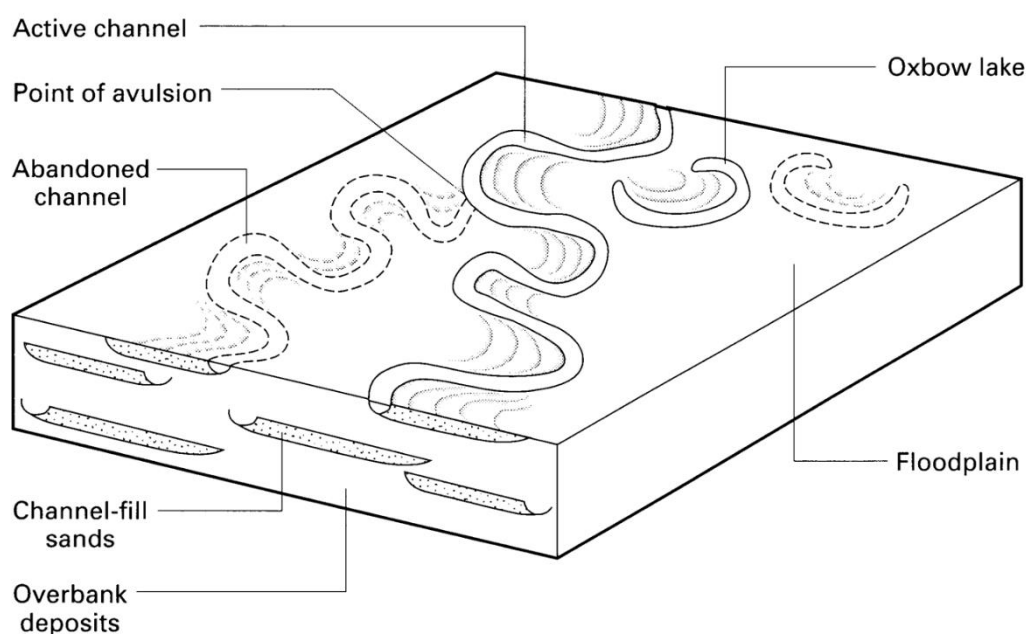
ภาพที่ 15 กระบวนการเกิดลานตะพักลำน้ำ  
(ที่มา : Garde, 2006)

การงอกของตะกอนแม่น้ำในทางตั้ง (Vertical Accretion)

กระบวนการน้ำไหลกลิ้งตลิ่งจะพัดพาตะกอนแขวนลอย (Suspended Sediment) อย่างตะกอนทรายหรือทรายแป้งมาตกอยู่ในบริเวณภายในลำน้ำช่วงที่กระแสน้ำไหลช้า ในขณะที่ตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่าจะไปตกตะกอนสะสมในบริเวณที่ถัดออกมาจากลำน้ำ โดยลักษณะของพืชพันธุ์และภูมิประเทศจะมีอิทธิพลต่อรูปแบบและขนาดของตะกอนที่เกิดการสะสมในภูมิโนเวศแม่น้ำ (Knighton, 1998, as cited in Opperman et al., 2017) กระบวนการงอกของตะกอนแม่น้ำในทางตั้งจะมีความเกี่ยวเนื่องกับการตกตะกอนบนชายตลิ่ง ซึ่งอาจมีอัตราการตกของตะกอนแตกต่างกันออกไปในแต่ละปี หรือในแต่ละบริบทของลักษณะพื้นที่ที่แตกต่างกัน เช่น สภาพภูมิประเทศ พืชพันธุ์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างน้ำหลากในแต่ละแหล่งซึ่งส่งผลต่ออัตราการไหลของแม่น้ำ ความถี่ของการไหลตลิ่งในแม่น้ำ คุณลักษณะของตะกอนแม่น้ำในพื้นที่ (Knighton 1998; Mertes 2000, as cited in Opperman et al., 2017)

### การเปลี่ยนแปลงเส้นทางน้ำแบบฉับพลัน

กระบวนการเปลี่ยนแปลงเส้นทางน้ำแบบฉับพลันเป็นการเปลี่ยนเส้นทางการไหลของน้ำจากในช่องลำน้ำที่มีอยู่เดิม กลายเป็นลำน้ำหลักสายใหม่ โดยเกิดจากการที่ลำน้ำสายหลักเดิมมีสิ่งกีดขวางเกิดการทับถมของตะกอนจนกระแสน้ำไหลได้ช้าลง (Montgomery, D., Buffington, & Abbe, 2003) จนถึงจุดหนึ่งที่เกิดการกัดเซาะจนช่องทางน้ำเส้นใหม่เปิด หรือสามารถไหลไปยังทิศทางใหม่ได้ดีกว่า ลำน้ำจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเส้นทางแบบฉับพลัน (Opperman et al., 2017)



ภาพที่ 16 การเปลี่ยนแปลงเส้นทางน้ำแบบฉับพลัน

(ที่มา : "Fluvial Environments," n.d.)

จากกระบวนการต่าง ๆ ของแม่น้ำ ที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของภูมิโนเวศในลักษณะต่าง ๆ เป็นพื้นฐานให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ที่พึ่งพาอาศัยคุณสมบัติต่าง ๆ ของภูมิโนเวศแม่น้ำ และเกิดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบที่มีความเกี่ยวข้องกับวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งจะทำการอธิบายในลำดับต่อไป

#### 2.1.3. ทฤษฎีเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และภูมิโนเวศแม่น้ำ

เนื่องด้วยมนุษย์เป็นส่วนหนึ่งของภูมิโนเวศ และส่งผลกระทบต่อในมิติต่าง ๆ ต่อภูมิโนเวศทั้งในทางตรงและทางอ้อม (Naveh & Lieberman, 1994) ทำให้มีการศึกษาทฤษฎีความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับภูมิโนเวศ เพื่อให้เห็นภาพรวมของรูปแบบความสัมพันธ์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และ

สามารถใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจ หรือต่อยอดเป็นรูปแบบการพัฒนาในเชิงพื้นที่ที่มีความยั่งยืนต่อไปได้

### 1. ค่านิยมศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

ก. ภูมิภาค ในการศึกษาความสัมพันธ์ของมนุษย์และภูมิภาค ได้มีการอธิบายคำว่าภูมิภาค ในฐานะของภูมิภาค โดยสื่อถึงโครงสร้างทางกายภาพของภูมิภาค อันเป็นรากฐานที่สำคัญที่จะสร้างให้เกิดภูมิวัฒนธรรมขึ้นมาได้ (Norton, 2005; Sauer, 1925)

ข. วัฒนธรรม (Culture) หมายถึง การจัดการระบบของกลุ่มสังคมมนุษย์ การสร้างชุดความรู้ ความเชื่อ ศิลปะ ศิลปกรรม จารีต ประเพณี และการกระทำอื่น ๆ ที่มนุษย์สร้างในฐานะสมาชิกของสังคม (Edward Tylor, n.d., as cited in Norton, 2005) หรือรูปแบบวิถีชีวิตของมนุษย์ซึ่งทำให้กลุ่มสังคมมนุษย์กลุ่มหนึ่งมีความแตกต่างออกมาจากกลุ่มอื่น ๆ และหมายถึงรูปแบบความสัมพันธ์ที่มนุษย์มีต่อธรรมชาติ (Norton, 2005) รวมทั้งสิ่งที่มีอยู่ที่สะท้อนถึงความคิด หรือระบบสัญลักษณ์ที่มีความหมายสะท้อนพฤติกรรมของมนุษย์ ตลอดจนสิ่งประดิษฐ์ที่เกิดจากพฤติกรรมของมนุษย์ (Kroeber and Parsons, 1958, as cited in Norton, 2005)

### 2. ทฤษฎีนิเวศวิทยามนุษย์ (Human Ecology)

ตั้งแต่อดีต มนุษย์กับภูมินิเวศนั้นมีความเชื่อมต่อกัน โดยมีขีดความสามารถในการดำรงชีวิตของมนุษย์ที่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของการอยู่อาศัย โดยได้มีการศึกษาเพื่ออธิบายถึงอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อพฤติกรรมของมนุษย์ผ่านทฤษฎีนิเวศวิทยามนุษย์ ซึ่งเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสภาพแวดล้อม (Richerson, Vila, & Mulder, 2001) โดยมนุษย์และภูมินิเวศมีความเชื่อมโยงอย่างไม่สามารถแยกออกจากกันได้ (Steiner, 2016) ในทฤษฎีดังกล่าว มนุษย์ถือเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ถูกอยู่ภายใต้อิทธิพล และในขณะเดียวกันก็ส่งอิทธิพลต่อลักษณะองค์ประกอบอื่น ๆ ในระบบนิเวศทั้งระบบ ผ่านบทบาททางนิเวศวิทยาในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งที่เป็น สสาร พลังงาน แหล่งที่อยู่อาศัย

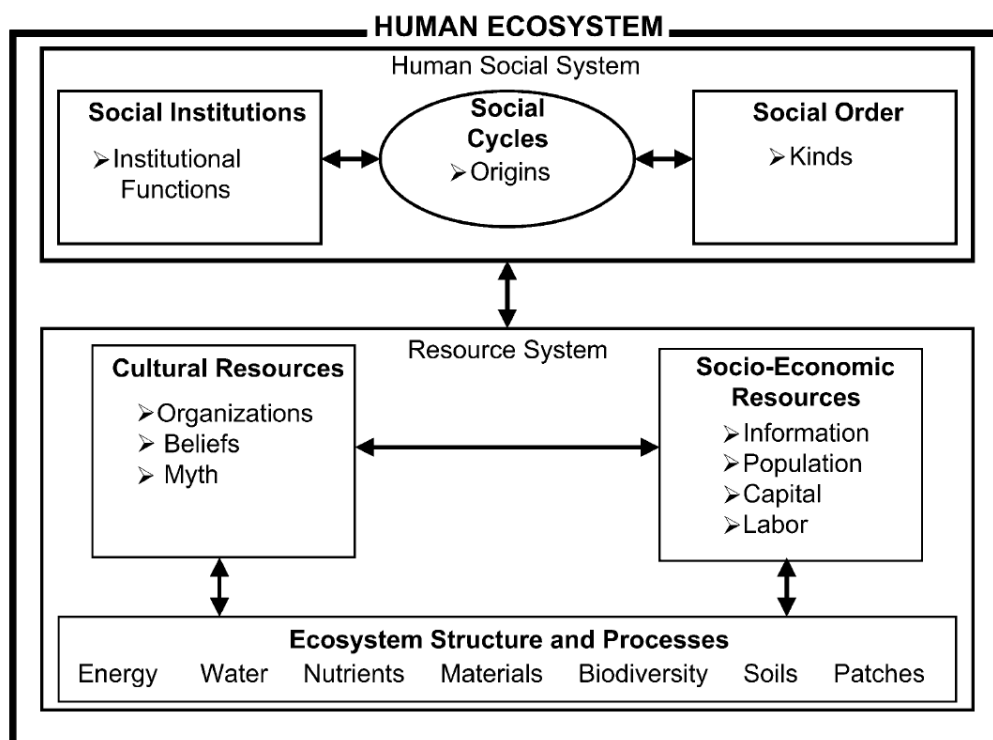
มนุษย์ได้สร้างช่องทางในการใช้ประโยชน์และครอบครอง ปรับตัวในทางชีววิทยา ทางกายภาพ ใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศในด้านสังคมและวัฒนธรรม ตลอดจนการสืบต่อและประยุกต์ข้อมูลในเชิงวัฒนธรรม ทำให้มนุษย์ปรับตัวภายใต้เงื่อนไขสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ ในขณะเดียวกัน ในกระบวนการทางวัฒนธรรมที่เกิดขึ้นก็ได้สร้างให้เกิดการปรับเปลี่ยนภูมินิเวศ หรือสร้างให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขของสภาพการดำรงชีพ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการ หรือคุณลักษณะในทางนิเวศวิทยา (Schutkowski, 2005) การศึกษานิเวศวิทยาของมนุษย์จึงจะช่วยให้เห็นถึงร่องรอย

หลักฐาน และความเป็นไปได้ของรูปแบบกระบวนการทางสังคมที่เกิดขึ้นจากกายภาพในพื้นที่นั้น (Steiner, 2016)

แนวคิดนิเวศวิทยามนุษย์ มีแนวคิดในประเด็น “แก่นของวัฒนธรรม” (Culture Core Concept) เป็นเครื่องมือในการชี้วัดถึงปฏิสัมพันธ์ดังกล่าวที่เกิดขึ้นระหว่างมนุษย์และภูมินิเวศ โดยเนื้อหาหลักของแนวคิดนี้ได้มองว่า แก่นของวัฒนธรรมที่เกิดขึ้นในสังคมมนุษย์นั้นเป็นส่วนที่มีความเชื่อมโยงกับมิติด้านเศรษฐกิจ การเมือง และความเชื่อที่เกิดขึ้นในสังคมซึ่งมีความเชื่อมโยงกับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง โดยสภาพแวดล้อมที่หมายถึงนั้นคือองค์ประกอบทางธรรมชาติที่มนุษย์ใช้เพื่อความอยู่รอด (Steiner, 2002)

ในการศึกษานิเวศวิทยามนุษย์ ได้มีการพัฒนาแนวคิดการศึกษาระบบนิเวศมนุษย์ (Human Ecosystem) ขึ้นมาเป็นการอธิบายความสอดคล้องของปัจจัยในมิติของมนุษย์และธรรมชาติ โดยระบบนิเวศของมนุษย์จำเป็นต้องประกอบด้วยระบบที่มีทรัพยากรที่สำคัญ ได้แก่ ทรัพยากรทางชีวกายภาพ (Biophysical) ทรัพยากรด้านเศรษฐกิจสังคม และทรัพยากรทางวัฒนธรรม (Grove, Cadenasso, Pickett, Machlis, & Burch JR., 2015) โดยระบบของสังคมจะประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 3 ประการ ได้แก่ สถาบันทางสังคม (Social Institutions) คือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดการจัดระเบียบทางสังคม วัฏจักรของสังคม (Social Cycle) ที่เกิดขึ้นโดยมีรูปแบบของเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง และลำดับทางสังคม (Social Order) ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดอาณาเขต และลำดับขั้นในสังคม เมื่อระบบข้างต้นประกอบเข้ากันกับกฎเกณฑ์หลักในการเชื่อมต่อกับระบบส่วนอื่น ๆ จะทำให้เกิดระบบนิเวศของมนุษย์ขึ้น (Grove et al., 2015)

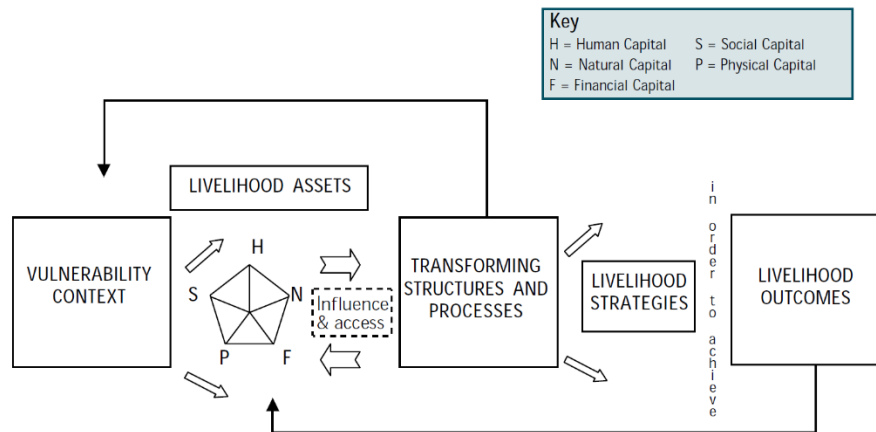
ระบบนิเวศของมนุษย์มีลำดับขั้นที่ซ้อนทับกัน จำเป็นต้องใช้การคำนึงถึงระดับของพื้นที่ที่มีความหลากหลาย และจะต้องคำนึงถึงการวิเคราะห์ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นทั้งในทางตรงและที่จะได้รับต่อกันเป็นทอด ในแบบจำลองอธิบายระบบนิเวศของมนุษย์ (ภาพที่ 17) อธิบายถึงการผสมผสานของโครงสร้างและกระบวนการ ขอบเขตพื้นที่และวัฏจักรของเวลา ตลอดจนสถาบันทางสังคมและการไหลเวียนของชีวกายภาพภายในระบบ (Grove et al., 2015)



ภาพที่ 17 กรอบความคิดเรื่องระบบนิเวศของมนุษย์  
(ที่มา : Pickett et al., 2004)

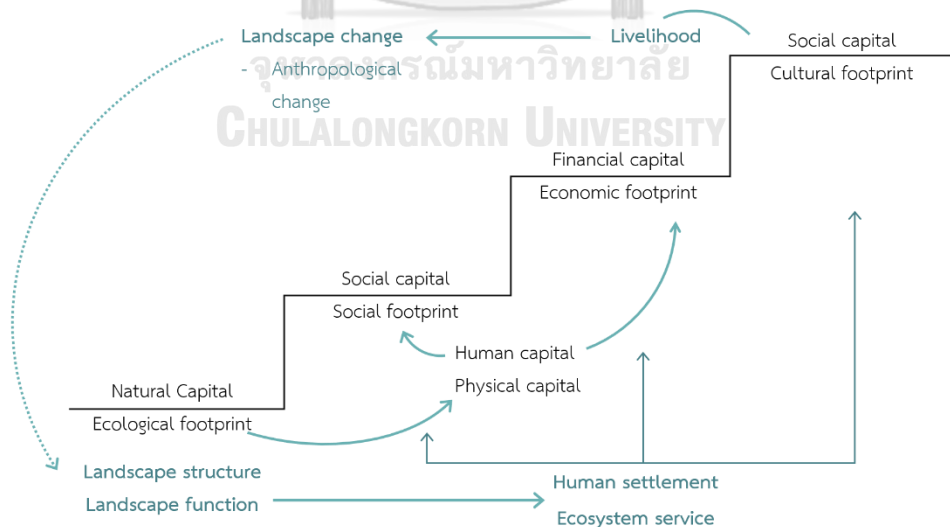
### 3. ทฤษฎีการดำรงชีพของมนุษย์ (Human Livelihood)

การดำรงชีพ (Livelihood) ประกอบไปด้วย ความสามารถ ทรัพยากร (ทั้งที่เป็นเชิงวัตถุและในเชิงทรัพยากรทางสังคม) ตลอดจนกิจกรรมที่มีขึ้นเพื่อการดำรง หรือการใช้ชีวิต (FAO, n.d.) ทฤษฎีการดำรงชีพของมนุษย์ เป็นทฤษฎีที่เขียนขึ้นเพื่อเสนอกรอบแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยมีแนวคิดที่ว่าความยั่งยืนจะเกิดขึ้นได้เมื่อรูปแบบการดำรงชีวิตที่มีอยู่นั้นสามารถรับมือและฟื้นฟูจากผลกระทบของบริบทที่ไม่สามารถดำเนินได้โดยปกติ ตลอดจนรักษาความสามารถและทรัพยากรที่มีอยู่ทั้งในปัจจุบันและอนาคต โดยที่ไม่กระทบต่อฐานทรัพยากรธรรมชาติ (FAO, n.d.) ทั้งนี้ในกรอบแนวทางของแนวคิดดังกล่าวได้มี ปัจจัยสำคัญ (Capital) แบ่งเป็นองค์ประกอบทางทรัพยากรที่ทำให้เกิดระบบทรัพยากรในการดำรงชีวิต ซึ่งแต่ละปัจจัยมีความเชื่อมโยงต่อกัน และมีอิทธิพลต่อกันอื่น ๆ ภายในระบบ ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 กรอบแนวทางสำหรับการดำรงชีพอย่างยั่งยืน  
(ที่มา : Department for International Development [DFID], 1999)

จากการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อโครงสร้างความยั่งยืนของภูมิภาค ตลอดจนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับภูมิภาคอื่น ๆ ทำให้สามารถสรุประบบความสัมพันธ์ตามแผนภาพด้านล่าง โดยใช้แนวคิดแบบจำลองแบบบันไดขั้นขึ้น (Stepwise Model) เพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ของมนุษย์ที่ดำรงชีวิตและเกิดปัจจัยต่าง ๆ โดยมีพื้นฐานเป็นร่องรอยทางภูมิภาค (Ecological Footprint) และมีการพัฒนาเป็นร่องรอยของมนุษย์ในมิติต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น ทั้งนี้ การดำรงชีวิตของมนุษย์ยังส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่มีอิทธิพลต่อโครงสร้างทางภูมิภาคซึ่งเป็นพื้นฐานอีกด้วย



ภาพที่ 19 ขั้นบันไดภูมิวิเวศ

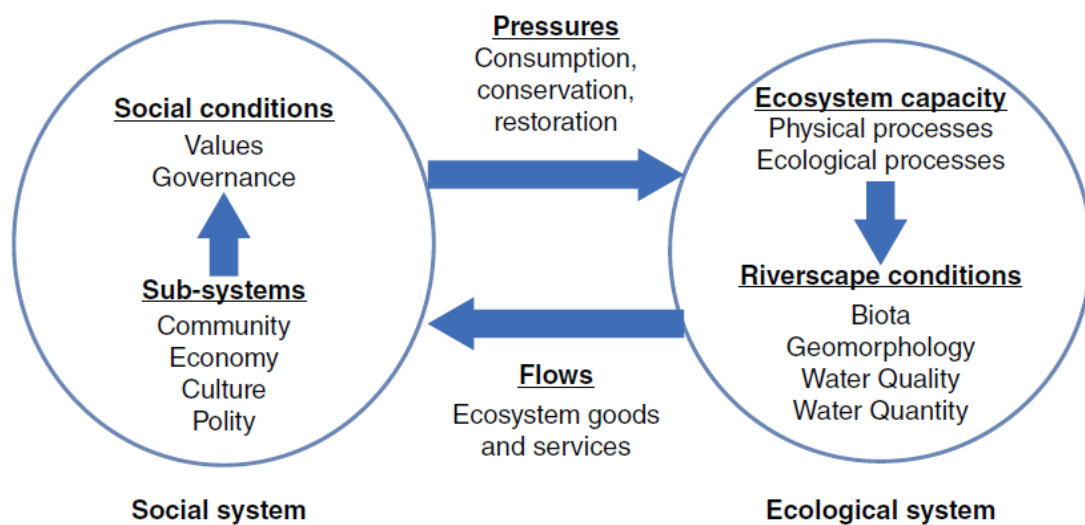
(ดัดแปลงจาก : Burkhard & Maes, 2017; DFID, 1999; Pickett et al., 2004; Thaitakoo, 2021)

#### 4. ทฤษฎีระบบสังคมนิเวศวิทยา (Social Ecological System: SES)

การศึกษาองค์ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับภูมินิเวศแม่น้ำ จำเป็นต้องผนวกองค์ความรู้ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของมนุษย์ในมิติต่าง ๆ เพื่ออธิบายถึงเงื่อนไขที่ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ หรือกระบวนการทางชีวภาพบนภูมินิเวศแม่น้ำ (Dunham et al., 2018)

การศึกษามิติความเชื่อมโยงระหว่างสังคมมนุษย์กับภูมินิเวศแม่น้ำ ใช้มุมมองของระบบนิเวศวิทยาสังคม (Social-Ecological System: SES) เป็นมุมมองหลักในการศึกษา (Berkes et al., 2008) มุมมองดังกล่าวได้อธิบายถึงรูปแบบของการใช้ชีวิตของมนุษย์ที่ได้รับอิทธิพลจากภูมินิเวศแม่น้ำ และการดำเนินกิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อภูมินิเวศแม่น้ำ (Dunham et al., 2018) ผนวกกับแนวคิดเรื่องวัฏจักรของอุทกสังคม (Hydro-social Cycle) (Bakker, 2012; Boelens, 2014; Linton & Budds, 2014, as cited in Dunham et al., 2018) ซึ่งเป็นแนวคิดที่นำเสนอการทำความเข้าใจรูปแบบของน้ำที่ไหลเวียนอยู่ในทั้งระบบภูมินิเวศและระบบของสังคม (Wesselink, Kooy, & Warner, 2017, as cited in Dunham et al., 2018) นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนาแนวคิดดังกล่าวเป็นทฤษฎีวัฒนธรรมแม่น้ำ (River Culture) และทฤษฎีวัฏจักรทางอุทกสังคม (Hydro-social Cycle) เพื่อการทำความเข้าใจภายในระบบมนุษย์ และความสัมพันธ์กับมนุษย์และตัวกลางที่เป็น “น้ำ” เพื่อเรียนรู้อิทธิพลของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำอีกด้วย (Dunham et al., 2018; Wantzen et al., 2016) จากภาพที่ 20 แผนภาพแสดงรูปแบบความสัมพันธ์ของระบบนิเวศและมนุษย์ โดยมีองค์ประกอบของระบบทางนิเวศเป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างเงื่อนไขของภูมินิเวศแม่น้ำในด้านต่าง ๆ ทั้งที่เป็นทรัพยากร และเงื่อนไขในการใช้ประโยชน์จากบริการเชิงนิเวศ ซึ่งจะเกิดกระบวนการส่งต่อ (Flows) ไปสู่ระบบของสังคม ที่ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรต่าง ๆ จากเงื่อนไขของพื้นที่ และพัฒนาระบบของสังคมเป็นชุมชน เศรษฐกิจ วัฒนธรรม และการจัดระบบทางสังคม ทำให้เกิดเงื่อนไขทางสังคมที่เป็นการตอบสนองต่อทรัพยากรทางนิเวศในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งการให้คุณค่าการให้บริการเชิงนิเวศ สะท้อนออกมาเป็นการบริโภค การอนุรักษ์ หรือการฟื้นฟู ซึ่งจะส่งผลกลับไปยังเงื่อนไขของกระบวนการเชิงนิเวศ หรือกายภาพทางนิเวศอีกครั้ง (Dunham et al., 2018)





ภาพที่ 20 การเชื่อมโยงองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในระบบสังคมนิเวศวิทยา  
(ที่มา : Dunham et al., 2018)

ในรายละเอียด มีการศึกษาเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์และแม่น้ำ ด้วยมุมมองการศึกษากระบวนการเชื่อมต่อในสิ่งแวดล้อม (Environmental Flow Science) และจัดหมวดหมู่ความเชื่อมโยงระหว่างมนุษย์และแม่น้ำพร้อมทั้งตัวอย่าง ตามตารางที่ 4 ทำให้เห็นรูปแบบของความสัมพันธ์ของมนุษย์และแม่น้ำในภูมิภาคต่าง ๆ ที่มีวัฒนธรรมแตกต่างกันออกไป แต่ในขณะเดียวกันก็แสดงให้เห็นว่าโดยพื้นฐานของมนุษย์มีความเชื่อมโยงกับภูมินิเวศแม่น้ำในทุกภูมิภาคของโลก แต่จะมีกิจกรรมที่ต่างกันขึ้นอยู่กับบริบทสภาพแวดล้อมในพื้นที่

ตารางที่ 4 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และแม่น้ำจากวัฒนธรรมต่าง ๆ และภูมิภาคต่าง ๆ (แปลและดัดแปลงจาก : Anderson et al., 2019)

| กิจกรรม/ การใช้งาน/<br>การให้คุณค่า        | รายละเอียด   | ตัวอย่างพื้นที่                           | ที่มา   |
|--|--|---|---|
| การประมง และปศุสัตว์บนพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง | การประมงในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง   | บังกลาเทศ<br>แม่น้ำรัฐฟิจิ (Rufiji River) | Hamerlynck et al. (2011)<br>DeGraaf (2003)                        |
|  | การพึ่งพาพลวัตของแม่น้ำกับพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง                           | แทนซาเนีย<br>เวียดนาม                     | O'Keeffe, Graas, Mombo, and McClain (2017)<br>Blake et al. (2011) |
|  | พันธุ์ปลาเฉพาะถิ่น   | รัฐวอชิงตัน<br>อเมริกา                    | Jacob, McDaniels, and Hinch (2010)                                |
|  | การเกษตร การประมง การเก็บของป่า พืชพันธุ์ตามธรรมชาติ ฯลฯ                 | แคนาดา (Slave River and Delta)            | Mantyka-Pringle et al. (2017)                                     |
| การคมนาคม                                  | การคมนาคมทางน้ำ<br>บ้านเรื่อนแพ  | ไทย                                       | Nguyen and Ross (2017)  |
| การชลประทาน                                | ระบบเหมืองฝาย  | ภาคเหนือของ<br>ไทย                        | Surarerks (2006)<br>พรพีโล เลิศวิชา และคณะ (2552)                 |
| คุณภาพชีวิตที่ดี และการฟื้นฟูสภาพ          | การเชื่อมต่อกับแม่น้ำ และการประมง ช่วยส่งเสริมคุณภาพชีวิตที่ดีให้กับคนใน | อินเดีย<br>อเมริกา                        | Amberson, Biedenweg,  |

| กิจกรรม/ การใช้งาน/<br>การให้คุณค่า   | รายละเอียด  | ตัวอย่างพื้นที่  | ที่มา   |
|---|---|--|---|
| ร่างกาย   | ท้องถื่น  |  | James,<br>and Christie<br>(2016)  |
| การใช้พื้นที่<br>นันทนาการ  | กิจกรรมทางน้ำต่าง ๆ อาศัย<br>ความเร็วช้าของกระแสน้ำ<br>เช่น พายเรือ ล่องแก่ง                  | อเมริกา<br>(Cheoah River,<br>North Carolina)           | Dilts (2005)  |
| การประกอบกิจกรรม<br>ทางศาสนา การเฉลิม<br>ฉลอง หรือกิจกรรม<br>ทางวัฒนธรรม<br>ประเพณี | พิธีเรียกฝน พิธีบวชแม่น้ำ<br>หรือพิธีสืบชะตาแม่น้ำ  | ภาคเหนือของ<br>ไทย<br><br>โบลิเวีย<br>(Parapito River) | Nguyen and Ross<br>(2017)<br><br>Ortiz, Mendez,<br>Zarzycki, and<br>Alcorn (2008) |
|   | ความเชื่อเกี่ยวกับงูสายรุ้ง<br>(Rainbow Serpent) ซึ่ง<br>เกี่ยวกับกระบวนการไหล<br>ภายในแม่น้ำ | ออสเตรเลีย<br>(Kimberley<br>Region)                    | Liedloff,<br>Woodward,<br>Harrington, and<br>Jackson (2013)                       |
| อัตลักษณ์ การส่งต่อ<br>วัฒนธรรม   | แม่น้ำเป็นแหล่งทรัพยากรให้<br>เกิดวัฒนธรรม  | โบลิเวีย<br>(Parapito River)                           | Ortiz et al. (2008)<br><br>Jacob et al.<br>(2010)                                 |
|   | แม่น้ำในฐานะการเป็นจุด<br>ยุทธศาสตร์ในการป้องกัน<br>พื้นที่จากการรุกราน                       | อเมริกา<br>(Lumbee River,<br>North Carolina)           | Emanuel (2019);<br>Lowery (2018)  |
| ตัวกลางการ<br>แลกเปลี่ยนทางสังคม  | แม่น้ำเป็นแหล่งเกิด<br>องค์ประกอบและการเกิด<br>ความหมายของการมี                               | ทั่วโลก  | Klaver (2012),<br>Johnston,<br>Hiwasaki, Klaver,                                  |

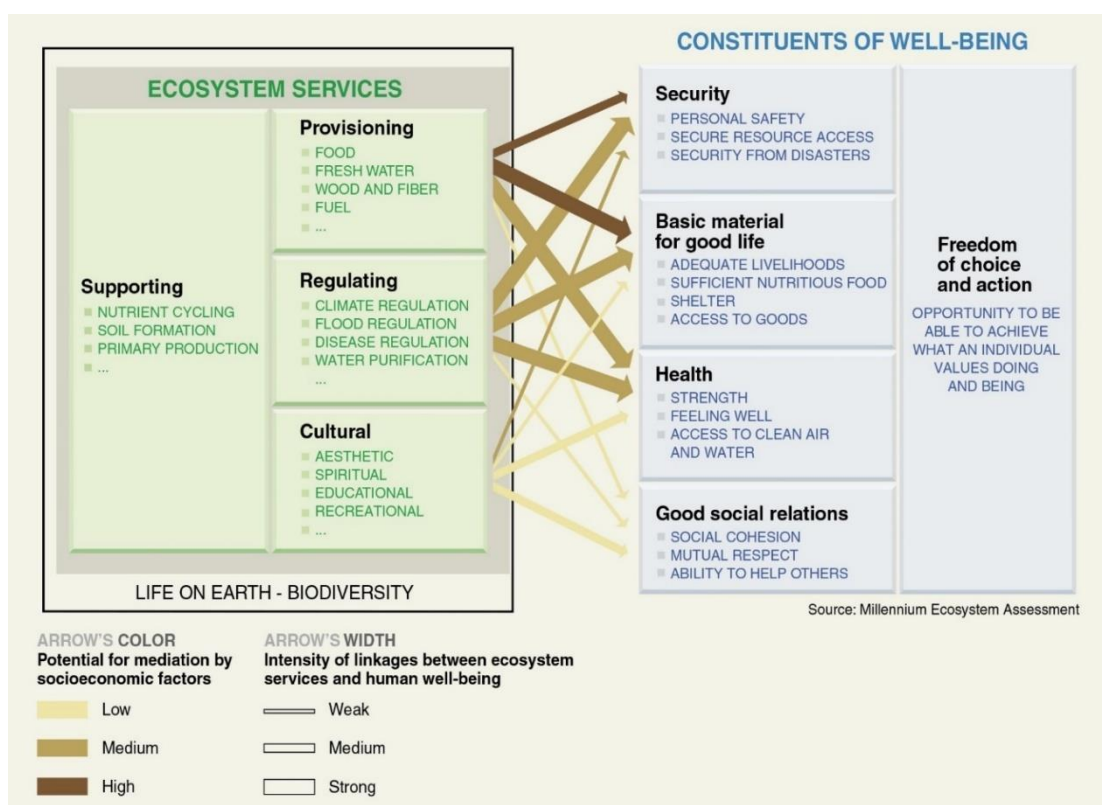
| กิจกรรม/ การใช้งาน/<br>การให้คุณค่า | รายละเอียด   | ตัวอย่างพื้นที่ | ที่มา  |
|-------------------------------------|--|-----------------|--|
|                                     | ปฏิสัมพันธ์ การสื่อสาร และ<br>การแลกเปลี่ยนความรู้<br>ความคิดของมนุษย์ รวมถึง<br>การสร้างคุณค่าในเชิงความ<br>เชื่อภายในชุมชน และ<br>ระหว่างชุมชน |                 | Castillo, and<br>Strang (2012),<br>Krause and<br>Strang (2016) |

#### 5. การบริการเชิงนิเวศ และความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ (Ecosystem Services and Human Well-being)

หนึ่งในตัวชี้วัดที่สำคัญในการเชื่อมโยงองค์ประกอบของมนุษย์กับธรรมชาติถูกเรียกว่าระบบ “การบริการเชิงนิเวศ” (Ecosystem Service) ซึ่งหมายถึงประโยชน์ และผลผลิตที่กระบวนการของระบบนิเวศมอบให้กับมนุษย์ในด้านต่าง ๆ (Burkhard & Maes, 2017; Millennium Ecosystem Assessment, 2005) ทั้งเป็นพื้นฐานในการใช้ประโยชน์เป็นทรัพยากรเพื่ออุปโภคบริโภค ต่อยอดเป็นวิธีการดำรงชีพ เป็นความรู้ในการปรับตัวและพัฒนาเป็นเทคโนโลยีต่าง ๆ ตลอดจนพัฒนาเป็นแหล่งกำเนิดทางวัฒนธรรม (ภาพที่ 21) โดยบริการเชิงนิเวศได้มีการจำแนกออกเป็น 4 ประเภท (Burkhard & Maes, 2017) ดังนี้

- ก. บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต (Provisioning Services) เป็นผลผลิตจากระบบนิเวศที่เป็นทรัพยากรพื้นฐาน เช่น น้ำสะอาด แร่ธาตุ ทรัพยากรอาหาร
- ข. บริการด้านการคงไว้ซึ่งระบบนิเวศ (Regulating Services) เป็นระบบการควบคุมปรากฏการณ์ และกระบวนการทางธรรมชาติต่าง ๆ ที่ทำให้ระบบนิเวศมีความสมดุล เช่น การควบคุมสภาพอากาศ หรือพลวัตทางธรรมชาติ
- ค. บริการด้านการสนับสนุน (Supporting Services) เป็นกระบวนการทางธรรมชาติที่มีไว้เพื่อส่งเสริมให้เกิดบริการเชิงนิเวศในด้านอื่น ๆ เช่น กระบวนการต่าง ๆ ที่ทำให้สภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเป็นถิ่นที่อยู่ตามธรรมชาติ
- ง. บริการในมิติทางวัฒนธรรม (Cultural Services) คือประโยชน์จากการมองเห็นคุณค่า หรือการเรียนรู้บริการเชิงนิเวศใด ๆ ที่ทำให้มนุษย์ใช้ประโยชน์ สัมผัสประสบการณ์ และสร้างแนวทางของวิถีชีวิตและวัฒนธรรมขึ้นมา

ทั้งนี้ การให้ประโยชน์จากบริการเชิงนิเวศนั้นมีความเชื่อมโยงต่อระบบการดำรงชีวิตในมิติต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยการให้บริการประเภทต่าง ๆ ก็จะมีระดับที่เชื่อมโยงกับคุณภาพชีวิตของมนุษย์ในแง่ต่าง ๆ ไม่เท่ากัน และอาจมีความแตกต่างกันออกไปในแต่ละภูมิภาคที่ทำการศึกษา (Millennium Ecosystem Assessment, 2005)



ภาพที่ 21 ความเชื่อมโยงของการให้บริการเชิงนิเวศ ที่มีต่อคุณภาพชีวิตในด้านต่าง ๆ ของมนุษย์ (ที่มา : Millennium Ecosystem Assessment, 2005)

## 6. แม่น้ำในเมือง (Urban River)

เนื่องด้วยหลาย ๆ เมืองในโลกมีที่ตั้งในบริเวณใกล้เคียงแม่น้ำ และมีปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ กับแม่น้ำ ตลอดจนมีแม่น้ำเป็นหนึ่งในเงื่อนไขในการขยายตัวหรือพัฒนาเมือง (Forman, 2008) ในขณะเดียวกัน การตั้งพื้นที่เมือง หรือการพัฒนาเมืองก็ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างและกระบวนการของแม่น้ำในหลายมิติ (Cengiz, 2013) การศึกษาแม่น้ำในเมืองจึงเป็นการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างแม่น้ำกับเมือง และเป็นพื้นฐานการประยุกต์ใช้ในการฟื้นฟูและจัดการแม่น้ำในเมืองที่เหมาะสมกับบริบททางธรรมชาติของแม่น้ำต่อไป (Kibel, 2007)

ทั้งนี้ ในการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับประเด็นแม่น้ำในเมือง จะอธิบายการนิยามแม่น้ำในเมือง การเปลี่ยนแปลงเป็นแม่น้ำในเมือง ระดับความสัมพันธ์ของแม่น้ำและชุมชนมนุษย์ และประเด็นปัญหาโดยพื้นฐานที่เกิดในแม่น้ำในเมือง เพื่อเป็นพื้นฐานการเข้าใจรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างแม่น้ำกับพื้นที่เมือง ซึ่งเป็นบริบทของพื้นที่ศึกษาเมืองเชียงใหม่และแม่น้ำปิง

### ก. การนิยามแม่น้ำในเมือง

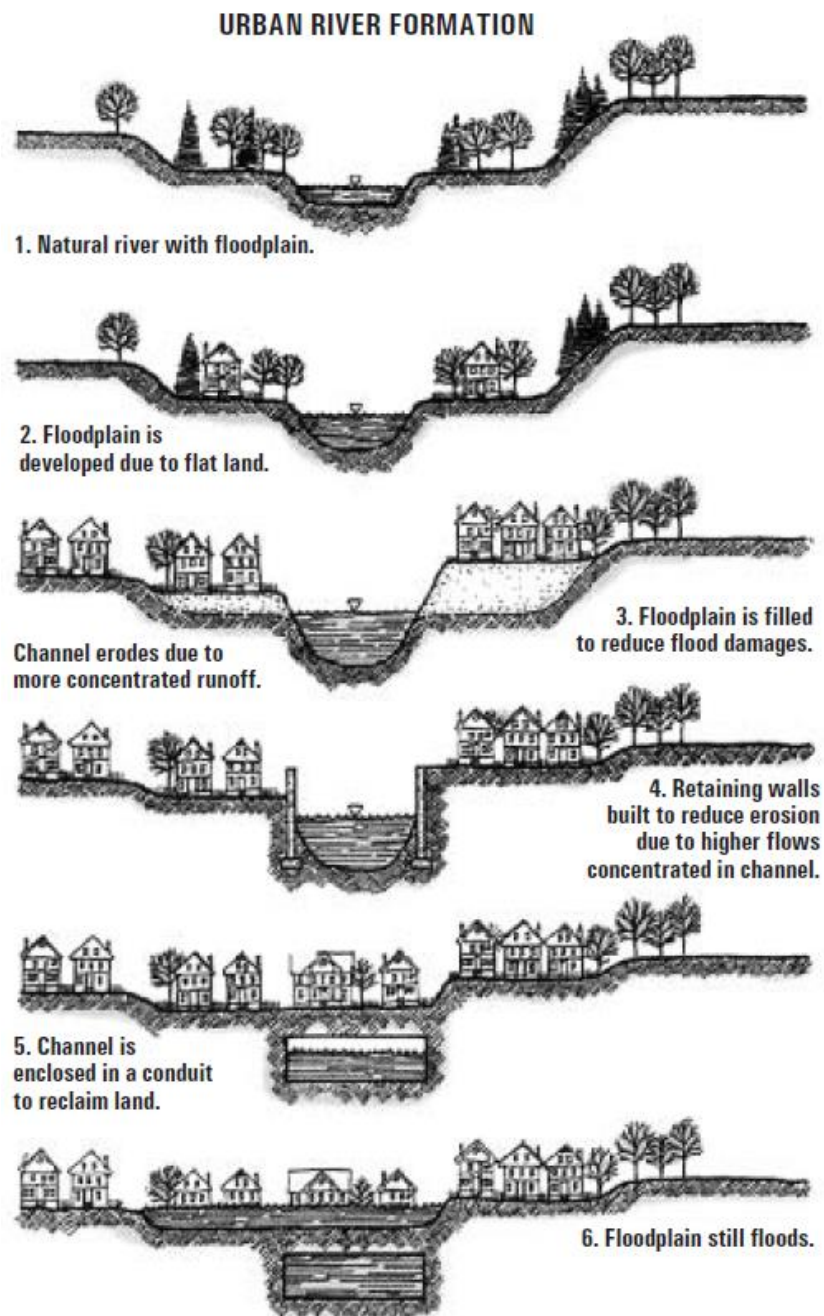
แม่น้ำในเมือง ประกอบไปด้วยแม่น้ำ หรือส่วนของแม่น้ำ รวมถึงลำน้ำหรือลำคลองที่มนุษย์สร้างขึ้นแต่มีคุณลักษณะเหมือนกับแม่น้ำธรรมชาติ และลำน้ำดังกล่าวมีการไหลผ่านพื้นที่เมือง (Yue, 2012) โดยทั่วไป มักจะมีการสร้างเมืองขึ้นในบริเวณใกล้เคียงกับแม่น้ำ เพื่อให้สามารถเข้าถึงทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรอาหารจากความอุดมสมบูรณ์ในพื้นที่ รวมถึงปัจจัยเรื่องความสะดวกในการคมนาคมทางน้ำ (Lerner & Holt, 2012) ดังนั้น นอกจากในฐานะการเป็นพื้นที่ธรรมชาติและแหล่งที่อยู่ของสัตว์น้ำ แม่น้ำยังมีความสำคัญต่อระบบสังคม วัฒนธรรม และเศรษฐกิจของมนุษย์อีกด้วย (Cengiz, 2013; Yue, 2012)

### ข. การเปลี่ยนแปลงเป็นแม่น้ำในเมือง

ในเชิงโครงสร้าง การตั้งถิ่นฐาน และการพัฒนาตัวของเมืองส่งผลโดยตรงต่อกายภาพของแม่น้ำ (The River Restoration Centre, n.d.) จากภาพตัด (ภาพที่ 22) แสดงให้เห็นลำดับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของแม่น้ำตามธรรมชาติ และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างแม่น้ำตามลำดับ ดังนี้ (Forman, 2014; Natural Resources Center, 1998, as cited in Kibel, 2007)

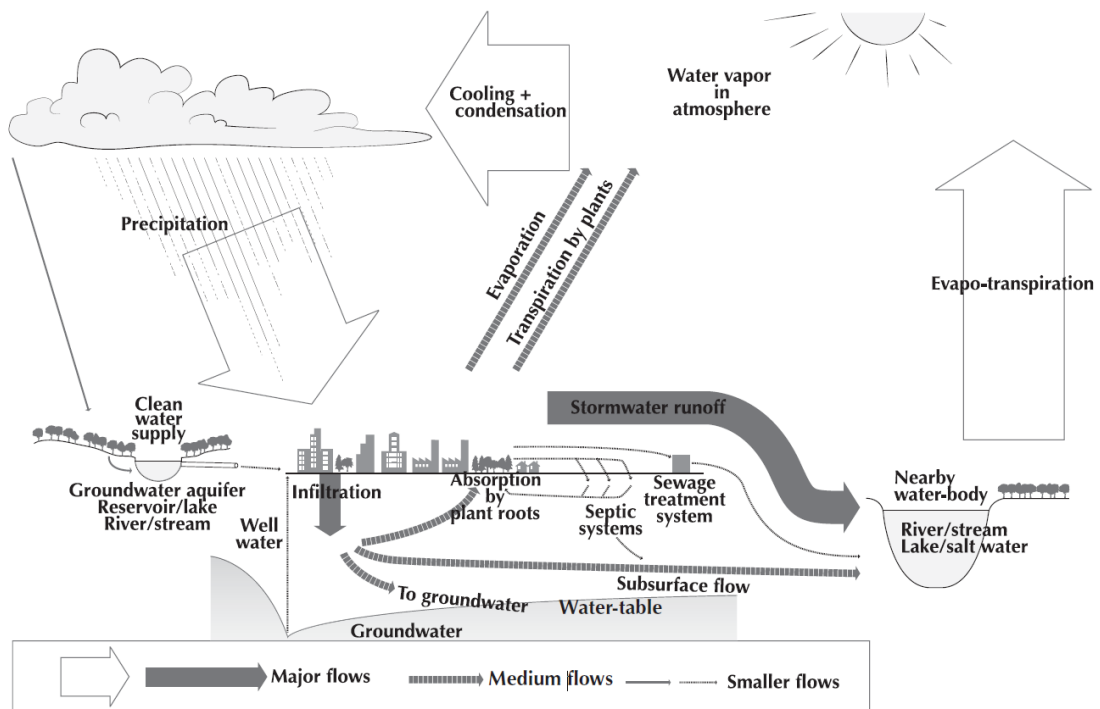
- 1) สภาพแม่น้ำตามธรรมชาติ มีพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงริม 2 ฝั่งแม่น้ำ
- 2) เริ่มมีการตั้งถิ่นฐานในพื้นที่ใกล้แม่น้ำ โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงบางส่วน เนื่องจากมีสภาพเป็นพื้นที่ราบ
- 3) สภาพลำน้ำเดิมเริ่มมีการกัดเซาะมากขึ้น เนื่องจากมีการไหลบ่าของน้ำหน้าดินมากขึ้น ทำให้มีการถมดินบริเวณแนวตลิ่งและพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง เพื่อป้องกันน้ำท่วม
- 4) เนื่องจากการไหลของน้ำในลำน้ำแรงมากขึ้น ทำให้มีการสร้างกำแพงป้องกันการกัดเซาะ 2 ฝั่งของแม่น้ำ
- 5) ในบางพื้นที่อาจมีการถม หรือสร้างโครงสร้างปิดทับแม่น้ำ เพื่อเพิ่มพื้นที่ดินในการพัฒนา หรือใช้สอย

- 6) เกิดผลกระทบต่อพื้นที่เมือง เช่น น้ำท่วม เนื่องจากยังคงมีปริมาณหยาดน้ำฟ้า หรือ ปริมาณน้ำที่เข้าสู่พื้นที่ แต่การเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงและลำน้ำทำให้น้ำที่ไหลซึมลงดิน หรือไหลเชื่อมต่อไปยังพื้นที่อื่น ๆ น้อยลง และมีอัตราการไหลบ่าของน้ำสูงขึ้นแทน



ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงแม่น้ำในเมือง

(ที่มา : Natural Resources Center, 1998, as cited in Kibel, 2007)



ภาพที่ 23 วัฏจักรทางอุทกวิทยาของน้ำในเมือง  
(ที่มา : Forman, 2014)

### ค. ปัญหาพื้นฐานของแม่น้ำในเมือง

เนื่องจากการพัฒนาตัวของเมืองเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแหล่งน้ำผิวดินในเมือง ทั้งในด้านคุณภาพน้ำผิวดิน (US Environmental Protection Agency, 2000, as cited in Gurnell, Lee, & Souch, 2007) การเกิดน้ำไหลป่า ที่มีปริมาณสารปนเปื้อนต่าง ๆ เช่นยาฆ่าแมลง โลหะหนัก หรือสารอื่น ๆ มากขึ้น (Gurnell et al., 2007) ตลอดจนการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจนในแม่น้ำในเมือง (LeBlanc et al., 1997, as cited in Gurnell et al., 2007) ในการศึกษาแม่น้ำในเมือง จึงมีบทการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนมากที่ระบุถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่แม่น้ำในเมือง โดยจากภาพที่ 24 เป็นแผนภาพแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของเมืองต่อพื้นที่ภูมินิเวศแม่น้ำในระดับต่าง ๆ โดยจะแสดงให้เห็นเงื่อนไขของภูมินิเวศในระดับต่าง ๆ (ข้อความสีเขียว) และรูปแบบการเปลี่ยนแปลง รวมถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบเมืองที่เกิดขึ้น (ข้อความสีแดง) ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อเงื่อนไขการเป็นพื้นที่แหล่งอาศัยตามธรรมชาติในแนวเส้นแม่น้ำ (กล่องข้อความสีดำ) (Gurnell et al., 2007)



### Important Properties at Each Spatial Scale

|   |  |  |  |   |
|---|--|--|--|---|
| <b>Urban Impacts at Each Spatial Scale</b>  | <b>CATCHMENT</b>   | Topography    Rock Type    Soils    Land Use<br>Connected Surface and Sub-Surface Flow Paths |  |   |
|   |  | <b>SECTOR</b>  | River Flow and Water Quality Regimes,<br>Sediment Calibre and Transport Regime |   |
|   | Impervious Surfaces:<br>(Buildings, Pavements, Roads, Car Parks) | Increased Total Runoff   | <b>REACH</b>   | Channel Size and Gradient, Bank and Bed Materials, Vegetation, Margin Land Use  |
|   | Storm Sewers   | Increased Storm Runoff   | Bank and Bed Reinforcement   | <b>PHYSICAL HABITATS</b><br><br><b>Flow Types</b><br><br><b>River Bed Landforms and Patches of Different Sediment Calibre and Organic Content</b><br><br><b>Bank Profiles and Features</b><br><br><b>River Bed and Bank Dynamics</b><br><br><b>In-Channel, Bank Face, Bank Top Vegetation Composition and Structure</b> |
|   | Point and Diffuse Pollution Sources                              | Decreased Baseflow   | Modified (enlarged?) Channel Cross Profile and Planform                        |   |
| Separated Surface and Subsurface Flow Paths | Degraded Water Quality   | Hydrological Disconnection of Channel and Floodplain   |  |   |
|   | Degraded Sediment Quality and Reduced Sediment Supply            | Vegetation Management  |  |   |

ภาพที่ 24 เงื่อนไขของภูมินิเวศแม่น้ำ และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโดยพื้นที่เมืองในแต่ละระดับพื้นที่

(ที่มา : Gurnell et al., 2007)

ทั้งนี้ แม้ว่าปัญหาที่เกิดกับแม่น้ำในเมืองจะเกิดขึ้นในหลากหลายระดับ และมีปัญหาแตกต่างหลากหลายกันออกไปตามบริบทแม่น้ำ แต่ในระดับเมือง ได้มีการยกตัวอย่างรายละเอียดของประเด็นปัญหาพื้นฐานที่เกิดขึ้นกับแม่น้ำในบริบทพื้นที่เมืองซึ่งพบได้โดยทั่วไป (The River Restoration Centre, n.d.) ได้แก่

- 1) การขาดแม่น้ำ การก่อสร้างขอบตลิ่ง และการขุดลอก

ทำให้โครงสร้างของแม่น้ำถูกเปลี่ยนแปลง ส่งผลต่อการเชื่อมต่อระหว่างลำน้ำและพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง และการสูญเสียแหล่งอาศัยตามธรรมชาติของสัตว์น้ำที่จำเป็นต้องพึ่งพาพื้นที่แนวตลิ่งและท้องน้ำธรรมชาติ

## 2) การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในแม่น้ำในเมือง

ความหนาแน่นของพื้นที่ปลูกสร้าง หรือพื้นผิวลาดแข็งในเมือง ส่งผลต่อการเพิ่มอัตราการไหลบ่าของน้ำที่จะไหลลงสู่ลำแม่น้ำโดยตรง ซึ่งเป็นผลให้การปนเปื้อนจากมลพิษต่าง ๆ ในเมือง เช่น ถนน ท่อระบายน้ำทิ้ง ตลอดจนโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้เกิดการปนเปื้อนในลำน้ำมากขึ้น คุณภาพน้ำในแม่น้ำในเมืองจึงแย่ลงไปด้วย

## 3) การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของแม่น้ำ

จากอัตราการไหลบ่าของน้ำหน้าดินที่สูงขึ้น และการขาดการเชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำและพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงซึ่งเป็นพื้นที่รับน้ำตามธรรมชาติ ทำให้ความรุนแรงในการเกิดอุทกภัยมีมากขึ้น และทำให้เกิดเหตุน้ำท่วมในเมืองบ่อยขึ้นเนื่องจากน้ำไม่สามารถระบายหรือซึมลงดินตามธรรมชาติ

## 4) การสูญเสียพืชพันธุ์ในพื้นที่ชายตลิ่ง

ปริมาณพืชพันธุ์ในแนวตลิ่งที่น้อยลง ส่งผลให้อุณหภูมิภายในแม่น้ำสูงมากขึ้น เนื่องจากร่มเงาของต้นไม้เป็นหนึ่งในปัจจัยที่ควบคุมอุณหภูมิของแม่น้ำ พืชพันธุ์ในพื้นที่ชายตลิ่งยังมีความสำคัญในฐานะแหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติ หรือแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำ อีกทั้งการยึดเกาะของรากพืชยังทำให้แนวตลิ่งมีความมั่นคง ลดความเสี่ยงในการเกิดการถล่มของตลิ่งแม่น้ำอีกด้วย

## 5) การแพร่พันธุ์พืชต่างถิ่นรุกราน

จากการกำจัดพืชพันธุ์ในพื้นที่ชายตลิ่ง ทำให้มีโอกาสเกิดพืชต่างถิ่นรุกรานที่อาจจะแพร่พันธุ์ได้ง่ายกว่าพืชพันธุ์ท้องถิ่น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศในพื้นที่ที่ต้องพึ่งพาพืชพันธุ์ท้องถิ่น ทำให้ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ลดลง

การศึกษาประเด็นปัญหาโดยพื้นฐานของแม่น้ำนี้ จะมีความจำเป็นต่อการต่อยอดการวางแผนฟื้นฟูแม่น้ำ เพื่อลดผลกระทบที่ได้กล่าวมาข้างต้นต่อไปได้ (The River Restoration Centre, n.d.)

## 7. ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศแม่น้ำโดยมนุษย์

จากการพัฒนาอารยธรรม และเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศแม่น้ำในรูปแบบต่าง ๆ รวมถึงการพัฒนาของประชากร ทำให้มีการคิดวิธีการต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์มากขึ้น (Berdens van Berlekom, 1969) ในขณะเดียวกัน แม่น้ำก็มีการเปลี่ยนแปลงตัวเองอยู่ตลอดเวลา ซึ่งบางครั้งมนุษย์มองการเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นภัยพิบัติในรูปแบบต่าง ๆ เช่น น้ำท่วม การกัดเซาะตลิ่ง ทำให้การก่อสร้างโครงสร้างทางวิศวกรรมในแม่น้ำมีไว้เพื่อควบคุมให้แม่น้ำอยู่ในรูปแบบที่ไม่สร้าง

ความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวขึ้น รวมถึงการปฏิบัติต่อแม่น้ำเพื่อใช้ประโยชน์เป็นคลองสำหรับส่งน้ำและการคมนาคม มองว่าความหลากหลายและพลวัตเป็นสิ่งที่จะต้องรับมือ เมื่อมนุษย์ได้ทำลายความหลากหลายและความเปลี่ยนแปลงของพลวัตดังกล่าว ผลกระทบในเชิงลบจึงเกิดขึ้นต่อพื้นที่แม่น้ำทั้งในทางตรงและทางอ้อมแตกต่างกันไปตามการปรับเปลี่ยนพื้นที่จากการใช้ประโยชน์ที่ดินของมนุษย์ (Wohl, 2004)

กิจกรรมของมนุษย์ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนรูปแบบระบบการไหลภายในโครงข่ายลำน้ำซึ่งได้รับอิทธิพลจากทั้งสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ โดยการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่มนุษย์ส่งผลโดยตรงกับการไหลของลำน้ำ ทำให้บทบาทในเชิงนิเวศที่เกี่ยวข้องกับพลวัตการไหลของลำน้ำได้รับผลกระทบไปด้วย (Wohl, 2004) ผลกระทบโดยตรงที่แม่น้ำได้รับจากกิจกรรมของมนุษย์ สามารถแสดงข้อมูลเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงผลกระทบจากมนุษย์ที่มีอิทธิพลต่อการไหลของลำน้ำโดยตรง  
(แปลและดัดแปลงจาก Wohl, 2004, 2014)

| ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงโดยมนุษย์     | ผลกระทบที่เกิดขึ้น   | อ้างอิง   |
|-----------------------------------|--|---|
| การควบคุมการไหล (Flow regulation) | <p>โดยทั่วไป เขื่อนจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายที่จะเกิดขึ้นตามฤดูกาลเนื่องจากจะลดค่าการไหลที่เคยเกิดขึ้นสูงสุด และเพิ่มค่าการไหลต่ำสุดของลำน้ำ อัตราการไหลของน้ำที่เปลี่ยนไปส่งผลต่อการพัดพาตะกอน อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ สารอาหาร และที่อยู่อาศัย</p> <p>นอกจากนี้ยังส่งผลต่อการเชื่อมต่อของต้นน้ำ - ปลายน้ำ และพื้นที่ลำน้ำกับชายขอบตลิ่ง ทำให้ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตลดลงด้วย</p> | <p>Graf (2006)<br/>Ryan (1997),<br/>Wohl and Dust (2012)<br/>Wohl, 2004</p> |

| ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงโดยมนุษย์                                 | ผลกระทบที่เกิดขึ้น   | อ้างอิง   |
|---|--|---|
| การทำโครงสร้างทางวิศวกรรมในลำน้ำ (Channel Engineering)        | <p>การถมคันดินจะทำให้ไม่สามารถเกิดกระบวนการนำไหลล้นตลิ่งได้ อีกทั้งยังลดเวลาเกิดการไหลสูงสุดอีกด้วย</p> <p>การตาดขอบตลิ่ง (Bank Stabilization) เพื่อกันการกัดเซาะทำให้ความหลากหลายของถิ่นที่อยู่อาศัยในลำน้ำลดลง และทำให้อัตราการพัดพาสูงขึ้น</p> <p>การทำให้เป็นคลอง (Channelization) ทั้งการตัดคลองให้ตรง และการขุดลอก ทำให้ (straightening and dredging) ทำให้อัตราการไหลในลำน้ำมากขึ้น และลดปริมาณตะกอนในลำน้ำ</p> | <p>Kondolf (2001)</p> <p>Shankman and Pugh (1992)</p> |
| การเปลี่ยนแปลงชีวมวลของแม่น้ำ (Alterations of Riverine Biota) | <p>การกำจัดพืชชายตลิ่ง จะลดความหยาบผิว (Roughness) ของพื้นที่ชายตลิ่ง ซึ่งทำให้การยึดเกาะหน้าดินบริเวณขอบตลิ่งน้อยลง และลดกระบวนการของพืชที่เกี่ยวกับน้ำด้วย</p>   | Anderson et al (2006a)                                |
|   | <p>การนำพืชต่างถิ่นเข้ามาปลูกในชายตลิ่ง อาจทำให้ความหนาแน่น และกระบวนการของพืชชายตลิ่งเปลี่ยนไป และอาจทำให้ช่องลำน้ำแคบลง</p>  | Dean and Schmidt (2011)                               |
| การรุกล้ำพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Encroachment)       | <p>การถมดินบนพื้นที่ชุ่มน้ำตามฤดูกาล (Seasonal Wetland) การก่อสร้างอาคารหรือโครงสร้างต่าง ๆ บนพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง ทำให้เกิดการจำกัดการเชื่อมต่อ และการเคลื่อนตัวของแม่น้ำที่จะเกิดตามแนวราบ อีกทั้งยังทำลายถิ่นที่อยู่ตามธรรมชาติบนพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง และทำให้การแลกเปลี่ยนแร่ธาตุอาหารหรือตะกอนที่เกิดระหว่างแม่น้ำกับพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงลดลงด้วย</p>   | Wohl (2004)   |

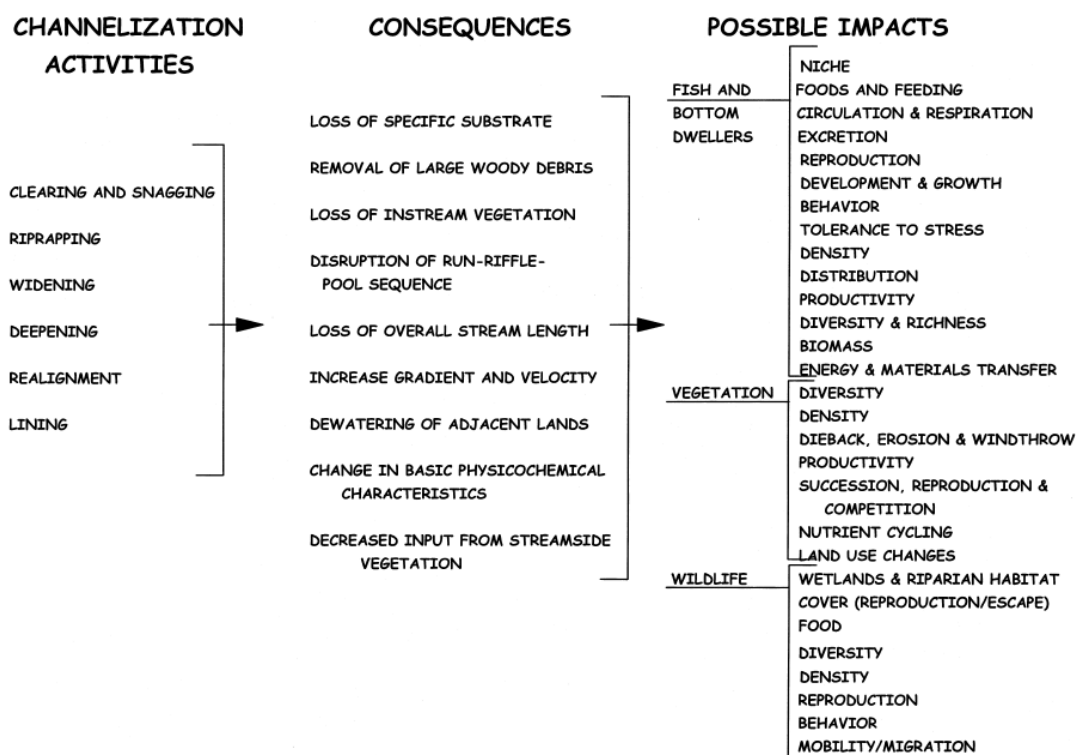
นอกจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นที่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างและกระบวนการของภูมินิเวศโดยตรง ยังมีรูปแบบกิจกรรมของมนุษย์ที่สร้างให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่อื่น ๆ นอกเหนือจากภายในขอบเขตแม่น้ำ เช่น บนพื้นที่ที่ภูเขาซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำ หรือพื้นที่อื่น ๆ ในลุ่มแม่น้ำเดียวกัน แต่เป็นพื้นที่นอกเหนือจากเขตที่ราบน้ำท่วมถึง การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลกระทบทางอ้อมต่อภูมินิเวศแม่น้ำในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งสามารถยกตัวอย่างข้อมูลได้ตามตารางที่ 6 ดังนี้

ตารางที่ 6 ผลกระทบทางอ้อมของแม่น้ำที่เกิดจากอิทธิพลของมนุษย์

(แปลจาก Wohl, 2004)

| ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงจากมนุษย์                | ผลกระทบที่เกิดขึ้น   |
|--|--|
| การเก็บเกี่ยวทรัพยากรป่าไม้ (Timber Harvest) | การตัดต้นไม้บนพื้นที่ที่มีความลาดเอียง และการตัดถนนเพื่อให้สะดวกต่อการเก็บเกี่ยวทรัพยากรไม้ จะทำให้บนพื้นที่ลาดชันเกิดความไม่เสถียรเนื่องจากขาดรากที่ยึดเกาะหน้าดิน ตะกอนต่าง ๆ ที่อยู่บนที่สูงจึงไหลลงมาเติมในลำน้ำที่อยู่ต่ำกว่าได้ ซึ่งจะทำให้ลำน้ำเกิดความไม่เสถียรไปด้วย รวมทั้งตะกอนที่มาในปริมาณมากยังทำให้น้ำขุ่น ลำน้ำตื้นลงหรือถูกเปลี่ยนแปลงกายภาพ และลดความหลากหลายของถิ่นที่อยู่ตามธรรมชาติไปด้วย |
| เกษตรกรรม (Agriculture)                      | การเกษตรกรรม และการปศุสัตว์โดยส่วนใหญ่ มักจะทำให้ปริมาณ และความหลากหลายของพืชพันธุ์ตามธรรมชาติลดลง และยังเป็นแหล่งของสารไนโตรเจนจากมูลสัตว์ หรือจากปุ๋ย รวมทั้งสารเคมีจากยาฆ่าแมลงต่าง ๆ ที่ใช้ในการเกษตร ซึ่งสามารถปนเปื้อนไปกับน้ำใต้ดินที่จะไหลไปสู่แหล่งแม่น้ำธรรมชาติ หรือเกิดการไหลบ่าจากหน้าดินไปสู่ลำน้ำได้  |
| การกลายเป็นเมือง (Urbanization)              | การเปลี่ยนพื้นที่เป็นเมืองซึ่งมีพื้นผิวดาดแข็งและอาคารหนาแน่น ทำให้พื้นที่น้ำซึมลงดินมีน้อย ส่งผลกระทบต่อ การเพิ่มอัตราน้ำไหลหน้าดินซึ่งมีอิทธิพลต่อกระบวนการกักเซาะของแม่น้ำ รวมถึงสิ่งปนเปื้อนในน้ำที่ไหลจากตัวเมือง ที่ส่งผลร้ายแรงต่อสิ่งมีชีวิตทั้งในน้ำและริมน้ำ ตลอดจนระบบนิเวศแม่น้ำที่ได้รับผลจากเมืองด้วย  |

จากตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศแม่น้ำโดยมนุษย์ที่ได้กล่าวข้างต้น ทำให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ กับลำน้ำ และภูมินิเวศที่เกี่ยวข้องกันเป็นห่วงโซ่ ดังนั้น ผลกระทบที่มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นนั้น สามารถเกิดขึ้นในหลากหลายมิติและสามารถส่งผลสะท้อนต่อกันได้ ยกตัวอย่างจากผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนลำน้ำธรรมชาติให้เป็นคลอง ซึ่งมีการศึกษาและทำแผนภาพอธิบายไว้ตามภาพที่ 25



ภาพที่ 25 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงลำน้ำ และระบบนิเวศบริเวณโดยรอบลำน้ำ  
(ที่มา : Simpson, Newman, Keirn, Matter, & Guthrie, 1982; Wohl, 2004, p. 195)

หลังจากการศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับภูมินิเวศแม่น้ำ จะทำให้เข้าใจถึงความเชื่อมโยงระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของแม่น้ำที่เกิดจากการจัดการของมนุษย์ หรือการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรแม่น้ำเกินขีดความสามารถที่แม่น้ำสามารถเกิดกระบวนการผลิตได้ ตลอดจนสามารถระบุปัญหาของพื้นที่ได้จากการเปรียบเทียบและสังเกตสภาพการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น รวมทั้งยังเป็นพื้นฐานความรู้สำหรับการวิเคราะห์ และเป็นพื้นฐานให้เกิดแนวความคิดการจัดการและฟื้นฟูแม่น้ำในระดับต่าง ๆ อีกด้วย

## 2.2 ทฤษฎีวิธีการดำเนินการศึกษา

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำปิง ซึ่งเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะโครงสร้างของพื้นที่กับเวลา จำเป็นจะต้องทำการระบุสภาพความเป็นไปในแต่ละช่วงเวลา เพื่อนำมาเปรียบเทียบ วิเคราะห์ปัจจัยการเปลี่ยนแปลง และระบุปัญหาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ ทั้งนี้ ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่มีหลากหลายแนวคิดและวิธีการ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เลือกเครื่องมือในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้วยวิธีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ซึ่งมีพื้นฐานเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการสำรวจระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่เป็นการศึกษาถึงรูปแบบการดำรงชีวิตในพื้นที่ภูมินิเวศแม่น้ำในภาพรวม ควบคู่กับการศึกษาเปรียบเทียบจากภาพถ่ายภาคพื้นในมุมมองใกล้เคียงกับภาพถ่ายทางประวัติศาสตร์ เพื่อบ่งชี้ปัจจัยการเปลี่ยนแปลง หรือผลกระทบที่สามารถเห็นได้จากการสังเกตในระดับสายตา โดยหลักการศึกษาดังกล่าวมีรายละเอียดของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

### 2.2.1. ทฤษฎีการสำรวจระยะไกล และทฤษฎีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing) คือกระบวนการสำรวจและรับส่งข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ วัตถุ และปรากฏการณ์บนพื้นโลก ด้วยการใช้พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Energy) เป็นตัวกลางการรับข้อมูล แต่ไม่มีการเข้าสัมผัสวัตถุหรือพื้นที่สำรวจ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจระยะไกล มี 3 คุณลักษณะ ได้แก่ คุณลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Spectral Characteristics) คุณลักษณะเชิงพื้นที่ของวัตถุบนพื้นผิวโลก (Spatial Characteristics) และ คุณลักษณะการเปลี่ยนแปลงของวัตถุตามช่วงเวลา (Temporal Characteristics) (United States Geological Survey [USGS], 2020; ภาควิชา เหล่าตรระกูล, 2558)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) เป็นระบบการทำงานที่นำข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ ไปจัดเก็บบันทึก จัดการ และแสดงผลในเชิงพื้นที่ โดยมีการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่แสดงลักษณะทางกายภาพ เข้ากับข้อมูลที่เป็นพิกัดภูมิศาสตร์ (Geo-referenced) (สุเพชร จิระจรรกุล, 2560)

กระบวนการศึกษาด้วยวิธีรับรู้จากระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ได้ถูกพัฒนาเพื่อทำการวิเคราะห์ จัดเรียงข้อมูล และแสดงผล เพื่อช่วยให้ผู้ศึกษาสามารถทำความเข้าใจแบบแผน ความสัมพันธ์ และบริบททางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในหลากหลายมิติตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานข้อมูล (Environmental Systems Research Institute [ESRI], 2004)

## 2.2.2. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน (Land-Use/ Land-Cover Classification)

“กระบวนการจำแนก” (Classification) ในทฤษฎีภูมิโนเวศวิทยา เป็นกระบวนการเพื่อทำความเข้าใจและอธิบายองค์ประกอบภายในหน่วยพื้นที่ หรือภายในระบบนิเวศ ผ่านการแยก จัดกลุ่ม จัดเรียงองค์ประกอบใหม่ ด้วยเครื่องมือจากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Zonneveld, 1995) ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินมีขึ้นเพื่อแสดงให้เห็นการใช้งานของที่ดินในพื้นที่ต่าง ๆ ที่มีรูปแบบแตกต่างกัน โดยการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use) หมายถึง กิจกรรมของมนุษย์ที่เกิดขึ้นบนผืนดิน โดยมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับที่ดินในบริเวณดังกล่าว (Clawson & Stewart, 1965, as cited in Anderson, Hardy, Roach, & Witmer, 1976) ส่วนสิ่งปกคลุมผิวดิน (Land Cover) หมายถึงพืชพันธุ์และสิ่งปลูกสร้างอื่นใดที่ปกคลุมอยู่บนผืนดิน (Burley, 1961, as cited in Anderson et al., 1976)

วิธีการจำแนกข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินมีไว้เพื่อแยกประเภทพื้นที่แบบต่าง ๆ เช่น ป่า พื้นที่เกษตร แหล่งที่อยู่อาศัย หรือพื้นที่อุตสาหกรรม จากข้อมูลการสำรวจระยะไกล โดยจากข้อมูลที่จำแนกได้นี้ จะสะท้อนให้เห็นความเชื่อมโยงของมนุษย์และภูมิโนเวศ จากสัดส่วนการใช้พื้นที่ ตำแหน่งที่ตั้ง หรือขนาดพื้นที่ของสิ่งปกคลุมผิวดินแต่ละประเภท ซึ่งจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าในพื้นที่ศึกษามีกิจกรรมใดที่เกิดขึ้นเป็นหลัก (Anderson et al., 1976)

วิธีการกระบวนการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินมีอยู่หลายระบบด้วยกัน ในที่นี้จะยกตัวอย่างระบบการจำแนกที่ใช้อย่างแพร่หลายดังนี้

### 1. ระบบยูเอสจีเอส (The United States Geological Survey: USGS)

เป็นระบบที่จำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินเพื่อเก็บข้อมูลและรูปแบบของพื้นที่ เพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลที่มีการอ้างอิงพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดยมีการจำแนกออกเป็นระดับที่หนึ่ง (Level I) ซึ่งเป็นการจำแนกประเภทของสิ่งปกคลุมดินโดยรวม แบ่งออกเป็น 9 กลุ่ม ได้แก่ เมืองและสิ่งก่อสร้าง (Urban and Build-up Land) พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land) ทุ่งหญ้า (Rangeland) ป่า (Forest) แหล่งน้ำ (Water) พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) พื้นที่ดินว่างเปล่า (Barren Land) พื้นที่เขตทุนดรา (Tundra) และพื้นที่ปกคลุมด้วยหิมะหรือน้ำแข็ง (Perennial Snow or Ice) และระดับที่สอง (Level II) เป็นรายละเอียดที่จำแนกประเภทย่อยของสิ่งปกคลุมแต่ละแบบ (Anderson et al., 1976) ตามตารางที่ 7

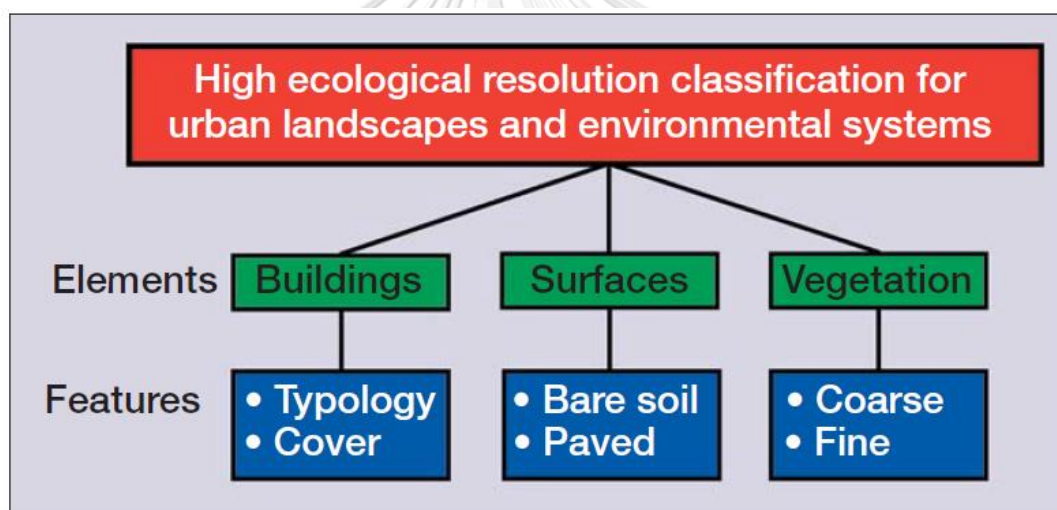


ตารางที่ 7 ระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน และสิ่งปกคลุมผิวดินใน 2 ระดับ  
(ที่มา : Anderson et al., 1976)

| Level I                  |    | Level II |  |
|--------------------------|----|----------|--|
| 1 Urban or Built-up Land | 11 | 11       | Residential.   |
|                          |    | 12       | Commercial and Services.   |
|                          |    | 13       | Industrial.  |
|                          |    | 14       | Transportation, Communi-<br>cations, and Utilities.                                    |
|                          |    | 15       | Industrial and Commercial<br>Complexes.  |
|                          |    | 16       | Mixed Urban or Built-up<br>Land.   |
|                          |    | 17       | Other Urban or Built-up<br>Land.   |
| 2 Agricultural Land      | 21 | 21       | Cropland and Pasture.  |
|                          |    | 22       | Orchards, Groves, Vine-<br>yards, Nurseries, and<br>Ornamental Horticultural<br>Areas. |
|                          |    | 23       | Confined Feeding Opera-<br>tions.  |
|                          |    | 24       | Other Agricultural Land.   |
| 3 Rangeland              | 31 | 31       | Herbaceous Rangeland.  |
|                          |    | 32       | Shrub and Brush Range-<br>land.  |
|                          |    | 33       | Mixed Rangeland.   |
| 4 Forest Land            | 41 | 41       | Deciduous Forest Land.   |
|                          |    | 42       | Evergreen Forest Land.   |
|                          |    | 43       | Mixed Forest Land.   |
| 5 Water                  | 51 | 51       | Streams and Canals.  |
|                          |    | 52       | Lakes.   |
|                          |    | 53       | Reservoirs.  |
|                          |    | 54       | Bays and Estuaries.  |
| 6 Wetland                | 61 | 61       | Forested Wetland.  |
|                          |    | 62       | Nonforested Wetland.   |
| 7 Barren Land            | 71 | 71       | Dry Salt Flats.  |
|                          |    | 72       | Beaches.   |
|                          |    | 73       | Sandy Areas other than<br>Beaches.   |
|                          |    | 74       | Bare Exposed Rock.   |
|                          |    | 75       | Strip Mines, Quarries, and<br>Gravel Pits.   |
|                          |    | 76       | Transitional Areas.  |
|                          |    | 77       | Mixed Barren Land.   |
| 8 Tundra                 | 81 | 81       | Shrub and Brush Tundra.  |
|                          |    | 82       | Herbaceous Tundra.   |
|                          |    | 83       | Bare Ground Tundra.  |
|                          |    | 84       | Wet Tundra.  |
|                          |    | 85       | Mixed Tundra.  |
| 9 Perennial Snow or Ice  | 91 | 91       | Perennial Snowfields.  |
|                          |    | 92       | Glaciers.  |

## 2. HERCULES (High Ecological Resolution Classification for Urban Landscape and Environmental Systems) (Cadenasso, Pickett, & Schwarz, 2007)

ระบบการจำแนกแบบ HERCULES เป็นระบบที่จะเพิ่มความละเอียดในการจำแนกมากกว่าระบบการจำแนกจากการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน ซึ่งทำให้สามารถบ่งชี้ลักษณะขององค์ประกอบเชิงนิเวศในภูมิณีเวศเมืองได้ โดยวิธีการนี้จะเน้นการศึกษาโครงสร้างทางชีวกายภาพ (Biophysical) ของสิ่งแวดล้อมเมือง และความเชื่อมโยงของการรวมตัวขององค์ประกอบที่หลากหลายในพื้นที่เมือง เช่น อาคาร วัสดุพื้นผิวต่าง ๆ และพืชพันธุ์ในเมือง องค์ประกอบ 3 ประการนี้สามารถแบ่งย่อยออกเป็น 6 องค์ประกอบในระบบ HERCULES ได้แก่ (1) พืชพื้นผิวหยาบ (Coarse-textured Vegetation) ได้แก่ ต้นไม้ กับ ไม้พุ่ม (2) พืชพื้นผิวละเอียด (Fine-textured Vegetation) ได้แก่ พืชล้มลุกและพืชคลุมดิน (3) ดินเปล่า (Bare Soil) (4) วัสดุพื้นผิว (Pavement) (5) อาคาร (Building) และ (6) กลุ่มทรงอาคาร (Building Typology) (Cadenasso et al., 2007)



ภาพที่ 26 ลำดับของโครงสร้างภูมิณีเวศเมืองสำหรับระบบ HERCULES

(ที่มา : Cadenasso et al., 2007)

### 2.2.3. การศึกษาเปรียบเทียบจากภาพถ่ายภาคพื้นในมุมมองใกล้เคียงกับภาพถ่ายทางประวัติศาสตร์ (Historical Repeat Photography Methods)

การศึกษาด้วยวิธีการเปรียบเทียบภาพถ่ายภาคพื้น เป็นวิธีที่ทำเพื่อแสดงให้เห็นภาพของรูปแบบการตอบสนองต่าง ๆ ในระบบภูมิณีเวศ ผ่านความหลากหลายทางธรรมชาติ และกระบวนการของมนุษย์ และเป็นเครื่องมือสำคัญทางวิทยาศาสตร์เพื่อจะศึกษาและเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของภูมิณีเวศได้ นอกจากนั้น ภาพถ่ายทางประวัติศาสตร์ยังเป็นหลักฐานที่บ่งชี้ให้เห็นถึงวัฒนธรรม

หรือสภาพของมนุษย์ในช่วงเวลานั้น ๆ ได้ (Webb, Boyer, & Turner, 2010) วิธีการศึกษานี้มีข้อดีในเรื่องรายละเอียดของภาพที่นำมาเปรียบเทียบ ทำให้เห็นสภาพบรรยากาศของพื้นที่ที่เกิดขึ้นจริงในอดีตและปัจจุบันอย่างชัดเจน และใช้งบประมาณน้อย แต่เป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสมในการจัดข้อมูลในเชิงปริมาณ (Kull, 2005)

ขั้นตอนการทำงานเปรียบเทียบภาพถ่ายในมุมมองใกล้เคียงกับภาพถ่ายทางอากาศ มีดังนี้ (Kull, 2005)

1. ขั้นตอนค้นคว้าข้อมูลรูปภาพเก่าที่มีความเกี่ยวข้องกับพื้นที่ และประเด็นที่จะศึกษาในแหล่งต่าง ๆ
2. ขั้นตอนการระบุสถานที่ในภาพถ่าย โดยการบันทึกและเปรียบเทียบรูปภาพในเวลาที่แตกต่างกัน 2 ช่วงนั้นไม่จำเป็นว่าจะต้องทำการบันทึกในตำแหน่งที่พอดีเพื่อหาข้อสรุปได้เสมอไป (Ahlstrom 1992, Bromberg 2001, as cited in Kull, 2005) และนอกเหนือจากการระบุถึงตำแหน่งสถานที่แล้ว ยังต้องประกอบกับการรวบรวมความรู้อื่น ๆ เช่น ข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับท้องถิ่นพื้นที่นั้น การเข้าใจถึงเอกสารอื่น ๆ ทางประวัติศาสตร์ (Kull, 2005)
3. ขั้นตอนการลงพื้นที่เพื่อบันทึกภาพซ้ำ โดยจะต้องทำการกำหนดตำแหน่งของจุดที่จะทำการบันทึกภาพถ่ายในมุมใกล้เคียงกับสถานที่เดิมจากข้อมูลที่ได้ทำการค้นคว้ามา ทั้งนี้ ในการศึกษาด้วยการเปรียบเทียบรูปถ่ายอาจมีเงื่อนไขของบริบทสถานที่หรือกายภาพพื้นที่ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากข้อมูลที่รวบรวมมา (Kull, 2005) อาจทำการบันทึกภาพในมุมมองที่มีความใกล้เคียงโดยมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย แต่สามารถเห็นองค์ประกอบโดยรวม และบรรยากาศการเปลี่ยนแปลงได้อย่างไม่มีสิ่งกีดขวาง
4. ขั้นตอนบันทึกและกำหนดข้อมูลตำแหน่งที่ทำการเก็บข้อมูล ทั้งสถานที่ และเวลาที่ทำการเก็บข้อมูล เพื่อที่จะช่วยระบุข้อมูลในการวิเคราะห์ และสามารถเก็บเป็นฐานข้อมูลในการศึกษาติดตามในอนาคตได้ด้วย
5. ขั้นตอนการนำเสนอข้อมูล

จากวิธีการศึกษาผ่านการเปรียบเทียบภาพถ่ายภาคพื้นในมุมมองใกล้เคียงกับภาพถ่ายทางประวัติศาสตร์ ร่วมกับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดินควบคู่กัน จะช่วยให้การวิเคราะห์รายละเอียดทั้งในระดับพื้นที่ที่เป็นภาพรวม และรายละเอียดบรรยากาศมีความครอบคลุม

มากขึ้น แต่ทั้งนี้จะต้องทำการตรวจสอบข้อมูลที่สามารถทำการค้นคว้าได้ เพื่อทำการวิเคราะห์เงื่อนไขของข้อมูลอีกครั้งก่อนทำการศึกษาจริง

### 2.3 ทฤษฎีสำหรับการประยุกต์ใช้

เนื่องจากการศึกษาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง มีวัตถุประสงค์ในการเปรียบเทียบและชี้ให้เห็นปัญหาและผลกระทบที่เกิดบนภูมินิเวศแม่น้ำปิง ดังนั้น การศึกษาทฤษฎีสำหรับการประยุกต์ใช้นั้น จึงมีความสำคัญในการสำรวจวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับภูมินิเวศแม่น้ำ และการสำรวจกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นบนแม่น้ำอื่น ๆ ในมุมมองพื้นฐานที่ให้ความสำคัญกับแม่น้ำเป็นหลัก เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการวางแนวทางปรับปรุงหรือการนำเสนอแนวทางอื่น ๆ นอกเหนือจากรูปแบบการจัดการที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เน้นแนวคิดที่อยู่บนพื้นฐานมุมมองทางภูมินิเวศ และการแก้ปัญหาโดยใช้พื้นฐานองค์ความรู้ทางธรรมชาติ (Nature-based Solutions) เป็นพื้นฐานการศึกษา ดังนั้น ทฤษฎีสำหรับการประยุกต์ใช้ จะนำเสนอแนวคิดของการฟื้นฟูแม่น้ำ และแนวคิดการทำนุบำรุงแม่น้ำ เป็นประเด็นหลักในการทบทวนวรรณกรรม

#### 2.3.1. การฟื้นฟูแม่น้ำ (River Restoration)

จากการศึกษาปัญหาเรื่องการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง ทำให้งานวิจัยในหลายประเทศเริ่มตระหนักถึงปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางธรรมชาติต่าง ๆ ของแม่น้ำ ทั้งภูมิประเทศ ระบบอุทกวิทยา ชีวเคมี ไปจนถึงสภาพภูมิอากาศ ที่ทำให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ ทั้งที่มองเห็นและมองไม่เห็น และเริ่มมีการนำเสนอมติในการจัดการหรือแนวคิดในการฟื้นฟูแม่น้ำและระบบนิเวศที่ได้ถูกทำลายไป (Wohl, 2004) ด้วยจุดประสงค์ต่าง ๆ ตามแต่ละมุมมองในการศึกษาฟื้นฟู (Griggs, 2009; Wohl, 2014)

การฟื้นฟู สามารถหมายถึงการฟื้นฟูถิ่นที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติ (Rehabilitation) การเพิ่มพื้นที่ทางนิเวศ หรือปรับปรุงให้เงื่อนไขทางนิเวศของแม่น้ำอยู่ในระดับที่ดี (National Academy, 1992, as cited in Wohl, 2014) (Enhancement) การปรับปรุงให้คุณภาพในเชิงนิเวศดีขึ้น การบรรเทาความเสียหายหรือผลกระทบที่เกิดขึ้น และการฟื้นฟูจากพื้นที่ที่เสียหายจากการเปลี่ยนแปลงให้กลับมาเป็นระบบนิเวศ (Reclamation) (Perini & Sabbion, 2017; Roni & Beechie, 2012) ในโครงการฟื้นฟูแม่น้ำต่าง ๆ นั้นเกิดขึ้นในหลายระดับพื้นที่ ตั้งแต่ในแม่น้ำสายย่อยลำเล็ก จนถึงระดับลุ่มน้ำขนาดใหญ่ บนพื้นฐานของวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันออกไปตามแต่บริบทพื้นที่ รวมทั้งหลักการวิเคราะห์ ประเมินสถานการณ์ และประโยชน์ที่จะได้รับ (Griggs, 2009; Wohl, 2014) ทำให้วิธีการดำเนินการฟื้นฟูแม่น้ำมีหลากหลายแตกต่างกันออกไป

### 1. เป้าหมายของการฟื้นฟูแม่น้ำ

เนื่องด้วยบริบทของแม่น้ำในแต่ละพื้นที่มีคุณลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ทำให้การตั้งเป้าหมายในการฟื้นฟูลำน้ำก็ควรจะกำหนดโดยกลุ่มผู้ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ กลุ่มที่ปรึกษากลุ่มจากผู้ปฏิบัติงานในสาขาวิชาต่าง ๆ และผู้มีส่วนร่วมอื่น ๆ โดยมี 2 ปัจจัยที่สำคัญผนวกกัน (FISRWG, 1998) คือ

- ก. เงื่อนไขในเชิงนิเวศที่ต้องการให้เกิดขึ้นในอนาคต : เช่น การเชื่อมต่อโครงข่ายแม่น้ำ การเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ การเพิ่มการบริการด้านการผลิตของระบบนิเวศ การกำหนดเงื่อนไขเชิงนิเวศจะทำให้มีเป้าหมายและมีหลักเกณฑ์ในการประเมินความคืบหน้า หรือความสำเร็จในการฟื้นฟูแม่น้ำ
- ข. คุณค่าทางสังคม ทิศทางการเมือง และทางเศรษฐกิจ : เนื่องจากโดยส่วนใหญ่แม่น้ำกับชุมชนมนุษย์มีความเชื่อมโยงซึ่งกันและกัน คุณค่าทางสังคม เศรษฐกิจ และการเมือง จึงเป็นเงื่อนไขที่ต้องคำนึงถึง เพราะจะเป็นหนึ่งในเงื่อนไขที่กำหนดนโยบาย หรือการพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ต่อไปในอนาคต

โดยในการกำหนดเป้าหมายของการฟื้นฟูแม่น้ำที่จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้เกิดความสำเร็จได้จริงในการฟื้นฟู ได้มีหลักการอธิบายโดยแบ่งการกำหนดเป้าหมายให้เป็น 2 ชั้น คือ (1) ชั้นปฐมภูมิ ซึ่งควรเป็นการกำหนดจากการวิเคราะห์ปัญหาหรือศักยภาพของแม่น้ำ การวิเคราะห์ถึงเงื่อนไขของพื้นที่ ตั้งแต่ระดับของพื้นที่ ข้อมูลต่าง ๆ จนถึงงบประมาณและทรัพยากรที่จะใช้ในการดำเนินการ ตลอดจนเงื่อนไขทางนิเวศของพื้นที่ โดยเป้าหมายในชั้นนี้มักจะเป็นเป้าหมายที่ทำให้เกิดการริเริ่มโครงการ มักจะเน้นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับทางเทคนิค เช่น การจัดการตะกอน การปรับปรุงให้เกิดสภาพเหมาะสมกับถิ่นที่อยู่บนบกและทางน้ำ และ (2) เป้าหมายขั้นทุติยภูมิ ควรจะเป็นเป้าหมายที่พัฒนาเพื่อส่งเสริมเป้าหมายที่ทำการกำหนดไว้ในชั้นปฐมภูมิ ทั้งที่เป็นทางตรงและทางอ้อม เช่น การจ้างแรงงานเข้ามาช่วยดำเนินงานการอนุรักษ์ป่าไม้ในลุ่มน้ำ จากเป้าหมายขั้นทุติยภูมิที่ต้องการฟื้นฟูเศรษฐกิจท้องถิ่น ในขณะที่ก็ดำเนินการเพื่อเป้าหมายชั้นปฐมภูมิที่เป็นเรื่องการฟื้นฟูและเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพให้กับพื้นที่ไปด้วย (FISRWG, 1998)

### 2. ปัจจัยในการฟื้นฟูแม่น้ำ

ในการศึกษาองค์ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการของแม่น้ำ ได้มีเอกสารทางวิชาการหลายฉบับที่กล่าวถึงปัจจัยที่ควรมีอยู่ในกระบวนการฟื้นฟูแม่น้ำ (Kondolf & Larson, 1995; Wohl, 2014) ดังนี้

- ก. การฟื้นฟูควรตั้งอยู่บนพื้นฐานความเข้าใจถึงความซับซ้อน และสภาพพลวัตของกระบวนการและรูปแบบของแม่น้ำ ตลอดจนบริบทของแม่น้ำที่เคยเกิดขึ้นในอดีต

ยกตัวอย่างจากกรณีศึกษาที่ถูกบันทึกไว้เกี่ยวกับการฟื้นฟูที่ไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากเป็นการฟื้นฟูลำน้ำในรูปแบบที่เหมาะสมกับลำน้ำสายเดี่ยว (Single-thread Channel) ในส่วนที่รูปแบบของน้ำเป็นแบบที่เปลี่ยนแปลงสลับกันระหว่างลำน้ำสายเดี่ยวกับหลายสายเมื่อเกิดกระบวนการภายในลำน้ำ (Kondolf et al., 2001, as cited in Wohl, 2014) ทำให้ลำน้ำที่ถูกฟื้นฟูนั้นถูกเปลี่ยนแปลงไปจากกระบวนการน้ำหลากที่เกิดขึ้นหลังจากโครงการฟื้นฟูเสร็จสิ้นไปเพียง 3 เดือน (Wohl, 2014)

- ข. การฟื้นฟูควรให้ความสำคัญกับเรื่องกระบวนการธรรมชาติ และทำให้รูปแบบของแม่น้ำมีความยั่งยืน มากกว่าการพยายามทำให้รูปร่างของแม่น้ำมีลักษณะแบบคงที่ตายตัว ซึ่งไม่เข้ากับกระบวนการของลำน้ำที่มีพลวัตการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา รวมทั้งการพิจารณารูปแบบของตะกอน และน้ำ ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดรูปแบบลำน้ำที่เป็นอยู่ และที่จะพัฒนาในอนาคต ทำให้หลายกรณีศึกษาที่มีการทำโครงสร้างเพื่อคงสภาพตลิ่ง และทำให้ไม่เกิดการเคลื่อนย้ายเส้นทางแม่น้ำตามธรรมชาติ
- ค. การติดตามผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการฟื้นฟูแม่น้ำเสร็จสิ้นก็เป็นสิ่งสำคัญ โดยควรใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับการประเมินผล และระดับพื้นที่ของโครงการ เช่น หากวัตถุประสงค์หลักของการฟื้นฟู ทำเพื่อการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ ก็ควรทำการติดตามผลจากความหลากหลายของถิ่นที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติอาจจะไม่เหมาะสมเท่าการติดตามผลจากการวัดความหลากหลายทางชีวภาพโดยตรง (Palmer, Menninger, & Bernhardt, 2010; Wohl, 2014)
- ง. การพิจารณาถึงบริบทของกลุ่มน้ำมากกว่าการคำนึงถึงแค่ระดับส่วนย่อยในแม่น้ำที่ทำการฟื้นฟู เนื่องจากว่าภายในภูมินิเวศแม่น้ำนั้นมีความเชื่อมโยงกันทั้งในด้านกายภาพ เคมี และด้านชีวภาพ และปัจจัยทั้งหมดจะส่งผลต่อกันจากการฟื้นฟูแม่น้ำ ยกตัวอย่างกรณีศึกษาที่ Carmel River รัฐแคลิฟอร์เนีย ที่มีการฟื้นฟูด้วยการใช้พืชพันธุ์ชายตลิ่งในท้องถิ่น แต่ระดับน้ำได้ดินในพื้นที่ต่ำกว่าระดับที่พืชจะสามารถหยั่งรากถึงได้ เนื่องจากเกิดการสูบน้ำบาดาลไปใช้งานนับทศวรรษ (Kondolf and Curry, 1986, as cited in Wohl, 2014) ทำให้ต้องมีการทำระบบชลประทานอีกครั้งเพื่อช่วยให้พืชพันธุ์เหล่านั้นอยู่รอด (Wohl, 2014)
- จ. ความแตกต่างหลากหลายทั้งในเชิงพื้นที่และเวลาที่อยู่ในพื้นที่ภูมินิเวศแม่น้ำเป็นเรื่องสำคัญ (Brierley and Fryirs, as cited in Wohl, 2014) แม่น้ำมีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์อยู่ตลอดเวลา ทั้งสัณฐานของรูปแบบท้องน้ำ อัตราส่วนระหว่างความกว้าง

และความลึกของแม่น้ำซึ่งมีผลต่อความผันผวนของน้ำและตะกอนภายในลำน้ำ ซึ่งค่าเหล่านี้จะมีความแตกต่างกันออกไปในลำน้ำแต่ละเส้น ดังนั้น ในการฟื้นฟูลำน้ำ จำเป็นต้องมีการออกแบบให้มีบริบทที่ยืดหยุ่นมากพอที่จะเผื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลำน้ำหลังจากการฟื้นฟูเสร็จสิ้น เพื่อให้การฟื้นฟูพื้นที่แม่น้ำนั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ไปอย่างต่อเนื่องในอนาคต (Wohl, 2014)

3. แนวคิดการใช้การศึกษาเรื่องการบริหารเชิงนิเวศร่วมกับการจัดการพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง แนวคิดการผนวกองค์ความรู้ในประเด็นเรื่องการบริหารเชิงนิเวศเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการจัดการพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงและการฟื้นฟูแม่น้ำ เป็นแนวคิดทางเลือกจากเดิมที่วิธีการแก้ปัญหาด้วย “โครงสร้าง” หรือการแก้ปัญหาด้วย “วิธีการทางวิศวกรรม” เพื่อจัดการความเสี่ยงจากน้ำท่วม เนื่องจากว่าในหลายพื้นที่ที่มีการสร้างเขื่อน หรือการทำโครงสร้างฝายน้ำล้นนั้นสร้างความเสียหายมากกว่าจะป้องกันน้ำท่วม ทำให้การผนวกองค์ความรู้เพื่อการจัดการน้ำหลาก จึงได้เสนอแนวคิดที่เปลี่ยนจากวิธีการแก้ปัญหาเดิมที่พิจารณาแม่น้ำกับปัจจัยราบน้ำท่วมถึง กระบวนการกัดเซาะ และการบริการเชิงนิเวศแยกออกจากกัน กลายเป็นแนวคิดที่เน้นให้มีการยังคงเก็บน้ำไว้บนพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง และมองว่าการมี “พื้นที่สำหรับน้ำ” (Room for the River) จะทำให้ส่งเสริมศักยภาพในการฟื้นฟูการบริหารเชิงนิเวศ และคืนชีวิตให้กับภูมินิเวศได้ด้วย (Global Water Partnership & World Meteorological Organization [WMO], 2012)

ทั้งนี้ ได้มีการรวบรวมและพัฒนาแนวทางของกลวิธีในการฟื้นฟูแม่น้ำและพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงให้เกิดความยั่งยืน ด้วยวัตถุประสงค์ที่มาจากพื้นฐานการผนวกองค์ความรู้หลายประเด็น และสรุปออกมาเป็นหลักการพื้นฐานดังนี้ (WMO, 2012)

- ก. มุมมองการแก้ไขปัญหาด้วยงานวิศวกรรมด้วยโครงสร้างอ่อน (Soft Engineering Approach) ประกอบด้วย
  - 1) การปรับให้ลำน้ำสายหลักกลับมาเป็นเส้นทางคดเคี้ยว
  - 2) การขยายความกว้างของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง
  - 3) การเชื่อมโครงข่ายลำน้ำกับเส้นน้ำสายเดิม
  - 4) การรื้อถอนแนวเขื่อนหรือการตัดตลิ่งออก
  - 5) การกำหนดหรือรื้อถอนโครงสร้างที่ขวางกระบวนการน้ำหลาก
- ข. การพิจารณาระดับพื้นที่ของที่ลุ่มรับน้ำ (Catchment Scale Consideration) ได้แก่

- 1) การเข้าใจถึงรูปแบบการใช้ที่ดิน และการจัดการที่เกิดขึ้นในระดับลุ่มน้ำ
  - 2) การดำเนินการเชื่อมต่อกับกระบวนการทางอุทกวิทยา
  - 3) การพิจารณาเรื่องน้ำ ทั้งคุณภาพและปริมาณของน้ำภายในระบบ
- ค. ประเด็นที่เกี่ยวกับสถาบันทางสังคมต่าง ๆ (Institutional Issues)
- 1) การร่วมมือระหว่างหลายภาคส่วน และการผนวกความคิดเป็นเรื่องสำคัญ
  - 2) การทำให้มีเจตจำนงทางการเมืองและการสนับสนุนที่เข้มแข็ง
  - 3) จัดตั้งให้มีการสนับสนุนและผู้สนับสนุนจากในท้องถิ่น
  - 4) พัฒนาให้เกิดการตระหนักรู้ การยอมรับ และการร่วมมือจากสาธารณะ
- ง. การมีส่วนร่วมของสังคม (Participation) โดยผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งในและนอกพื้นที่ ที่มีกลุ่มที่สำคัญ ได้แก่
- 1) ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่อยู่ในพื้นที่ (Local Stakeholders)
  - 2) กลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่อยู่ในวงกว้างกว่าในชุมชน เช่น ภาครัฐ หรือชุมชนอื่น ๆ ที่ได้รับส่วนได้ส่วนเสียบางประการ (Wider Stakeholders)
  - 3) ผู้เชี่ยวชาญ (Experts)
- จ. การผนวกประเด็นการบริการเชิงนิเวศเข้ากับวัตถุประสงค์ในการดำเนินงาน (Integration of Ecosystem Services within the Objective)

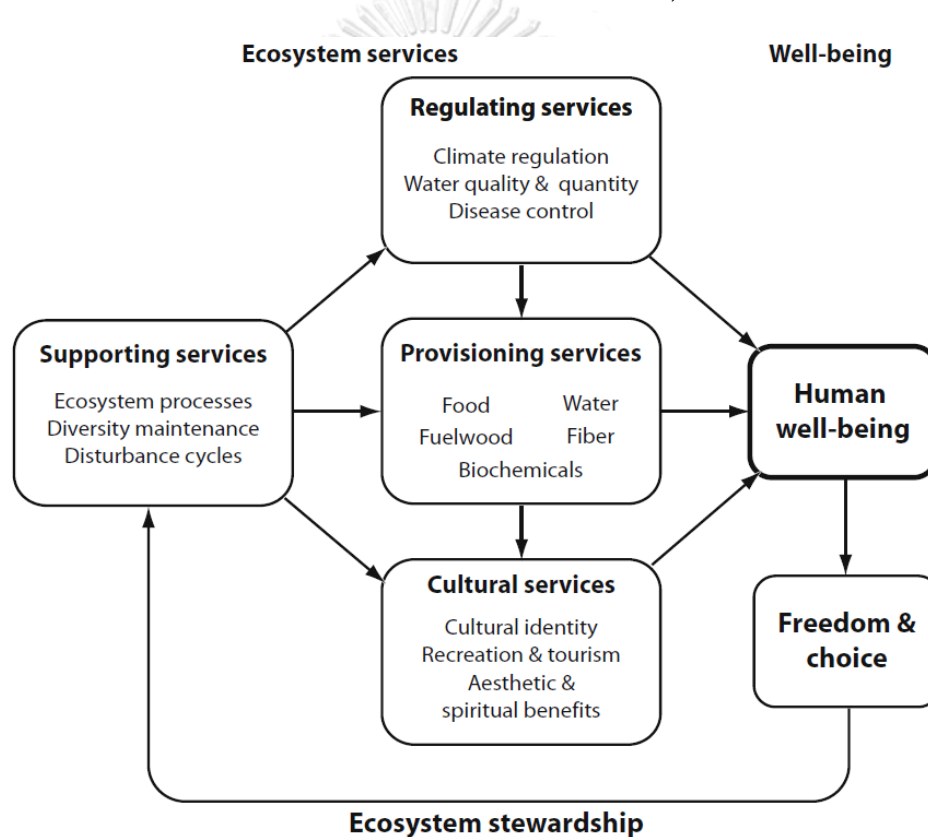
วัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้ ควรส่งเสริมให้เกิดประโยชน์ หรือการบริการเชิงนิเวศในหลากหลายมิติ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นจะต้องทำการศึกษา บ่งชี้ และเข้าใจถึงการบริการเชิงนิเวศที่เกิดขึ้นในพื้นที่ ตลอดจนสามารถประเมินโอกาส หรือความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นจากการผนวกประเด็น การบริการเชิงนิเวศเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในโครงการด้วย

### 2.3.2. การทำนุบำรุงภูมินิเวศและการทำนุบำรุงแม่น้ำ (Landscape Stewardship and River Stewardship)

การทำนุบำรุง (Stewardship) มีความหมายในเชิงเกี่ยวกับการแสดงความรับผิดชอบในภาคส่วน หรือในระบบที่เข้าไปมีส่วนร่วม (Leopold, 1949, as cited in Chapin, Kofinas, & Folke,



2009) การทำนุบำรุงภูมินิเวศ (Landscape Stewardship) หรือการทำนุบำรุงระบบนิเวศ (Ecosystem Stewardship) จึงเป็นแนวทางที่อยู่บนพื้นฐานที่ว่า การใช้ทรัพยากรของระบบสังคมจะต้องสอดคล้องกับความสามารถในการให้บริการเชิงนิเวศ (Chapin et al., 2009) (ดูภาพที่ 27) แนวคิดดังกล่าวจะเน้นการดึงให้ผู้นมีส่วนได้ส่วนเสียต่าง ๆ เข้ามารวมกันเป็นกลุ่มชุมชนของพื้นที่ หรือกลุ่มความสนใจ (Community of Place/Interest) ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ เพื่อถกประเด็นของทรัพยากรและพื้นที่ และศึกษาวิธีการแก้ไขปัญหาาร่วมกัน โดยที่ผู้มีส่วนร่วมอาจมีประเด็นความสนใจหรือ “ส่วนได้ส่วนเสีย” กับพื้นที่เหมือนกัน หรือแตกต่างกันออกไป แนวทางการทำนุบำรุงภูมินิเวศนี้จึงมีมุมมองที่อยู่บนพื้นฐานของการร่วมมือกันของส่วนต่าง ๆ ของสังคมเพื่อการอยู่ร่วมกับภูมินิเวศในระยะยาว (Northeastern Area Association of State Foresters, 2011)



ภาพที่ 27 ระบบความสัมพันธ์ของการให้บริการเชิงนิเวศ ความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ และการทำนุบำรุงระบบนิเวศ

(ที่มา : Chapin et al., 2009, p. 30)

นอกจากนั้น ยังมีการพัฒนาแนวคิดการทำนุบำรุงระบบนิเวศด้วยพื้นฐานการรองรับสภาพ (Resilience-based Ecosystem Stewardship) โดยผนวกองค์ความรู้เรื่องการรองรับสภาพความเปลี่ยนแปลง (Resilience) ซึ่งเป็นแนวคิดที่มองการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่ทำให้โลกเกิดการพัฒนา ทำให้การทำนุบำรุงภูมินิเวศควรพิจารณาถึงปัจจัยการ

เปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศ และพัฒนาแนวคิดดังกล่าวเข้ากับการอนุรักษ์ทรัพยากรทางธรรมชาติ (Chapin et al., 2009)

### 1. กรอบการดำเนินการทำนุบำรุงภูมินิเวศ

ในการดำเนินการเพื่อทำนุบำรุงภูมินิเวศ จะแบ่งออกเป็น 4 ช่วงหลัก ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกัน (Northeastern Area Association of State Foresters, 2011)

- ก. ขั้นการวางแผน : พัฒนาวิสัยทัศน์ของโครงการ และการกำหนดเงื่อนไขในเชิงนิเวศที่ต้องการให้เกิดขึ้นในอนาคต เป้าหมายในการพัฒนาขั้นถัดไป และขั้นตอนในการบรรลุเป้าหมาย โดยมุ่งเน้นไปที่เป้าหมาย และวิธีการดำเนินงานเป็นหลัก
- ข. ขั้นการประสานงาน : จากเครือข่ายผู้มีส่วนร่วมเดิม ส่งเสริมผู้เข้าร่วมใหม่ ๆ สร้างโครงข่ายผู้มีส่วนร่วมให้กว้างขึ้น และเริ่มจัดสรรความรับผิดชอบในส่วนต่าง ๆ ตามแนวทางกลยุทธ์ที่ตกลงร่วมกันจากหลายภาคส่วน
- ค. การดำเนินงาน : นำโครงการที่ทำจากส่วนต่าง ๆ มาผนวกเข้าด้วยกัน ผ่านผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งเอาไว้ในขั้นตอนการวางแผนและประสานงาน
- ง. การติดตามและประเมินผล : ติดตามผลลัพธ์ และประเมินประสิทธิภาพของโครงการที่ได้ทำเอาไว้ รวมถึงคิดถึงแนวทางที่จะสามารถประยุกต์ใช้รับมือการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

### 2. กลยุทธ์ในการดำเนินงานทำนุบำรุงภูมินิเวศ

ภายในระหว่างขั้นตอนการดำเนินการก็มีกลยุทธ์วิธีการที่ควรนำมาพิจารณาประกอบเพื่อการทำนุบำรุงที่ยั่งยืน นอกเหนือไปจากขั้นตอนการดำเนินโครงการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยได้มีการนำเสนอแนวทาง 5 ประการ เพื่อเป็นยุทธวิธีในการดำเนินงาน (Chapin et al., 2009) ได้แก่

- ก. การเผยแพร่ และการให้ความรู้ (Outreach & Education) : การเพิ่มความรู้ และความตระหนักแก่สาธารณชนจะทำให้คนสามารถเข้าใจได้ถึงวิธีการที่จะส่งเสริมการทำนุบำรุงพื้นที่ให้เกิดความยั่งยืน การให้ความรู้และการศึกษาในเรื่องนี้้อาจทำให้คนเกิดความสนใจในโครงการ หรือเข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งในการวางแผน หรือประสานงานในการดำเนินโครงการได้ และเมื่อโครงการมีการดำเนินงานส่วนอื่นมากขึ้น ก็อาจจะทำให้มีการขยาย หรือปรับเปลี่ยนรูปแบบการศึกษาเรียนรู้ได้

- ข. การสร้างแรงจูงใจ (Incentive Programs) : การสร้างแรงจูงใจจะช่วยให้เกิดการร่วมมือในเชิงเทคนิค หรือการสนับสนุนเม็ดเงินภายในโครงการในระดับต่าง ๆ ได้ ซึ่งมีส่วนช่วยให้เกิดการดำเนินงานหรือการบรรลุเป้าหมายง่ายมากขึ้น
- ค. การลงทุนจากภาครัฐ (Public Investments) : เนื่องจากปัจจัยเรื่องพื้นฐานที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปก็จะมาจากการลงทุนของรัฐ ทั้งสาธารณูปโภค และสาธารณูปการต่าง ๆ การลงทุนจากรัฐจะส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมกับโครงการทำนุบำรุงภูมินิเวศที่เกิดขึ้น ดังนั้น ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่าง ๆ ในโครงการอาจจะทำการพิจารณาถึงแนวทางที่จะช่วยให้เกิดกระบวนการตัดสินใจที่จะไปในแนวทางที่รัฐจะสามารถเข้ามาลงทุนด้วยได้ แนวทางนี้จะช่วยโครงการที่มีงบประมาณจำกัดได้ดี
- ง. การบูรณาการนโยบาย (Policy Integration) : เนื่องจากการจัดการภูมินิเวศมีผลโดยตรงกับนโยบายของภาครัฐ ดังนั้นการที่จะโน้มน้าวให้นโยบายไปในแนวทางเดียวกับโครงการที่เกิดขึ้น ผู้มีส่วนร่วมในการวางแผนโครงการควรทำการศึกษาและเผยแพร่ให้เกิดความสนใจในโครงการทำนุบำรุงภูมินิเวศในวงกว้าง เพื่อจะจูงใจให้เกิดการตัดสินใจในเชิงนโยบายที่เชื่อมโยงกับการพัฒนาฟื้นฟูและบำรุงภูมินิเวศ
- จ. การกำหนดกฎข้อบังคับ (Regulation) : เป็นแนวทางที่ไม่ค่อยเกิดขึ้นชัดเจนในกระบวนการทำนุบำรุงภูมินิเวศ และอาจจะไม่ได้ออกมาเป็นกฎบังคับที่ตายตัวเนื่องจากการออกกฎหมายหรือข้อบังคับเป็นเรื่องยาก แต่อาจจะเป็นชุดความรู้ที่กลุ่มคนที่ทำการทำนุบำรุงภูมินิเวศมีการตกลงและให้ความรู้ร่วมกัน เช่น เรื่องการวางผัง และการจัดโซนพื้นที่เพื่อทำการอนุรักษ์พื้นที่ที่กำหนดเอาไว้ หรืออาจกำหนดเป็นแนวทางที่ไม่ใช่กฎระเบียบการบังคับ เช่น การเสนอเป็นแนวความคิดการพัฒนาพื้นที่ให้เกิดผลกระทบต่ำ (Low Impact Development: LID) ซึ่งเป็นการเสนอแนวทางการออกแบบ แต่ไม่ใช่กฎหมายหรือข้อบังคับ

### 2.3.3. กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการเพื่อจัดการแม่น้ำ

กรณีศึกษาเป็นหนึ่งในวิธีการศึกษาผ่านตัวอย่างของโครงการหรืองานวิจัยที่มีแนวทางการวิเคราะห์และประยุกต์ใช้ที่มีพื้นฐานใกล้เคียงกับแนวทางในการศึกษาวิจัยในวิทยานิพนธ์ หรือมีบริบทในบางมิติที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษา เพื่อที่จะเข้าใจรูปแบบวิธีการประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทพื้นที่รูปแบบต่าง ๆ โดยจะนำเสนอกรณีศึกษาได้แก่ กรณีศึกษาแม่น้ำในประเทศเอธิโอเปีย (Asnake, Hailu, & Mekuria, 2021) ซึ่งเป็นการนำเสนอมุมมองการผนวกเป้าหมายการพัฒนาฟื้นฟูแม่น้ำเข้ากับ

ดำเนินการวางผังเมือง และกรณีศึกษาแม่น้ำไนล์ในเมืองโคโร ประเทศอียิปต์ (Kondolf & Pinto, 2017) ซึ่งเป็นกรณีศึกษาว่าด้วยปัญหาการขาดความเชื่อมโยงมิติของมนุษย์กับกายภาพของแม่น้ำที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

1. การผนวกเป้าหมายการฟื้นฟูแม่น้ำร่วมกับการวางแผนเมือง กรณีศึกษาแม่น้ำเคเบนา เมืองอาดดิสอาบาบา ประเทศเอธิโอเปีย (Kebena River, Addis Ababa)

เนื่องด้วยในการศึกษานี้อยู่บนเงื่อนไขมุมมองว่าการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เป็นเมืองเป็นสาเหตุที่ทำให้เงื่อนไขทางธรรมชาติ หรือภูมินิเวศโดยรอบของแม่น้ำในเมืองเปลี่ยนไป และส่งผลกระทบต่อ การให้บริการเชิงนิเวศของแม่น้ำ และการฟื้นฟูแม่น้ำเป็นวิธีการหนึ่งเพื่อจะลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของเมืองที่เกิดขึ้น (Asnake et al., 2021) ในการศึกษาดังกล่าวจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ประเมินผลของเป้าหมายการฟื้นฟูแม่น้ำที่ถูกกำหนดไว้ และวิเคราะห์ผลจากความพยายามฟื้นฟู แม่น้ำที่เป็นรูปธรรมภายในลุ่มน้ำที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาเมืองอาดดิสอาบาบา เป็นหนึ่งในเมืองที่มีจำนวนประชากรกับขอบเขตพื้นที่เมือง ที่ขยายตัวอย่างรวดเร็วในช่วง 3 ทศวรรษที่ผ่านมาของทวีปแอฟริกา (Zewdie et al., 2018, as cited in Asnake et al., 2021) ทำให้แม่น้ำเคเบนาที่หนึ่งแม่น้ำสายหลักที่ไหลผ่านเมืองได้รับผลกระทบอย่างมากจากการเปลี่ยนแปลงสภาพเมืองที่เกิดขึ้น (Beyene et al., 2009, as cited in Asnake et al., 2021) จากปัญหาการขาดการวางแผนรองรับการขยายตัวของเมืองทำให้เกิดการรุกล้ำแม่น้ำ และมีการใช้พื้นที่แนวกันชนทางธรรมชาติเป็นพื้นที่อยู่อาศัยและพื้นที่ทิ้งขยะ ส่วนพื้นที่ ปลายน้ำก็ถูกใช้สำหรับกิจกรรมการเกษตร (Seyoum et al., 2017; Tsutsumi, and Bendewald, 2010, as cited in Asnake et al., 2021) กิจกรรมต่าง ๆ ดังกล่าวทำให้เกิดปัญหาทางด้านมลพิษ ต่อทรัพยากรน้ำภายในตัวแม่น้ำ พื้นที่สิ่งแวดล้อมโดยรอบ และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนในพื้นที่อย่าง ร้ายแรง (Gebre and Van Rooijen, 2009, as cited in Asnake et al., 2021) ซึ่งรัฐบาลของ เอธิโอเปียได้มีการกำหนดนโยบายและข้อบังคับต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหามลพิษ และรักษาสิ่งแวดล้อม เมืองเอาไว้

ในการศึกษาวิจัยจึงมีจุดประสงค์เพื่อประเมินเป้าหมายในการฟื้นฟูแม่น้ำ ซึ่งในปัจจุบันเน้น ไปที่การฟื้นฟูและการชี้แนะแนวปฏิบัติในการวางแผนลุ่มน้ำเคเบนาในเมืองอาดดิสอาบาบา และเพื่อ ตรวจสอบความสำคัญของการบูรณาการเป้าหมายการฟื้นฟูแม่น้ำกับแนวทางปฏิบัติในการวางผังเมือง

โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key Informant Interview) การอ่านบททวนและวิเคราะห์จากเอกสาร และการประชุมเชิงปฏิบัติการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Asnake et al., 2021)

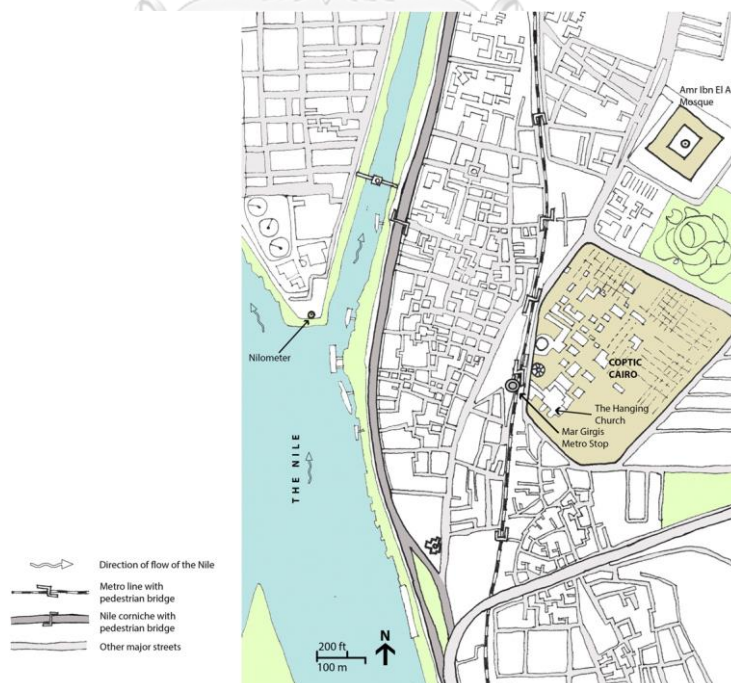
จากการศึกษาดังกล่าว ได้มีข้อค้นพบประเด็นต่าง ๆ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) เรื่องข้อบัญญัติ และการร่วมมือของภาคส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง : ในเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับนโยบายสิ่งแวดล้อม และข้อบัญญัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการรักษาแม่น้ำในเมือง มีข้อกำหนดและการจัดการจากคนละหน่วยงานกัน และมีแผนงานที่มุ่งเน้นเป้าหมายที่มีความขัดแย้งกัน ส่งผลให้การดำเนินการต่าง ๆ เพื่อฟื้นฟูแม่น้ำไม่ติดัก นอกจากนั้นหน่วยงานต่าง ๆ ที่เข้ามาร่วมกิจกรรมการฟื้นฟูแม่น้ำทั้งภาครัฐและเอกชนยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก ทำให้ขาดการร่วมมือกันระหว่างท้องถิ่นกับหน่วยงานอื่น ๆ
- 2) เรื่องการวางแผนการจัดการและพัฒนาเมืองกับแม่น้ำ : พบว่าขาดการกำหนดเป้าหมายและแนวทางในการฟื้นฟูแม่น้ำที่ชัดเจน เช่น ผังแม่บทแอตติสอาบาบามีการแนะนำให้ทำพื้นที่แนวกันชนให้กับลำน้ำความกว้าง 15 เมตรจากขอบลำน้ำเพื่อป้องกันแม่น้ำและชายตลิ่ง แต่ในผังปรับปรุงโครงสร้างเมืองได้เสนอหลักการเก็บรักษาพื้นที่แนวกันชน 50 เมตรตามแนวแม่น้ำ (ORAAMP, 2002; AACASPPPO, 2017, as cited in Asnake et al., 2021) นอกจากนั้นจากการสัมภาษณ์ ผู้ศึกษาได้พบว่าการวางแผนหรือทำการตัดสินใจขาดการทำงานร่วมกับผู้เชี่ยวชาญต่าง ๆ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ ส่งผลต่อแนวทางในการพัฒนาแผนฟื้นฟูแม่น้ำที่ไม่สอดคล้องและมีพื้นฐานองค์ความรู้ในการประเมินเพื่ออนุรักษ์หรือฟื้นฟูแม่น้ำและพื้นที่ริมน้ำไป (Asnake et al., 2021)

ประโยชน์ของการศึกษากรณีศึกษาแม่น้ำเคเบนา เมืองอาตติสอาบาบา ได้ทำให้เห็นวิธีการจัดการแม่น้ำในเมือง ในที่นี้ผ่านแผนเชิงนโยบายต่าง ๆ ทั้งนโยบายสิ่งแวดล้อมในระดับประเทศ ผังแม่บทเมือง ข้อบัญญัติ และอื่นๆ (ORAAMP, 2002; AACASPPPO, 2017; FDRE, 2006; Addis Negari Gazeta, 2004, as cited in Asnake et al., 2021) ซึ่งในกรณีศึกษานี้ได้เสนอแนะให้เห็นว่านอกเหนือจากการตระหนักถึงความสำคัญในการฟื้นฟูแม่น้ำในแผนเชิงนโยบายในการพัฒนาเมืองแล้วยังมีเงื่อนไขอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องและส่งผลต่อความสำเร็จในการฟื้นฟูแม่น้ำด้วย ทั้งการกำหนดเป้าหมายและแนวทางในการฟื้นฟูแม่น้ำให้ชัดเจนภายใต้กรอบองค์ความรู้ การร่วมมือจากหน่วยงานรัฐ เอกชน

ผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องกับแม่น้ำ และการบัญญัติข้อกำหนดในบทบัญญัติต่าง ๆ ให้ไปในทางเดียวกัน เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและทำให้งิจกรรมฟื้นฟูแม่น้ำมีความยั่งยืนต่อไปได้

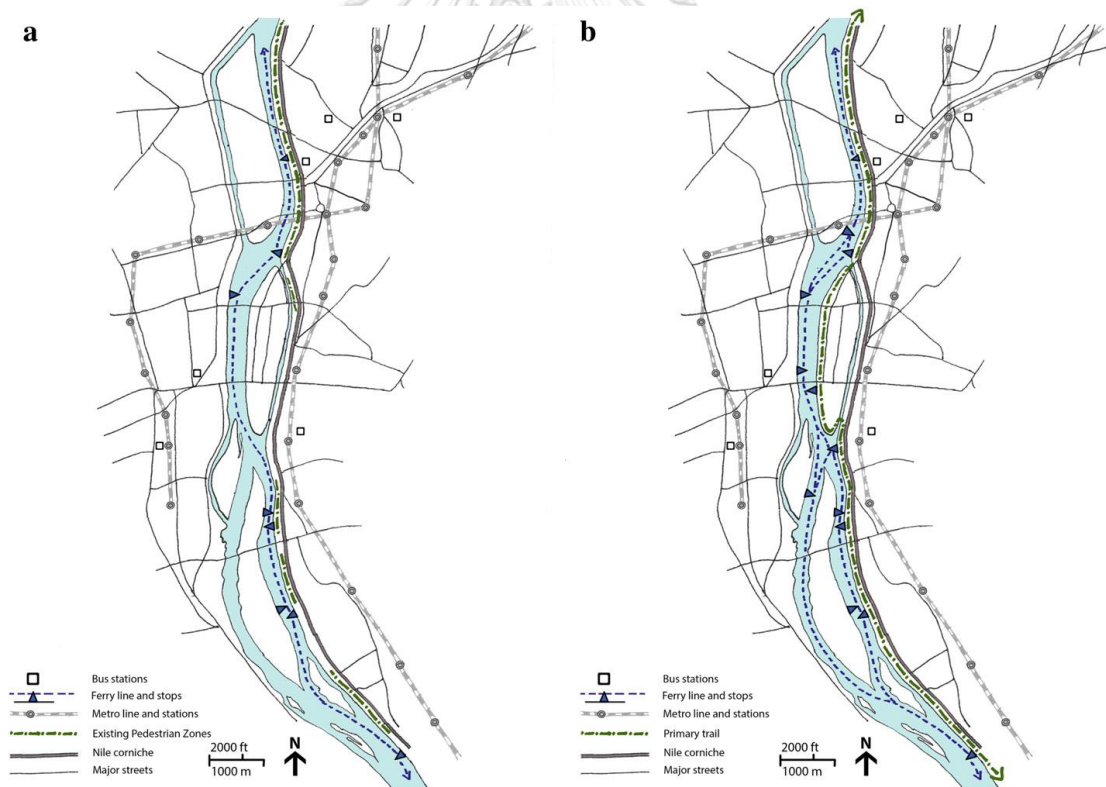
2. กรณีศึกษา การเชื่อมโยงระหว่างแม่น้ำไนล์ และเมืองไคโร สาธารณรัฐอียิปต์  
กรณีศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างแม่น้ำไนล์ และเมืองไคโร ได้มีการอธิบายบริบทของพื้นที่ศึกษาเมืองไคโรซึ่งมีความผูกพันยึดโยงอยู่กับแม่น้ำไนล์ ใช้ประโยชน์แม่น้ำเป็นเส้นทางการติดต่อสื่อสาร และใช้ประโยชน์จากความอุดมสมบูรณ์ในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงเป็นพื้นที่เกษตรกรรม (Wohl, 2011, as cited in Kondolf & Pinto, 2017) ทั้งนี้ หลังจากเกิดการสร้างเขื่อนบริเวณตอนต้นของแม่น้ำไนล์ ปริมาณและรูปแบบของลำน้ำที่ไหลผ่านอียิปต์ก็เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ (Block and Strzepek, 2010; Kantoush, 2014, as cited in Kondolf & Pinto, 2017) รวมทั้งเกิดการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชายฝั่งแม่น้ำซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นร้านอาหาร สถานีดำรวจหรือหน่วยงานทหาร พื้นที่เอกชน ตลอดจนมีการสร้างถนนเลียบริมแม่น้ำ (Gabr, 2004, as cited in Kondolf & Pinto, 2017) จากประเด็นต่าง ๆ นี้ ในกรณีศึกษาข้างต้นได้อธิบายให้เห็นถึงปัญหาการถูกตัดขาดของแม่น้ำกับสังคมในเมืองไคโรเนื่องด้วยกายภาพพื้นที่ที่ไม่เอื้อต่อการเข้าถึงพื้นที่แม่น้ำ ทั้งที่มีการปรากฏภาพที่เห็นความต้องการมีปฏิสัมพันธ์กับแม่น้ำของคนในพื้นที่



ภาพที่ 28 ความสัมพันธ์ของเมืองไคโรที่ถูกตัดขาดจากริมฝั่งแม่น้ำไนล์จากโครงสร้างในปัจจุบัน

(ที่มา : Kondolf & Pinto, 2017, p. 193)

ในกรณีศึกษานี้ได้ชี้ให้เห็นปัญหาจากการขาดการเชื่อมต่อแม่น้ำในมิติทั้งทางยาวของแม่น้ำ (Longitudinal Connectivity) ซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการของแม่น้ำในมิติทางขวาง และทางตั้ง ทำให้ออกจากเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานแม่น้ำแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำในลำน้ำที่เชื่อมลงอีกด้วย ทำให้การเสนอแนะการเชื่อมโยงมิติทางสังคมของมนุษย์ให้กลับมาปฏิบัติสัมพันธ์กับแม่น้ำจึงใช้พื้นฐานองค์ความรู้การเชื่อมโยงความต่อเนื่องในมิติทางยาวของแม่น้ำ โดยเน้นเรื่องการทำให้เกิดการเชื่อมโยงกันทาง “กายภาพ” ผ่านการยกตัวอย่างการเพิ่มกิจกรรมที่เข้าถึงตัวแม่น้ำโดยตรงมากขึ้น การย้ายพื้นที่อุตสาหกรรม รถยนต์โครงสร้างที่วางยาวเลียบลำน้ำ และเชื่อมโยงความเชื่อมต่อของเมืองกับแม่น้ำเข้าด้วยกันด้วยการทำพื้นที่สาธารณะ ซึ่งในกรณีศึกษานี้ได้อธิบายว่าในการสร้างพื้นที่สาธารณะริมน้ำนอกจากเชื่อมเพียงในจุดพื้นที่ดังกล่าวกับแม่น้ำแล้ว ยังสร้างให้เกิดการเชื่อมต่อในทางตั้งไปถึงพื้นที่ถนน พื้นที่ตลิ่ง พื้นที่ลานบนที่สูง ตลอดจนภายในลำน้ำด้วย การเชื่อมต่อหนึ่งมิติของแม่น้ำเข้ากับสังคมจึงทำให้เกิดการเชื่อมโยงมิติอื่น ๆ ได้ (Kondolf & Pinto, 2017)



ภาพที่ 29 โครงข่ายการคมนาคมบนแนวลำน้ำแม่น้ำไนล์ เดิม (ซ้าย) และที่เสนอแนะ (ขวา)

(ที่มา : Kondolf & Pinto, 2017, p. 195)

จากการศึกษาผ่านกรณีศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างแม่น้ำไนล์ และ เมืองโคโร เป็นกรณีศึกษาที่ทำให้เห็นถึงหนึ่งในแนวคิดเพื่อเป็นพื้นฐานในการจัดการพื้นที่แม่น้ำในเมือง เนื่องด้วยโดยส่วนใหญ่แล้วเมืองต่าง ๆ ก็มักจะมีที่ตั้งในพื้นที่ใกล้แม่น้ำ มีการใช้ประโยชน์ และมีวิถีชีวิตที่ผูกพันกับแม่น้ำทั้งสิ้น มี ในกรณีศึกษาดังกล่าวการเน้นประเด็นหลักสำคัญคือการแสดงให้เห็นความสำคัญของแม่น้ำกับสังคมมนุษย์ และบ่งชี้ปัญหาจากการสร้างโครงสร้างทางวิศวกรรมต่าง ๆ (ในที่นี้ได้แก่ เขื่อน และเส้นถนนเลียบแม่น้ำ) ซึ่งทำให้การเข้าถึง และการเชื่อมโยงมิติทางสังคมกับแม่น้ำในเมืองที่มีอยู่เดิมหายไป กรณีศึกษานี้ยังนำเสนอการบูรณาการความรู้เป็นการเสนอแนะตัวอย่างการจัดการที่ให้ความสำคัญกับการทำพื้นที่ทางกายภาพให้เกิดความเชื่อมโยงระหว่างสังคมมนุษย์กับแม่น้ำ ซึ่งนอกจากจะทำให้ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับแม่น้ำในด้านวิถีชีวิตแล้ว ยังเสนอแนวคิดว่าการเชื่อมต่อกายภาพในหนึ่งมิติ ยังช่วยส่งเสริมให้เกิดการฟื้นฟูการเชื่อมต่อของแม่น้ำกับพื้นที่นิเวศโดยรอบในมิติอื่น ๆ อีกด้วย

## 2.4 สรุปบทบทวนวรรณกรรมและกรอบแนวคิด

จากการศึกษาบทบทวนวรรณกรรมทั้งหมด เป็นการศึกษาองค์ความรู้พื้นฐานภายใต้กรอบคำถามการวิจัย โดยสามารถสรุปประเด็นได้ดังนี้

2.4.1. ในการนิยามถึงภูมินิเวศแม่น้ำ และการเข้าใจความเชื่อมโยงของคุณลักษณะแม่น้ำในมิติต่าง ๆ จำเป็นต้องเข้าใจพื้นฐานประเด็นตั้งแต่เรื่องภูมินิเวศ เพื่อเป็นจุดตั้งต้นในการเข้าใจว่า จะต้องศึกษาประเด็นใดบ้างเพื่อให้สามารถอธิบายภูมินิเวศแม่น้ำได้อย่างครอบคลุม ในที่นี้ได้นำเสนอกรอบแนวคิดคุณลักษณะของภูมินิเวศ ซึ่งประกอบไปด้วย โครงสร้าง กระบวนการ และการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำ

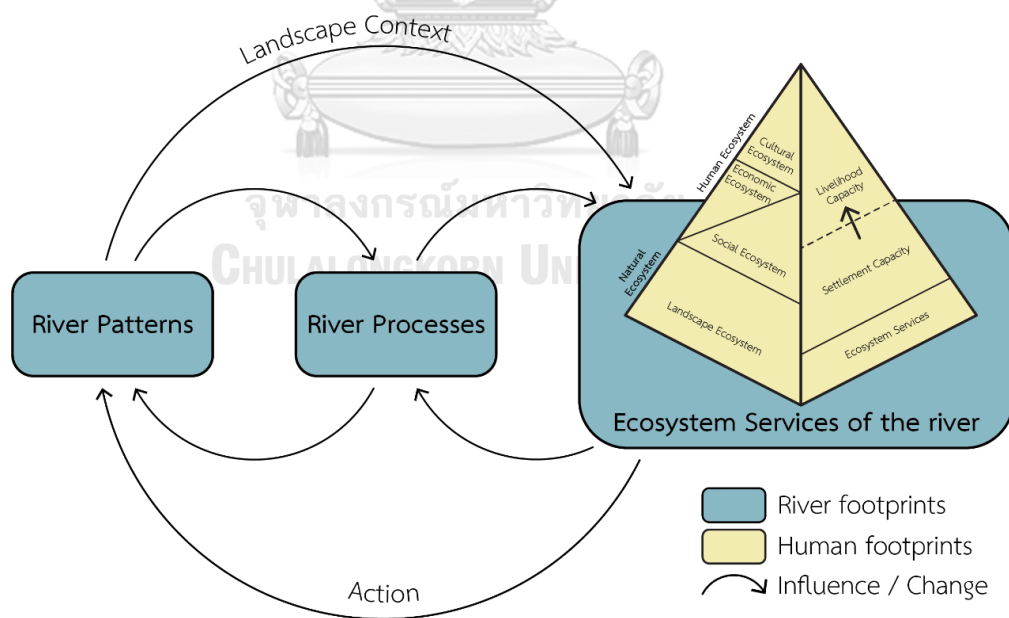
1. ในการศึกษาโครงสร้างของแม่น้ำ ต้องทำความเข้าใจตั้งแต่ปัจจัยต่าง ๆ ในระดับลุ่มน้ำ ทั้งรูปแบบของลุ่มน้ำ ลักษณะลำน้ำ และองค์ประกอบของที่ราบน้ำท่วมถึง ทั้งหมดนี้สามารถทำการอธิบายได้ผ่านลักษณะทางธรณีสัณฐาน และลักษณะทางอุทกวิทยาของแม่น้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการสร้างให้เกิดแบบแผนของแม่น้ำในแต่ละพื้นที่
2. กระบวนการของลำน้ำสร้างให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับ และในระยะเวลาที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปแล้วกระบวนการที่สามารถเห็นได้ และมีผลต่อรูปแบบวิถีชีวิตหลัก ๆ ของ



มนุษย์ จะเป็นพลวัตของแม่น้ำที่เกิดขึ้นในรอบปี ซึ่งได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามฤดูกาล เกิดเป็นแบบแผนของพลวัตแม่น้ำที่มีช่วงเวลาน้ำหลากและน้ำแล้ง กระบวนการนี้เป็นปัจจัยให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งทำให้มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศ ผ่านตัวชี้วัดที่สำคัญอันได้แก่ “การบริการเชิงนิเวศ”

- จากกระบวนการต่าง ๆ ในลำน้ำ ทำให้ลำน้ำมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพได้ในขณะเดียวกัน กิจกรรมของมนุษย์ก็ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและกระบวนการของลำน้ำเช่นกัน ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากมนุษย์ก็จะส่งผลกระทบต่อภูมินิเวศแม่น้ำในเรื่องต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงการไหลของลำน้ำ การเปลี่ยนแปลงความหลากหลายทางชีวภาพในแม่น้ำ ซึ่งทำให้เกิดปัญหาและผลกระทบต่อภูมินิเวศในระดับอื่น ๆ

จากประเด็นทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้สามารถสรุปเป็นแผนภาพกรอบความคิดได้ดังนี้



ภาพที่ 30 กรอบแนวคิดในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบ กระบวนการของแม่น้ำ และมนุษย์  
ที่มา : ดัดแปลงจากแนวคิดสังคมนิเวศวิทยา (Social Ecological System: SES) (Dunham et al., 2018) และแนวคิดภูมินิเวศ (Thaitakoo, 2021)

2.4.2. ในการศึกษาความเชื่อมโยง การเปลี่ยนแปลง และผลกระทบของแม่น้ำที่เกิดจากมนุษย์มีหลากหลายวิธีในการชี้วัด เนื่องจากรูปแบบความเชื่อมโยงและวิถีชีวิตต่าง ๆ มักจะสะท้อนออกมาเป็นกายภาพของพื้นที่ ดังนั้นในการศึกษาในระดับมหภาค หรือในระดับท้องถิ่น จะสามารถใช้การทำแผนที่จากการสำรวจระยะไกลเพื่อศึกษาประเด็นดังกล่าวได้ ในที่นี้แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน และสิ่งปกคลุมผิวดิน ก็เป็นแผนที่ที่แสดงให้เห็นถึงรูปแบบของพื้นที่ปกคลุมผิวดินที่แตกต่างกันระหว่างส่วนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของมนุษย์ และส่วนที่เป็นพื้นที่ธรรมชาติเดิม ส่วนการเปรียบเทียบภาพถ่ายภาคพื้นก็เป็นวิธีการที่เหมาะสมจะทำการศึกษาถึงรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงกายภาพของพื้นที่ในระยะใกล้ การทบทวนวรรณกรรมในประเด็นดังกล่าวทำให้เห็นกรอบกระบวนการในการศึกษา และข้อมูลที่จำเป็นในการศึกษาเพื่อให้สามารถมองเห็น และอธิบายถึงความเชื่อมโยง การเปลี่ยนแปลง และผลกระทบของแม่น้ำที่เกิดจากมนุษย์ได้

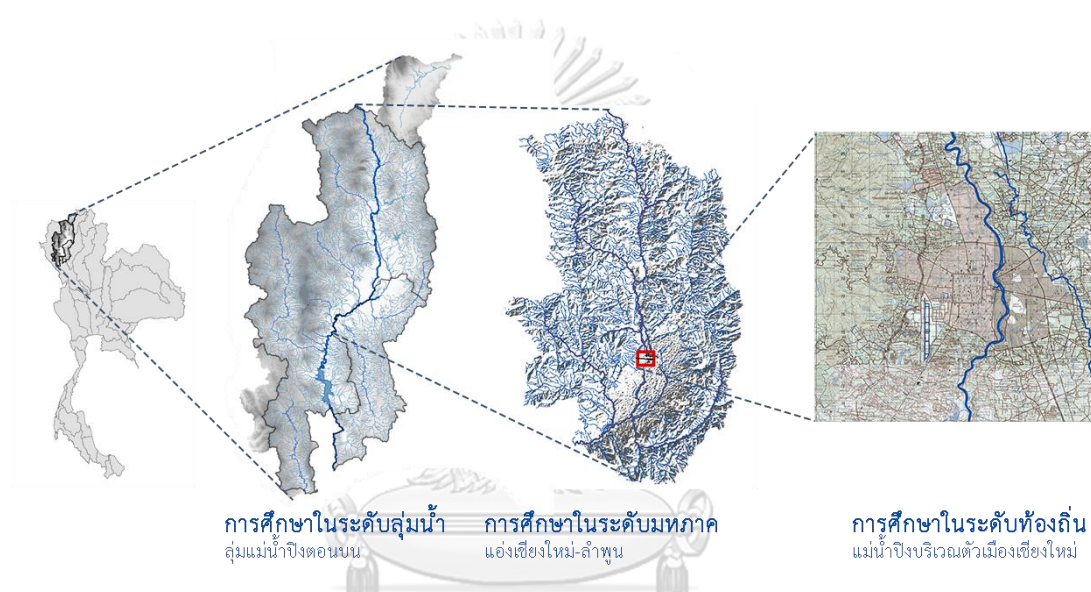


## บทที่ 3

### ข้อมูลพื้นที่ศึกษา

#### 3.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

ในการศึกษาภูมิโนเวศแม่น้ำ เพื่อที่จะเข้าใจมิติของแม่น้ำทั้งในเชิงโครงสร้างและความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างแต่ละองค์ประกอบ รวมทั้งมิติที่มีความเชื่อมโยงกับการดำรงชีพของมนุษย์ จำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาในหลากหลายระดับพื้นที่ และจะเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบ และอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทางกายภาพพื้นที่เมื่ออยู่ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 31 ขอบเขตพื้นที่การศึกษาในพื้นที่แต่ละระดับ

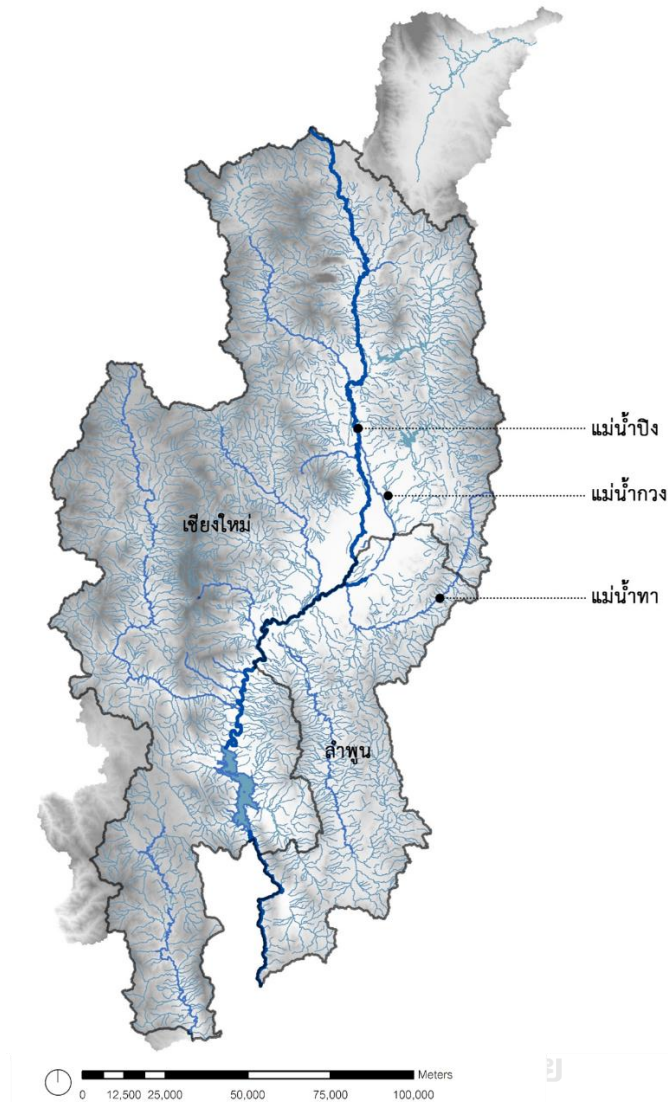
ที่มา : (NASA Shuttle Radar Topography Mission [SRTM], 2013; กรมแผนที่ทหาร, 2502)

พื้นที่การศึกษาเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของมนุษย์และภูมิโนเวศแม่น้ำในแต่ละระดับพื้นที่อย่างเหมาะสม ได้ใช้แนวคิดทางภูมิโนเวศวิทยา มาผนวกกับแนวคิดภูมิโนเวศแม่น้ำ เป็นแนวคิดพื้นฐานในการกำหนดขอบเขตพื้นที่ โดยหลัก ๆ แนวคิดภูมิโนเวศแม่น้ำจะให้ความสัมพันธ์ของขอบเขตลุ่มน้ำอันเป็นขอบเขตที่สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบและกระบวนการจากลำน้ำสาขาตามแต่ละลุ่มน้ำได้อย่างครอบคลุม การศึกษาภูมิโนเวศแม่น้ำปิงจึงเลือกพื้นที่ศึกษาตามแต่ละระดับพื้นที่ ตั้งแต่การศึกษาในระดับลุ่มน้ำ ซึ่งเป็นระดับลุ่มน้ำปิงตอนบน การศึกษาระดับมหภาค ซึ่งทำการศึกษาในขอบเขตเอเชียใหม่ลำพูน และการศึกษาในระดับท้องถิ่น ซึ่งเป็นการศึกษาแม่น้ำปิงในบริเวณตัวเมืองเชียงใหม่

### 3.2 ข้อมูลพื้นที่ศึกษาในระดับลุ่มน้ำ : ลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน

ในการศึกษาในระดับลุ่มน้ำ เป็นการศึกษาเพื่อให้เห็นภาพรวมของบริบทภูมินิเวศแม่น้ำด้วยการอธิบายถึงองค์ประกอบต่าง ๆ โดยกำหนดขอบเขตการศึกษาเป็นพื้นที่ลุ่มแม่น้ำปิงตอนบนในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ซึ่งเป็นส่วนของพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีอิทธิพลต่อภูมินิเวศแม่น้ำปิงในบริเวณที่ทำการศึกษา

ในระดับภูมิภาค แม่น้ำปิงเป็นหนึ่งในลุ่มน้ำสาขาหลัก มีต้นกำเนิดที่ทิวเขาผีปันน้ำ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ไหลผ่านจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน และตาก มาบรรจบแม่น้ำวังที่จังหวัดตาก ก่อนจะไหลผ่านจังหวัดกำแพงเพชรไปบรรจบกับแม่น้ำน่านที่บริเวณปากน้ำโพ จังหวัดนครสวรรค์ เกิดเป็นแม่น้ำเจ้าพระยา ลำน้ำสายหลักของประเทศไทย (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร [สสนก], 2555) ลักษณะโครงสร้างของลำน้ำปิงจะมีความแตกต่างกันออกไปตามลักษณะภูมิประเทศในแต่ละส่วน ช่วงลุ่มแม่น้ำปิงตอนบนจะมีลักษณะเป็นพื้นที่ทิวเขาสลับกับหุบเขา มีพื้นที่ราบขนาดใหญ่ระหว่างหุบเขา ลักษณะของตะกอนแม่น้ำในบริเวณดังกล่าวซึ่งเป็นแหล่งพื้นที่ต้นน้ำจะเป็นกลุ่มหินกรวดแม่น้ำขนาดปานกลางถึงใหญ่ มีเม็ดทรายปะปนอยู่ ส่วนลักษณะภูมิประเทศในบริเวณลุ่มแม่น้ำปิงตอนล่างจะเริ่มมีลักษณะเป็นพื้นที่ราบที่เกิดจากการสะสมตัวของตะกอน พื้นที่ตะกอนน้ำพารูปพัด และพื้นที่ลานตะพักลำน้ำระดับสูงและต่ำ (Dheeradilok & Kaewyana, 1986; Sinsakul, 2000; มนตรี ชูวงศ์, 2554) มีตะกอนแม่น้ำส่วนใหญ่เป็นทรายและโคลน (Suvarnaraksha, 2012) โดยในพื้นที่แม่น้ำปิงตอนบน จะครอบคลุมพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน มีแม่น้ำสายสำคัญในลุ่มแม่น้ำปิงส่วนดังกล่าวอยู่ 3 สาย ได้แก่ แม่น้ำปิง แม่น้ำกว๊าง และแม่น้ำทา (สสนก, 2555)



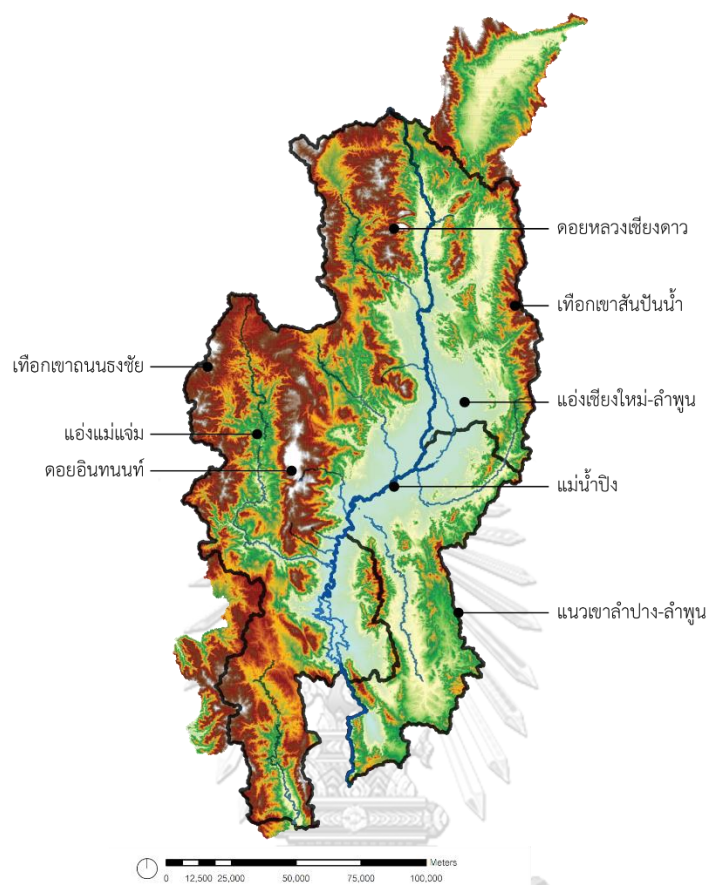
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 32 ขอบเขตลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน

(ที่มา : SRTM, 2013)

ทั้งนี้ ข้อมูลที่เกี่ยวกับองค์ประกอบทางภูมินิเวศลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน ได้เลือกองค์ประกอบที่เป็นเงื่อนไขในการเกิดรูปแบบโครงสร้างของภูมินิเวศแม่น้ำปิงในปัจจุบัน ได้แก่ลักษณะทางภูมิประเทศและลักษณะทางธรณีวิทยา ลักษณะทางอุทกวิทยา และสภาพภูมิอากาศ มีรายละเอียดข้อมูลดังนี้

### 3.2.1. ลักษณะทางภูมิประเทศและลักษณะทางธรณีวิทยา



ภาพที่ 33 ภูมิประเทศของกลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน

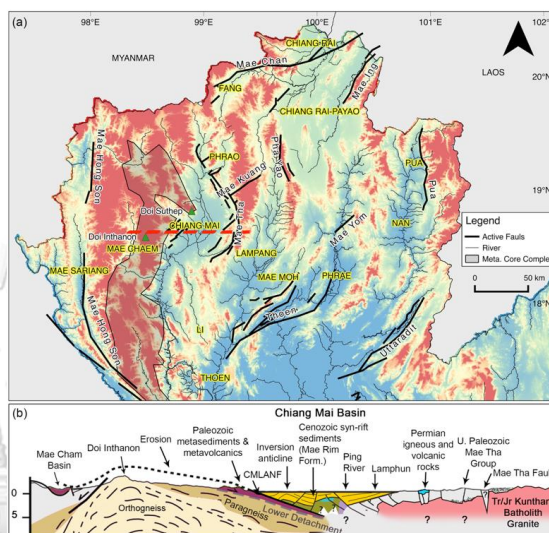
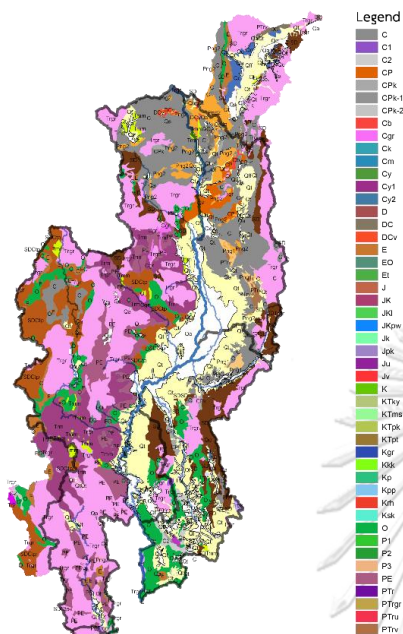
#### จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภูมิประเทศในกลุ่มแม่น้ำปิงตอนบนจะมีลักษณะเป็นแนวเทือกเขาสลับซับซ้อน และมีที่ราบเป็นแอ่งอยู่ระหว่างหุบเขา โดยพื้นที่แอ่งอยู่ที่ระดับความสูงประมาณช่วง 280-360 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง และมีเส้นแม่น้ำปิงไหลผ่านกลางแอ่งเป็นลำน้ำสายหลัก มีโครงสร้างแอ่งเป็นลักษณะแบบกึ่งกราเบน (Half-Graben Geometry) (Morley et al., 2011, as cited in Yi, 2018a) จากการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาซึ่งมีการสันนิษฐานว่าเป็นในยุคเทอร์เชียรี (Tertiary Period) กับการเคลื่อนไหวของเปลือกโลกในแนวตั้ง ที่ทำให้เกิดการยุบตัวเป็นแอ่งของแผ่นดิน (Tertiary Faulting) และมีการทับถมของตะกอนในยุคควอเทอร์นารี (Quaternary) ภายในตัวแอ่ง (สุธี จงอัจฉริยกุล และ อัมพร ไชยคำ, 2556; Wongpornchai, 1990; Yi, 2018a)

จากกระบวนการทางธรณีวิทยา และทางภูมิศาสตร์ที่ตั้งของพื้นที่ ทำให้ภายในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูนมีลักษณะทางธรณีฐานเป็นพื้นที่ลานตะพักลำน้ำ มีการสะสมตัวของตะกอนตะพักลำน้ำ



กรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว (Qt) บนพื้นที่บริเวณที่ราบขอบแอ่ง และบริเวณพื้นที่ดินตะกอนรูปพัด และมีบริเวณกลางแอ่งช่วงบริเวณความสูงไม่เกิน 300 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง ที่มีลักษณะเป็นตะกอนธารน้ำพา (Qa)



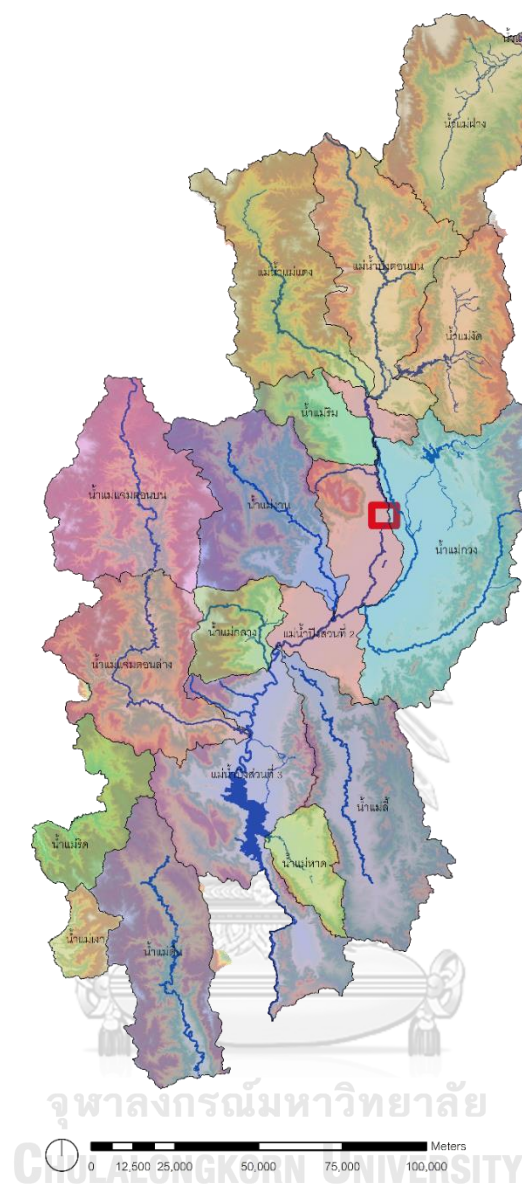
ภาพที่ 34 ธรณีฐานของกลุ่มน้ำปิงตอนบน ภาพที่ 35 แผนที่สภาพแปรสัณฐาน และภาพตัด (ดัดแปลงจาก : กรมทรัพยากรธรณี, 2559) แสดงชั้นลำดับหิน (ที่มา : Yi, 2018a)

### 3.2.2. ลักษณะทางอุทกวิทยา

การศึกษาลักษณะทางอุทกวิทยา ของลุ่มแม่น้ำปิงตอนบนมีความสำคัญต่อการทำความเข้าใจกระบวนการของแม่น้ำ และสภาพพลวัตน้ำหลากในพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้ได้แบ่งการอธิบายลักษณะทางอุทกวิทยาเป็น 2 เรื่อง ได้แก่ เรื่องลุ่มน้ำสายย่อยและแม่น้ำสายหลักในลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน กับเรื่องพลวัตแม่น้ำปิง

#### 1. ลุ่มน้ำสายย่อย และลำน้ำสายหลักในลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน

ในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำปิงตอนบนช่วงจังหวัดเชียงใหม่ลำพูน จะมีลุ่มน้ำสาขาย่อยแบ่งออกเป็น 14 ลุ่มน้ำสาขา ได้แก่ ลุ่มน้ำแม่แตง ลุ่มแม่ปิงตอนบน ลุ่มน้ำแม้งัด ลุ่มน้ำแมริม ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนบน ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง ลุ่มน้ำแม่ขาน ลุ่มแม่ปิงส่วนที่ 2 ลุ่มน้ำแม่กวง ลุ่มน้ำแม่กลาง ลุ่มแม่ปิงส่วนที่ 3 ลุ่มน้ำแม่ลี ลุ่มน้ำแม่หาด ลุ่มน้ำแม่ตื่น โดยจะมีบางส่วนของพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูนที่เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำอื่น ๆ เช่น ลุ่มน้ำแม่ฝาง ลุ่มน้ำแม่กตตอนล่าง ลุ่มน้ำแม่ริต ลุ่มน้ำแม่เงา (สสนก, 2561)

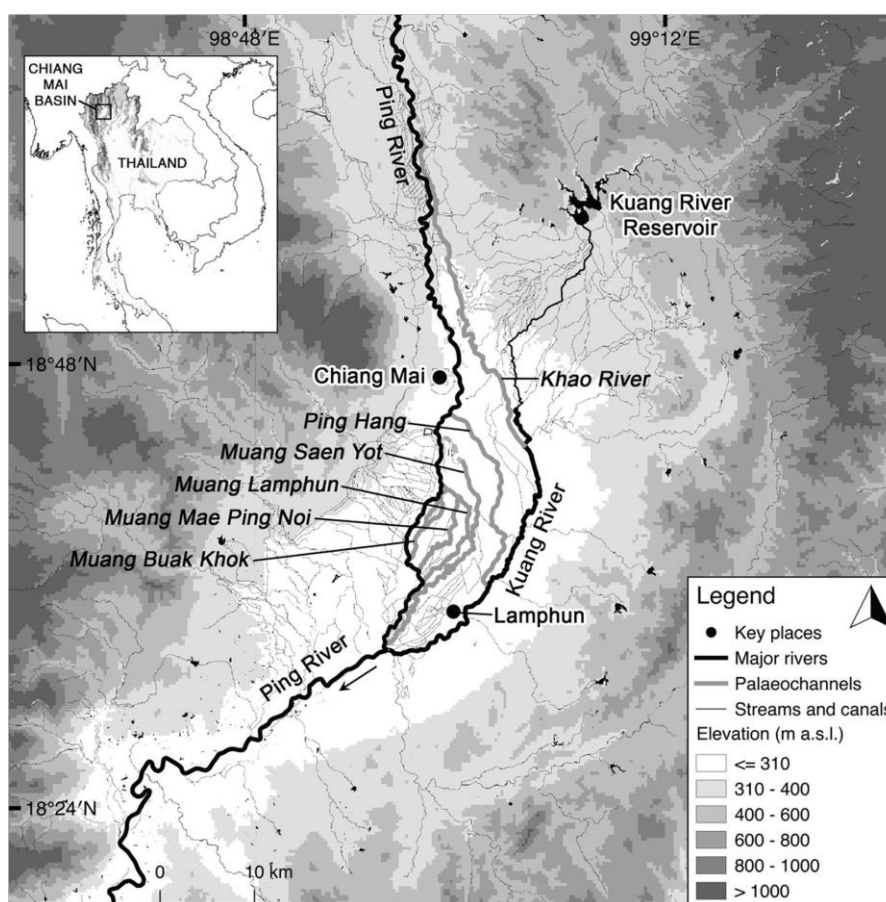


ภาพที่ 36 กลุ่มน้ำย่อยในเขตจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน  
(ดัดแปลงจาก : ศูนย์สารสนเทศทรัพยากรน้ำ, ม.ป.ป.; SRTM, 2013)

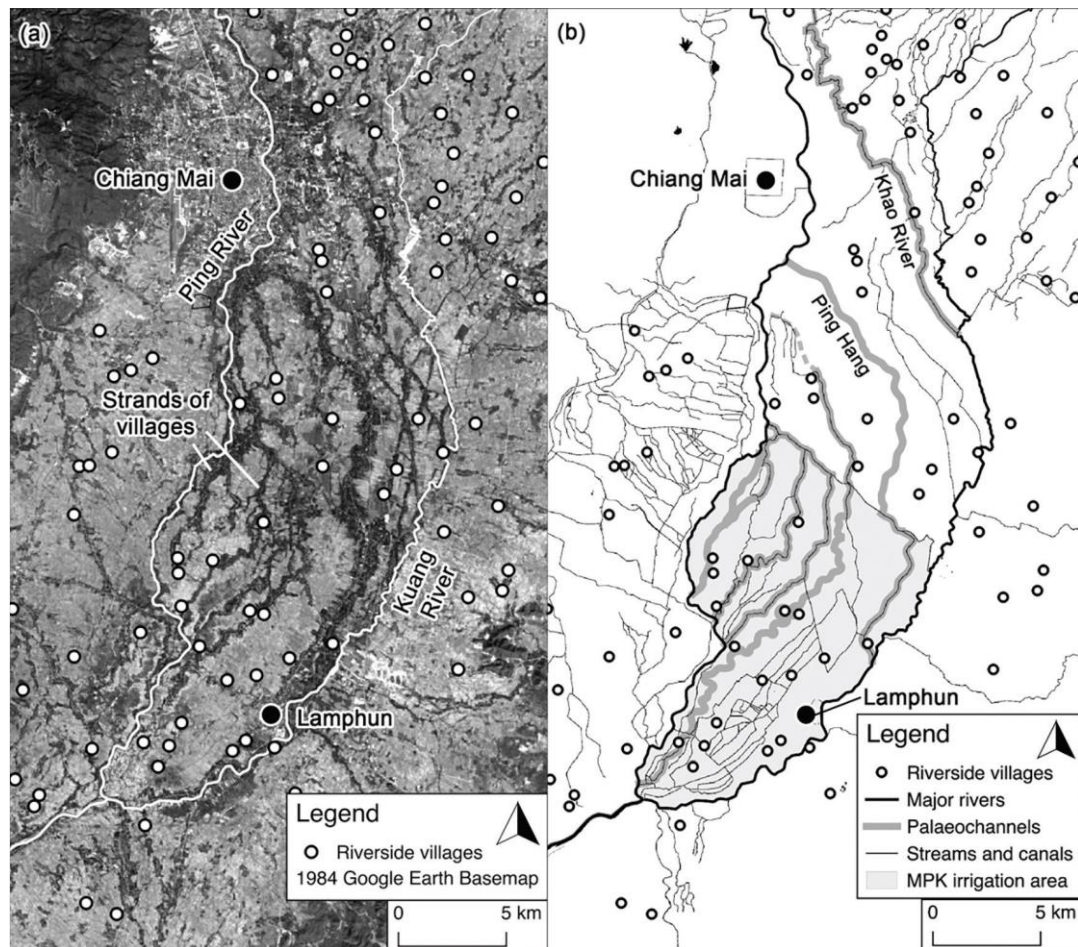
จากข้อมูลร่องรอยเส้นทางลำน้ำ (Palaeochannel) ข้อมูลเชิงมานุษยวิทยา และหลักฐานทางธรณีวิทยาต่าง ๆ ในแอ่งเชียงใหม่ – ลำพูน ได้แสดงให้เห็นว่าแม่น้ำปิงเป็นแม่น้ำที่เคยเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงเส้นทางอย่างฉับพลันมาก่อน ผ่านรูปแบบการตั้งถิ่นฐานและการวางโครงข่ายระบบเหมืองฝายภายในพื้นที่ (Yi, 2018b) โดยมีข้อมูลปรากฏว่าภายในพื้นที่แอ่งมีรูปแบบของหมู่บ้านที่กระจายตัวกันเป็นแนว ในลักษณะคล้ายเส้นทางคดเคี้ยวของแม่น้ำ และอยู่บนพื้นที่ระดับสูงกว่าพื้นที่โดยรอบที่เป็นทุ่งนาและพื้นที่ปลูกพืชไร่พืชสวน สันนิษฐานว่าหมู่บ้านเหล่านั้นตั้งอยู่



บนพื้นที่สันดอน หรือแนวคันดินตามธรรมชาติที่อยู่ริมแม่น้ำ แต่ไม่พบแม่น้ำที่ไหลผ่านในพื้นที่ดังกล่าวในปัจจุบันแล้ว จึงมีความเป็นไปได้ว่ารูปแบบของการตั้งชุมชนในพื้นที่นี้เป็นไปตามลำน้ำแม่ปิงสายเดิม ก่อนที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเส้นทางลำน้ำเป็นเส้นทางในปัจจุบัน (Tongsa-ard, 1988, as cited in Yi, 2018b) อีกทั้งยังมีหลักฐานจากการตั้งภูมินามของพื้นที่ และชื่อหมู่บ้าน เช่น บ้านสันริมปิง ซึ่งสะท้อนถึงที่ตั้งของหมู่บ้านที่อยู่บนพื้นที่สันดอนริมแม่น้ำ แต่ในปัจจุบันบริเวณใกล้เคียงหมู่บ้านไม่ได้ยึดติดแม่น้ำปิงอีกต่อไปแล้ว ทำให้เห็นหลักฐานว่าเป็นพื้นที่ที่อาจมีความเกี่ยวข้องกับเส้นทางลำน้ำแม่ปิงเดิม จากรูปแบบของการตั้งถิ่นฐาน



ภาพที่ 37 เส้นทางแม่น้ำในแอ่งเชียงใหม่ - ลำพูน โดยแสดงเส้นทางน้ำสายหลัก ร่องรอยเส้นทางน้ำเก่า และเส้นคลอง ลำน้ำสายย่อย  
(ที่มา : Yi, 2018b, p. 6)



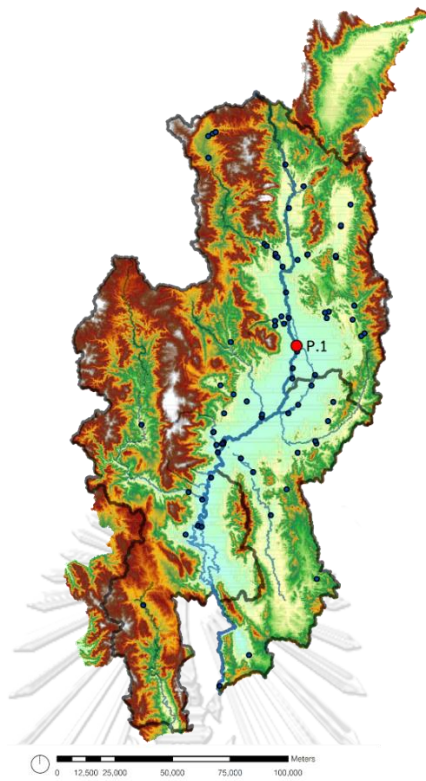
ภาพที่ 38 ตำแหน่ง และรูปแบบการตั้งถิ่นฐานชุมชนในแอ่งเชียงใหม่ - ลำพูน

(ที่มา : Yi, 2018b, p. 7)

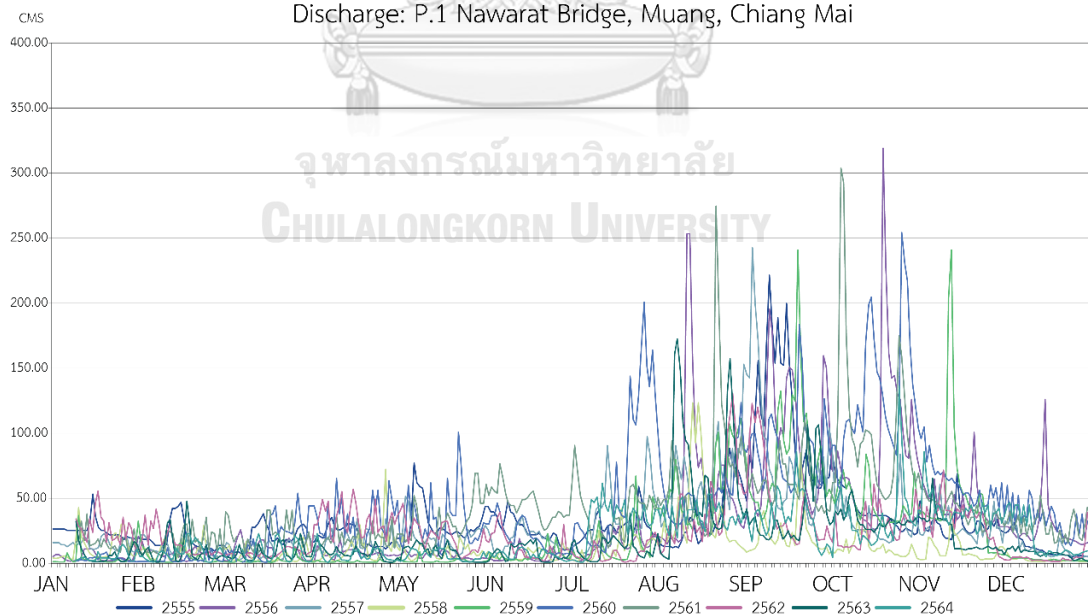
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## 2. พลวัตน้ำหลาก

ในการอธิบายพลวัตน้ำหลากของกลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน ใช้วิธีการแสดงกราฟปริมาณน้ำท่าเพื่อดูระดับน้ำและอัตราการไหลของน้ำในสถานีวัดระดับน้ำท่า จากข้อมูลของสำนักงานที่ 1 กรมชลประทาน (ภาพที่ 40) โดยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเลือกการแสดงผลระดับน้ำท่าจากสถานีแม่น้ำปิง ที่สะพานนวรรฐ ตำบลวัดเกต อำเภอเมือง (P.1) (ภาพที่ 39) ซึ่งมีข้อมูลระดับน้ำท่าที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ที่จะเลือกศึกษาในระดับท้องถิ่น



ภาพที่ 39 ตำแหน่งสถานีวัดระดับน้ำท่า  
(ที่มา : สำนักงานที่ 1 กรมชลประทาน, ม.ป.ป.ข)  
Discharge: P.1 Nawarat Bridge, Muang, Chiang Mai

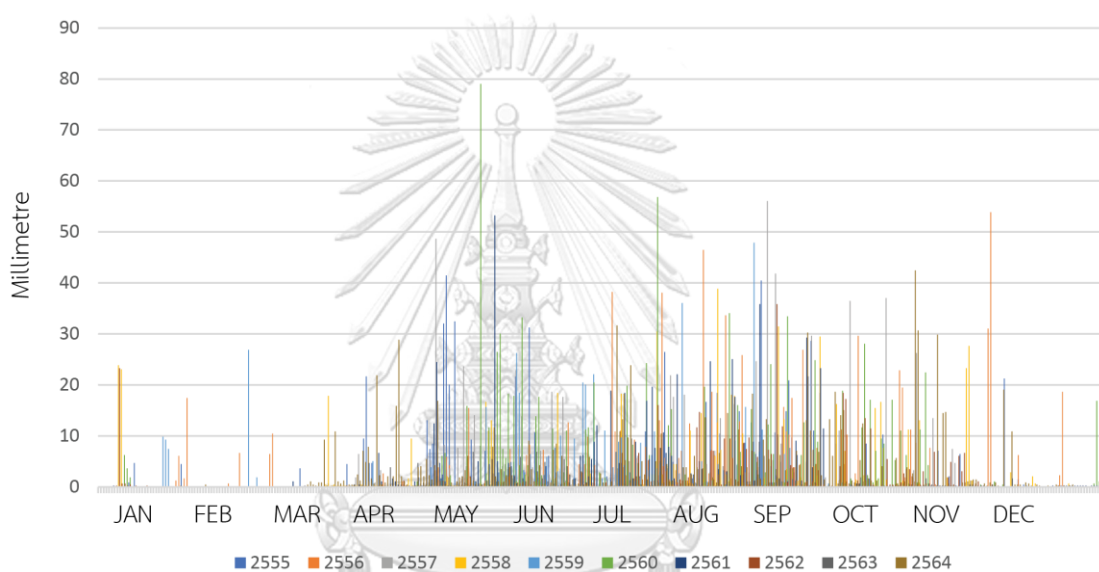


ภาพที่ 40 ปริมาณน้ำท่า (หน่วยลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) ที่สถานีวัดน้ำ P.1 อำเภอเมือง จังหวัด  
เชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555-2564

(ที่มา : ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน, ม.ป.ป.)

### 3.2.3. ลักษณะภูมิอากาศ

ลักษณะทางภูมิอากาศในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูนได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม 2 ชนิด คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งพัดพามวลอากาศชื้นจากทะเลและมหาสมุทรในช่วงฤดูฝน และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดพามวลอากาศแห้งและเย็นจากประเทศจีนเข้าสู่พื้นที่ในช่วงฤดูหนาว (กรมอุตุนิยมวิทยา, ม.ป.ป.) อุณหภูมิค่าเฉลี่ยในขอบเขตลุ่มน้ำปิงตอนบน มีอุณหภูมิระหว่าง 23.1-30.7 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปี 27.15 องศาเซลเซียส และมีค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีในจังหวัดเชียงใหม่ 1,140.0 มิลลิเมตร (สสนก., 2561) ในการแสดงข้อมูลกราฟปริมาณน้ำฝน จะเลือกใช้ข้อมูลจากบริเวณเทศบาลตำบลช้างเผือก ซึ่งใกล้กับบริเวณพื้นที่ศึกษามากที่สุด



ภาพที่ 41 กราฟปริมาณน้ำฝนรายวัน ปี พ.ศ. 2555-2564

(ดัดแปลงจาก : สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน), 2564)

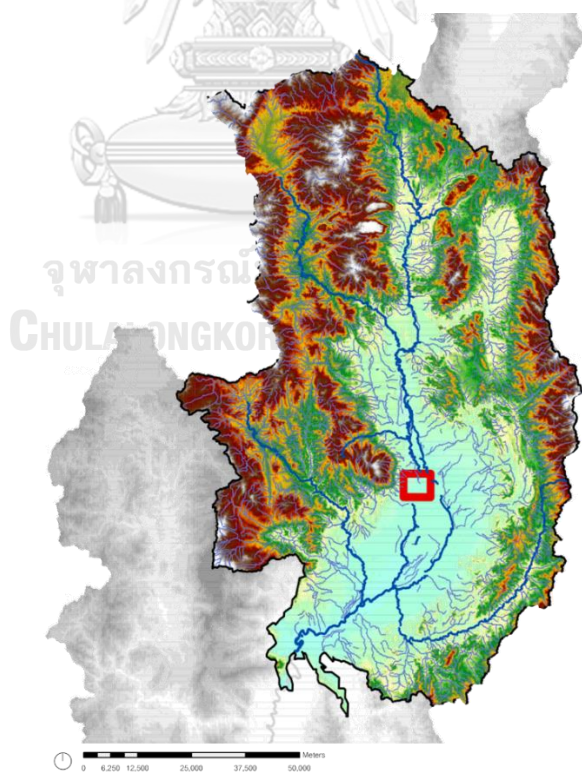
จากข้อมูลปริมาณน้ำท่าและปริมาณน้ำฝนรายวันทำให้สามารถเห็นลักษณะของพลวัตน้ำหลาก – น้ำแล้งในพื้นที่การศึกษาได้ โดยจะเห็นได้ว่าในช่วงเดือนเมษายน จะมีฝนตกบางช่วง เรียกว่า ฝนหัวปี และจะเริ่มเข้าสู่ฤดูฝนในช่วงเดือนพฤษภาคม (สันติพงษ์ ช้างเผือก, จารุภา ศรีวิชัย, เนาวรัตน์ ลินพิศาล, รัชช ศักดิ์ชน และ ชญาณิศา เทียงโคกสูง, 2550) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เริ่มเห็นทั้งปริมาณน้ำฝนสูงขึ้นจนเข้าสู่ฤดูน้ำหลากในเดือนกรกฎาคม ที่เห็นปริมาณน้ำท่าสูงขึ้นได้ชัด ไปจนถึงเดือนตุลาคมที่เริ่มมีแนวโน้มของปริมาณน้ำท่าลดลง และความถี่ของการเกิดฝนลดลง หลังจากนั้นจะเป็นช่วงที่เข้าสู่ฤดูน้ำแล้งตั้งแต่ช่วงกลางถึงปลายพฤศจิกายน ยาวตลอดไปจนถึงช่วงเดือนมีนาคม – เมษายนซึ่งเข้าสู่ช่วงฤดูร้อนของปีถัดไป (สันติพงษ์ ช้างเผือก และคณะ, 2550)



องค์ประกอบปัจจัยทั้งเรื่องภูมิศาสตร์ ธรณีวิทยา อุทกศาสตร์ และลักษณะทางภูมิอากาศที่ได้ทำการอธิบายข้างต้นเป็นส่วนหนึ่งของระบบภูมินิเวศที่สามารถศึกษาได้ในเชิงพื้นที่ ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานให้เกิดการตั้งถิ่นฐาน การพัฒนาอารยธรรม และการใช้ประโยชน์พื้นที่ในรูปแบบต่าง ๆ เมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งจะสามารถทำการอธิบายได้ในส่วนพื้นที่ศึกษาในระดับมหภาค และระดับท้องถิ่น

### 3.3 ข้อมูลพื้นที่ศึกษาในระดับมหภาค : แอ่งเชียงใหม่ลำพูน

พื้นที่ “แอ่ง” (Basin) มีความสำคัญทั้งในแง่ของการเป็นขอบเขตทางธรรมชาติ และยังเป็นขอบเขตทางสังคมเศรษฐกิจของคนในพื้นที่ จากเงื่อนไขทางภูมินิเวศต่าง ๆ ที่ได้ทำการอธิบายในการศึกษาระดับลุ่มน้ำทั้งลักษณะของพื้นที่แอ่งเชียงใหม่ลำพูนที่มีการสะสมของตะกอนแม่น้ำพา การเกิดพลวัตของฤดูกาลทางน้ำ ล้วนเป็นปัจจัยที่สร้างให้เกิดเงื่อนไขความอุดมสมบูรณ์ให้กับพื้นที่แอ่งนี้ และเป็นปัจจัยให้เกิดการตั้งถิ่นฐาน รวมทั้งยังส่งอิทธิพลต่อวิถีการดำรงชีพของคนในพื้นที่ จนพัฒนาพื้นที่และสังคมในแอ่งเชียงใหม่ลำพูนกลายเป็นรูปแบบสังคมเกษตรกรรมในสมัยโบราณ (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552) ในการศึกษาพื้นที่ศึกษาระดับมหภาคนี้ ได้ทำการเลือกพื้นที่ศึกษาเป็นระดับแอ่งเชียงใหม่ลำพูน เพื่ออธิบายถึงประวัติศาสตร์ของมนุษย์ที่มีความเกี่ยวข้องผูกพันกับพื้นที่ภายในตัวแอ่ง และกิจกรรมต่าง ๆ ที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศแม่น้ำปิง



ภาพที่ 42 พื้นที่ศึกษาในระดับมหภาค แอ่งเชียงใหม่ – ลำพูน

(ดัดแปลงจาก : SRTM, 2013)

### 3.3.1. การตั้งถิ่นฐานในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน

มนุษย์มีการพัฒนาการตั้งถิ่นฐานเป็นหลักแหล่งตั้งแต่เริ่มมีระบบการผลิตทางกสิกรรม โดยมีน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการผลิตและการดำรงชีพ วิถีชีวิตแต่เดิมในมนุษย์ยุคแรกเริ่มที่อาศัยกระจายตัวตามถ้ำ เิง หรือหินผา ได้เปลี่ยนมาใช้ชีวิตในบริเวณพื้นที่ริมแหล่งน้ำหรือลำห้วยเป็นหลัก และมีการพัฒนาจากกลุ่มการผลิตในระดับเครือญาติ ขยายเป็นกลุ่มชุมชน หรือหมู่บ้านขนาดเล็ก (Hamlet) และมีการตั้งภูมินาม หรือตั้งชื่อกลุ่ม ชื่อหมู่บ้าน ตามปัจจัยทางภูมิโนเวศในถิ่นอาศัย (ฉัตรชัย พงศ์ประยูร, 2536; รั้งสรรค์ จันต๊ะ, 2550)

จากเงื่อนไขทางภูมิโนเวศในกลุ่มแม่น้ำปิงตอนบนที่มีสภาพเป็นแอ่งตะกอนแม่น้ำทับถม ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะกับการตั้งถิ่นฐาน ทำให้ปรากฏหลักฐานถึงการตั้งชุมชนอาศัยอยู่ในพื้นที่มาตั้งแต่ก่อนการสถาปนารัฐหรืออาณาจักรในแอ่งเชียงใหม่ลำพูน (วิชัย กิตติกร, 2532 อ้างถึงใน รัตนานพร เศรษฐกุล, 2552) มีหลักฐานว่าตั้งแต่ยุคหินเก่าและหินกลาง คนในพื้นที่มีการอาศัยอยู่ตามถ้ำ บริเวณที่สูง ดำรงชีพในรูปแบบการล่าสัตว์และหาอาหาร แล้วค่อย ๆ เคลื่อนย้ายลงมาอยู่บนพื้นที่เนินเขา หรือพื้นที่ดอน ต่อมาชุมชนเหล่านี้ได้พัฒนาเป็นสังคมกสิกรรมในช่วงยุคหินใหม่และสมัยโลหะตอนปลาย ซึ่งเปลี่ยนรูปแบบการตั้งถิ่นฐานกระจายตามแนวลำน้ำแทน และมีการปรับปรุงเครื่องมือเครื่องใช้และอาวุธด้วยแร่โลหะ ชุมชนเหล่านี้มีการพัฒนาตั้งแต่ช่วงพุทธศตวรรษที่ 11-12 และอาจจะเป็นกลุ่มที่พัฒนาไปเป็นวัฒนธรรมยุคเมืองทริภุญไชย (รัตนานพร เศรษฐกุล, 2552) และมีการแบ่งงานในกลุ่มชน นำไปสู่การเกิดสังคมชนชั้น และมีกลุ่มที่ทำการผลิต หรือเป็นช่างฝีมือ ทหาร และผู้ประกอบการพิธีกรรมต่าง ๆ (สุรพล ดำริห์กุล, 2547 อ้างถึงใน รัตนานพร เศรษฐกุล, 2552)

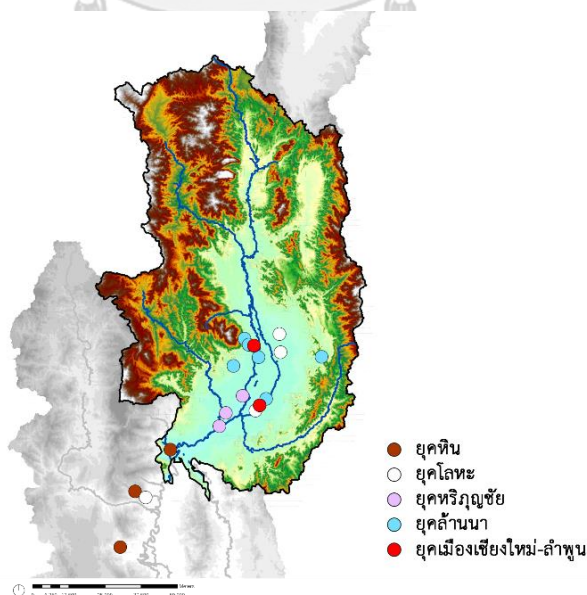
นอกจากการสันนิษฐานจากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ผ่านโบราณวัตถุแล้ว ยังมีหลักฐานแสดงรูปแบบการดำรงชีวิต หรือการอยู่อาศัยร่วมกับแม่น้ำปิงนั้นมีหลักฐานแทรกอยู่ในการบอกเล่าผ่านตำนานของทางพุทธคติต่าง ๆ อีกด้วย

ตำนานพระเจ้าเสียบโลก เป็นตำนานที่เกี่ยวกับเรื่องพระพุทธศาสนาในท้องถิ่น โดยนอกจากเรื่องราวที่สะท้อนความสำคัญของศาสนาที่แพร่หลายในพื้นที่แล้ว ยังอธิบายเรื่องราวที่แสดงให้เห็นถึงตัวตนของสังคมในท้องถิ่น คติของมนุษย์และความสัมพันธ์ระหว่างกันในพื้นที่ชุมชน ความเคารพต่อสภาพแวดล้อม และให้ความสำคัญกับองค์ประกอบทางกายภาพ เช่น ภูเขา หน้าผา ป่าดง ถ้ำ ความเชื่อเหล่านี้แสดงออกมาผ่านคติความเชื่อที่เกี่ยวกับภูมินโนเวศ เช่น การให้ความนับถือต่อภูเขา โดยเชื่อว่าภูเขาหรือดอยเป็นที่สถิตของวิญญาน อำนาจศักดิ์สิทธิ์ ที่ผู้ใดจะทำการล่วงละเมิดไม่ได้ หรือการมีตำนานที่ระบุถึงการสอนให้เริ่มทำการเกษตรในช่วงฤดูฝน (เจียรชชาย อักษรดิษฐ์, 2548)

ตำนานจามเทวีวงศ์ เป็นบทตำนานที่เล่าเกี่ยวกับประวัติศาสตร์การสถาปนาอาณาจักรศรีภูมิไชยในแอ่งลำพูนของราชวงศ์จามเทวี โดยเกี่ยวข้องกับสังคมดั้งเดิมในพื้นที่ที่มีชาวละวะ หรือละว้า ที่เป็นกลุ่มชนอาศัยอยู่ดั้งเดิมในแถบล้านนาและพื้นที่ใกล้เคียง และยังมีความสัมพันธ์กับกลุ่มไท (ไต) ในลักษณะพึ่งพาอาศัยกัน เช่น “ละวะเยี้ยะไร่ ไทเยี้ยะนา” (ชาวละวะทำไร่ กลุ่มไททำนา) และการผสมผสานการพัฒนาสังคมและวัฒนธรรมจนเกิดเป็นลักษณะของวัฒนธรรมล้านนาในเวลาต่อมา (สงวน โชติสุขรัตน์, 2515 อ้างถึงใน เจริญชัย อักษรดิษฐ์, 2548; รัตนาพร เศรษฐกุล, 2552)

ต่อมาในยุคของพญามังราย มีหลักฐานทางประวัติศาสตร์ในเรื่องการเข้ามาสำรวจพื้นที่ราบระหว่างดอยสุเทพและแม่น้ำปิง และได้ก่อตั้งเวียงเชียงใหม่บนพื้นที่ซึ่งตรงกับเงื่อนไขว่าอุดมไปด้วยชัยมงคล 7 ประการ โดยมีแม่น้ำปิงเป็นหนึ่งในชัยมงคลที่สำคัญ และตั้งแต่นั้นมาชุมชนพื้นที่ในต้วเวียงเชียงใหม่ยุคราชวงศ์มังรายก็ได้ก่อตัวและขยายโดยซ้อนทับบางพื้นที่ของชนกลุ่มละวะ (สมโชติ อ๋องสกุล, 2559) อีกทั้งยังใช้วัฒนธรรมละวะเป็นส่วนหนึ่งในแกนหลักการสร้างอาณาจักรล้านนาในเวลาต่อมา (รัตนาพร เศรษฐกุล, 2552)

จากการศึกษา เห็นได้ว่าการตั้งถิ่นฐานและรูปแบบวิถีชีวิตของคนในพื้นที่แอ่งเชียงใหม่-ลำพูนนั้นขึ้นอยู่กับเงื่อนไขทางภูมินิเวศซึ่งคือภูมินิเวศแม่น้ำปิงเป็นหลัก และมีเงื่อนไขทางเศรษฐกิจสังคมที่เป็นปัจจัยเกี่ยวข้องที่สำคัญในการพัฒนา การขยายอาณาจักร หรือการย้ายถิ่นอาศัยเพื่อการพัฒนาวัฒนธรรม ทั้งนี้จากการศึกษารวบรวมข้อมูลตำแหน่งพื้นที่ตั้งถิ่นฐาน ทำให้สามารถแสดงตำแหน่งของพื้นที่ชุมชนที่ตั้งเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 43 ตำแหน่งการตั้งถิ่นฐานชุมชนในยุคต่าง ๆ

(ดัดแปลงจาก : กรมทรัพยากรธรณี, ม.ป.ป.; วิชัย กิตติกร, 2532)

การระบุตำแหน่งของชุมชนต่าง ๆ ในยุคที่เกิดการเริ่มตั้งถิ่นฐาน ทำให้เห็นถึงแบบแผนการดำรงชีพที่มีความเชื่อมโยงกับสภาพภูมิโนเวศในแต่ละยุคได้ ทั้งนี้ ความสัมพันธ์ของเมืองเชียงใหม่ที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับแม่น้ำปิงที่สุดนั้นสะท้อนออกมาอย่างชัดเจนในรูปแบบการดำรงชีวิตช่วงประวัติศาสตร์ยุคล้านนา ซึ่งจะทำให้การอธิบายในส่วนของ การดำรงชีวิตในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูนต่อไป

### 3.3.2. รูปแบบการดำรงชีพในพื้นที่แอ่งเชียงใหม่-ลำพูน

การอธิบายถึงรูปแบบการดำรงชีพในเชียงใหม่ มีความสำคัญในการศึกษาถึงความเชื่อมโยงของการใช้ทรัพยากร และบริการเชิงนิเวศภายในพื้นที่ภูมิโนเวศแม่น้ำปิงตอนบนซึ่งเป็นพื้นฐานให้กับ การพัฒนาระบบสังคม เศรษฐกิจ วัฒนธรรมของท้องถิ่นกลายเป็นอัตลักษณ์เฉพาะของพื้นที่ ซึ่งปรากฏเป็นหลักฐานทางประวัติศาสตร์ชัดเจนในยุคล้านนาตั้งแต่สมัยพระเจ้ามังรายเป็นต้นมา ทั้งนี้ การอธิบายถึงรูปแบบการดำรงชีพในพื้นที่เชียงใหม่ จะทำการอธิบายรายละเอียดผ่านประเด็นมิติทางสังคม (ระบบบ้าน โหล่ง เมือง และการจัดการระบบพื้นที่ชุมชนและเหมืองฝาย) ทางเศรษฐกิจ (การติดต่อแลกเปลี่ยนผ่านระบบเศรษฐกิจเมืองภายในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน) และทางวัฒนธรรม (ประเพณีที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร และแม่น้ำปิง)

#### 1. ระบบทางสังคม

หลังจากมีการสร้างบ้านแปงเมือง ในสมัยต้นราชวงศ์มังราย ได้มีการกำหนดการปกครองในระบบเครือญาติสำหรับเมืองในพื้นที่นอกเขตเมืองหลวง เพื่อควบคุมกำลังคนในพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลออกจากบริเวณคูเมือง หรือคูเวียงเชียงใหม่ แต่ระบบดังกล่าวก็ยังยากในการควบคุมหรือแทรกแซงโดยเมืองหลวง เนื่องจากระยะทางและสภาพทางภูมิศาสตร์ที่เป็นขอบเขตแบ่งพื้นที่แต่ละรัฐออกจากกัน ทำให้ชุมชนท้องถิ่นของรัฐไททางเหนือจึงมีลักษณะเด่นในด้านการมีอำนาจปกครองตนเองอยู่มาก (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552) การปกครองในยุคราชวงศ์มังรายยังมีการพัฒนารูปแบบการปกครองต่อมา โดยสามารถจำแนกประเภทชุมชนในเชียงใหม่ได้เป็น 4 ประเภท (สมโชติ อ่องสกุล, 2559) ได้แก่

1) ชุมชนการเมืองแบบเครือญาติ มีลักษณะคล้ายหัวเมืองย่อยที่กระจายตัวตามพื้นที่ต่าง ๆ ในจังหวัด และมีความเชื่อมโยงต่อกันด้วยระบบเครือญาติและการสมรสของชนชั้นปกครองในเชียงใหม่

2) ชุมชนเพื่อการผลิตทางเศรษฐกิจ ที่เน้นการผลิตเครื่องปั้นดินเผา หรือศิลาตล และมีการส่ง “ส่วย” ไปยังกองทัพฮ่อ (ชาวจีนและแมนจู) อีกด้วย (สมโชติ อ่องสกุล, 2559; สรัสวดี อ่องสกุล, 2543, pp. 145-147)



3) ชุมชนการค้า มีภาคกลางเวียงซึ่งสันนิษฐานว่ามีพ่อค้าทั้งระยะใกล้และไกลมาแลกเปลี่ยนสินค้าอย่างต่อเนื่อง

4) ชุมชนเกษตรกรรม ซึ่งเป็นระบบสังคมที่สำคัญมากสำหรับเชียงใหม่ ในระบบเกษตรกรรม จะมีการสร้างองค์กรชุมชนขึ้นมาเพื่อเชื่อมโยงเกษตรกรในพื้นที่ขอบเขตใกล้เคียงกัน คือองค์กรเหมืองฝาย อีกทั้งยังมีการยกระดับความรู้เรื่องการจัดการควบคุมเหมืองฝายนี้ขึ้นเป็นความรู้ระดับอาณาจักร โดยมีการกำหนดแบบแผนไว้ในกฎหมายมังรายศาสตร์ เพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเข้าสู่พื้นที่เกษตรกรรมอย่างเป็นระบบ (สมโชติ อ๋องสกุล, 2559)

นอกจากนี้ ในระบบสังคมย่อย ยังมีรูปแบบโครงสร้างทางสังคมที่เป็นระบบ “บ้าน - โหล่ง” เป็นระบบที่มีศูนย์กลางเล็ก ๆ เกิดขึ้นในแต่ละอาณาเขตย่อยของพื้นที่ ผ่านการกำหนดขอบเขตของ “โหล่ง” ด้วยเงื่อนไขทางภูมิศาสตร์ที่เป็นพื้นที่ราบกลางหุบเขา ช่องเขา หรือที่ราบตามภูเขา และมีการกำหนดแบ่งพื้นที่ภายในแต่ละโหล่งเป็นกลุ่ม “โซ่ง” หรือกลุ่มโหล่งย่อยหลายกลุ่ม และภายในกลุ่มโซ่งนั้นก็จะมีระบบหน่วย “บ้าน” หรือหมู่บ้านประกอบกันอีกที (รังสรรค์ จันดี, 2550; สันติพงษ์ ช้างเผือก และคณะ, 2550) ในแต่ละกลุ่มย่อยที่เกิดขึ้นเหล่านั้นมีความสัมพันธ์ในรูปแบบที่พึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน ผ่านการจัดการระบบเหมืองฝาย การแลกเปลี่ยนอาหารหรือผลผลิต ไปจนวัฒนธรรมความเชื่อในพื้นที่ (รังสรรค์ จันดี, 2550)

ระบบสังคมบ้านโหล่งนี้ มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงไปกับระบบสังคมเกษตรกรรม “เหมืองฝาย” ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการชลประทานในพื้นที่ เนื่องจากการทำเกษตรกรรมของคนที่อยู่ในชุมชนโหล่งเดียวกัน ก็จะมีการจัดสรรแบ่งพื้นที่นาในพื้นที่ใกล้เคียงในลุ่มน้ำย่อยสายเดียวกันไปด้วย ดังนั้น จึงต้องมีองค์กรเหมืองฝายจัดตั้งขึ้นมาเพื่อให้สามารถแบ่งน้ำที่ใช้ในการเกษตรให้แปลงเพาะปลูกในพื้นที่ต้นน้ำและปลายน้ำอย่างเป็นธรรม โดยภายในแต่ละระบบจะมีการรวมกลุ่มสมาชิกของเหมืองฝาย และมีการจัดระบบสังคมด้วยการสร้างลำดับขั้นขึ้นมาทำหน้าที่ต่าง ๆ ด้วยการเลือกแก่ฝายที่เป็นคนจัดการระบบน้ำ เลียบฝาย ทำหน้าที่ตรวจความเรียบร้อยและควบคุมการแบ่งน้ำให้เสมอภาค และล่ามฝายที่ทำหน้าที่แจ้งข้อมูลแก่สมาชิกคนอื่น ๆ ภายในระบบ (พรพิไล เลิศวิชา, สุพชัย เมธิน, และ นนธชัย นามเทพ, 2552; รังสรรค์ จันดี, 2550)

## 2. ระบบเศรษฐกิจ

ระบบเศรษฐกิจหลักของล้านนาเป็นเศรษฐกิจแบบธรรมชาติ มีการเกษตรเป็นพื้นฐานของระบบ ชาวเผ่าภาษาตระกูลไทนั้นบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก และทำนาเป็นการผลิตอาหารมาตั้งแต่อดีตกาล (ยรรยง จิระนคร อ่างถึงใน รัตนาพร เศรษฐกุล, 2552) ข้าวนี้เป็นทั้งผลผลิตในการบริโภคและใช้เป็นส่วยหรือภาษีให้กับชนชั้นปกครอง หากการผลิตข้าวได้ผลดี จะทำให้ชุมชนมีความมั่งคั่ง

และสามารถพัฒนาจัดการระบบการใช้ที่ดินจนกลายเป็นชุมชนที่เข้มแข็งได้ (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552) ด้วยความสำคัญของระบบนาข้าวที่มีความสำคัญเป็นอันดับต้น ๆ ต่อวิถีชีวิตของคนในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ทำให้ทั้งมีการสร้างระบบสังคมและระบบวัฒนธรรมเพื่อให้สอดคล้องและส่งเสริมกับการปลูกข้าวไปด้วย

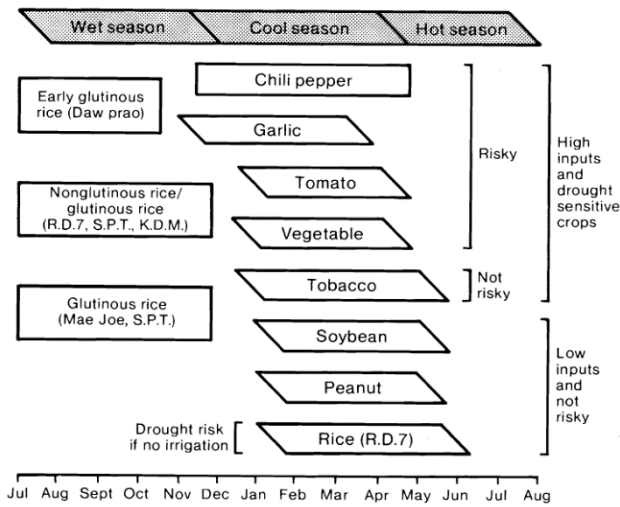
ดังที่กล่าวในข้างต้น ระบบการทำนาในเชียงใหม่-ลำพูนมีความเกี่ยวข้องกับระบบการทำเหมืองฝาย กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทำฝายจึงเป็นส่วนหนึ่งของวัฏจักรการปลูกข้าว โดยแต่ละพื้นที่อาจจะมีการกำหนดเวลากันในชุมชนที่แตกต่างจากชุมชนอื่น แต่โดยทั่วไปแล้ว ชาวบ้านจะมีการกำหนดฤดูแบบพื้นบ้านเชื่อมโยงกับช่วงเวลาทำนา โดยแบ่งเป็น ฤดูน้ำหลาก หรือฤดูลงนา (ช่วงประมาณเดือนพฤษภาคม - ตุลาคม) และฤดูน้ำแล้ง (ช่วงประมาณเดือนพฤศจิกายน - เมษายน) (สันติพงษ์ ช้างเผือก และคณะ, 2550)

| JAN     | FEB        | MAR     | APR | MAY       | JUN | JUL                  | AUG   | SEP | OCT         | NOV | DEC        |
|---------|------------|---------|-----|-----------|-----|----------------------|-------|-----|-------------|-----|------------|
| ฤดูหนาว |            | ฤดูร้อน |     |           |     |                      | ฤดูฝน |     |             |     | ฤดูหนาว    |
|         | ฤดูน้ำแล้ง |         |     | เข้าฤดูฝน |     | ฤดูน้ำหลาก (ฤดูลงนา) |       |     | เข้าฤดูหนาว |     | ฤดูน้ำแล้ง |

ภาพที่ 44 สภาพภูมิอากาศในลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน และฤดูกาลทางน้ำที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร (ดัดแปลงจาก : สันติพงษ์ ช้างเผือก และคณะ, 2550)

ช่วงปลายฤดูร้อน ก่อนเข้าฤดูน้ำหลาก (ฤดูฝน) ในช่วงเดือน 7 หรือเดือน 8 เหนือ (เมษายน หรือพฤษภาคม) จะเป็นช่วงที่เริ่มมีการตีฝาย (พรพิไล เลิศวิชา และคณะ, 2552) มีการทำประเพณีเลี้ยงตีฝายในช่วงเดือน 8 หรือเดือน 9 เหนือ (พฤษภาคม หรือมิถุนายน) (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552) ก่อนที่จะเริ่มทำนาประมาณช่วงเช้าเดือน 10 เหนือ (กรกฎาคม) เป็นต้นไปถึงช่วงเก็บเกี่ยว หลังจากนั้นในช่วงฤดูหนาวราว ๆ เดือนกึ่งและเดือนยี่ (ธันวาคม และมกราคม) ซึ่งหมดฤดูเก็บเกี่ยว เข้าหน้าแล้ง คนในพื้นที่จะทำกิจกรรมอื่นทดแทนการปลูกข้าว (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552) ภาพตัวอย่างเป็นข้อมูลจากชุมชนบ้านแม่กุง และข้อมูลจากอำเภอสารภี ในจังหวัดเชียงใหม่ ที่แสดงให้เห็นฤดูกาลที่เกี่ยวข้องกับการปลูกพืชประเภทต่าง ๆ ซึ่งในพื้นที่อื่น ๆ อาจจะมีลักษณะการปลูกพืชพันธุ์ที่ต่างกันออกไป แต่ว่าโดยทั่วไปแล้วฤดูกาลเพาะปลูกภายในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูนจะมีแบบแผนที่ใกล้เคียงกันจากฤดูกาลในพื้นที่

Figure 4.8. Cropping Schedules in Ban Mae Kung Village<sup>a</sup>



<sup>a</sup>S.P.T. = San Patong glutinous rice.

ภาพที่ 45 ตารางทำการเกษตรในรอบปี ในพื้นที่ชุมชนบ้านแม่กุง จังหวัดเชียงใหม่ (ที่มา : Srimongkol & Marten, 1986, p. 96)

| เดือน<br>กิจกรรม | สี่เป็ง          | กุมภาพันธ์ | มีนาคม  | เมษายน                | พฤษภาคม | มิถุนายน   | กรกฎาคม                             | สิงหาคม             | กันยายน       | ตุลาคม   | พฤศจิกายน | ธันวาคม    |
|------------------|------------------|------------|---------|-----------------------|---------|------------|-------------------------------------|---------------------|---------------|----------|-----------|------------|
|                  | การผลิตภาคเกษตร  |            |         |                       |         | เตรียมแปลง |                                     | หว่านกล้า ขยายในฤดู | ปักดำ         |          |           | เก็บเกี่ยว |
| 1.ข้าว           |                  |            | ดูแล    |                       |         |            |                                     |                     |               |          |           |            |
| 2.ลำไย           |                  | ขายนอก     |         |                       |         |            |                                     |                     |               |          |           |            |
| 3.ผักสวนครัว     |                  | กินข้าว    | ผักสด   | ผักชี, พริก           |         |            | ถั่ว                                | ผักชี, พริก         |               |          |           |            |
| นอกเกษตร         |                  | กะเทียม    | ผัก     | หอม,                  |         |            |                                     | ผัก                 |               |          |           |            |
| 1.รับจ้าง        |                  | รับจ้าง    | นอก     | เกษตร                 |         |            |                                     |                     | รับจ้างในภาค  |          |           |            |
| 2.เช่ามิก        |                  |            |         |                       |         |            |                                     |                     |               |          |           |            |
| 3.เช่ารถ         |                  |            |         |                       |         |            |                                     |                     |               |          |           |            |
| ประเพณี          | ตานข้าว สั้นบวกร | ปอยหลวง    | ปอยหลวง | ปอยหลวง บี้ใหม่ เมือง |         |            | เข้าพรรษา เสียงผู่ยา, ผู่เสื่อ บ้าน |                     | ตานก๋วยเตี๋ยว | ออกพรรษา | ลอยกระทง  |            |

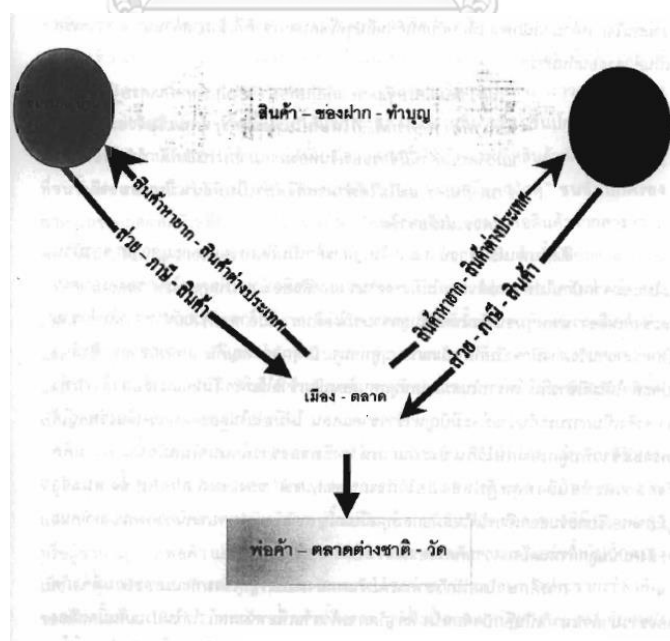
ภาพที่ 46 ตารางแสดงกิจกรรมทางการเกษตรและประเพณี ของชุมชนฝายพญาคำ อำเภอสарงภี (ที่มา : สมบูรณ์ บุญชู และ สุมนมาลย์ สิงหะ, 2550, น. 91)

แต่เดิมแล้ว คนในพื้นที่แอ่งเชียงใหม่-ลำพูนส่วนใหญ่จะเน้นการผลิตเพื่อบริโภคก่อนที่จะขาย ทำให้นอกจากการปลูกข้าว ก็จะมีการปลูกพืชสวนพืชไร่ และผักอื่น ๆ ตามสภาพพื้นที่ ภูมิอากาศ และความนิยมในชุมชน โดยจะปลูกพืชไร่พืชสวนต่าง ๆ ในพื้นที่สวนใกล้บ้าน หรือนาเดิม มีการนิยมปลูกผักกิมผึ่งแม่น้ำปิงและเกาะกลางน้ำ โดยจะปลูกผักกันในช่วงฤดูหนาวเนื่องจากมีน้ำค้างที่ทำให้ดิน

ชุมชน เมื่อเก็บบริโภคจนเหลือก็จะนำไปขายที่ตลาดเพื่อหารายได้ให้กับครอบครัว หรือบางครั้งก็จะเป็นการแลกเปลี่ยนสินค้าที่ต้องการ (Sethakul, 1969 อ้างถึงใน รัตนพร เศรษฐกุล, 2552)

แม้ว่าในการค้าขายในระดับชุมชนหรือเมืองจะไม่ได้เน้นการผลิตเพื่อการขาย และส่วนใหญ่ มักจะเป็นพ่อค้าชาวนาที่ทำการค้าขายในช่วงฤดูแล้ง หรือช่วงที่หมดฤดูเก็บเกี่ยวก็ตาม แต่ตัวกลางซึ่งคือ “กาด” หรือตลาดนั้น ในกระบวนการสร้างบ้านแปงเมืองก็มีความสำคัญพอ ๆ กับพื้นที่เกษตรกรรม ตามเช่นที่ปรากฏในหลักฐานทางประวัติศาสตร์ว่ามีการสร้างตลาดพร้อม ๆ กับการสร้างเมืองเชียงใหม่ เนื่องจากกาดไม่ได้เป็นแค่พื้นที่แลกเปลี่ยนซื้อขายเท่านั้น แต่ยังเป็นแหล่งรวมกลุ่มทางสังคมอีกด้วย (รังสรรค์ จันต๊ะ, 2550; รัตนพร เศรษฐกุล, 2552)

ในระดับเมือง การค้าขายที่สำคัญที่สุดในเมืองเชียงใหม่-ลำพูนคือข้าว และนอกจากนั้นจะเป็นผลผลิตทางการเกษตรอื่น ๆ เช่นพืชผักผลไม้ และปลา ที่เป็นอาหารประจำของผู้คน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นปลาที่มาจากในท้องถิ่น แม่น้ำลำห้วย และพื้นที่ใกล้แม่น้ำปิง (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552) โดยความสำคัญของการค้าที่เกิดขึ้น คือทำให้เกิดระบบเศรษฐกิจที่ดี ต่อเนื่องไปจนระบบของการทำบุญและงานวัด ที่จะมีการจัดขึ้นในวันพระต่าง ๆ การลงเงินทำบุญของแต่ละชุมชนก็จะแสดงให้เห็นถึงคุณภาพความเป็นอยู่ที่ดีไปด้วย (มนู ควั่นคำ อ้างถึงใน รัตนพร เศรษฐกุล, 2552) นอกจากนั้น ในงานวัดที่เกิดขึ้น ก็ทำให้มีการแลกเปลี่ยนซื้อขายสินค้ากับพื้นที่ต่างหมู่บ้าน หรือต่างเมือง ทำให้สินค้าเกิดการกระจายสู่ตลาดที่อยู่ไกลออกไปอีกด้วย (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552)



ภาพที่ 47 การกระจายผลผลิตระหว่างชุมชนหมู่บ้านและเมือง  
(ที่มา : รัตนพร เศรษฐกุล, 2552, น. 143)

จากการศึกษา ทำให้เห็นการตีความทรัพยากรทางนิเวศออกมาเป็นสิ่งแลกเปลี่ยนและผลผลิตต่าง ๆ ซึ่งจะสามารถเห็นถึงความหลากหลายของผลผลิตที่แตกต่างกันออกไปตามแต่ละฤดู รูปแบบทางเศรษฐกิจของคนในชุมชนล้านนาแต่เดิมที่เน้นการผลิตเพื่อบริโภคมากกว่าการค้าขาย รวมทั้งยังเห็นถึงความสัมพันธ์ของระบบเศรษฐกิจของคนในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ที่มีการเชื่อมโยงระบบทางเศรษฐกิจเข้าสู่ระบบทางสังคมและวัฒนธรรมเอาไว้ด้วยกัน ทำให้ในพื้นที่ทางเศรษฐกิจก็มีมิติทางนิเวศ และทางสังคมวัฒนธรรมซ้อนทับกันอยู่ในเวลาเดียวกัน

### 3. ระบบวัฒนธรรม

ระบบวัฒนธรรมในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูนมีความเกี่ยวข้องกับการผูกโยงเข้ากับระบบความเชื่อผีและการนับถือผีบรรพบุรุษ โดยความเชื่อผีนั้นมาจากพื้นฐานแนวคิดการปรับตัวให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมธรรมชาติ เพื่อให้คนและธรรมชาติอยู่ร่วมกันได้ เรียกว่า “ฮีดกอง” หรือขนบธรรมเนียมประเพณีของชุมชน ความเชื่อผีมีหลายระดับ เช่น ในระดับครัวเรือน ชุมชนเมือง หรือความเชื่อผีในผืนป่า ภูเขา ลำน้ำ และมีความเชื่อหลากหลายประการที่ส่งผลต่อการกำหนดระเบียบทางสังคม (เช่น การออกกฎหมายลงโทษการกระทำที่ “ผิดผี”) หรือเป็นตัวกำหนดขนบธรรมเนียมประเพณีต่าง ๆ ในชุมชน (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552)

ในการอธิบายถึงระบบวัฒนธรรมในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะอธิบายถึงลักษณะของวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร และระบบเหมืองฝาย ซึ่งก็มีพื้นฐานมาจากความเชื่อการนับถือผีเช่นกัน

- 1) ประเพณีเลี้ยงผีขุนน้ำ ผีฝาย มาจากความเชื่อว่ามีผีบริเวณฝายจะมีผีที่คอยดลบันดาลให้น้ำทำอุดมสมบูรณ์ ถ้ามีใครทำผิดผีฝาย ก็จะเกิดผลกระทบต่อพืชผลทางเกษตรและความเจ็บป่วย (สมบุญ บุญชู และ สุนนมาลย์ สิงหะ, 2550) โดยการเลี้ยงผีฝายจะมีขึ้นในช่วงเดือน 8 หรือเดือน 9 เหนือตามที่ว่าไปตอนต้น ซึ่งเป็นช่วงเวลาก่อนการทำนาหรือช่วง “เปิดน้ำเข้านา” (รังสรรค์ จันดี, 2550) จะมีการรวมกลุ่มชาวบ้านที่บริเวณ “หอผีฝาย” มีลักษณะเป็นศาลเล็ก ๆ และมีการทำพิธีบวงสรวง โดยมีเครื่องบวงสรวงแตกต่างกันไปตามกฎของแต่ละเหมือง เช่น หัวหมู เหล้าขาว อาหารต่าง ๆ ที่ทำจากเนื้อสัตว์ที่ผูกพันกับชีวิตคน เพื่อแสดงความเคารพให้เกียรติ (พรพีไล เลิศวิชา และคณะ, 2552; สมบุญ บุญชู และ สุนนมาลย์ สิงหะ, 2550)

ในประเพณีการเลี้ยงผีฝาย นอกจากสะท้อนความเชื่อถึงความเคารพในทรัพยากรธรรมชาติที่มนุษย์จำเป็นต้องพึ่งพาอาศัยแล้ว ยังแฝงกุศโลบายในการเชื่อมโยงสังคมของคนที่อยู่ฝายร่วมกันให้มีการพบปะ ทำกิจกรรมร่วมกัน และแสดงถึงความ

พร้อมที่จะร่วมแรงกันลงมือดูแลพื้นที่เหมืองฝายในช่วงฤดูปลูกข้าวที่จะเกิดขึ้นได้อีกด้วย (พรพีไล เลิศวิชา และคณะ, 2552; สันติพงษ์ ช้างเผือก และคณะ, 2550)

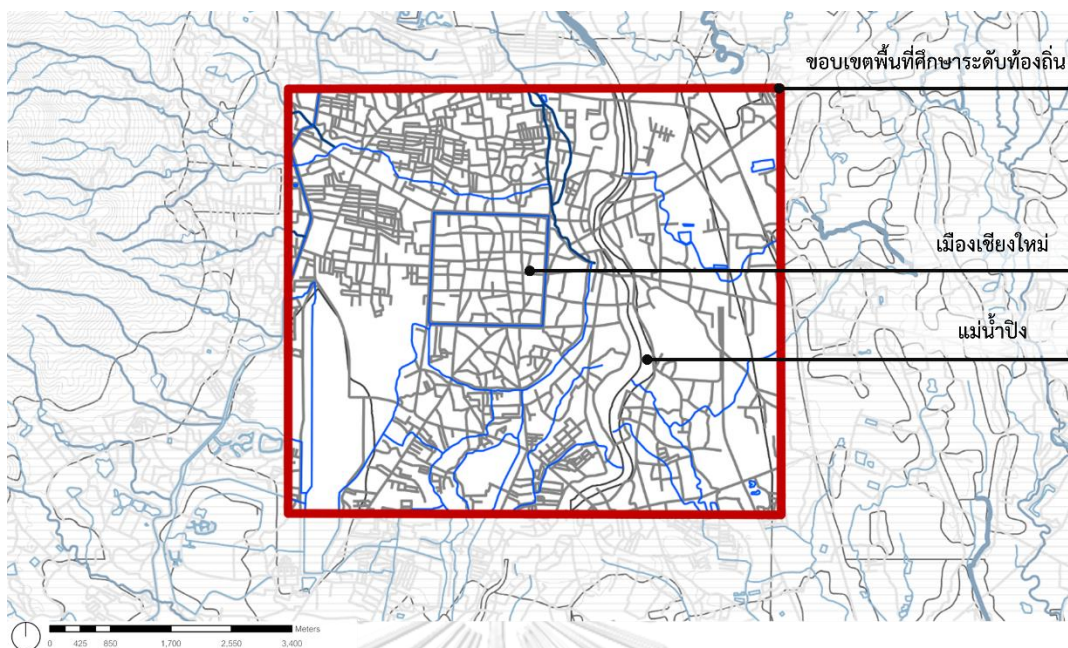
- 2) การไหว้ผีหว่านา เป็นพิธีกรรมแสดงความเคารพต่อพื้นที่ทำกิน และขอพรให้ผีได้ดูแลผลผลิตให้ออกมาสมบูรณ์งอกงาม ซึ่งจะมีการปฏิบัติในช่วงหลังจากไหว้ผีขุนน้ำ หรือผีฝาย ส่วนใหญ่จะมีขึ้นในเดือน 9 เหนือโดยประมาณ ในการไหว้จะต้องหาฤกษ์วันที่ดีตามความเชื่อชาวนา และประกอบพิธีกรรมในบริเวณหว่านาของตน และมีความเชื่อในบางพื้นที่ในเรื่องเวลาประกอบพิธีกรรมซึ่งทำในช่วงเช้า เวลา 9-10 โมง ซึ่งเป็นช่วง “ตะวันขึ้น” แสดงสัญลักษณ์ของพลังดวงอาทิตย์ (สมบูรณ์ บุญชู และ สุนนมาลย์ สิงหะ, 2550)

ระบบประเพณีความเชื่อต่าง ๆ นั้นเป็นผลมาจากการรับรู้ถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นทางนิเวศ และถูกตีความออกมาเป็นลักษณะของสิ่งยึดเหนี่ยวใจ การกระทำเพื่อตอบสนองต่อกระบวนการเหล่านั้น และยังสะท้อนให้เห็นถึงกุศโลบายในการส่งต่อแบบแผนความคิดที่ส่งต่อกันภายในสังคม ซึ่งเป็นสิ่งที่จะทำให้เกิดการพัฒนาวัฒนธรรมและการกระทำจากมนุษย์ที่จะเกิดขึ้นต่อพื้นที่ภูมินิเวศต่อไป

### 3.4 ข้อมูลพื้นที่ศึกษาในระดับท้องถิ่น : บริเวณตัวเมืองเชียงใหม่และแม่น้ำปิง

ในการศึกษาระดับพื้นที่ชุมชน ได้ทำการเลือกพื้นที่บริเวณอำเภอเมืองเชียงใหม่เพื่อการศึกษาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นต่อแม่น้ำปิง จากการเปลี่ยนแปลงกายภาพของการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงพื้นที่คลุมดิน และการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตที่มีความเกี่ยวข้องกับแม่น้ำปิง โดยเลือกพื้นที่บริเวณคูเมืองเชียงใหม่ และพื้นที่รอบ ๆ คูเมือง ครอบคลุมไปยังเส้นลำน้ำปิงที่อยู่บริเวณใกล้เคียง





ภาพที่ 48 พื้นที่ศึกษาในระดับชุมชน ครอบคลุมพื้นที่คูเมืองและแม่น้ำปิง

เนื่องจากเมืองเชียงใหม่เป็นพื้นที่ศูนย์กลางของอาณาจักรล้านนามาตั้งแต่อดีต ทำให้การเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาพื้นที่ในบริเวณคูเมืองและโดยรอบคูเมืองจึงมีการเปลี่ยนแปลงและการพัฒนาในรูปแบบที่แตกต่างจากพื้นที่ชุมชนอื่น ๆ ภายในจังหวัดเชียงใหม่ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มักกล่าวถึงในประวัติศาสตร์มักมีศูนย์กลางจากตัวเมืองเชียงใหม่และแม่น้ำปิงที่อยู่ข้างเคียง โดยหลังจากเกิดการรวมประเทศ และมีการรวมจังหวัดต่าง ๆ ในภูมิภาคเหนือ (มณฑลลาวเฉียง ปี พ.ศ. 2437, มณฑลพายัพ ปี พ.ศ. 2442) รวมทั้งการเปลี่ยนระบบการปกครองและมีการรวมอำนาจเข้าสู่ศูนย์กลางที่กรุงเทพฯ ในปี พ.ศ. 2442 (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552) เป็นผลให้เกิดการพัฒนาที่สำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ในจังหวัดเชียงใหม่และแม่น้ำปิงหลัก ๆ คือ

เส้นทางรถไฟสายเหนือจากกรุงเทพฯ เชียงใหม่ (เปิดใช้งานในปี พ.ศ. 2464) ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนรูปแบบการคมนาคมและเส้นทางขนส่งสินค้าจากเดิมที่ใช้แม่น้ำปิงเป็นหลัก มาเป็นเส้นทางรถไฟแทน (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552) ทำให้เกิดการพัฒนาศูนย์เชียงใหม่ในรูปแบบเมืองในหลากหลายมิติตั้งแต่นั้นมา

ปัจจัยซึ่งเกิดขึ้นภายในตัวจังหวัด เช่น ระบบการผลิต และการค้าภายในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน การเริ่มลงทุนจากเจ้านายกับพ่อค้าจีนเข้ามาในจังหวัดเชียงใหม่เนื่องจากมีศักยภาพในการเข้าถึงตลาด การขายมากขึ้น ทำให้ส่งผลต่อรูปแบบการเกษตรกรรมเพื่อการผลิตไปด้วย จากเดิมที่ปลูกข้าวเหนียวเป็นหลัก ได้เปลี่ยนเป็นการปลูกข้าวเจ้าและพืชผลบางส่วน (พ.ศ. 2442-2476) ให้ตอบรับกับตลาดที่

เกิดการลงทุน (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552) และกรมชลประทานเองก็ได้เริ่มมีบทบาทในระบบการจัดการน้ำในภาคเหนือในปี พ.ศ. 2472 (สำนักงานที่ 1 กรมชลประทาน, ม.ป.ป.ก) และเริ่มมีการพัฒนาโครงการชลประทานอื่น ๆ ในเชียงใหม่มากขึ้นนับแต่นั้น

การศึกษาในพื้นที่ระดับท้องถิ่นในจุดที่ครอบคลุมตัวเมืองเชียงใหม่กับแม่น้ำปิง จะทำให้สามารถทำความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างเมืองเชียงใหม่และลำแม่น้ำปิง และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้การกำหนดขอบเขต อ้างอิงพื้นที่โดยประมาณจากภาพถ่ายทางอากาศเมืองเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2484 จาก Williams-Hunt Aerial Photograph Digital Collections โดย Williams Hunts (Hunt, 1944) เนื่องจากเป็นภาพถ่ายที่สามารถมองเห็นรายละเอียดของตัวเมืองและแม่น้ำปิงในระดับที่มีความชัดเจน สามารถวิเคราะห์ในลำดับต่อไปได้

ทั้งนี้ ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลทางประวัติศาสตร์บางส่วน จะเป็นข้อมูลส่วนหนึ่งที่ใช้ประกอบในกระบวนการวิจัย และกระบวนการวิเคราะห์ต่อไป





## บทที่ 4

### กระบวนการวิจัย

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศแม่น้ำปิงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่ออธิบายโครงสร้างทางกายภาพที่ส่งผลต่อลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และภูมินิเวศแม่น้ำปิง และผลกระทบจากรูปแบบความสัมพันธ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์จากอดีตและปัจจุบัน จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับภูมินิเวศแม่น้ำ และการรวบรวมข้อมูลพื้นที่ตามการอธิบายลักษณะพื้นที่ ทำให้ทราบถึงปัจจัยโครงสร้างทางภูมินิเวศที่เป็นเงื่อนไขต่อวิถีการดำรงชีพของมนุษย์ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับลักษณะภูมิประเทศ และแหล่งน้ำธรรมชาติเป็นหลัก (รัตนพร เศรษฐกุล, 2549; Wohl, 2014)

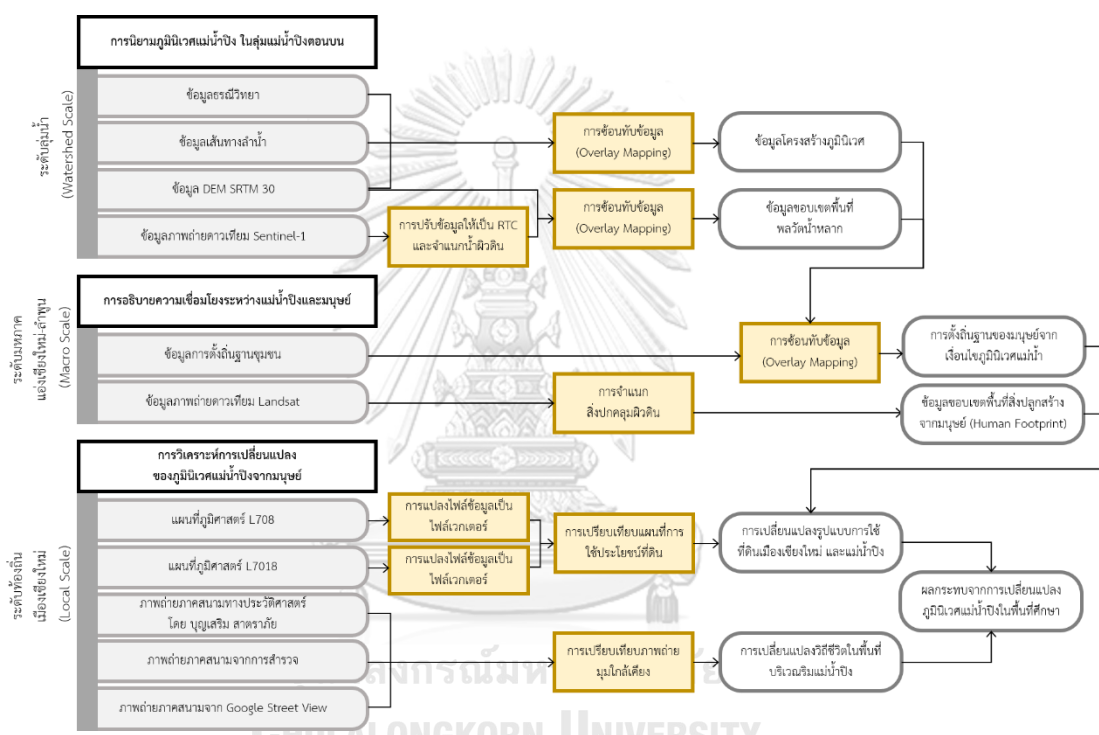
ทั้งนี้ จากคำถามการวิจัยที่มีประเด็นการนิยามภูมินิเวศแม่น้ำปิงในด้านต่าง ๆ ความสัมพันธ์ของภูมินิเวศแม่น้ำปิง และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในภูมินิเวศแม่น้ำปิง เป็นการศึกษาที่ต้องการเห็นรายละเอียดในระดับพื้นที่ที่แตกต่างกันออกไป เนื่องจากในการอธิบายถึงเงื่อนไขทางภูมินิเวศมีความจำเป็นต้องแสดงให้เห็นในภาพรวม ส่วนการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงจำเป็นต้องแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดข้อมูลที่ทำการศึกษา ทำให้สามารถแบ่งการวิจัยออกเป็น 3 ระดับ เพื่อให้สอดคล้องกับคำถามการวิจัยในพื้นที่ระดับต่าง ๆ ตามลำดับ ได้แก่

1. ระดับลุ่มน้ำ : การระบุขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมถึงของกลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่ส่งผลต่อเงื่อนไขการใช้ประโยชน์ภูมินิเวศ
2. ระดับแอ่งเชิงใหม่ลำพูน : การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินและบ่งชี้ความเชื่อมโยงระหว่างการใช้ที่ดินกับภูมินิเวศแม่น้ำ
3. ระดับท้องถิ่น : เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และผลกระทบที่เกิดขึ้น

การบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับภูมินิเวศแม่น้ำปิง จำเป็นต้องทำความเข้าใจเงื่อนไขของโครงสร้าง กระบวนการ และพลวัตของแม่น้ำที่เกิดขึ้นแต่เดิม การศึกษาส่วนแรกจึงมุ่งเน้นการอธิบายองค์ประกอบแม่น้ำ และขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำปิงในระดับลุ่มน้ำ ต่อมา ในการทำความเข้าใจถึงความเชื่อมโยงระหว่างมนุษย์กับภูมินิเวศแม่น้ำ สามารถใช้การวิเคราะห์จากข้อมูลจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน ซึ่งแยกรูปแบบของสิ่งปลูกสร้างกับพืชพันธุ์ออกจากกันด้วยภาพถ่ายดาวเทียมตั้งแต่ปีล่าสุดที่สามารถหาข้อมูลได้ (พ.ศ. 2532) และศึกษาข้อมูลทางประวัติศาสตร์ของพื้นที่มาประกอบการอธิบายเพิ่มเติม และใช้การวิเคราะห์เปรียบเทียบประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ภาพถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายภาคพื้นในระดับท้องถิ่นของพื้นที่ศึกษา โดยเน้นพื้นที่บริเวณตัวเมืองเชียงใหม่เดิมซึ่ง

เชื่อมต่อกับพื้นที่ริมแม่น้ำปิง เนื่องจากเป็นบริเวณที่สามารถเห็นรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของวิถีชีวิตจากการพึ่งพาธรรมชาติกลายเป็นวิถีชีวิตแบบเมืองได้อย่างชัดเจน ทำให้การบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตจึงสามารถทำการอธิบายได้ใน 2 ระดับพื้นที่ ซึ่งจะเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เห็นในภาพรวมและในเชิงรายละเอียด และจะนำไปสู่การเสนอแนะแนวทางในการอยู่ร่วมกับภูมินิเวศแม่น้ำปิงผ่านมุมมองที่ให้ความสำคัญกับแม่น้ำเป็นลำดับถัดไป

รายละเอียดของข้อมูล เครื่องมือ และวิธีการดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำปิง ในบริเวณเขตเมืองและปริมณฑล มีการรวบรวมข้อมูลและดำเนินงานดังต่อไปนี้



ภาพที่ 49 แผนภูมิกระบวนการวิจัย

#### 4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข ข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม ภาพถ่ายภาคพื้น โดยมีรายละเอียดได้แก่

#### 4.1.1. ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข

ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข หรือแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) คือข้อมูลที่มีค่าความสูงของภูมิประเทศถูกจัดเก็บในรูปแบบตารางกริด (Tanantaisong, n.d.) โดยข้อมูลที่น่ามาใช้ในการศึกษานี้ จะเลือกใช้ข้อมูลดังนี้

- Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) ความละเอียด 30 เมตร (SRTM, 2013) เพื่อวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศและเส้นทางการไหลของน้ำ
- ข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขที่ทำการลบสิ่งปกคลุมผิวดินแบบป่าและสิ่งปลูกสร้าง (Forest And Buildings Removed Copernicus DEM: FABDEM) ความละเอียด 30 เมตร ในการแสดงภาพตัดภูมินิเวศ (Hawker & Neal, 2021)
- ข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ALOS PALSAR ความละเอียด 12.5 เมตร (JAXA/METI, 2011) เพื่อแสดงภาพตัดเปรียบเทียบกับแผนที่การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน

#### 4.1.2. ข้อมูลเชิงปริมาณ

ข้อมูลเชิงปริมาณที่น่ามาศึกษาในการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลในด้านอุทกวิทยาของพื้นที่ ใช้เพื่อการอธิบายถึงรูปแบบกระบวนการที่เกิดขึ้นในระดับพื้นที่ลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน ผ่านการวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลแผนที่ โดยข้อมูลที่น่ามาศึกษา ได้เลือกใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันจากกรมชลประทาน ปี พ.ศ. 2554-2564 (ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน, ม.ป.ป.) ในการทำกราฟปริมาณน้ำท่า และใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับภาพตัดระดับน้ำ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในแต่ละเดือน ประกอบการวิเคราะห์ด้วยวิธีการจำแนกน้ำผิวดินผ่านภาพถ่ายดาวเทียม

#### 4.1.3. ข้อมูลแผนที่

ข้อมูลแผนที่ที่น่ามาใช้ในการศึกษา เป็นข้อมูลแผนที่ทางภูมิศาสตร์มาตราส่วน 1:50,000 จากกรมแผนที่ทหาร ชุด L708 ปี พ.ศ. 2502 ซึ่งอ้างอิงข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศปี พ.ศ. 2497-2498 และแผนที่ชุด L7018 ปี พ.ศ. 2555 สำหรับเปรียบเทียบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

#### 4.1.4. ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม

เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมีข้อจำกัดเรื่องช่วงเวลาของการบันทึก โดยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่สามารถค้นคว้าเก่าที่สุดที่มีการเผยแพร่ในบริเวณพื้นที่ศึกษา จะเป็นข้อมูลตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ. 2532 เป็นต้นมา จึงทำการคัดเลือกข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศซึ่งมีอายุมากกว่ามาประกอบการศึกษา โดยในการศึกษาวิจัยนี้ ได้ทำการเลือกข้อมูลได้แก่

- ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปีพ.ศ. 2497-2498 จากกรมแผนที่ทหาร และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google Earth (Copernicus Land Cover map) ปีพ.ศ. 2555 เพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลแผนที่ทางภูมิศาสตร์ L708 และ L7018
- ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศเมืองเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2487 โดย Williams Hunt (Hunt, 1944) ซึ่งเป็นข้อมูลที่เก่าที่สุดที่สามารถหาข้อมูลได้ โดยข้อมูลภาพถ่ายนี้ครอบคลุมตัวเมืองเชียงใหม่และมีความละเอียดมากพอที่จะสังเกตเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเมืองเชียงใหม่และแม่น้ำปิง
- ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google Earth (ถ่ายด้วยดาวเทียม Copernicus) (Google Earth, 2022) ปีพ.ศ. 2564 เป็นข้อมูลปีที่เป็นข้อมูลปัจจุบันที่สุดที่สามารถค้นคว้าได้
- ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ศึกษาประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน เป็นข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT ซึ่งสามารถเข้าถึงและใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย และสามารถนำมาผสมสีภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดินได้ ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเลือกข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT-5 ปี 1989 (พ.ศ. 2532) และข้อมูล LANDSAT-8 ในปี 2021 (พ.ศ. 2564)
- ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่พลวัตน้ำหลาก ใช้ข้อมูลที่ถูกปรับความแม่นยำค่าระดับความสูงด้วยคลื่นวิทยุ (Radiometrically Terrain Corrected: RTC) จากดาวเทียม Sentinel-1 (ASF DAAC, 2015, 2021) ซึ่งสามารถเข้าถึงได้และเป็นข้อมูลที่ไม่เสียค่าใช้จ่าย และเป็นข้อมูลที่สามารถศึกษาดัชนีความชื้นของน้ำได้โดยไม่มีผลกระทบจากการถ่ายภาพติดเมฆแบบภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT ทั้งนี้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 เริ่มมีข้อมูลในพื้นที่ศึกษาตั้งแต่ช่วงปี 2014 (พ.ศ. 2557) ทำให้การเลือกวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมดังกล่าวจึงใช้เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการศึกษาพื้นที่พลวัตน้ำหลากเพื่อบอกถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นในภูมินิเวศแม่น้ำปิงเท่านั้น

#### 4.1.5. ข้อมูลภาพถ่ายภาคพื้น

จากการรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายภาคพื้น ได้มีการรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายทางประวัติศาสตร์ในเมืองเชียงใหม่ จากแหล่งอ้างอิงดังนี้

- ภาพถ่ายชุด AGSL Digital Photo Archive - Asia and Middle East โดย Robert L. Pendleton (Pendleton, n.d.)

- หนังสือลานนาไทยในอดีต (บุญเสริม สาทรรักษ์, 2522)
- ชุดภาพล้านนาในอดีต (Picture Lanna) สำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดย บุญเสริม สาทรรักษ์ (บุญเสริม สาทรรักษ์, ม.ป.ป.ค)
- ภาพถ่ายจาก โครงการหอภาพถ่ายล้านนา ภายใต้กำกับของมูลนิธิรองศาสตราจารย์ กัณฑ์ พูนพิพัฒน์ โดยรวบรวมภาพถ่ายจากคลังภาพถ่ายจังหวัดเชียงใหม่ โดย บุญเสริม สาทรรักษ์ เป็นข้อมูลภาพ ปี พ.ศ. 2471-2532 (หอภาพถ่ายล้านนา ภายใต้กำกับของมูลนิธิรองศาสตราจารย์ กัณฑ์ พูนพิพัฒน์, ม.ป.ป.)

ภาพถ่ายในช่วงเวลาปัจจุบันบางส่วน เป็นภาพจากการลงพื้นที่สำรวจในปี พ.ศ. 2563 เนื่องด้วยข้อจำกัดจากสถานการณ์โรคระบาดโควิด – 19 ทำให้สามารถลงพื้นที่ภาคพื้นเพื่อเก็บข้อมูลได้เพียงครั้งเดียว คือช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 บริบทของฤดูกาลในภาพถ่ายปัจจุบันที่ทำการบันทึกจึงอาจมีความคลาดเคลื่อนในเรื่องฤดูกาล และนอกจากนั้นในช่วงเวลาที่ลงพื้นที่สำรวจ บางพื้นที่เกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต ทำให้มีข้อจำกัดในการเข้าถึง จึงต้องใช้ภาพถ่ายจากบริเวณใกล้เคียงที่สามารถมองเห็นรายละเอียดได้ และภาพบางส่วนเลือกใช้จากฐานข้อมูลการสำรวจ Google Street View โดย Google ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่สามารถเข้าถึงและใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

#### 4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้ใช้โปรแกรม ArcMap (ESRI, 2004) ภาพข้อมูลแผนที่ทางภูมิศาสตร์ให้เป็นข้อมูลเชิงเส้น (Vector) การผสมสีเทจเพื่อจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินประเภทสิ่งปลูกสร้างและพืชพันธุ์ และการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT ด้วยข้อมูลเชิงคลื่น จากโปรแกรมที่ใช้ดำเนินงานจะทำให้ได้ผลข้อมูลที่สามารถนำมาวิเคราะห์ต่อ ประกอบกับการแสดงผลแผนที่เพื่ออธิบายผลการศึกษาก็ด้วย

#### 4.3 วิธีที่ใช้ในการวิจัย

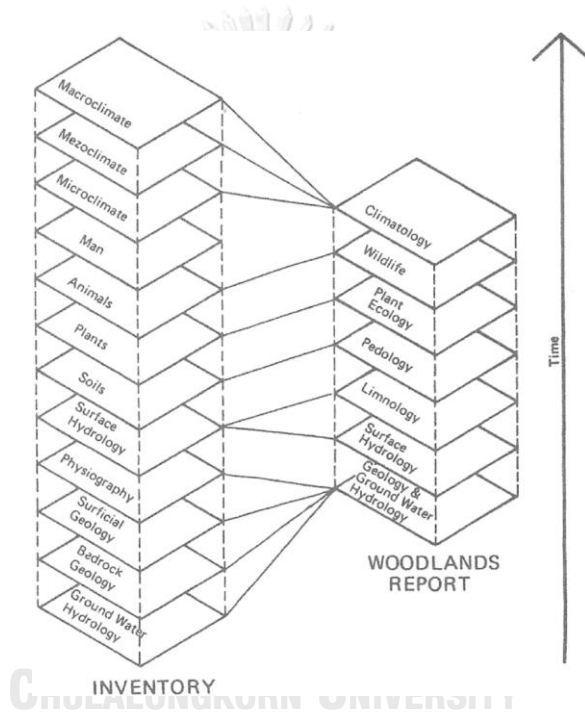
จากวัตถุประสงค์หลักของการวิจัย เพื่อทำความเข้าใจถึงภูมินิเวศแม่น้ำปิง ทั้งในมิติทางธรรมชาติ และที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ ตลอดจนจนระบุถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น บ่งชี้ให้เห็นถึงคุณลักษณะที่เปลี่ยนไปของภูมินิเวศแม่น้ำปิง รวมถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อการดำรงชีพของมนุษย์ ซึ่งมีความจำเป็นต้องทำความเข้าใจในหลายระดับ เพื่อที่จะอธิบายถึงความเชื่อมโยงในเงื่อนไขต่าง ๆ อย่างครอบคลุม ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำปิงจึงแบ่งวิธีการออกเป็น 3 ส่วนตามระดับพื้นที่ศึกษา ซึ่งสามารถทำการอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมได้ดังนี้

#### 4.3.1. การศึกษาเพื่อนิยามภูมิเวศแม่น้ำของกลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน

ในระดับการศึกษาเพื่อให้เห็นถึงเงื่อนไขทางภูมิเวศ ได้มีกระบวนการศึกษาใน 2 ส่วน ได้แก่

##### 1. วิธีการซ้อนทับของแผนที่ (Overlay Mapping Method)

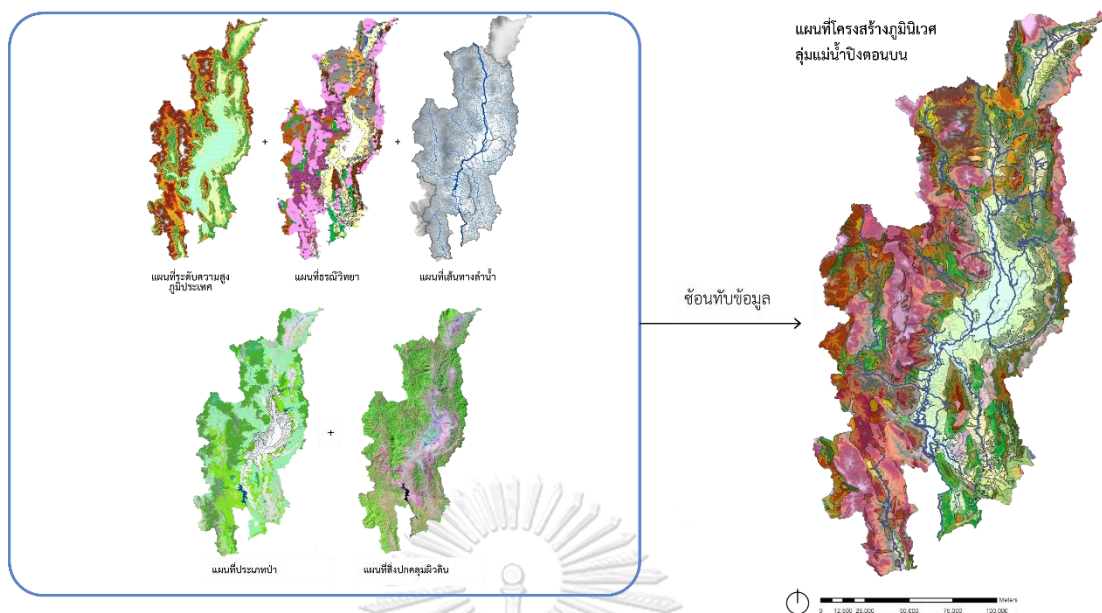
วิธีการซ้อนทับแผนที่เป็นการศึกษาเพื่อให้เห็นถึงรูปแบบโครงสร้างทางนิเวศของพื้นที่ศึกษาในแต่ละมิติ (McHarg, 1996) โดยในการศึกษานี้จะนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขโครงสร้างของภูมิเวศแม่น้ำปิง ได้แก่ ข้อมูลองค์ประกอบทางธรณีวิทยา ข้อมูลเส้นทางน้ำและลำธาร มาซ้อนทับกับข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขเพื่อทำการวิเคราะห์ถึงบริบทของพื้นที่ที่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบต่าง ๆ



ภาพที่ 50 แบบจำลองการซ้อนชั้นข้อมูล

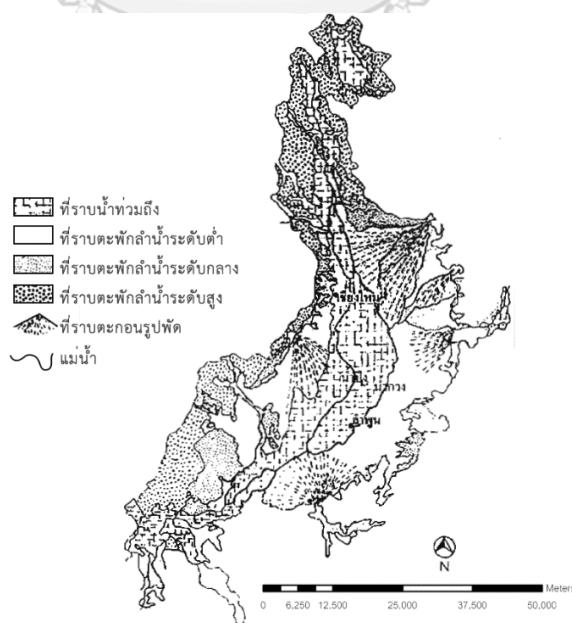
(ที่มา : McHarg, 1996)

จากการซ้อนทับแผนที่ ทำให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบหลักที่นำมาซ้อนทับกัน เกิดเป็นลักษณะที่ชัดเจนของธรณีสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกันของพื้นที่เทือกเขาภักที่ราบภายในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน โดยบริเวณพื้นที่เทือกเขาจะส่วนใหญ่จะเป็นกลุ่มหินเป็นหลัก ส่วนในพื้นที่ราบซึ่งได้อิทธิพลจากทั้งภูมิภาคและกระบวนการทางธรณีวิทยา ทำให้พื้นที่ในแอ่งเป็นพื้นที่ลานตะพักลำน้ำ และพื้นที่ตะกอนธารน้ำพา ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของแอ่งที่มีแม่น้ำ 2 สายไหลตัดผ่านในบริเวณที่ราบ



ภาพที่ 51 การซ้อนทับแผนที่เพื่อแสดงโครงสร้างภูมิเวทของกลุ่มน้ำป่าปึงตอนบน (ดัดแปลงจาก SRTM, 2013; กรมทรัพยากรธรณี, 2559)

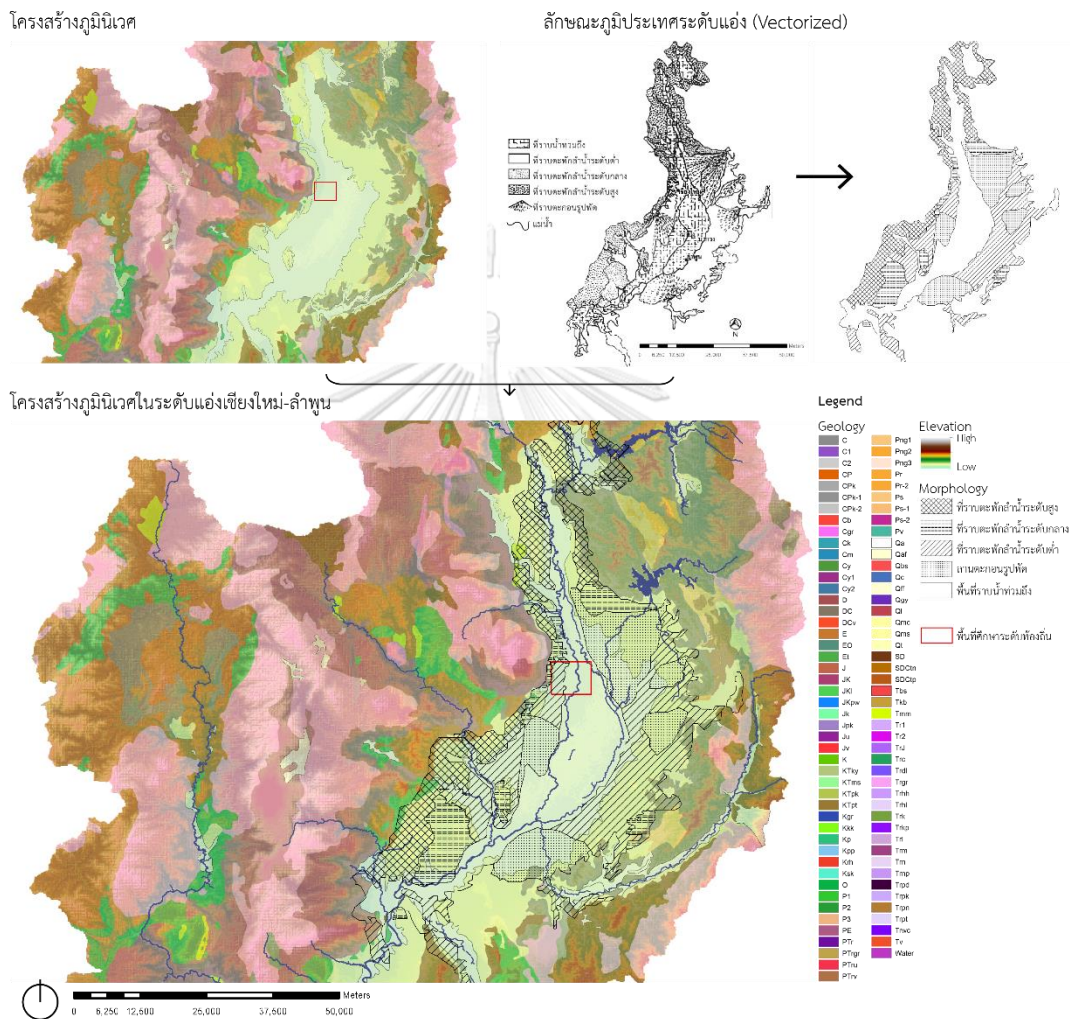
ทั้งนี้ เนื่องจากในการศึกษาลักษณะภูมิประเทศมีการศึกษาด้วยและจำแนกองค์ประกอบทางธรณีฐานบริเวณที่ราบภายในแอ่งเพิ่มเติมด้วยการซ้อนทับมิติความชันร่วมกับข้อมูลลักษณะระดับความสูงภูมิประเทศ ในระดับแอ่งเชียงใหม่ลำพูน และจำแนกลักษณะทางภูมิฐานออกมาตามภาพ (ภาพที่ 52)



ภาพที่ 52 แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศ แอ่งเชียงใหม่-ลำพูน (ที่มา : นวลศิริ วงศ์ทางสวัสดิ์, 2534)



หลังจากซ้อนทับข้อมูลลักษณะภูมิประเทศในระดับแอ่ง ทำให้เห็นลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่มีความละเอียดมากขึ้น ทำให้สามารถอธิบายลักษณะทางธรณีสัณฐานในระดับแอ่งร่วมกับองค์ประกอบเชิงโครงสร้างอื่น ๆ และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการอธิบายการวิเคราะห์ถึงบริบททางภูมิณีเวทที่ส่งผลต่อการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ในลำดับต่อไป



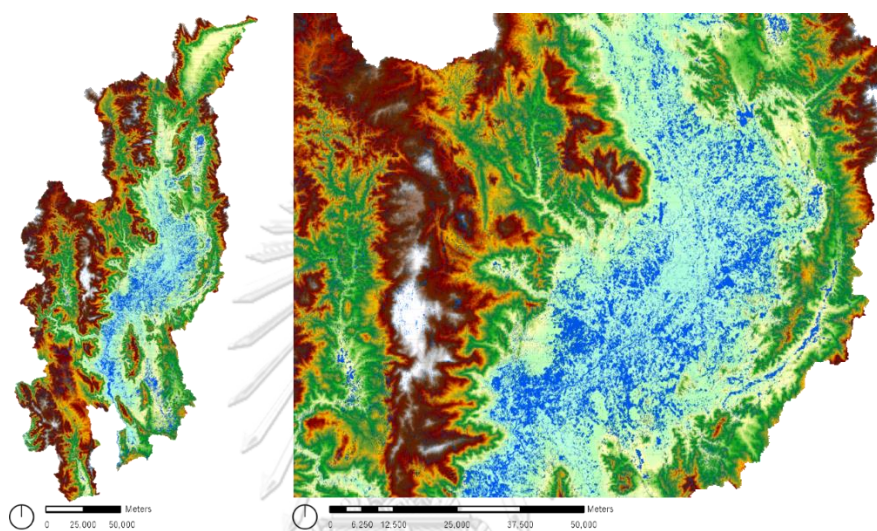
ภาพที่ 53 โครงสร้างภูมิณีเวทในระดับแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน (ดัดแปลงจาก SRTM, 2013; กรมทรัพยากรธรณี, 2559; นวลศิริ วงศ์ทางสวัสดิ์, 2534)

## 2. การระบุพื้นที่พลวัตน้ำหลาก

เนื่องจากน้ำหลากเป็นกระบวนการที่มีอิทธิพลสำคัญต่อวิถีการดำรงชีวิตของคนในพื้นที่และเป็นพื้นฐานให้เกิดรูปแบบของสังคมเกษตรกรรม จึงได้ทำความเข้าใจกระบวนการดังกล่าวในเชิงพื้นที่ด้วยการระบุพื้นที่พลวัตน้ำหลากผ่านวิธีการบ่งชี้น้ำผิวดินด้วยข้อมูลที่ถูกรับความแม่นยำค่าระดับความสูงด้วยคลื่นวิทยุจากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 (The Alaska Satellite Facility, n.d.)



เพื่อแสดงข้อมูลผิวน้ำบนลุ่มแม่น้ำปิง เนื่องจากเป็นไฟล์ข้อมูลที่ถูกปรับไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนของค่าความสูงภูมิประเทศ ทำให้การแสดงผลการจำแนกองค์ประกอบจากค่าสีจึงมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น (The Alaska Satellite Facility, n.d.) โดยชุดข้อมูลที่ถูกเลือกใช้ในการศึกษา ได้เลือกข้อมูลในปี พ.ศ. 2558 และปี พ.ศ. 2564 หลังจากการจำแนกขอบเขตของน้ำที่เอ่อบนผิวดินแล้ว จะนำข้อมูลดังกล่าวไปซ้อนกับแผนที่แสดงลักษณะทางภูมิศาสตร์ เพื่อทำการวิเคราะห์ลักษณะน้ำเอ่อบนผิวดินภายในลุ่มแม่น้ำปิงตอนบนในแต่ละเดือนต่อไป ได้ผลเป็นตัวอย่างตามภาพที่ 54 ดังนี้



ระดับลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน

ภาพถ่าย ระดับอ่างเชียงใหม่ - ลำพูน

ภาพที่ 54 ตัวอย่างภาพการจำแนกน้ำผิวดิน สิงหาคม พ.ศ. 2558

ในการทำแผนที่วิเคราะห์ จะทำการเปรียบเทียบรูปแบบน้ำที่เจิ่งนองบนผิวดินในแต่ละเดือน อธิบายควบคู่กับกราฟปริมาณน้ำท่า เพื่อให้เห็นลักษณะการเจิ่งนองของน้ำภายในพื้นที่ราบต่าง ๆ ทั้งที่ราบน้ำท่วมถึง ที่ราบตะกอนน้ำระดับต่าง ๆ ที่มีความหลากหลายตามแต่ละช่วงฤดูกาล และสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการอธิบายถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของพลวัตน้ำหลากได้โดยสังเขป เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องเวลาที่ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมประเภท Sentinel-1 ที่เข้าถึงได้ มีฐานข้อมูลเก่าที่สุดในปี พ.ศ. 2557

#### 4.3.2. การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน

หลังจากทราบถึงเงื่อนไขที่มีผลต่อภาพถ่ายของภูมินิเวศแม่น้ำปิงแล้ว การศึกษาการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินมีความสำคัญในการบ่งชี้ถึงความเชื่อมโยงระหว่างการใช้พื้นที่ในรูปแบบต่าง ๆ กับเงื่อนไขของภูมินิเวศแม่น้ำปิง โดยใช้ขอบเขตพื้นที่ระดับอ่างเชียงใหม่ลำพูนในการศึกษาเพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลทางประวัติศาสตร์ที่ได้ทำการศึกษา ทั้งนี้จะใช้ภาพถ่ายทางอากาศ LANDSAT ใน

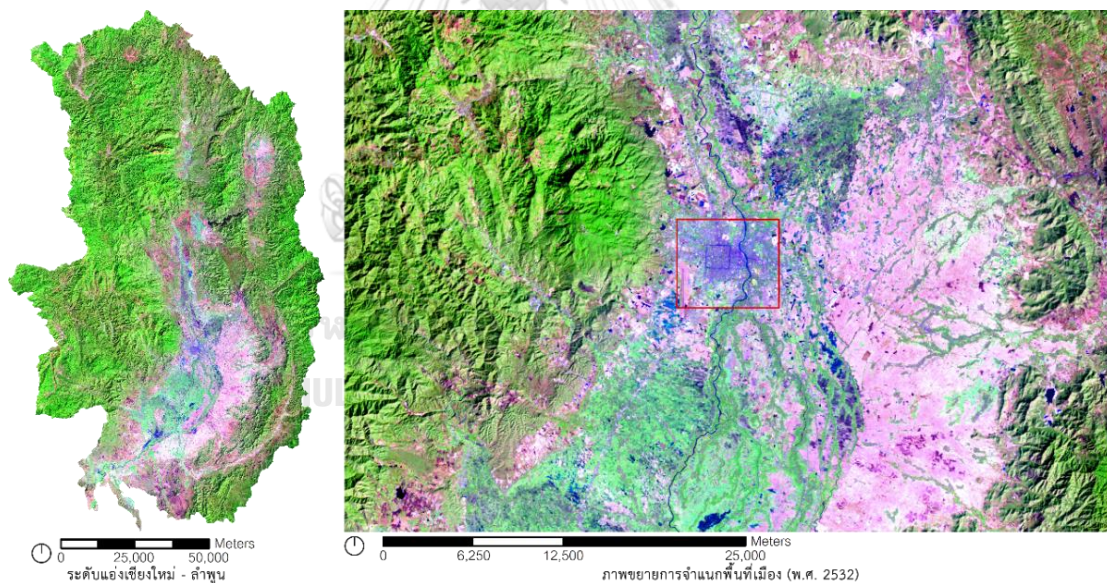
การผสมสีภาพเท็จเพื่อให้สามารถจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินจากการแสดงผลภาพได้อย่างชัดเจน โดยหลักการผสมสีเพื่อทำการแสดงผลข้อมูล มีตัวอย่างดังนี้

| Band combination in RGB     |                              | Wavelengths                              | Application   |
|-----------------------------|------------------------------|--|---|
| L5 TM<br>3, 2, 1<br>4, 3, 2 | L8 OLI<br>4, 3, 2<br>5, 4, 3 | Red, Green, Blue<br>NIR, Red, Green      | Simulated true colour visualization<br>'Standard' false colour composites for vegetation mapping – the main tool for distinguishing broken ground |
| 5, 3, 1                     | 6, 4, 2                      | SWIR 1, Red, Blue                        | Topographic textures, lithological identification   |
| 5, 4, 1<br>7, 4, 5          | 6, 5, 2<br>7, 5, 6           | SWIR 1, NIR, Blue<br>SWIR 2, NIR, SWIR 1 | Vegetation mapping<br>Atmospheric penetration in areas of thin cloud and smog   |

ภาพที่ 55 ตัวอย่างการผสมสีแบนด์เพื่อการแสดงผลข้อมูลต่าง ๆ

(ที่มา : Liu, Mason, & Bryant, 2018)

ในการศึกษา ได้เลือกใช้แบนด์ NIR2, NIR1, Green แทนค่าแบนด์ Red, Green, Blue สำหรับภาพถ่ายทางอากาศ LANDSAT 5 และใช้การผสมสีแบนด์ SWIR2, NIR, Green สำหรับภาพถ่ายทางอากาศ LANDSAT 8 เพื่อใช้แสดงผลภาพโดยเน้นสีพื้นที่เมืองเป็นหลัก



ภาพที่ 56 ภาพผสมสีเท็จแสดงการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินเน้นพื้นที่เมืองในระดับแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน และภาพขยายในบริเวณรอบพื้นที่ศึกษา

(ดัดแปลงจาก : USGS, 1992)

ในการศึกษาการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินในระดับแอ่งเชียงใหม่ลำพูนและระดับพื้นที่ศึกษา จะทำให้สามารถรับรู้ภาพรวมของความสัมพันธ์ของมนุษย์และภูมินิเวศแม่น้ำปิงได้จากการจำแนกข้อมูล โดยใช้เกณฑ์เกณฑ์ของ HERCULES เป็นหลักในการจำแนกแบ่งสิ่งปกคลุมผิวดินได้เป็น พื้นที่ปลูกสร้าง (Build-up Area) พื้นที่มีลักษณะพื้นผิว (Surface Area) และพื้นที่มีพืชพันธุ์ปกคลุม (Vegetation Area) (Cadenasso et al., 2007) ข้อมูลหลังการจำแนกจะเป็นส่วนหนึ่งในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงในระดับแอ่งเชียงใหม่ - ลำพูนต่อไป

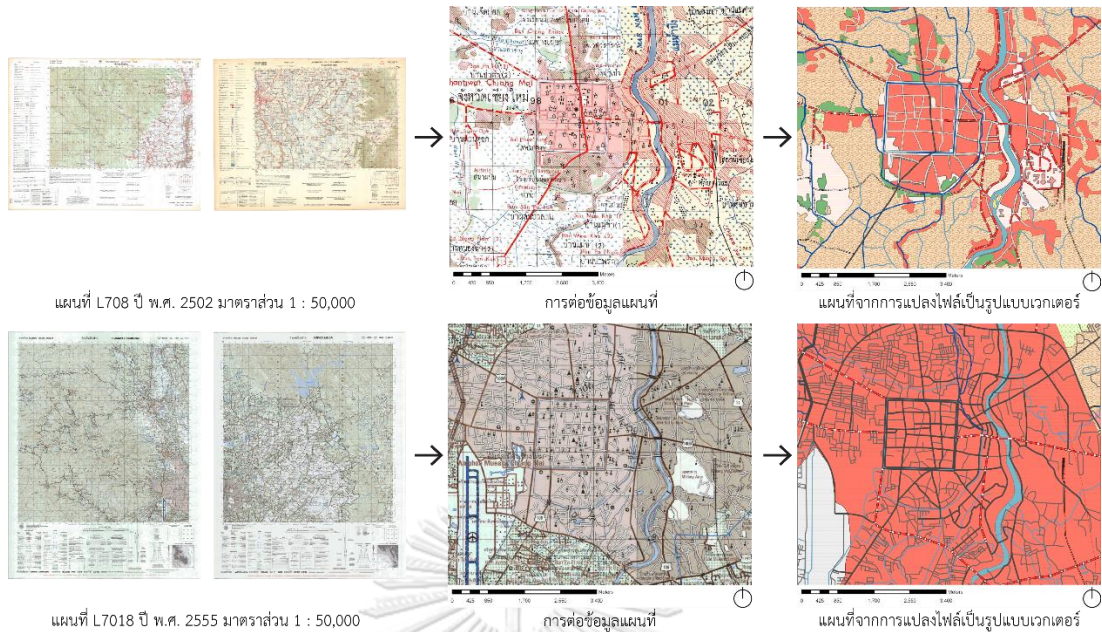
#### 4.3.3. การวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศแม่น้ำ

ในกระบวนการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศแม่น้ำ ได้ทำการเลือกพื้นที่ศึกษาในระดับท้องถิ่นเป็นพื้นที่ในบริเวณขอบเขตเมืองเชียงใหม่ลำพูน และทำการเปรียบเทียบแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของมนุษย์จากช่วงเวลาอดีตและปัจจุบัน และลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของลำน้ำปิงที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยการศึกษาภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายภาคพื้นประกอบกัน ทั้งนี้ จะทำการแบ่งส่วนการวิเคราะห์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศแม่น้ำเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนการเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดิน และส่วนการเปรียบเทียบภาพถ่ายภาคพื้น

##### 1. ส่วนการเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดิน

กระบวนการนี้จะเริ่มจากการต่อข้อมูลแผนที่ในโปรแกรม ArcMap ตรึงพิกัดและแปลงค่าพิกัดแผนที่ให้เป็นระบบพิกัด WGS 1984 UTM ZONE 47 จากนั้นทำการจำแนกการใช้พื้นที่จากแผนที่ภูมิศาสตร์ชุด L708 และชุด L7018 แต่ละประเภทให้เป็นเวกเตอร์ (ภาพที่ 57) และกำหนดสัญลักษณ์แทนค่าการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ปรากฏในแผนที่ (ภาพที่ 58)





ภาพที่ 57 การแปลงไฟล์ข้อมูลเป็นรูปแบบเวกเตอร์

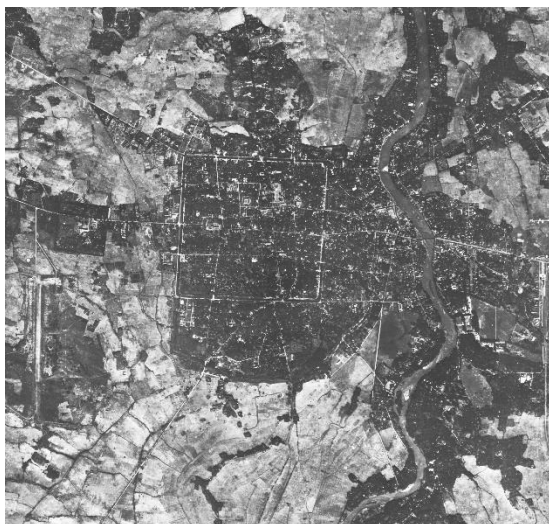
(ดัดแปลงจาก : กรมแผนที่ทหาร, 2502; กรมแผนที่ทหาร, 2555)

| สัญลักษณ์                  | รหัส | คำบรรยาย   | สัญลักษณ์ | รหัส | คำบรรยาย   |
|----------------------------|------|--|-----------|------|--|
| ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน | A1   | พื้นที่เกษตรกรรม : นา                            | ถนน       | R1   | ทางน้ำมีน้ำไหลตลอดปี                                       |
|                            | A2   | พื้นที่เกษตรกรรม : ไม้ผลผสม                      |           | R2   | ทางน้ำมีน้ำไหลไม่ตลอดปี                                    |
|                            | F    | ป่า  | ประเภทถนน | RD1  | ใช้ได้ทุกฤดู พื้นถนนแข็ง, กว้างตั้งแต่สองทางวิ่งขึ้นไป     |
|                            | S1   | พื้นที่ไม่มีสิ่งปกคลุม : ดิน                     |           | RD2  | ใช้ได้ทุกฤดู พื้นถนนอ่อน, กว้างตั้งแต่สองทางวิ่งขึ้นไป     |
|                            | S2   | พื้นที่ไม่มีสิ่งปกคลุม : ทราย                    |           | RD3  | ใช้ได้ทุกฤดู พื้นถนนแข็ง, กว้างหนึ่งทางวิ่ง (2.4-4.8 เมตร) |
|                            | U1   | ตัวเมืองและสิ่งปลูกสร้าง : ตัวเมืองและย่านการค้า |           | RD4  | ใช้ได้ในฤดูแล้ง, พื้นถนนอ่อน                               |
|                            | U2   | ตัวเมืองและสิ่งปลูกสร้าง : หมู่บ้าน              |           | RD5  | ทางเกวียน กว้าง 1.5-2.4 เมตร                               |
|                            | U3   | ตัวเมืองและสิ่งปลูกสร้าง : สนามบิน สถานีคมนาคม   |           | RD6  | ทางคน, ทางต่าง   |
|                            | W    | แหล่งน้ำตามธรรมชาติ                              |           | RD7  | ทางรถไฟ  |

ภาพที่ 58 การกำหนดสัญลักษณ์ในแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

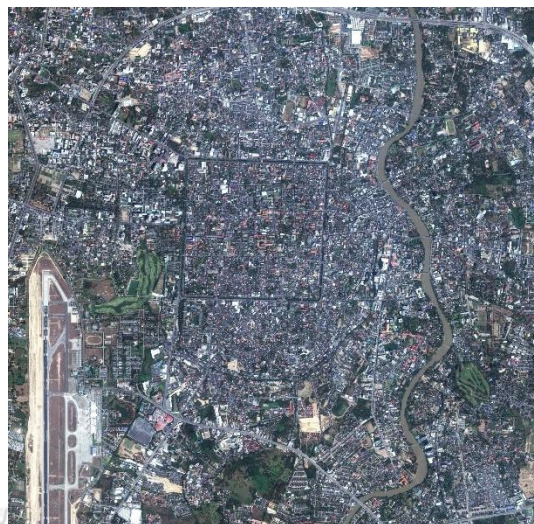
(ดัดแปลงจาก : กรมแผนที่ทหาร, 2502, 2555)

หลังจากทำการแปลงไฟล์เป็นรูปแบบเวกเตอร์ จะทำการเปรียบเทียบ และระบุถึงขอบเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนไปได้ รวมทั้งสามารถระบุสถานที่สำคัญจากเครื่องหมายสัญลักษณ์ในแผนที่ เพื่อสำรวจจุดการเพิ่มตัวของสถานที่สำคัญ หรือการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่อาคารจากการพัฒนารูปแบบสังคมเป็นรูปแบบเมืองมากขึ้นได้ ทั้งนี้จะสามารถทำการสังเกตควบคู่กับภาพถ่ายทางอากาศในปีเดียวกับปีที่ทำการรวบรวมข้อมูลของแผนที่ทั้ง 2 ชุดเพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องและครอบคลุม



ภาพที่ 59 ภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2498

(ที่มา : กรมแผนที่ทหาร, 2498)



ภาพที่ 60 ภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2555





(ที่มา : Google Earth, 2022)

โดยในวิธีการวิเคราะห์ผลการศึกษาในส่วนการเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดิน จะทำการสรุปออกมาในรูปแบบของกราฟแสดงสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณที่กำหนด และทำการอธิบายถึงข้อสังเกตที่พบจากการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ในด้านต่าง ๆ เป็นลำดับถัดไป

## 2. ส่วนการเปรียบเทียบภาพถ่ายภาคพื้น

การดำเนินการศึกษาการเปลี่ยนแปลงโดยวิธีการเปรียบเทียบภาพถ่ายภาคพื้น ได้เริ่มจากการรวบรวมข้อมูลรูปภาพทางประวัติศาสตร์ที่มีการบันทึกรวบรวมไว้จากจุดพื้นที่ต่าง ๆ ภายในพื้นที่การศึกษา (ตารางที่ 8) ทั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ทำการคัดเลือกข้อมูลภาพถ่ายในบริเวณที่มีความเกี่ยวข้องกับลำน้ำปิงในการใช้เปรียบเทียบ พบว่า ภาพที่บันทึกส่วนใหญ่ที่ทำการรวบรวมและเลือกใช้ในการเปรียบเทียบ จะเป็นภาพที่เกี่ยวข้องกับสถานที่สำคัญในบริเวณแม่น้ำปิง ภาพที่เห็นแนวขอบตลิ่งบริเวณริมแม่น้ำปิงชัดเจน และภาพที่แสดงให้เห็นถึงระดับน้ำในแม่น้ำปิง

ตารางที่ 8 ภาพถ่ายภาคพื้นในประวัติศาสตร์เชียงใหม่ที่ทำการรวบรวม

| ปี (พ.ศ.) | ภาพ   | ชื่อภาพ   |
|-----------|---|---|
| 2464      |    | สะพานนพรัฐสะพานแรก สร้างจากไม้สัก (บุญเสริม สาทรรักษ์, 2464)              |
| 2460-2511 |   | โบสถ์คริสต์จักรที่ 1 เชียงใหม่ (บุญเสริม สาทรรักษ์, ม.ป.ป.ช)              |
| 2475      |  | ซัวเก่าสมัยสร้างด้วยไม้สัก ก่อนปี พ.ศ. 2475 (บุญเสริม สาทรรักษ์, ม.ป.ป.ก) |
| 2495      |  | สะพานนพรัฐในสมัยเป็นซัวเหล็ก (หอจดหมายเหตุแห่งชาติ, 2496)                 |



| ปี (พ.ศ.) | ภาพ   | ชื่อภาพ  |
|-----------|---|--|
| 2495      |    | บริเวณเทศบาลทำเขื่อนริมแม่น้ำปิง (บุญเสริม สาทรรักษ์, 2495)                      |
| 2507      |   | ประเพณีสงกรานต์ในแม่น้ำปิง ถ่ายจากสะพานนเรศวร (บุญเสริม สาทรรักษ์, 2507ก, 2507ข) |
| 2511      |  | กาดต้นลำไย ขณะเกิดไฟไหม้ (บุญเสริม สาทรรักษ์, 2511)                              |
| 2532      |  | ระหว่างสร้างคันกันแม่น้ำปิง หน้ากาดต้นลำไย (บุญเสริม สาทรรักษ์, 2532)            |

หลังจากรวบรวมจากภาพถ่ายในอดีต จึงทำการระบุตำแหน่งพื้นที่เพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงตามแต่ละจุด และแสดงภาพเป็นแผนระบุตำแหน่งที่ทำการเปรียบเทียบภาพถ่าย ได้ 5 พื้นที่หลัก ๆ ดังนี้



ภาพที่ 61 แผนที่ระบุตำแหน่งภาพที่จะทำการเปรียบเทียบ  
(ดัดแปลงจาก : กรมแผนที่ทหาร, 2502)

ในขั้นตอนต่อมา จะเป็นการลงพื้นที่สำรวจในจุดต่าง ๆ ที่อยู่ในตำแหน่งใกล้เคียงกับพื้นที่ในภาพถ่ายทางประวัติศาสตร์ที่ถูกบันทึกไว้ก่อนหน้านี้ ทั้งนี้ จากเงื่อนไขการเข้าถึงพื้นที่ที่ในปัจจุบันเป็นที่ดินเอกชน หรือบางตำแหน่งไม่สามารถเข้าถึงด้วยการเดินเท้าได้ในปัจจุบัน ภาพที่ทำการบันทึกใหม่จึงเป็นภาพในมุมมองใกล้เคียงมุมมองเดิม หรือเป็นภาพที่ทำการค้นหาเพิ่มเติมจากระบบฐานข้อมูล Google Street View แทน ในการศึกษาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางภูมิณีเวศแม่น้ำจึงเป็นการศึกษาด้วยการสังเกตภาพรวมของบริบทพื้นที่ รวมทั้งจะนำเสนอผลการศึกษาดูด้วยการบรรยาย แต่จะไม่ทำการวิเคราะห์ในเชิงปริมาณจากชุดภาพถ่ายภาคพื้น อีกทั้งยังมีเงื่อนไขจากสถานการณ์โรคระบาดโควิด - 19 ซึ่งทำให้สามารถลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลในสถานที่จริงได้เพียงครั้งเดียว คือช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 ทำให้บริบทของฤดูกาลในภาพถ่ายปัจจุบันที่ทำการบันทึกจึงอาจมีความคลาดเคลื่อนในเรื่องฤดูกาล และความเป็นปัจจุบันของข้อมูล

ภาพจากการเดินสำรวจพื้นที่ริมแม่น้ำปิงบริเวณเมืองเชียงใหม่ที่มีความใกล้เคียงกับภาพถ่ายเดิมตามประวัติศาสตร์ ได้มีการรวบรวมและแจกแจงข้อมูลได้ตามตารางที่ 9



## ตารางที่ 9 การรวบรวมภาพถ่ายภาคพื้นในในพื้นที่ศึกษา

| ที่มา  | ภาพ   | ตำแหน่งที่ทำการบันทึกภาพ  |
|--|---|---|
| การเดินทางสำรวจ<br>ภาคสนาม (10<br>ตุลาคม 2563) |    | โบสถ์คริสต์จักรที่ 1 เชียงใหม่<br>ละติจูด 18°47'15.12"N<br>ลองจิจูด 99° 0'16.26"E                             |
| การเดินทางสำรวจ<br>ภาคสนาม (10<br>ตุลาคม 2563) |    | เชิงสะพานนวรัฐ<br>ละติจูด 18°47'14.88"N<br>ลองจิจูด 99° 0'18.59"E   |
| Google<br>Street View                          |   | เชิงสะพานนวรัฐ ถนนเจริญเมือง<br>ละติจูด 18°47'15.24"N<br>ลองจิจูด 99° 0'18.68"E<br>(Google Street View, 2020) |
| การเดินทางสำรวจ<br>ภาคสนาม (10<br>ตุลาคม 2563) |  | ถ่ายจากบนสะพานนวรัฐ<br>ละติจูด 18°47'15.18"N<br>ลองจิจูด 99° 0'14.70"E  |
| การเดินทางสำรวจ<br>ภาคสนาม (11<br>ตุลาคม 2563) |  | ถ่ายจากแม่น้ำปิงฝั่งตะวันตก<br>ละติจูด 18°47'28.18"N<br>ลองจิจูด 99° 0'9.31"E                                 |

| ที่มา  | ภาพ  | ตำแหน่งที่ทำการบันทึกภาพ   |
|--|--|--|
| การเดินทางสำรวจ<br>ภาคสนาม (11<br>ตุลาคม 2563) |   | ถ่ายจากบนสะพานจันทร์สม<br>อนุสรณ์ (ข้าวแขก)<br>ละติจูด 18°47'27.86"N<br>ลองจิจูด 98° 0'5.71"E              |
| การเดินทางสำรวจ<br>ภาคสนาม (11<br>ตุลาคม 2563) |   | ถ่ายจากเชิงสะพานจันทร์สม<br>อนุสรณ์ แม่น้ำปิงฝั่งตะวันตก<br>ละติจูด 18°47'38.61"N<br>ลองจิจูด 99° 0'0.56"E |
| การเดินทางสำรวจ<br>ภาคสนาม (11<br>ตุลาคม 2563) |  | ภาพแนวกำแพงกันดิน จากเชิง<br>สะพานนครพิงค์<br>ละติจูด 18°47'36.75"N<br>ลองจิจูด 99° 0'1.61"E               |

ภาพต่าง ๆ ที่ได้ทำการสำรวจ บันทึก และรวบรวม จะเป็นส่วนหนึ่งในการเปรียบเทียบควบคู่กับแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและภาพถ่ายทางอากาศเพื่อทำความเข้าใจถึงบรรยากาศ วิถีชีวิตที่เกิดขึ้นในอดีตและปัจจุบัน ตลอดจนการระบุถึงการเปลี่ยนแปลงและมองเห็นผลกระทบที่เกิดขึ้นจากวิถีชีวิตที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของภูมิโนเวศแม่น้ำปิงต่อไป

## บทที่ 5

### การวิเคราะห์และผลการศึกษา

จากกระบวนการวิจัยที่ทำการศึกษานิยามภูมินิเวศแม่น้ำปิง การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน และการวิเคราะห์เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง รวมถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นบนภูมินิเวศแม่น้ำปิง ด้วยวิธีการซ้อนทับแผนที่ ระบุพื้นที่พลวัตน้ำหลาก การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน และการวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงจากการเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการเปรียบเทียบจากภาพถ่ายภาคพื้นดิน ได้ผลการวิจัยแบ่งเป็น 3 ส่วนตามระดับพื้นที่ ได้แก่

1. โครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และการเปลี่ยนแปลงทางภูมินิเวศของแม่น้ำปิง
2. ความเชื่อมโยงระหว่างแม่น้ำปิงและมนุษย์
3. การเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำปิงที่เกิดขึ้นกับภูมินิเวศแม่น้ำปิง และผลกระทบ

#### 5.1 โครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และการเปลี่ยนแปลงทางภูมินิเวศของแม่น้ำปิง

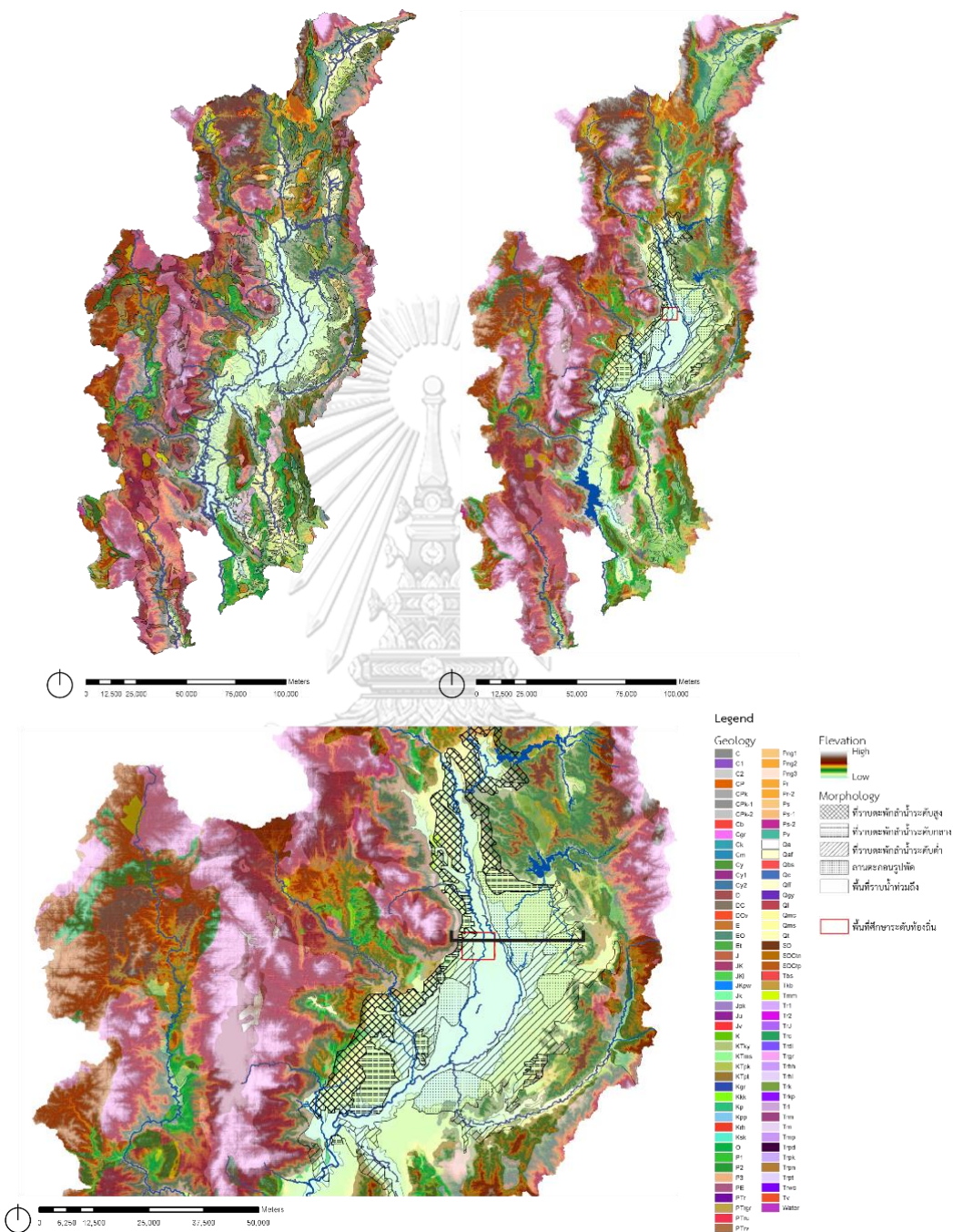
จากวิธีการซ้อนข้อมูลและทำแผนที่แสดงพื้นที่พลวัตน้ำหลาก ผนวกกับการทบทวนวรรณกรรมทั้งทฤษฎีที่เกี่ยวกับภูมินิเวศแม่น้ำและข้อมูลของพื้นที่ศึกษา ได้ผลการศึกษาโดยมีรายละเอียดในการอธิบาย แบ่งเป็นโครงสร้าง และกระบวนการของภูมินิเวศแม่น้ำปิง ผ่านการทำ ความเข้าใจภาพรวมในระดับลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน ดังนี้

##### 5.1.1. โครงสร้างของภูมินิเวศแม่น้ำปิง

เนื่องจากภูมินิเวศเป็นระบบความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบที่อยู่ภายในระบบบนแต่ละพื้นที่ วิธีการซ้อนทับข้อมูลขององค์ประกอบที่มีความสำคัญหลักในการอธิบายถึงรูปแบบกายภาพของพื้นที่นั้น ๆ

ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรม ได้ระบุไว้ว่าลุ่มแม่น้ำปิงมีลักษณะทางภูมิประเทศแบบมีเทือกเขาสลับซับซ้อน และมีพื้นที่แอ่งเป็นที่ราบภายในหุบเขา โดยแม่น้ำปิงมีต้นสายไหลมาจากบริเวณหุบเขาไหลผ่านกลางแอ่งลงไปยังจังหวัดลำพูนต่อไป (สสนก., 2555) เมื่อนำมาประกอบกับข้อมูลแผนที่ที่ได้ทำการซ้อนทับ ได้เห็นว่าข้อมูลระดับความสูงแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องของเทือกเขา แอ่งที่ราบหุบเขา กับแม่น้ำปิงในเชิงพื้นที่ เห็นได้จากลักษณะทางธรณีวิทยา โดยพื้นที่ที่มีระดับความสูงมากและมีความชัน จะมีลักษณะธรณีวิทยาโดยพื้นฐานเป็นหิน ในขณะที่ภายในพื้นที่ราบของแอ่งเชียงใหม่ลำพูนซึ่งมีความชันน้อย และมีความกว้าง จะเห็นลักษณะเป็นที่ราบตะพักลำน้ำในระดับต่าง ๆ ลานตะกอนรูปพัด และพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงเป็นที่ราบกว้าง ซึ่งได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำสายหลักที่สำคัญไหลผ่านพื้นที่แอ่งถึง 2 สาย ทำให้กระบวนการของแม่น้ำได้ส่งผลต่อลักษณะความกว้างของพื้นที่น้ำท่วมถึงไปด้วย องค์ประกอบเหล่านี้ยังเป็นลักษณะทางกายภาพที่สำคัญเป็นปัจจัยต่อ

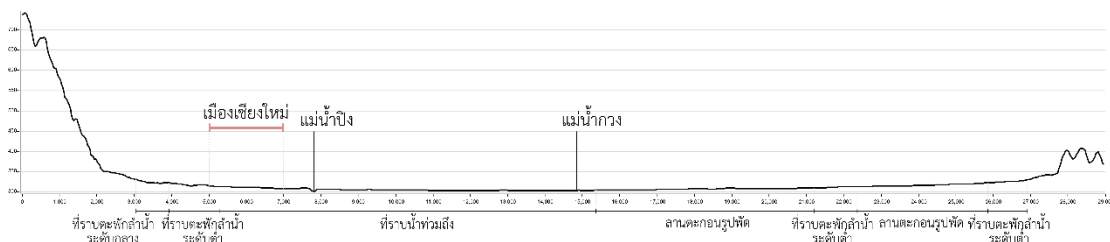
การเกิดชุมชนต่าง ๆ เช่น พื้นที่ศึกษาเมืองเชียงใหม่ ซึ่งเป็นเมืองที่ตั้งอยู่ในบริเวณลานตะพักลำน้ำระดับต่ำและพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (ภาพที่ 62)



ภาพที่ 62 โครงสร้างภูมิเนเวศระดับลุ่มน้ำปิงตอนบน จังหวัดเชียงใหม่ลำพูน และโครงสร้างภูมิเนเวศในระดับแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน

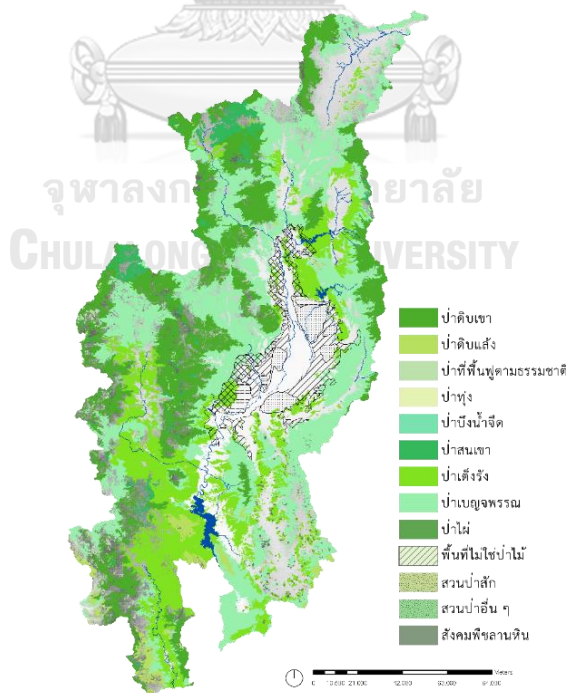
(ดัดแปลงจาก : SRTM, 2013; กรมทรัพยากรธรณี, 2559; นวลศิริ วงศ์ทางสวัสดิ์, 2534)





ภาพที่ 63 ภาพตัดแสดงภูมิประเทศ แม่น้ำสายสำคัญในแอ่งเชียงใหม่ - ลำพูน และที่ตั้งเมืองเชียงใหม่  
 ดัดแปลงจาก : FABDEM (Hawker & Neal, 2021)

ด้วยเงื่อนไขของภูมิประเทศ ธรณีสัณฐาน และอุทกวิทยาตามที่ได้ทำการอธิบาย จะเป็นตัวกำหนดให้เกิดรูปแบบของพืชพันธุ์ และสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำปิงตอนบนในแบบแผนที่สัมพันธ์กับลักษณะภูมิสัณฐานที่เป็นเทือกเขาและแอ่งที่ราบ ตามภาพที่แสดงรูปแบบสังคมพืช จะเห็นว่าในพื้นที่เทือกเขา จะมีรูปแบบของสังคมพืชเป็นป่าดิบเขาและป่าสนเขาเป็นหลัก ส่วนที่เป็นร่องเขา หรือแอ่งจะเป็นป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง และบริเวณพื้นที่ราบตะกอนน้ำ ซึ่งจะประกอบพื้นฐานสำหรับแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตที่อยู่บนเขา และบริเวณใกล้แม่น้ำในแอ่งเชียงใหม่ลำพูนมีความแตกต่างกันออกไปด้วย



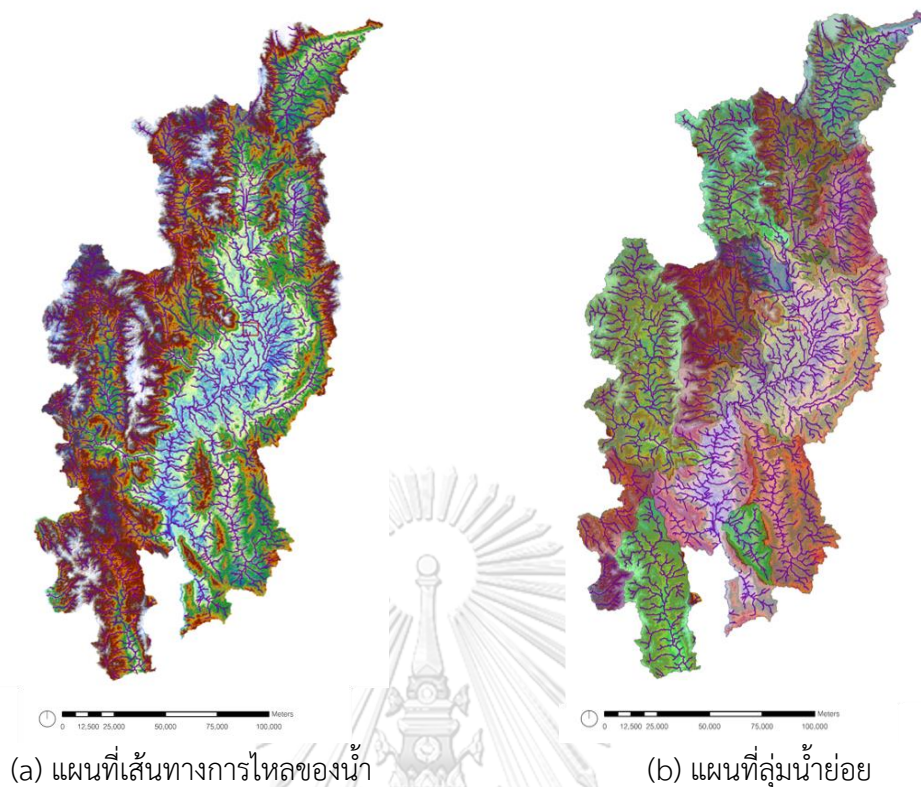
ภาพที่ 64 ประเภทป่าในลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน  
 (ดัดแปลงจาก : กรมทรัพยากรธรณี, 2561)

### 5.1.2. กระบวนการของภูมินิเวศแม่น้ำปิง

กระบวนการที่เกิดขึ้นของภูมินิเวศแม่น้ำที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบภูมินิเวศแม่น้ำคือ กระบวนการไหลของน้ำ และกระบวนการพลวัตน้ำหลาก ในการศึกษาจึงได้แสดงแผนที่เส้นลำน้ำและ ลุ่มน้ำย่อย เพื่อให้เห็นลักษณะภูมิประเทศกับโครงข่ายลำน้ำที่มีอิทธิพลต่อแม่น้ำปิง และทำแผนที่การ จำแนกน้ำผิวดินเพื่ออธิบายให้เห็นรูปการเปลี่ยนแปลงจากกระบวนการน้ำหลากที่เกิดขึ้นเป็นพลวัตใน รอบ 1 ปี

การทำแผนที่เส้นลำน้ำซึ่งเป็นการวิเคราะห์จากข้อมูลระดับความสูงภูมิประเทศ (ภาพที่ 65a) ทำให้เห็นลักษณะเส้นทางของลำน้ำที่จะมีลักษณะสอดคล้องไปตามสภาพภูมิประเทศ จากพื้นที่แหล่ง ต้นน้ำบนเขาไหลลงมารวมในแอ่งเชิงใหม่-ลำพูนเป็นอิทธิพลให้เกิดเส้นแม่น้ำปิง ก่อนจะไหลลงสู่ลุ่ม น้ำอื่น ๆ ต่อไป นอกจากนี้ หลังจากนำข้อมูลลุ่มน้ำย่อยมาซ้อนทับกับเส้นทางไหลของลำน้ำ (ภาพ ที่ 65b) จะทำให้เห็นระดับพื้นที่ของภูมินิเวศในระดับย่อย และลำน้ำสายย่อยที่ถูกแบ่งเป็นส่วนชัดเจน และสามารถเห็นว่าลำน้ำสายย่อยจากบนต้นน้ำเป็นแต่ละลุ่มน้ำย่อย แบ่งจากแต่ละแนวสันเขา และมี จุดรวมในบริเวณลักษณะภูมิประเทศแบบแอ่งที่ราบได้อย่างชัดเจนมากขึ้น

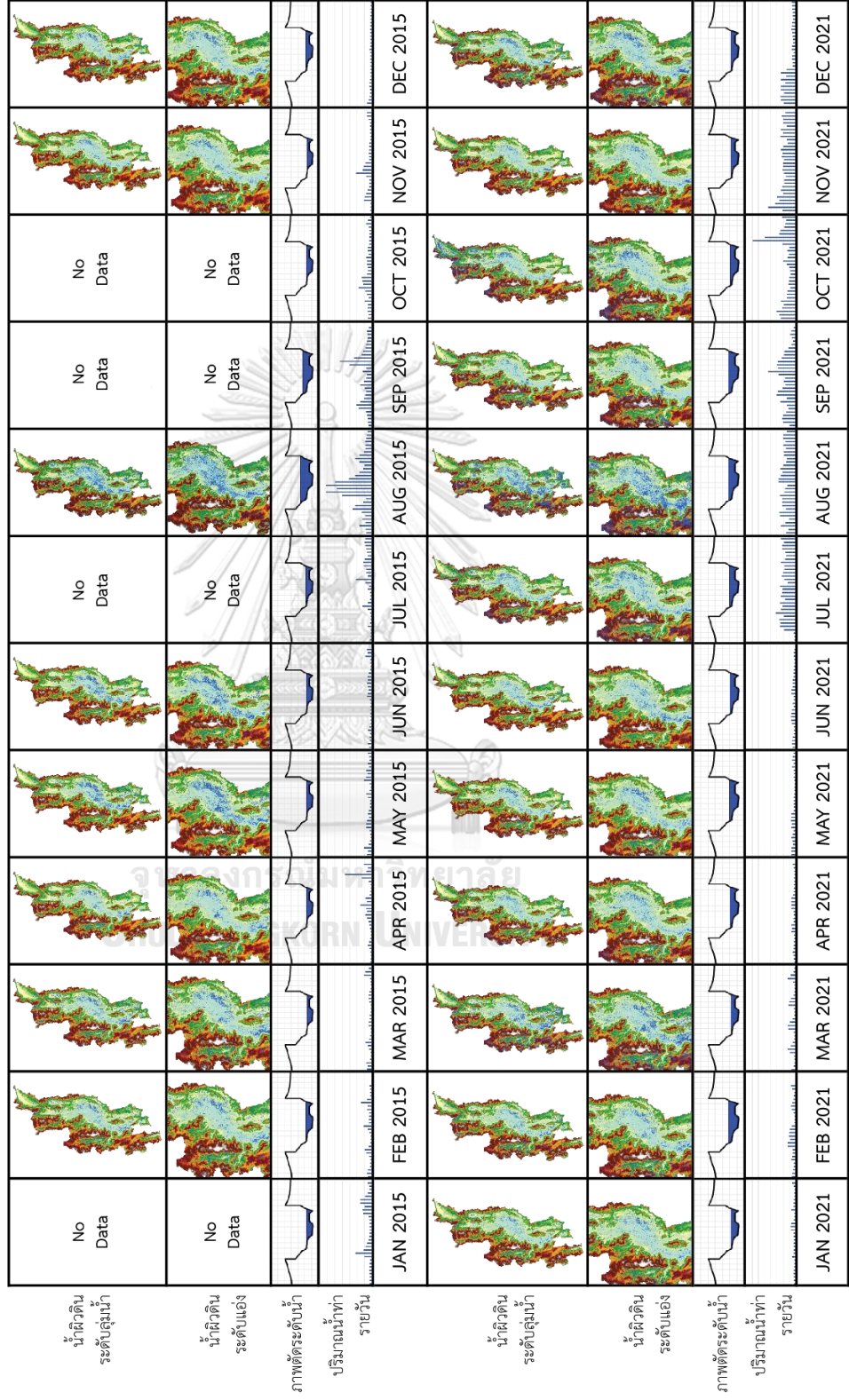
จากแผนที่เส้นทางไหลและแผนที่ลุ่มน้ำย่อยได้แสดงให้เห็นว่า กระบวนการไหลของน้ำ ตามเส้นทางลำน้ำภายในภูมินิเวศเป็นกระบวนการที่ส่งผลให้เกิดลักษณะโครงสร้างของภูมินิเวศต่าง ๆ ในบริเวณที่อยู่ถัดจากแนวลำน้ำ ทำให้เห็นถึงความสอดคล้องของความสัมพันธ์ทางนิเวศในมิติทาง ราบ จากภูมิประเทศ ธรณีสัณฐาน และช่องลำน้ำ และยังเห็นการเชื่อมต่อโครงข่ายลำน้ำในทางยาว จากพื้นที่ต้นน้ำบนเขา ลงมายังพื้นที่แอ่งที่ราบได้ ความเชื่อมต่อของพื้นที่ในมิติทางยาวนี้ยังบ่ง ชี้ให้เห็นได้ว่ากิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างลำน้ำในพื้นที่ลำน้ำในตอนบน จะทำให้ส่งผลกระทบต่อ พื้นที่ลำน้ำในส่วนถัดมาอีกด้วย



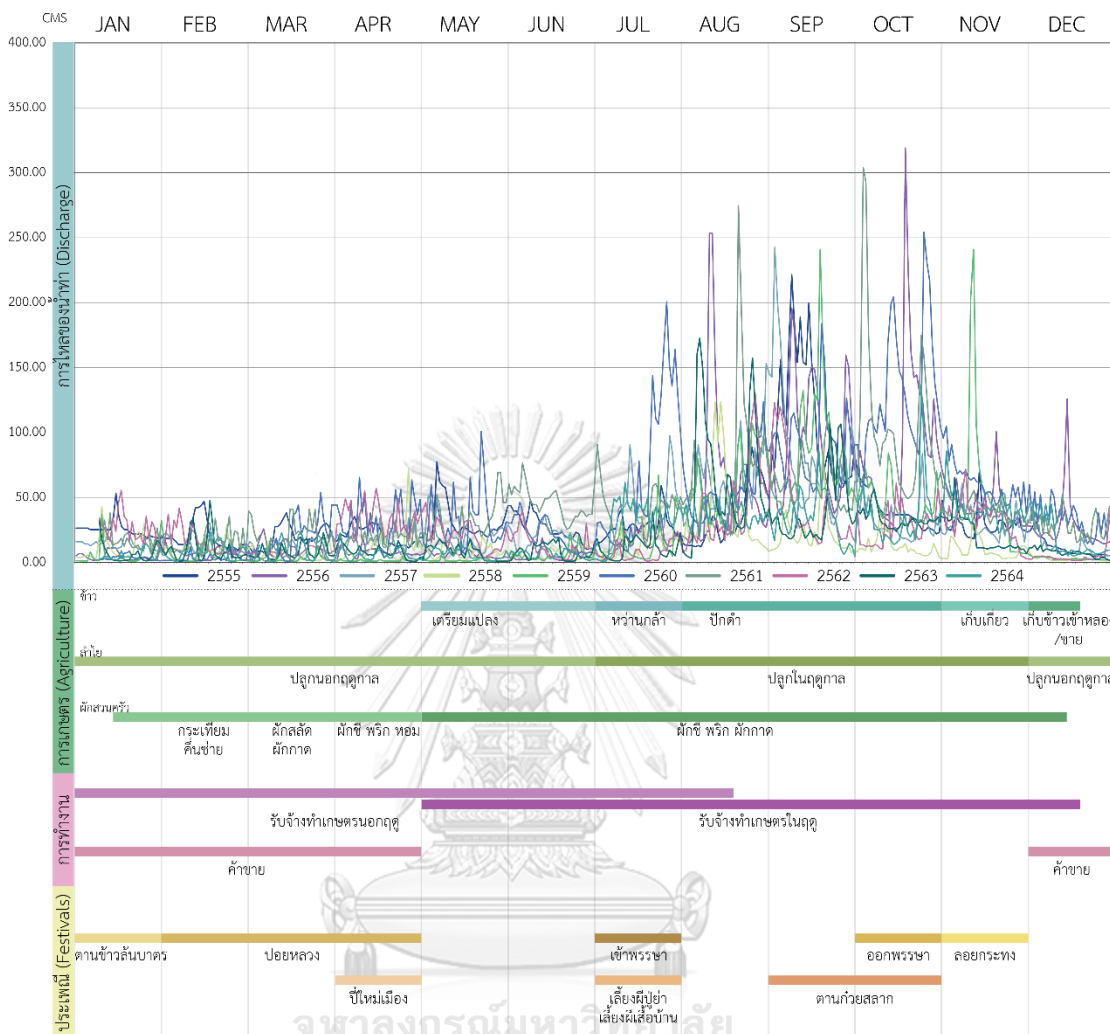
ภาพที่ 65 แผนที่เส้นทางการไหลของลำน้ำ และลุ่มน้ำย่อย

ในการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนถัดมา คือการจำแนกน้ำบนชั้นผิวดิน ได้ทำเป็นตารางเปรียบเทียบขอบเขตของพื้นที่น้ำผิวดิน และภาพตัดแสดงระดับน้ำในลำน้ำในแต่ละเดือน เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงในรอบ 1 ปีของภูมิภาคแม่น้ำ เทียบกับกราฟปริมาณน้ำท่า (ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน, ม.ป.ป.) ทำให้เห็นกระบวนการการเปลี่ยนแปลงของภูมิภาคแม่น้ำที่มีช่วงฤดูกลน้ำหลากและน้ำแล้งในพื้นที่ตามพลวัตน้ำหลาก (ภาพที่ 66) ซึ่งสอดคล้องกับการทบทวนวรรณกรรมข้อมูลพื้นที่ศึกษาที่ได้รับช่วงเวลาเข้าฤดูฝนในเดือนพฤษภาคม และเวลาเข้าฤดูน้ำหลากในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม สังเกตได้จากกราฟปริมาณน้ำท่าที่สูง และแผนที่ซึ่งแสดงน้ำผิวดินกระจายตัวหนาแน่นทั่วพื้นที่แอ่งเชียงใหม่ - ลำพูน หลังจากนั้น ในช่วงที่เข้าสู่ฤดูน้ำแล้งตั้งแต่พฤศจิกายน ยาวตลอดไปจนถึงช่วงเดือนมีนาคม - เมษายน จะเห็นลักษณะของกราฟแสดงปริมาณน้ำท่าที่ ลดลง รวมทั้งลักษณะในแผนที่ซึ่งแสดงน้ำผิวดินเพียงบางจุดเท่านั้น สอดคล้องข้อมูลที่มีการกล่าวถึงรูปแบบชีวิตที่มีความสัมพันธ์กับการทำนาในฤดูกาล “น้ำหลาก” ช่วงเดือนมิถุนายน กรกฎาคม ไปจนถึงเดือนพฤศจิกายนที่เข้าสู่ฤดู “น้ำแล้ง” ซึ่งเกิดวิถีชีวิตในรูปแบบอื่น ๆ แทนการทำนา (รังสรรค์ จันดี๊ะ, 2550; รัตนาพร เศรษฐกุล, 2552)

ตารางที่ 10 การจำแนกน้ำบนผิวดิน ปี พ.ศ. 2558 และปี พ.ศ. 2564  
 (ดัดแปลงจาก : ASF DAAC, 2015, 2021; ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน, ม.ป.ป.)







ภาพที่ 66 ปริมาณน้ำท่า (หน่วยลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) ที่สถานีวัดน้ำ P.1 อำเภอเมือง จังหวัด เชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555–2564 เทียบกับการผลิตทางการเกษตร การทำงาน และประเพณีในรอบปี (ดัดแปลงจาก : ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน, ม.ป.ป.: สมบูรณ์ บุญชู และ สุนันมาลัย สิงหะ, 2550)

ในผลการศึกษาทั้ง 2 ส่วนของการอธิบายโครงสร้าง กระบวนการ และการเปลี่ยนแปลงของ ภูมินิเวศแม่น้ำ ได้เห็นว่าโครงสร้างของภูมินิเวศแม่น้ำมีองค์ประกอบในหลายมิติซ้อนทับกันและสร้าง ให้เกิดรูปแบบทางกายภาพของภูมินิเวศแม่น้ำตามปัจจัยต่าง ๆ เช่น ภูมิประเทศ ธรณีวิทยา ปัจจัย ทางอุทกวิทยา รวมถึงลักษณะของภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในพื้นที่ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ และขอบเขตของพื้นที่น้ำหลากตามฤดูกาล ซึ่งมีความแตกต่างออกไปในแต่ละเดือน แบบแผนของการ

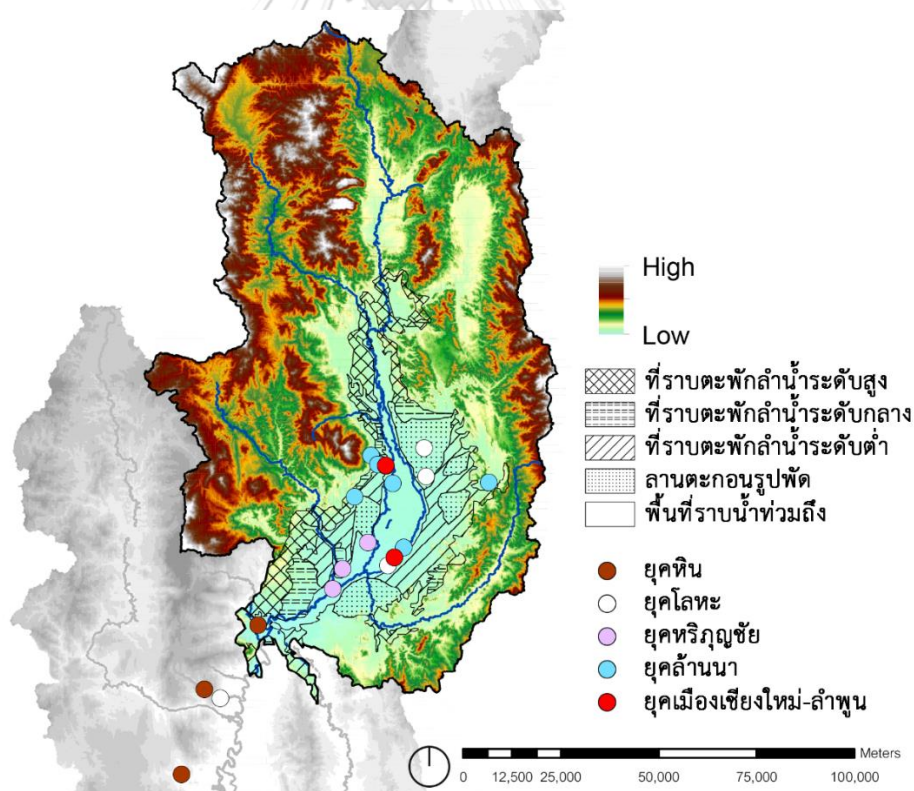
เปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นเป็น “พลวัต” ของแม่น้ำ เป็นกระบวนการและบทบาทหน้าที่ที่ทำให้แม่น้ำเกิดการแลกเปลี่ยนสสารวัตถุ และพลังงานกับพื้นที่ภูมิเวศในส่วนอื่นภายนอกช่องลำน้ำ (Opperman et al., 2017) ซึ่งนอกจากกระบวนการดังกล่าวจะมีบทบาทหน้าที่ดำรงกระบวนการและมีอิทธิพลต่อโครงสร้างทางกายภาพของภูมิเวศแล้ว ยังส่งผลต่อรูปแบบการดำรงชีวิตของมนุษย์ที่มีความหลากหลายขึ้นอยู่กับฤดูกาลของน้ำที่เป็นหลักในการผลิตผลทางเกษตรกรรมอีกด้วย โดยในการอธิบายถึงความเชื่อมโยงระหว่างภูมิเวศแม่น้ำปิงและมนุษย์ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น จะทำการอธิบายในส่วนถัดไป

## 5.2 ความเชื่อมโยงระหว่างแม่น้ำปิงและมนุษย์

### 5.2.1. ความเชื่อมโยงระหว่างแม่น้ำปิงและมนุษย์ในเชิงพื้นที่

#### 1. การตั้งถิ่นฐานและการขยายพื้นที่ของมนุษย์

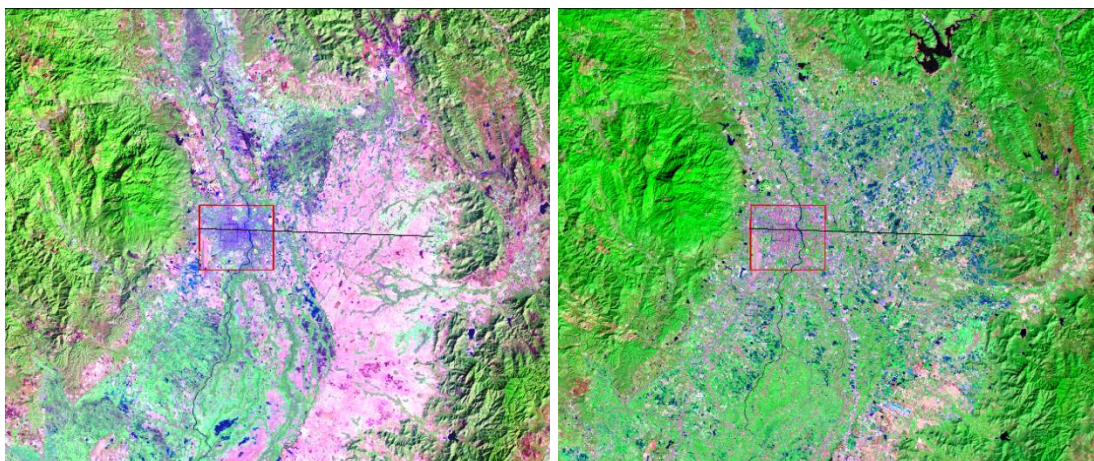
การอธิบายผลการศึกษาเรื่องความเชื่อมโยงระหว่างแม่น้ำปิงและมนุษย์ ใช้ข้อมูลทางประวัติศาสตร์ควบคู่กับการทำแผนที่การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินเป็นพื้นฐานในการอธิบาย จากการศึกษา พบข้อสังเกตเกี่ยวกับรูปแบบการตั้งถิ่นฐานและการใช้พื้นที่ของมนุษย์ดังนี้



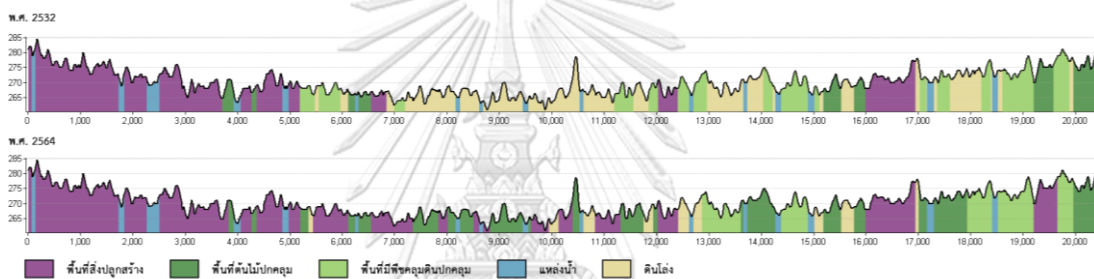
ภาพที่ 67 ตำแหน่งการตั้งถิ่นฐานชุมชนในยุคต่าง ๆ เทียบกับลักษณะภูมิเวศแอ่งเชียงใหม่ - ลำพูน (ดัดแปลงจาก : กรมทรัพยากรธรณี, ม.ป.ป.; นวลศิริ วงศ์ทางสวัสดิ์, 2534; วิชัย กิตติกร, 2532 หน้า 7; SRTM, 2013)

ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมได้มีการกล่าวถึงรูปแบบการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ที่เคยมีรูปแบบการอยู่อาศัยบนพื้นที่สูงในยุคการล่าสัตว์และเก็บของป่า ก่อนจะมีการเคลื่อนย้ายลงมาอาศัยในบริเวณพื้นที่เนินเขา หรือพื้นที่ตอน จนยุคเกษตรกรรมมีการเปลี่ยนรูปแบบการตั้งถิ่นฐานกระจายตามแนวลำน้ำแทน (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552) ซึ่งเมื่อกำหนดตำแหน่งพิกัดพื้นที่ชุมชนในแต่ละยุคต่าง ๆ เห็นได้ว่ามีตำแหน่งของร่องรอยการอยู่อาศัยในยุคหินบนพื้นที่เชิงเขา ลงมายังพื้นที่บนแอ่ง ซึ่งมีการพบหลักฐานทั้งการตั้งชุมชนและการใช้เครื่องมือหินขัดต่าง ๆ ในแหล่งโบราณคดีออบหลวง ซึ่งเป็นแหล่งโบราณคดีที่เก่าแก่ที่สุดที่พบเห็นหลักฐานพัฒนาการของวิถีชีวิตมนุษย์ (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552) และยังพบแหล่งโบราณคดีอื่น ๆ เช่น บริเวณอำเภอดอยสะเก็ด แหล่งโบราณคดีบ้านวังโฮ ซึ่งมีร่องรอยการอยู่อาศัยตามแนวลำน้ำ และพบเห็นถึงวิถีชีวิต การประกอบพิธีกรรมต่าง ๆ ที่พบหลักฐานทางโบราณคดีสมัยเกษตรกรรมระยะพุทธศตวรรษที่ 1-10 (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552) ซึ่งจากข้อมูลระบุว่าในยุคสมัยโลหะตอนปลายที่พบการตั้งถิ่นฐานตามแนวลำน้ำ พบชุมชนอยู่ในพื้นที่ราบขั้นบันไดระดับต่ำหรือลาดตักลำน้ำระดับต่ำ และที่ราบน้ำท่วมถึง ระดับความสูงไม่เกิน 300 เมตร และระหว่าง 300-700 เมตร (สายัณห์ ไพโรชญางิตกร อ้างถึงใน รัตนพร เศรษฐกุล, 2552) ซึ่งจะเห็นได้จากข้อมูลดังกล่าวมีความสอดคล้องกับตำแหน่งของชุมชนที่ได้ทำการกำหนดลงแผนที่ กับลักษณะทางภูมิศาสตร์และธรณีสัณฐานที่ปรากฏในแผนที่

นอกจากนี้ ข้อมูลที่ได้ทำการศึกษาจากวิธีการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน ซึ่งใช้การผสมสีเท็จให้แสดงผลเน้นพื้นที่สิ่งปลูกสร้างเป็นหลัก ผ่านข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT ในวันที่ 3 กุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2532 และปี พ.ศ. 2564 ยังทำให้เห็นถึงรูปแบบของการขยายตัวของพื้นที่สิ่งปลูกสร้างในบริเวณพื้นที่ศึกษา โดยมีจุดที่มีความหนาแน่นสูงในพื้นที่เมืองเชียงใหม่ หรือสามารถกล่าวได้ว่าการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการขยายตัวของเมืองเชียงใหม่ กระจายออกสู่พื้นที่อำเภออื่น ๆ ที่อยู่ข้างเคียง



ภาพที่ 68 (ซ้าย) การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน เน้นแสดงพื้นที่เมือง ปี พ.ศ. 2532  
 ภาพที่ 69 (ขวา) การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน เน้นแสดงพื้นที่เมือง ปี พ.ศ. 2564



ภาพที่ 70 กราฟแสดงระดับความสูงและสิ่งปกคลุมผิวดินภายในพื้นที่แอ่งเชียงใหม่ – ลำพูน  
 (ดัดแปลงจาก : JAXA/METI, 2011)

จากการเปรียบเทียบสิ่งปกคลุมผิวดินด้วยข้อมูลในปี พ.ศ. 2532 และ พ.ศ. 2564 สามารถบ่งชี้ประเภทสิ่งปกคลุมผิวดินได้เป็น 4 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ สิ่งปลูกสร้าง พื้นที่ต้นไม้ปกคลุม พื้นที่พืชคลุมดินปกคลุม แหล่งน้ำ และดินโล่ง และพบการเปลี่ยนแปลงดังนี้

- ก. พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง แต่เดิมข้อมูลในปี พ.ศ. 2532 จะมีการกระจุกตัวของสิ่งปลูกสร้างบริเวณเมืองเชียงใหม่ ในคูเมืองและบริเวณรอบคูเมืองภายในถนนวงแหวนรอบที่ 1 พื้นที่ปลูกสร้างบริเวณอื่นโดยส่วนใหญ่จะตั้งอยู่ตามแนวถนนและเส้นลำน้ำบางจุด ซึ่งเป็นชุมชนขนาดเล็กที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าในบริเวณตัวเมือง

ข้อมูลในปี พ.ศ. 2564 แสดงให้เห็นการขยายตัวของเมืองเชียงใหม่ จากรูปแบบของสิ่งปกคลุมผิวดินประเภทสิ่งปลูกสร้างที่มีความหนาแน่นมากขึ้นและมีขอบเขตพื้นที่ที่กว้างขึ้น

ข. พื้นที่ส่วนการเกษตรกรรมที่เห็นจากภาพการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน มีทั้งส่วนที่เป็นนาข้าว (พื้นที่พืชคลุมดินปกคลุม) ส่วนที่เป็นพืชไร่และพืชสวน (พื้นที่ต้นไม้ปกคลุม) และส่วนที่เป็นพื้นที่นานอกช่วงเวลาเพาะปลูก (ดินโล่ง) ในข้อมูลปี พ.ศ. 2532 จะเห็นพื้นที่ส่วนใหญ่ในแอ่งเชียงใหม่ – ลำพูนเป็นพื้นที่นาในสภาพดินโล่ง เนื่องจากเป็นช่วงเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งอยู่ในฤดูน้ำแล้ง เป็นนอกระยะเพาะปลูก มีพื้นที่บางจุดที่อยู่บนพื้นที่เชิงเขาหรือที่สูงที่พบรูปแบบแปลงปลูกพืชไร่พืชสวน และป่าในพื้นที่เขาสูง

ข้อมูลในปี พ.ศ. 2564 พบการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมผิวดิน โดยมีสัดส่วนของสิ่งปกคลุมผิวดินประเภทต้นไม้ปกคลุมมากขึ้น สันนิษฐานว่ามีการพัฒนาเปลี่ยนพื้นที่นาบางส่วนเป็นแปลงปลูกพืชไร่และพืชสวนแทน และมีการปลูกพืชไร่พืชสวนในบริเวณพื้นที่ต่ำของแอ่งเชียงใหม่ – ลำพูนมากขึ้นด้วย

## 2. การใช้พื้นที่ในแอ่งเชียงใหม่ลำพูน

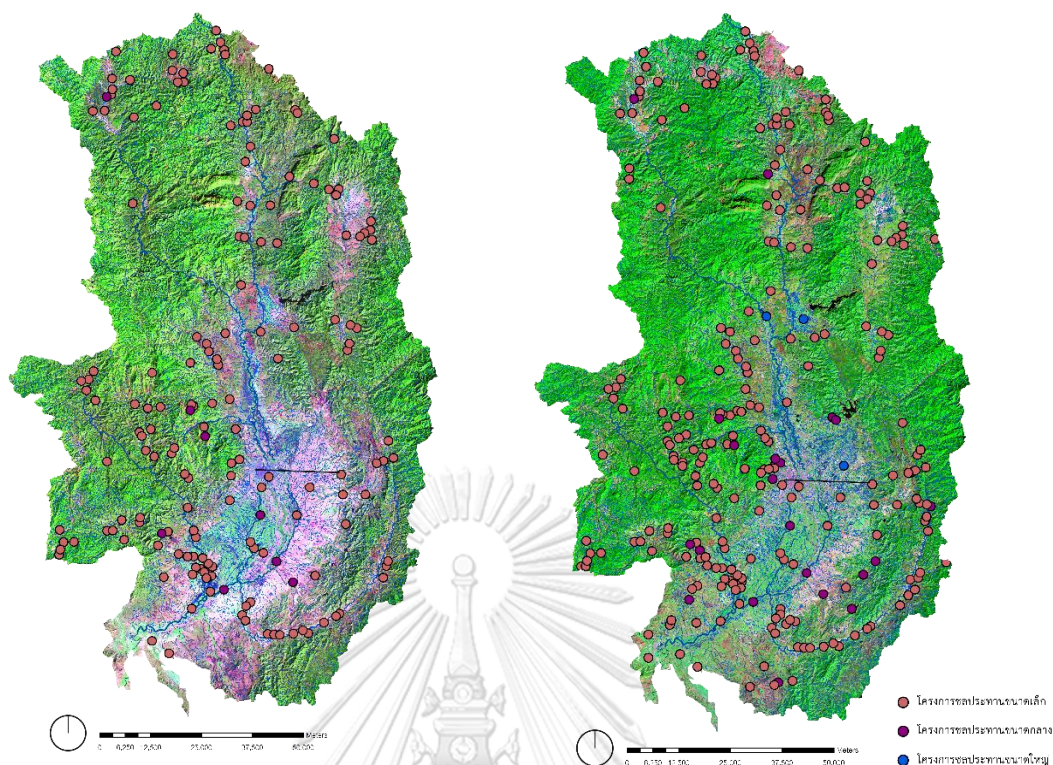
นอกจากการตั้งเมือง และการขยายตัวของเมืองที่เป็นประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับภูมิโน้มน้ำ ในปัจจัยด้านวิถีชีวิตภายในแอ่งเชียงใหม่ – ลำพูนซึ่งเป็นรูปแบบสังคมเกษตรกรรมมาอย่างยาวนาน ทำให้การเกษตร และการวางระบบชลประทาน เป็นหนึ่งในเงื่อนไขที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภูมิโน้มน้ำของแอ่งเชียงใหม่ – ลำพูนด้วย จากภาพที่ 71 แสดงตำแหน่งฝาย และเส้นลำน้ำสายย่อยในพื้นที่ซึ่งมีบางส่วนถูกใช้เป็นที่ลุ่มน้ำจากระบบเหมืองฝาย ลำคลองต่าง ๆ สำหรับการอุปโภคบริโภค การส่งน้ำ และการคมนาคมในพื้นที่ และภาพที่ 72 แสดงข้อมูลตำแหน่งโครงการชลประทานในปัจจุบัน

จากข้อมูลทางประวัติศาสตร์ของพื้นที่ ได้กล่าวถึงระบบเหมืองฝาย ระบบการชลประทานของท้องถิ่นชุมชนล้านนาที่มีมาอย่างยาวนานซึ่งมีขึ้นเพื่อการทดน้ำ โดยใช้อิทธิพลของภูมิประเทศและโน้มน้ำของโลกเป็นตัวช่วยในการกระจายน้ำเข้าพื้นที่เกษตรกรรม และนำไปสู่การบริหารจัดการน้ำภายในชุมชน ระบบเหมืองฝายที่มีอยู่เดิมนั้นเป็นระบบที่ส่งเสริมกับระบบการทำนาตามฤดูกาลในช่วงฤดูน้ำหลาก เนื่องจากการใช้ “ฝาย” ธรรมชาติจากไม้ ไม้ไผ่ หรือหิน หนุนระดับน้ำในช่วงที่ระดับน้ำในแม่น้ำสูงขึ้นให้ไหลทะลุสู่เส้น “ลำเหมือง” เพื่อส่งต่อน้ำเข้าพื้นที่นาที่จัดสรร (พรพิไล เลิศวิชา และคณะ, 2552) จากข้อมูลดังกล่าว ร่วมกับข้อมูลการเพาะปลูกเทียบกับปริมาณน้ำท่าที่มีอยู่เดิม (ภาพที่ 66) ได้สะท้อนให้เห็นว่าวิถีชีวิตของคนในพื้นที่มีความเชื่อมโยงกับพลวัตของแม่น้ำตามฤดูกาล และใช้ขีดความสามารถตามธรรมชาติเป็นเงื่อนไขในการใช้งานภูมิโน้มน้ำ ทั้งในการทำเกษตรกรรมและการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพื่อให้ตอบรับกับวิถีชีวิตที่เกิดขึ้น



เวลาต่อมา หลังจากช่วงที่เกิดการรวมประเทศและพัฒนาเชียงใหม่ให้เชื่อมโยงกับศูนย์กลาง กรุงเทพฯ ในปี พ.ศ. 2442 เป็นต้นมา ระบบทั้งทางสังคมต่าง ๆ รวมทั้งระบบเกษตรกรรมในภาคเหนือเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก เนื่องจากการผลิตจากเดิมที่เน้นการบริโภคในครัวเรือน และแลกเปลี่ยนซื้อขายในส่วนที่เหลือจากการบริโภค กลายเป็นระบบที่ต้องทำการผลิตให้ได้ผลผลิตมากขึ้นเพื่อสร้างรายได้ในรูปแบบเงินเพื่อให้สามารถจ่ายภาษีให้กับส่วนกลางได้ (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552) ระบบใหม่ที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกายภาพของพื้นที่ เนื่องจากผู้ประกอบการอาชีพเกษตรกรจำเป็นต้องทำการเพาะปลูกเพื่อจัดจำหน่ายมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีตั้งแต่การเปลี่ยนพันธุ์ข้าวที่ปลูกเพื่อเพิ่มจำนวนรอบปลูกในหนึ่งปี การเปลี่ยนพื้นที่นาให้กลายเป็นพืชสวนลำไยเนื่องจากได้ราคาสูงกว่าผลผลิตข้าว เป็นต้น (รังสรรค์ จันต๊ะ, 2550; Spreer, Satienerakul, Ongprasert, & Müller, 2012; Spreer, Schulze, Ongprasert, Winai Wiriya-Alongkorn, & Müller, 2013)

ระบบโครงสร้างชลประทานที่เกิดขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2472 เป็นระบบพัฒนาด้วยจุดประสงค์เพื่อการเพิ่มผลผลิต ทำให้การพัฒนาเป็นไปในรูปแบบที่ส่งเสริมการกักเก็บให้มีปริมาณน้ำเพียงพอสำหรับการทำเกษตรกรรมตลอดทั้งปี และเพื่อการขยายพื้นที่เพาะปลูก (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552) โดยมีโครงการรูปแบบต่าง ๆ ตามที่แสดงให้เห็นผ่านแผนที่ (ภาพที่ 72) ทั้งการทำโครงสร้างท่อเพื่อส่งน้ำและระบายน้ำ การสร้างอ่างเก็บน้ำ การตาดล้าเหมืองคอนกรีต และการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนฝาย โครงสร้างธรรมชาติเป็นโครงสร้างคอนกรีต การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเหล่านี้ส่งผลโดยตรงต่อกระบวนการไหล และการล้นตลิ่งของแม่น้ำ (Wohl, 2004) นอกจากนี้ในส่วนของโครงสร้างต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามเส้นแม่น้ำปิงแต่ละส่วน ยังส่งผลต่อโครงสร้างลำน้ำ ทำให้แม่น้ำปิงแคบลง ส่งผลต่อกระแสน้ำที่หลากท่วมไหลแรงขึ้น และลดระดับน้ำลงไปด้วย (สมนึก ชัชวาลย์, 2548)



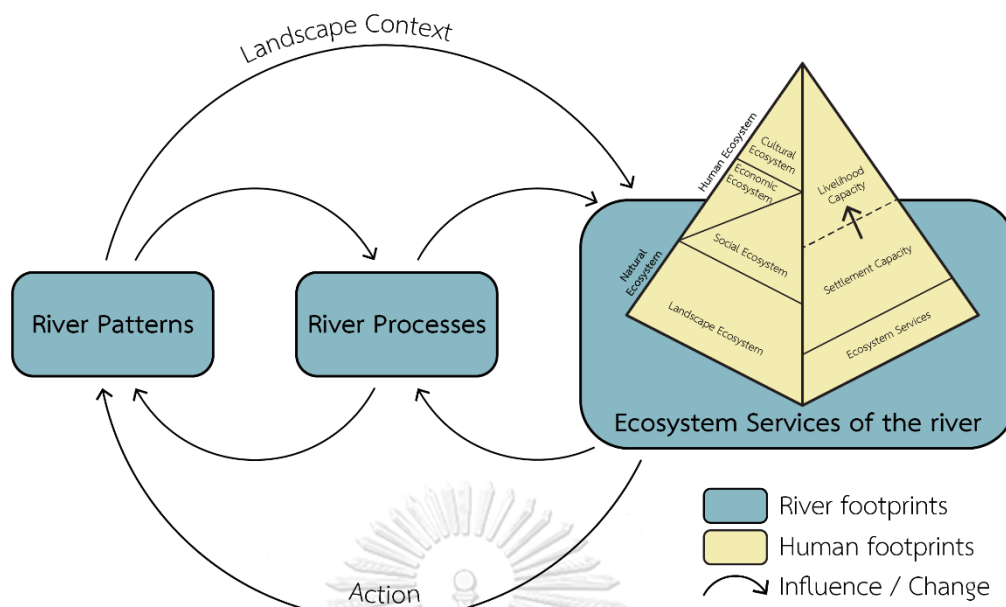
ภาพที่ 71 ตำแหน่งฝายในแอ่งเชียงใหม่ลำพูน      ภาพที่ 72 ตำแหน่งโครงการชลประทานประเภทต่าง ๆ ในแอ่งเชียงใหม่ลำพูน  
(ที่มา : กรมชลประทาน, ม.ป.ป.)

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของการใช้พื้นที่ในระดับมหภาค มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบโครงสร้าง และกระบวนการที่เกิดขึ้นในพื้นที่ระดับย่อย ข้อมูลตำแหน่งโครงสร้างชลประทานที่ได้แสดงในแผนที่ (ภาพที่ 72) ทำให้เห็นถึงโครงสร้างที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง และเงื่อนไขปัญหาที่เกิดขึ้นต่อภูมินิเวศแม่น้ำปิงในภาพรวมของพื้นที่ศึกษาแอ่งเชียงใหม่ – ลำพูน ทั้งนี้การระบุปัญหาเชิงรายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศแม่น้ำปิงและตัวเมืองเชียงใหม่ จะทำการอธิบายโดยเน้นการเปลี่ยนแปลงที่สามารถสำรวจได้ทางกายภาพต่อไปในระดับพื้นที่ศึกษาย่อย

#### 5.2.2. ความเชื่อมโยงระหว่างแม่น้ำปิงและมนุษย์ในเชิงวิถีชีวิต

นอกจากมิติทางโครงสร้างที่ทำการวิเคราะห์ได้ในเชิงพื้นที่ ความเชื่อมโยงระหว่างมนุษย์กับภูมินิเวศในมิติอื่น ๆ นั้นยังสามารถศึกษาด้วยพื้นฐานกรอบการศึกษาเรื่องระบบสังคมนิเวศวิทยา และบริการเชิงนิเวศ โดยผู้ศึกษาได้สรุปกรอบแนวคิดจากการทบทวนวรรณกรรมเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และภูมินิเวศแม่น้ำได้ดังภาพ





ภาพที่ 73 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบ กระบวนการของแม่น้ำ และมนุษย์  
ที่มา : ดัดแปลงจากแนวคิดสังคมนิเวศวิทยา (Social Ecological System: SES) (Dunham et al., 2018) และแนวคิดภูมินิเวศ (Thaitakoo, 2021)

ในการอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างมนุษย์กับแม่น้ำ จะใช้ข้อมูลทางประวัติศาสตร์ล้านนา และเมืองเชียงใหม่-ลำพูนจากการทบทวนวรรณกรรมมาจำแนก และจัดหมวดหมู่ด้วยเกณฑ์การบริการเชิงนิเวศ (Junk, 1997; Millennium Ecosystem Assessment, 2005) โดยได้ผลการศึกษาเป็นแผนภาพอธิบายตามแต่ละหัวข้อ ดังนี้

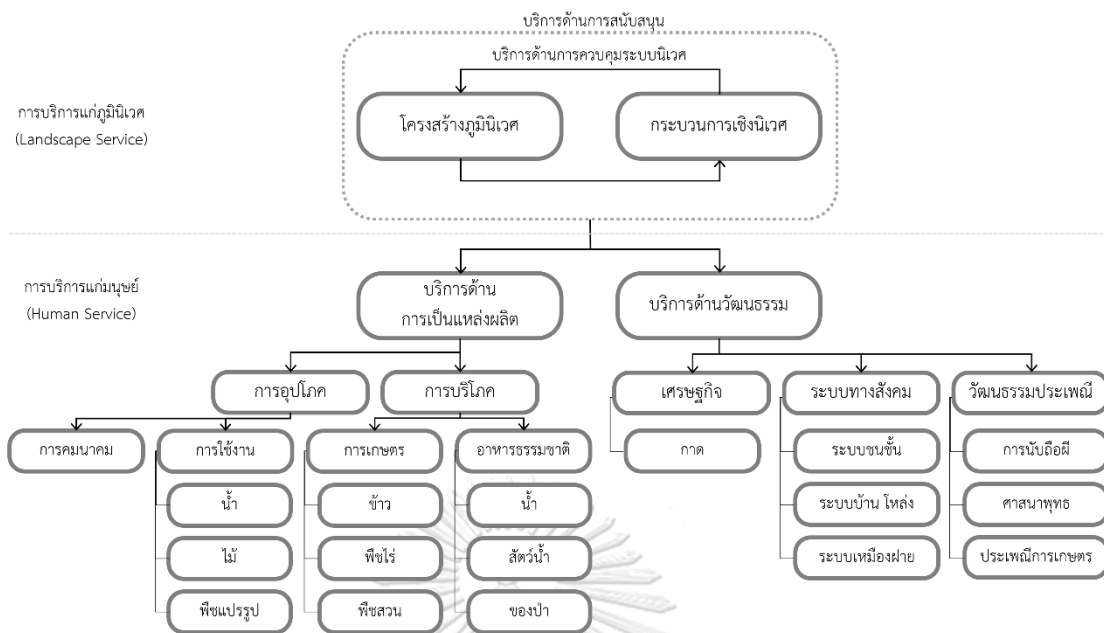
1. บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต (Provisioning Services) : แหล่งผลิตในที่นี้หมายถึงได้ทั้งในฐานะของการเป็นแหล่งน้ำ อาหาร หรือทรัพยากรอื่น ๆ ที่จับต้องได้ (Böck, Polt, & Schülting, 2018) โดยแม่น้ำปิงมีความสำคัญต่อชุมชนต่าง ๆ ในเชียงใหม่-ลำพูน ทั้งเป็นแหล่งของสัตว์น้ำที่ชาวบ้านบริโภค เป็นแหล่งน้ำที่สำคัญต่อการเกษตรกรรม และยังเป็นเส้นทางในการคมนาคมหลักในการเดินทางและขนส่งสินค้าในเชียงใหม่ลำพูนในสมัยล้านนาอีกด้วย (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552)

2. บริการด้านการควบคุมระบบนิเวศ (Regulating Services) : เป็นการบริการที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศเพื่อคงให้กระบวนการสามารถเกิดขึ้นต่อไปได้ (Böck et al., 2018) เช่น กระบวนการของพลวัตน้ำหลาก และน้ำแล้งซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงหมุนเวียนเป็นวัฏจักร (Tockner, Pennetzdorfer, Reiner, Schiemer, & Ward, 1999) ทำให้ภูมินิเวศภายในแม่น้ำปิงในส่วนต่าง ๆ มีเงื่อนไขเป็นไป

ตามระบบธรรมชาติ เกิดเหตุการณ์ขยายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต (เช่น ปลา) เกิดการย้ายถิ่น เกิดความอุดมสมบูรณ์ในพื้นที่บริเวณต่าง ๆ ในระบบภูมินิเวศแม่น้ำปิง ตลอดจนเกิดการถ่ายทอดความเข้าใจและนำไปสู่การรับรู้ถึงช่วงเวลาของฤดูกาล และกลายเป็นพื้นฐานของวิถีชีวิตที่เป็นไปตามฤดูกาล เช่น การทำนาหว่านน้ำหลาก และค้าขายในหน้าน้ำแล้ง (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552)

3. บริการด้านการสนับสนุน (Supporting Services) : เป็นพื้นฐานสำหรับบริการเชิงนิเวศด้านอื่น ๆ โดยจะเกี่ยวกับวัฏจักรที่มีส่วนส่งเสริมให้เกิดกระบวนการต่าง ๆ ที่เหลือ เช่น การเกิดวัฏจักรหมุนเวียนสารอาหารในระบบนิเวศแม่น้ำ ซึ่งเป็นส่วนเติมความอุดมสมบูรณ์ให้กับพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง หรือกระบวนการผลิตขั้นปฐมภูมิ (Primary Production) (Böck et al., 2018)

4. บริการด้านวัฒนธรรม (Cultural Services) : เป็นบริการเชิงนิเวศที่ให้ประโยชน์เกี่ยวกับความเชื่อมโยงของมนุษย์ด้านจิตใจ จิตวิญญาณ หรือความรู้สึก นำมาสู่การให้คุณค่าแม่น้ำผ่านความเชื่อการเคารพ หรือการเกิดประเพณีที่เกี่ยวข้องกับแม่น้ำ เป็นต้น (Böck et al., 2018) ในมิติทางวัฒนธรรม แม่น้ำปิงได้สร้างให้เกิดอารยธรรมของเมืองล้านนา และมีอิทธิพลต่อระบบการปกครองแบบบ้านโหลงที่ใช้ลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นตัวกำหนดพื้นที่ การจัดการภายในระบบชุมชนจากทรัพยากรลำน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่เป็นระบบเหมืองฝาย ตลอดจนการเกิดระบบความเชื่อและนับถือผีที่ผูกพันกับป่าเขาและแม่น้ำ และประเพณีต่าง ๆ ที่ต้องทำความเคารพกราบไหว้และดูแลรักษาทรัพยากรแม่น้ำปิง และแหล่งน้ำอื่น ๆ ที่สำคัญต่อการเกษตรซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากความเชื่อดังกล่าวเช่นกัน



ภาพที่ 74 แผนภูมิสรุปการบริการเชิงนิเวศแม่น้ำปิง

### 5.3 การเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำปิงที่เกิดขึ้นกับภูมินิเวศแม่น้ำปิง และผลกระทบ

จากการวิเคราะห์ในภาพรวมของพื้นที่แอ่งเชิงใหม่ลำพูนด้วยวิธีการซ้อนทับข้อมูลที่ตั้งของตัวเมืองในยุคสมัยต่าง ๆ กับปัจจัยทางโครงสร้างภูมินิเวศ และการทำแผนที่การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน ทำให้เห็นได้ว่ามนุษย์ในยุคแรกเริ่ม มีการพึ่งพาพื้นที่ภูมินิเวศเป็นปัจจัยหลักในการเลือกพื้นที่สำหรับการอยู่อาศัยและรวมกลุ่มชุมชน ทั้งปัจจัยทางภูมิศาสตร์ และปัจจัยจากการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำในมิติต่าง ๆ แต่หลังจากมีการตั้งถิ่นฐานและการพัฒนารูปแบบของชุมชนหรือเมืองต่าง ๆ ในเวลาต่อมา จะเห็นรูปแบบการขยายและกระจายตัวของเมืองที่เปลี่ยนไป โดยมีการเพิ่มปัจจัยการขยายตัวเมืองจากเส้นทางของถนนที่เชื่อมจากพื้นที่แต่ละเมืองเข้าด้วยกัน (ดวงจันทร์ อาภาวัชรุตม์, 2536)

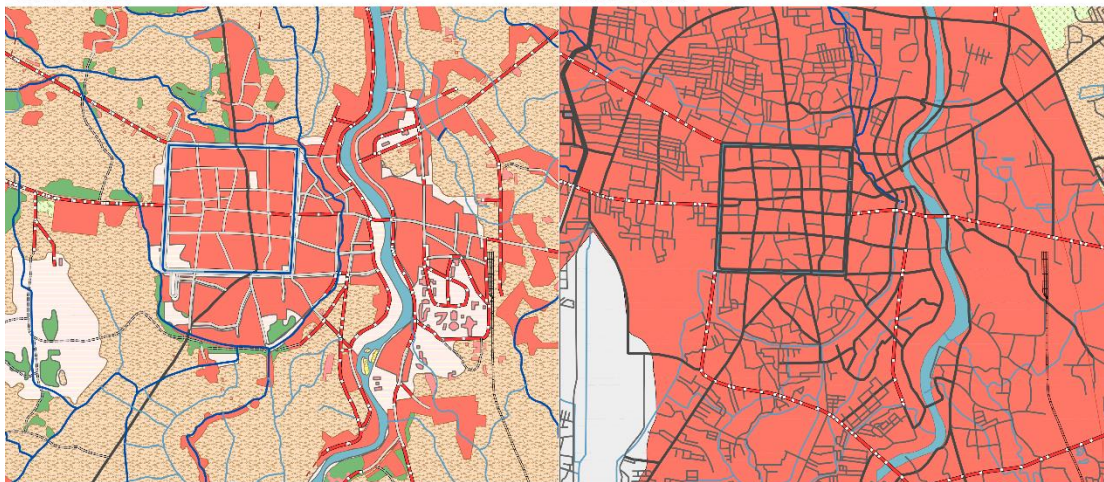
ทั้งนี้ ในการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับภูมินิเวศแม่น้ำปิง ได้ใช้เครื่องมือการเปรียบเทียบจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน และการเปรียบเทียบจากภาพถ่ายภาคพื้นเป็นเครื่องมือในการศึกษา ซึ่งผลการศึกษาในแต่ละส่วนจะทำการอธิบายในรายละเอียดตามลำดับ ดังนี้

### 5.3.1. การเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดิน

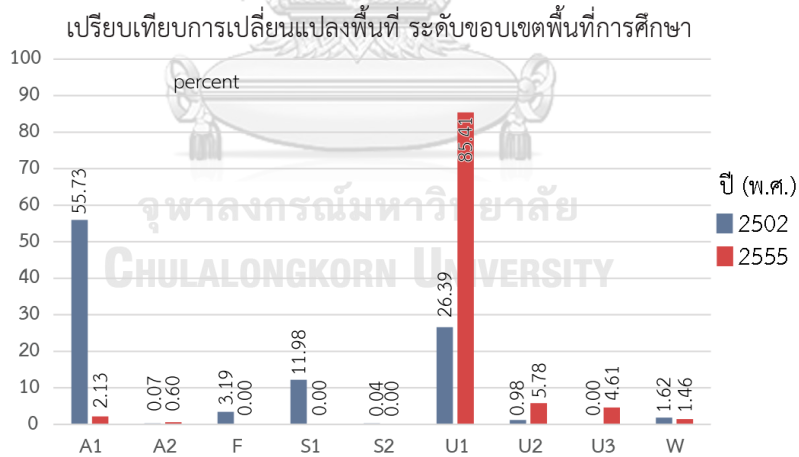
ในระดับขอบเขตการศึกษาในพื้นที่ศึกษาย่อย บริเวณเมืองเชียงใหม่และแม่น้ำปิง ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมจากวิธีการระบุการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการเปรียบเทียบแผนที่ทางภูมิศาสตร์ชุด L708 และ L7018 เพื่อบ่งชี้ลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับภูมินิเวศแม่น้ำปิง โดยผลการศึกษาพบว่า ในปี พ.ศ. 2497-2498 รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่เมืองเชียงใหม่ จะมีลักษณะของชุมชนและย่านการค้าหนาแน่นในพื้นที่คูเมือง บริเวณรอบคูเมือง พื้นที่ระหว่างคูเมืองและแม่น้ำปิง และบริเวณสถานีรถไฟเชียงใหม่เป็นกลุ่มชุมชนย่านการค้าที่หนาแน่น และมีบางส่วนของกระจายตัวเลียบไปตามลำแม่น้ำปิงเนื่องจากมีข้อมูลว่ารูปแบบการคมนาคมส่วนใหญ่ในสมัยก่อนจะใช้การเดินทางเรือเป็นหลัก (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552) ทำให้สันนิษฐานได้ว่าพื้นที่ชุมชนย่านการค้าหนาแน่นบริเวณริมแม่น้ำปิงนั้นได้รับอิทธิพลหลักมาจากบริเวณจุดที่เป็นท่าเรือ ส่วนอื่น ๆ พื้นที่ชุมชนจะมีลักษณะเป็นกลุ่มหมู่บ้าน มีทั้งพื้นที่ชุมชนแบบที่หนาแน่นและไม่หนาแน่น โดยในแต่ละชุมชนมีระยะห่างจากกันพอประมาณ มีอัตราส่วนเพียงร้อยละ 26.39 จากในกรอบพื้นที่ศึกษา เมื่อเทียบกับในปี พ.ศ. 2555 พบว่าข้อมูลพื้นที่ชุมชนและย่านการค้าที่หนาแน่นมีการขยายตัวขึ้นมากถึงร้อยละ 85.41 มีความเป็นไปได้ว่าจากชุมชนย่อยต่าง ๆ ที่กระจายตัวในบริเวณพื้นที่ศึกษามีการพัฒนากลายเป็นเมือง (Urbanization) โดยมีศูนย์กลางเป็นภายในคูเมืองเชียงใหม่และพื้นที่ข้างเคียง อีกทั้งยังมีการพัฒนาการขยายพื้นที่สนามบินจากเดิมที่ใช้ในการทหาร มีพื้นที่เป็นสนามบินขนาดเล็กเปลี่ยนแปลงรูปแบบเป็นสนามบินเชิงพาณิชย์ซึ่งมีทั้งการขยายพื้นที่และมีการเปลี่ยนรูปแบบพื้นที่ผิวกลายเป็นพื้นผิวของสิ่งปลูกสร้างขนาดใหญ่แทน ดังภาพ

พ.ศ. 2502

พ.ศ. 2555



| สัญลักษณ์                  | รหัส | คำบรรยาย   | สัญลักษณ์ | รหัส           | คำบรรยาย   |
|----------------------------|------|--|-----------|----------------|--|
| ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน | A1   | พื้นที่เกษตรกรรม : นา                            | ถนน       | R1             | ทางน้ำมีน้ำไหลตลอดปี                                       |
|                            | A2   | พื้นที่เกษตรกรรม : ไม้ผลผสม                      |           | R2             | ทางน้ำมีน้ำไหลไม่ตลอดปี                                    |
|                            | F    | ป่า  |           | RD1            | ใช้ได้ทุกฤดู พื้นถนนแข็ง, กว้างตั้งแต่สองทางวิ่งขึ้นไป     |
|                            | S1   | พื้นที่ไม่มีสิ่งปกคลุม : ดิน                     |           | RD2            | ใช้ได้ทุกฤดู พื้นถนนอ่อน, กว้างตั้งแต่สองทางวิ่งขึ้นไป     |
|                            | S2   | พื้นที่ไม่มีสิ่งปกคลุม : ทราย                    |           | RD3            | ใช้ได้ทุกฤดู พื้นถนนแข็ง, กว้างหนึ่งทางวิ่ง (2.4-4.8 เมตร) |
|                            | U1   | ตัวเมืองและสิ่งปลูกสร้าง : ตัวเมืองและย่านการค้า |           | RD4            | ใช้ได้ในทุกฤดู, พื้นถนนอ่อน                                |
|                            | U2   | ตัวเมืองและสิ่งปลูกสร้าง : หมู่บ้าน              |           | RD5            | ทางเกวียน กว้าง 1.5-2.4 เมตร                               |
|                            | U3   | ตัวเมืองและสิ่งปลูกสร้าง : สนามบิน สถานีคมนาคม   | RD6       | ทางคน, ทางต่าง |  |
|                            | W    | แหล่งน้ำตามธรรมชาติ                              | RD7       | ทางรถไฟ        |  |

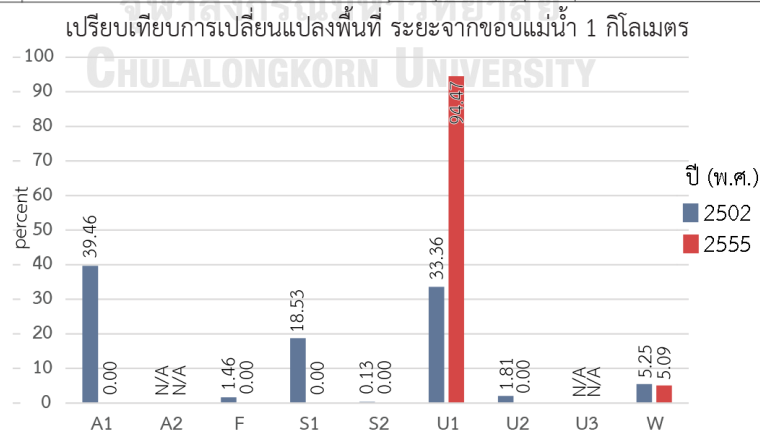
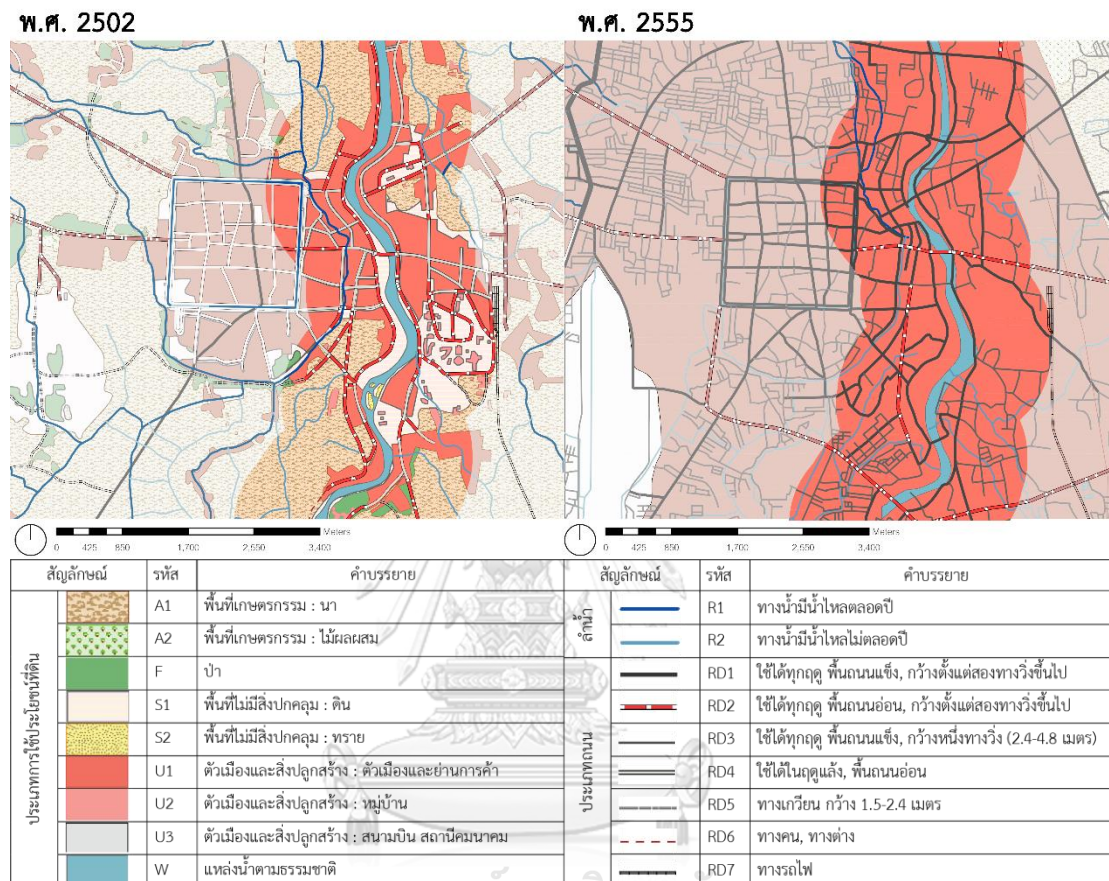


ภาพที่ 75 การเปรียบเทียบแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2502 และปี พ.ศ. 2555 (ดัดแปลงจาก : กรมแผนที่ทหาร, 2502; กรมแผนที่ทหาร, 2555)

นอกจากนี้ พื้นที่ส่วนใหญ่ที่ถุดออกจากขอบเขตคูเมืองแต่เดิมจะเป็นพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งเป็นพื้นที่นาส่วนใหญ่ โดยข้อมูลแผนที่ในปี พ.ศ. 2502 พื้นที่นา มีอัตราส่วนเป็นร้อยละ 55.73 ของพื้นที่รวมทั้งหมด แทรกด้วยพื้นที่ป่าชุมชน (ร้อยละ 3.19) มีการปลูกพืชไร่เพียงจุดเล็ก ๆ (ร้อยละ 0.6) แต่



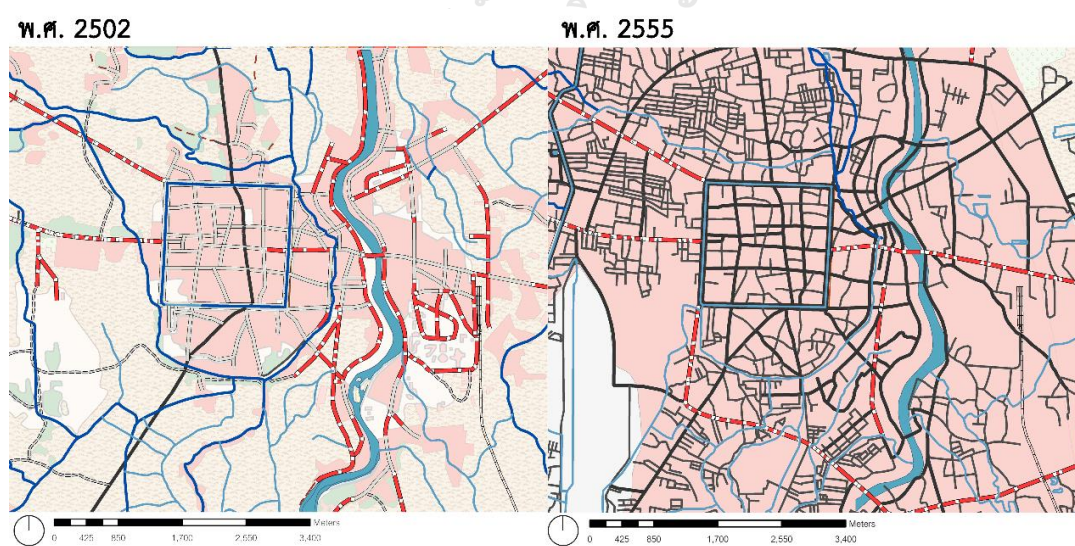
จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีการขยายตัวเมือง ทำให้เหลือสัดส่วนพื้นที่นาในกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาน้อยลงเหลือเพียงร้อยละ 2.13 และมีที่นาบางส่วนเปลี่ยนเป็นพื้นที่พืชสวน เป็นอัตราส่วนร้อยละ 0.6 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด



ภาพที่ 76 การเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ถัดจากขอบเขตแม่น้ำปิง 1 กิโลเมตร ปี พ.ศ. 2502 และปี พ.ศ. 2555  
(ดัดแปลงจาก : กรมแผนที่ทหาร, 2502; กรมแผนที่ทหาร, 2555)

เมื่อดูความสัมพันธ์ของพื้นที่ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นจากบริเวณรอบพื้นที่ริมแม่น้ำปิง ในรัศมีระยะ 1 กิโลเมตรจากแม่น้ำ ด้วยข้อมูลแผนที่ภูมิศาสตร์ ได้ผลการศึกษาว่า ในปี พ.ศ. 2502 พื้นที่ริมแม่น้ำร้อยละ 18.53 จากกรอบรัศมีพื้นที่รอบแม่น้ำ เป็นพื้นที่ไม่มีสิ่งปกคลุม หรือเป็นดินเปล่า โดยพื้นที่ดินเปล่าไม่มีสิ่งปลูกสร้างนั้นมีบางส่วนที่เลียบไปตามแนวลำน้ำ ซึ่งอาจเป็นแนวชายตลิ่งของแม่น้ำปิงที่มีอยู่เดิม อีกทั้งยังมีส่วนของสันทรายแม่น้ำในบริเวณกลางแม่น้ำปิง (ร้อยละ 0.1) ต่อมา ในปี พ.ศ. 2555 พื้นที่ริมแม่น้ำปิงตลอดทั้งแนวลำน้ำในพื้นที่ศึกษา ได้มีการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมดเป็นอาคารชุมชนหนาแน่นและแหล่งการค้า และยังมีการขยายตัวของพื้นที่ชุมชนเข้ามาในบริเวณพื้นที่ริมแม่น้ำ หรือพื้นที่แม่น้ำบางส่วน เช่นในบริเวณพื้นที่สันทรายเดิม ทำให้สังเกตเห็นจากในแผนที่ได้ว่าแม่น้ำมีขนาดพื้นที่หน้าตัดลำน้ำน้อยลงในบางจุด รวมทั้งสันทรายแม่น้ำที่เคยมีตามธรรมชาติก็หายไปด้วย

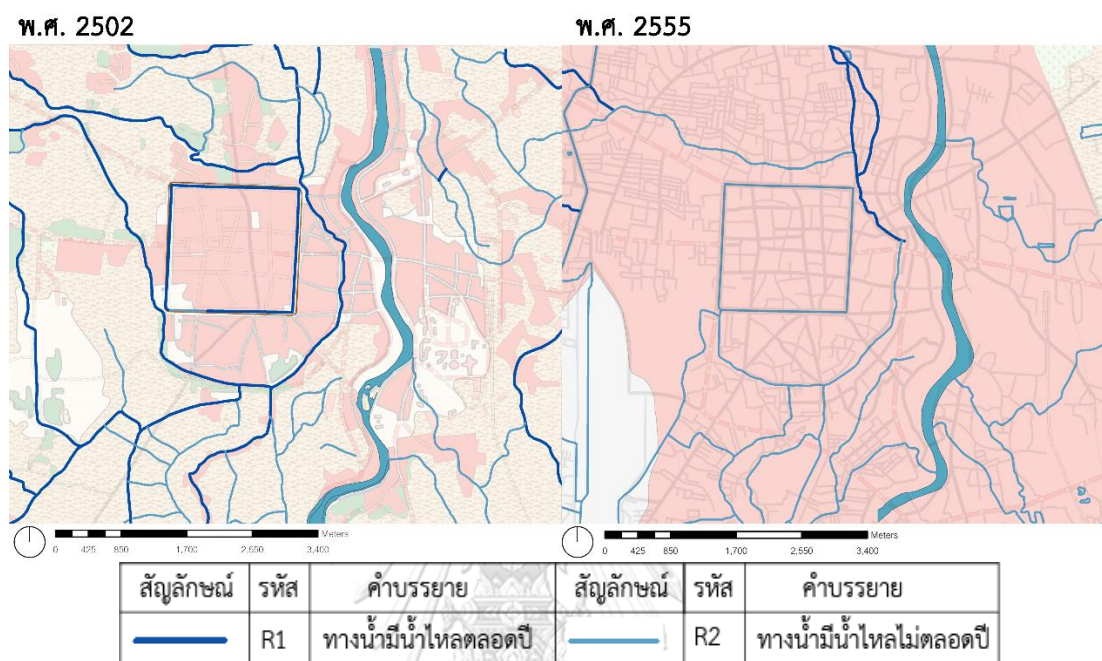
ทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบเมืองที่เกิดขึ้นมีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนรูปแบบหน้าดิน การทำโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ การคาดแจ้งของพื้นที่ และการวางโครงสร้างแจ้งจากสิ่งปลูกสร้างทางวิศวกรรมต่าง ๆ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อกระบวนการซึมน้ำผิวดิน และการเกิดกระบวนการน้ำหลากล้นตลิ่งที่เป็นส่วนหนึ่งของพลวัตลำน้ำ (Wohl, 2004) ซึ่งส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อกระบวนการที่จะเกิดบนพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงซึ่งเป็นเงื่อนไขปัจจัยของที่ตั้งในพื้นที่ศึกษารวมถึงความอุดมสมบูรณ์ และบทบาทในการเป็นแหล่งอาศัยของสิ่งมีชีวิตที่พึ่งพาปัจจัยของกระบวนการพลวัตน้ำหลากก็ล้วนได้รับผลกระทบเช่นกัน



ภาพที่ 77 การเปลี่ยนแปลงของเส้นถนนและลำน้ำ ปี พ.ศ. 2502 และปี พ.ศ. 2555  
(ดัดแปลงจาก : กรมแผนที่ทหาร, 2502; กรมแผนที่ทหาร, 2555)



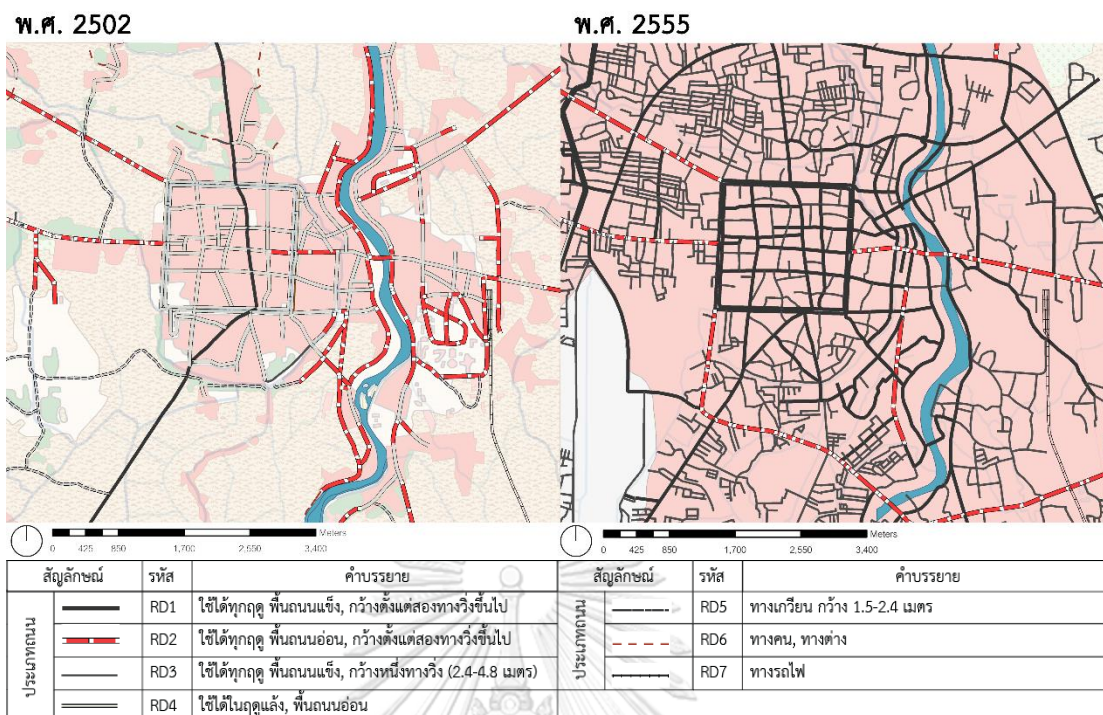
การเปลี่ยนแปลงของเส้นทางและโครงสร้างลำน้ำในบริเวณเขตคูเมืองและบริเวณแม่น้ำปิง ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยจากการศึกษา ได้พบข้อสังเกตเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงจากมุมมองระยะไกลดังนี้



ภาพที่ 78 การเปลี่ยนแปลงของเส้นลำน้ำ ปี พ.ศ. 2502 และปี พ.ศ. 2555

(ดัดแปลงจาก : กรมแผนที่ทหาร, 2502; กรมแผนที่ทหาร, 2555)

จากการสังเกตลำน้ำสายย่อยในพื้นที่ศึกษา ได้พบวาระหว่างปี พ.ศ. 2502 และปี พ.ศ. 2555 ลำน้ำมีจำนวนน้อยลง และมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบเส้นทาง สันนิษฐานว่าแต่เดิมพื้นที่ส่วนใหญ่ถูกใช้เป็นแปลงนาจึงต้องทำระบบเหมืองฝายเพื่อส่งน้ำเข้าพื้นที่เกษตรกรรม ทำให้เห็นลักษณะโครงข่ายเส้นทางน้ำที่มีการตัดลำคลองสายย่อยเชื่อมลำน้ำเข้าด้วยกัน เพื่อให้สะดวกต่อการส่งน้ำเข้าพื้นที่นาอย่างทั่วถึง (พรพิไล เลิศวิชา และคณะ, 2552; Surarerks, 2006) จึงสันนิษฐานได้ว่าระบบโครงข่ายลำน้ำส่วนใหญ่ในพื้นที่ศึกษามีความสำคัญในฐานะระบบชลประทานเพื่อการเกษตร ในขณะที่ในปี พ.ศ. 2555 มีการขยายตัวของพื้นที่เมืองมากขึ้น ทำให้ส่วนแปลงนาในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่ถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่ตัวเมืองและย่านการค้าแทน จึงสังเกตได้ว่าลำน้ำภายในเขตเมืองจึงถูกเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้งาน เช่นการถมคลองหรือลำน้ำสายย่อยไปบางส่วน เพื่อใช้ระบายน้ำเป็นหลัก และมีการปรับเส้นทางลำน้ำให้เป็นเส้นตรงมากขึ้นเพื่อให้สามารถระบายน้ำลงส่วนอื่นได้เร็วมากขึ้น



ภาพที่ 79 การเปลี่ยนแปลงของโครงข่ายถนน ปี พ.ศ. 2502 และปี พ.ศ. 2555

(ดัดแปลงจาก : กรมแผนที่ทหาร, 2502; กรมแผนที่ทหาร, 2555)

จากการทำแผนที่แสดงรูปแบบเส้นทางสัญจรทางถนน ได้เห็นการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านกายภาพของเส้นทางสายเดิมที่มีอยู่ และการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายถนนในภาพรวม โดยโครงข่ายเส้นทางถนนแต่เดิมที่ปรากฏบนแผนที่การใช้ประโยชน์ในปี พ.ศ. 2502 เป็นปีที่ยังไม่เปิดใช้งานถนนเส้นซูเปอร์ไฮเวย์เชียงใหม่-ลำปาง (ก่อสร้างเสร็จสิ้นและเปิดใช้งานในปี พ.ศ. 2511) เส้นทางหลักในเชียงใหม่จะเป็นเส้นทางเชียงใหม่-หางดง และเส้นทางถนนเชื่อมต่อภายในบริเวณตัวคูเมืองเชียงใหม่ ส่วนข้อมูลในปี พ.ศ. 2555 จะเห็นโครงข่ายเส้นทางถนนมีความหนาแน่นมากขึ้น มีถนนสายย่อยเข้าถึงตามซอยต่าง ๆ ในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบตัวเมืองและย่านการค้า ทั้งภายในตัวเมืองและพื้นที่รอบนอกคูเมือง ทำให้สันนิษฐานได้ว่าเส้นทางถนนที่มีความหนาแน่นขึ้นนี้อาจมีความเชื่อมโยงกับการขยายตัวของพื้นที่เมืองเชียงใหม่

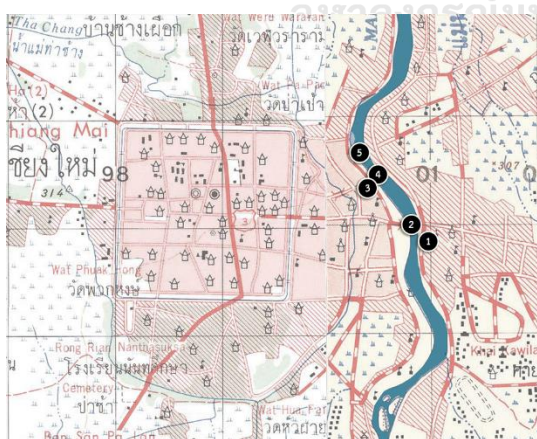
ในขณะเดียวกัน พื้นผิวของถนนมีการเปลี่ยนแปลงเป็นรูปแบบพื้นถนนแข็งมากขึ้น จากข้อมูลในปี พ.ศ. 2502 แสดงให้เห็นว่ามีเพียงถนนสายหลักเส้นเชียงใหม่-หางดง ที่เป็นพื้นถนนแข็ง และมีทางวิ่งกว้างตั้งแต่ 2 ทางวิ่งขึ้นไป ในถนนเส้นอื่น ๆ ที่เป็นเส้นทางสัญจรระยะใกล้ส่วนใหญ่จะยังเป็นรูปแบบพื้นถนนอ่อน ทางเกวียน และทางคนเดิน ซึ่งจะเป็นเส้นทางเชื่อมต่อภายในหรือระหว่างชุมชน ส่วนในข้อมูลทางกายภาพที่ปรากฏในปี พ.ศ. 2555 ได้พบว่าเครือข่ายถนนได้พัฒนาเป็นทาง

ถนนแข็งอย่างน้อยหนึ่งทางวิ่งสำหรับถนนวิ่งเชื่อมต่อภายในซอยหรือชุมชนย่อย และมีการเพิ่มเส้นทางวิ่งหลักที่เป็น 2 ทางวิ่งเพิ่มขึ้นในบริเวณรอบคูเมือง ถนนที่เชื่อมต่อกับถนนวงแหวนรอบ 1 ถนนสายหลักเส้นต่าง ๆ ที่เชื่อมกับสะพานข้ามแม่น้ำปิง และถนนเลียบบแม่น้ำปิง

สรุปได้ว่าในพื้นที่ศึกษามีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้งานที่ดินปี พ.ศ. 2502 และปี พ.ศ. 2555 ในรูปแบบที่มีการขยายตัวของเมืองมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด และการขยายตัวโดยมีโครงสร้างที่หนาแน่นรองรับการใช้ชีวิตเมือง ส่งผลต่อโครงสร้างกายภาพของแม่น้ำปิงทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยจากการสำรวจวิเคราะห์แผนที่ พบว่ามีพื้นที่ชายตลิ่งหลายจุดที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำปิงหายไป และเปลี่ยนแปลงรูปแบบเป็นเมืองที่มีความหนาแน่นแทน อีกทั้งในการก่อสร้างต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการถมแม่น้ำปิงให้แคบลงหลายจุด และไม่มีพื้นที่สำหรับทำหน้าที่เป็นที่ราบน้ำท่วมถึง การเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินดังกล่าวจึงส่งผลโดยตรงกับการเชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำปิงกับพื้นที่ราบน้ำท่วมในมิติทางขวาง อีกทั้งการถมลำน้ำสายย่อยที่เชื่อมต่อกับลำน้ำปิงเป็นโครงข่ายก็ส่งผลให้เกิดการตัดขาดและลดเครือข่ายพื้นที่รับน้ำในระบบภูมินิเวศแม่น้ำปิงเปลี่ยนเป็นเมืองและพื้นที่ถนนคอนกรีตลาดแข็ง การพัฒนาดังกล่าวก็ทำให้ขีดความสามารถในการดำเนินกระบวนการตามธรรมชาติลดลง และเกิดปัญหาต่อเนื่อง เช่นการเกิดเหตุการณ์น้ำหลากในช่วงฤดูฝน แต่น้ำลดและระบายได้ช้าลง ซึ่งเป็นปัญหาที่นอกจากส่งผลกระทบต่อภูมินิเวศแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตมนุษย์อีกด้วย

### 5.3.2. การเปรียบเทียบภาพถ่ายภาคพื้น

ในการเปรียบเทียบภาพถ่ายภาคพื้น ได้กำหนดจุดพื้นที่ที่ทำการนำภาพในบริบทพื้นที่เดียวกันมาเปรียบเทียบ โดยมีตำแหน่งดังภาพ



- 1 โบสถ์คริสตจักรที่ 1 เชียงใหม่ (โรงเรียนเชียงใหม่คริสเตียน)
- 2 สะพานนารัฐ
- 3 กาดต้นลำไย
- 4 สะพานจันทร์สมอนุสรณ์ (ข้าวเก่า)
- 5 สะพานนครพิงค์

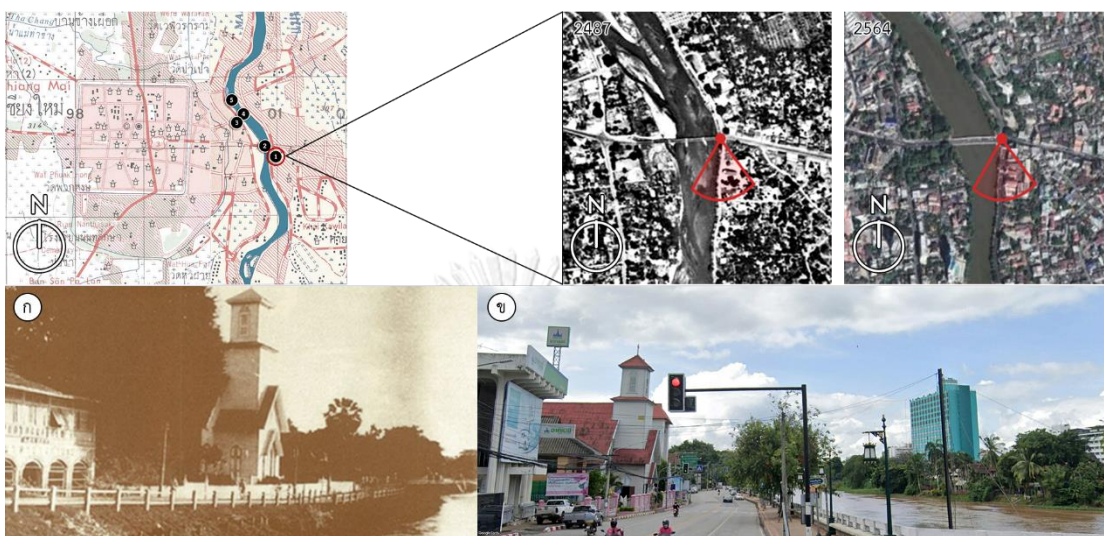
ภาพที่ 80 ตำแหน่งที่ทำการศึกษาดูด้วยการเปรียบเทียบภาพถ่ายภาคพื้น

(ดัดแปลงจาก : กรมแผนที่ทหาร, 2502)



การศึกษาด้วยวิธีการดังกล่าว ได้แบ่งการอธิบายการเปลี่ยนแปลงตามแต่ละสถานที่สำคัญ โดยได้ผลการศึกษาดังนี้

### 1. โบสถ์คริสต์จักรที่ 1 เชียงใหม่ (โรงเรียนเชียงใหม่คริสเตียน)



ภาพที่ 81 (ก) โบสถ์คริสต์จักรที่ 1 เชียงใหม่ ช่วงปี พ.ศ. 2460-2511

ภาพที่ 82 (ข) โบสถ์คริสต์จักรที่ 1 เชียงใหม่ ปัจจุบันเป็นโรงเรียนเชียงใหม่คริสเตียน บันทึกภาพจาก  
สี่แยกบริเวณสะพานนวรัฐ ปี พ.ศ. 2564

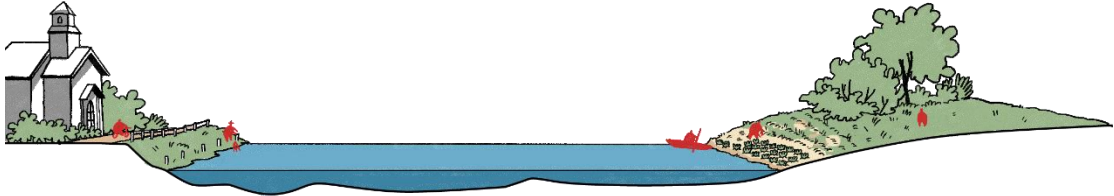
(ที่มา : Google Street View, 2020; Hunt, 1944; บุญเสริม สาดตราภัย, ม.ป.ป.ช)

ภาพโบสถ์คริสต์จักรที่ 1 ที่ทำการบันทึกก่อนปี พ.ศ. 2511 (ภาพ ก) (บุญเสริม สาดตราภัย, ม.ป.ป.ช)แสดงให้เห็นสภาพโบสถ์เดิมที่ตั้งอยู่ติดกับแม่น้ำปิง โดยมีส่วนกันระหว่างด้านหลังโบสถ์กับตัวแม่น้ำเป็นถนนสายเล็กและราวกันตกความสูงระดับเอว (เทียบกับสัดส่วนของคนในภาพ) มีแนวตลิ่งริมแม่น้ำปิงเป็นทางลาดดินธรรมชาติ ทำให้สามารถเห็นภาพที่คนเดินข้ามมายังบริเวณตลิ่งริมแม่น้ำปิง และบริเวณขอบลำน้ำมีท่อนไม้ขนาดเล็กปักเป็นแนวตั้งฉากกับพื้นดิน สันนิษฐานว่าเป็นแนวป้องกันการถล่มของแนวตลิ่งดิน

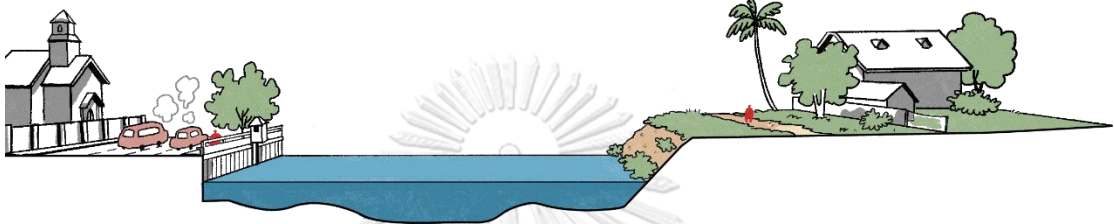
เมื่อเปรียบเทียบกับภาพที่ทำการบันทึกจากปี พ.ศ. 2563 (ภาพ ข) (Google Street View, 2020) ได้สังเกตเห็นว่ามีการขยายพื้นที่ถนน กลายเป็นถนน 4 ทางวิ่ง มีส่วนทางเท้า 2 ฝั่งของถนน และมีการกันแนวตลิ่งคอนกรีตสูงขึ้น เป็นตลิ่งคอนกรีตเสียบตั้งฉากกับลำน้ำไปตามแนวเส้นแม่น้ำปิง ทำให้พื้นที่บนดินกับแนวตลิ่ง และแม่น้ำ ถูกตัดขาดความต่อเนื่องจากกัน รวมทั้งการขยายพื้นที่ถนน

และทางเท้าที่เกิดขึ้นจำเป็นต้องมีการถมที่เพิ่มเติมเพื่อให้มีความกว้างที่เพียงพอกับการใช้งาน ส่งผล  
กระทบให้แม่น้ำปิงในบริเวณดังกล่าวถูกล้ำพื้นที่จนแคบลง (ดูภาพที่ 83)

ไม่ทราบปี (ช่วง พ.ศ. 2460-2511)



พ.ศ. 2563



ภาพที่ 83 ภาพตัดแสดงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ริมแม่น้ำปิงในบริเวณโบสถ์คริสตจักรที่ 1 เชียงใหม่

## 2. สะพานนวรัฐ



ภาพที่ 84 (ค) สะพานนวรัฐสะพานแรก สร้างจากไม้สัก ปี พ.ศ. 2464

ภาพที่ 85 (ง) สะพานนวรัฐในสมัยที่เปลี่ยนเป็นขัวเหล็ก ปี พ.ศ. 2496

ภาพที่ 86 (จ) ภาพจากการเดินสำรวจ สะพานนวรัฐ เป็นขัวคอนกรีตเสริมเหล็ก ปี พ.ศ. 2563

(ที่มา: Hunt, 1944; บุญเสริม สาทรรักษ์, 2464; หอจดหมายเหตุแห่งชาติ, 2496)

จากการเปรียบเทียบภาพสะพานนารัฐ ภาพสะพานแรกในสมัยปี พ.ศ. 2464 (ภาพ ค) (บุญเสริม สาทราภัย, 2464) ถูกบันทึกขณะมีขบวนเสด็จผ่านกลางแม่น้ำปิง ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2464 (วรชาติ มีชูบท, 2551) เห็นได้ว่าระดับแม่น้ำปิงไม่ได้สูงลิ้มมาก สามารถสัญจรผ่านเส้นลำน้ำได้อีกทั้งบริเวณริมฝั่งแม่น้ำปิงซึ่งมีลักษณะเป็นหาดทราย ยังสามารถทำการเพาะปลูกได้ (ภาพ ง) (หอจดหมายเหตุแห่งชาติ, 2496) เนื่องจากได้รับความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ที่ราบน้ำท่วมถึง โดยคนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ดังกล่าวใช้พื้นที่เพื่อการปลูกพืชผักสวนครัว (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552)

พื้นที่ชายหาดบริเวณเชิงสะพานนารัฐเป็นส่วนที่ได้รับผลกระทบจากการประกาศใช้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2525-2529) ทำให้มีการพัฒนาเมืองเชียงใหม่เป็นเมืองหลักประจำภูมิภาค และมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินในเขตเมือง โดยพื้นที่ดังกล่าวซึ่งเป็นบริเวณกองบังคับการตำรวจภูธร ภาค 5 มีการปรับแต่งและถมพื้นที่แม่น้ำปิงเป็นเกือบครึ่งหนึ่งของความกว้างในอดีต (สมนึก ชัชวาลย์, 2548) ภาพพื้นที่ในปัจจุบัน (ภาพ จ) ซึ่งเป็นภาพบันทึกในปี พ.ศ. 2563 เป็นช่วงที่สภาพพื้นที่ในบริเวณที่ทำการบันทึกภาพเปลี่ยนเป็นอาคารราชการที่มีด้านหน้าอาคารเชื่อมต่อกับถนนเป็นหลัก พื้นที่ส่วนที่อยู่ติดริมแม่น้ำปิงถูกใช้งานเป็นหลังอาคารและลานจอดรถ คนทั่วไปไม่สามารถเข้าถึงและใช้งานพื้นที่ชายตลิ่งริมแม่น้ำปิงได้ตามรูปแบบวิถีชีวิตในอดีต ทำให้กิจกรรมการปลูกพืชผักริมแม่น้ำปิงสูญหายไป



ภาพที่ 87 การเปรียบเทียบภาพสะพานนารัฐ โดย

(อ-ข) ประเพณีสงกรานต์ในแม่น้ำปิง ถ่ายจากสะพานนารัฐ ปี พ.ศ. 2507

(ข) ภาพสะพานนารัฐปี พ.ศ. 2563 จากการเดินสำรวจ และ (ค) สะพานนารัฐปี พ.ศ. 2564

(ที่มา : บุญเสริม สาทราภัย, 2507ก, 2507ข)

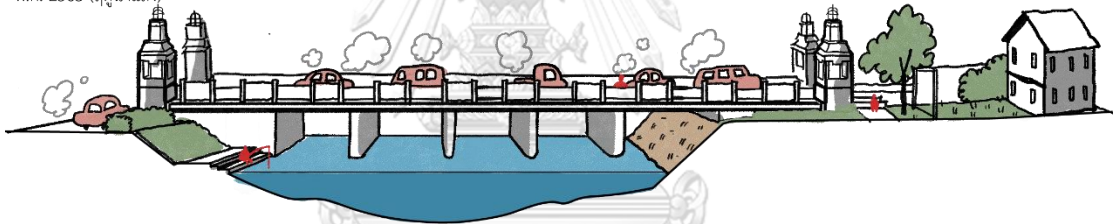


นอกจากนี้ แต่เดิมแล้วประเพณีสงกรานต์ซึ่งเป็นประเพณีที่สำคัญต่อเชียงใหม่ (ภาพ ฉ-ข) มีการเข้าถึงและทำกิจกรรมภายในลำแม่น้ำปิง เนื่องจากช่วงเดือน 7 เหนือ (เดือนเมษายน) เป็นช่วงที่เข้าสู่ฤดูแล้ง แม่น้ำปิงมีน้ำน้อย และมีบางส่วนที่เป็นสันทรายโผล่ขึ้นมา คนในพื้นที่จะดำเนินประเพณีขนทรายในแม่น้ำเข้าวัด เป็นเหมือนการขุดลอกลำน้ำไปด้วย (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552) ในปัจจุบัน (ภาพ ช) เนื่องด้วยผลกระทบจากการใช้ฝายและประตูระบายน้ำ ยกกระตบน้ำในแม่น้ำปิงให้สูงขึ้นตลอดทั้งปี รวมทั้งการไหลบ่าของกระแสน้ำในลำน้ำแรงขึ้นเพราะถูกบีบลำน้ำแคบลง ทำให้กิจกรรมสงกรานต์ที่เคยเกิดขึ้นภายในตัวลำน้ำและบริเวณริมฝั่งแม่น้ำก็ถูกย้ายออกไปเป็นบริเวณอื่น ๆ แทน ในส่วนของความขัดแย้งระหว่างคนเชียงใหม่และแม่น้ำปิงที่เกิดขึ้นผ่านประเพณีสงกรานต์ก็หายไปด้วย

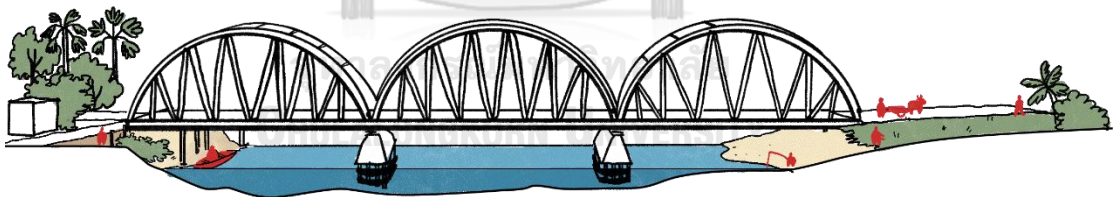
พ.ศ. 2507 (ฤดูน้ำแล้ง)



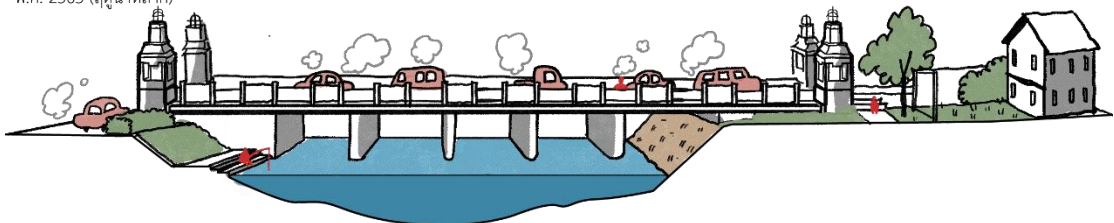
พ.ศ. 2565 (ฤดูน้ำแล้ง)



พ.ศ. 2507 (ฤดูน้ำหลาก)



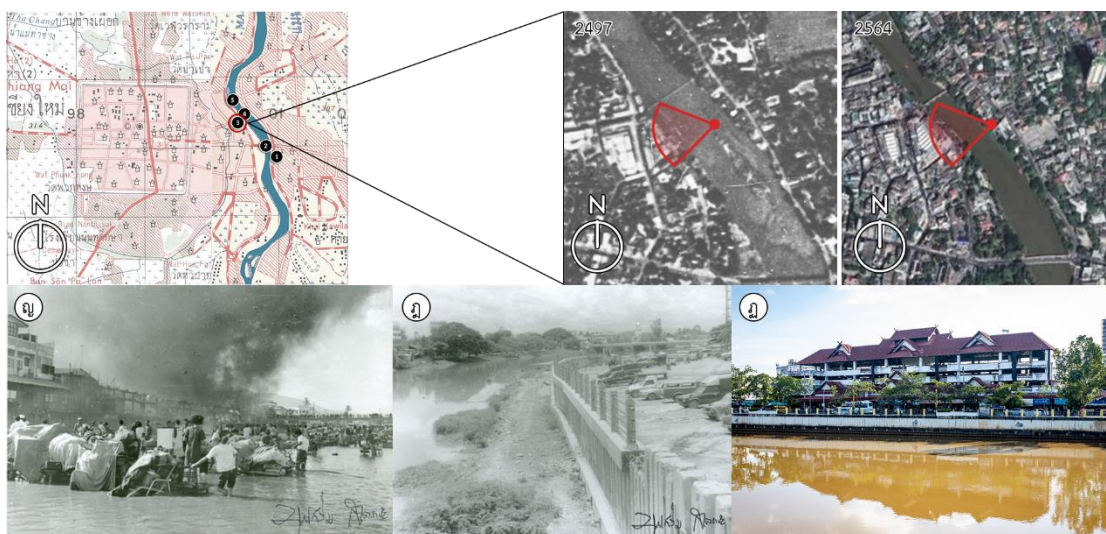
พ.ศ. 2565 (ฤดูน้ำหลาก)



ภาพที่ 88 ภาพตัดเปรียบเทียบสะพานนวรัฐ ช่วงฤดูน้ำหลาก และฤดูน้ำแล้ง



### 3. กาดต้นลำไย



ภาพที่ 89 (ญ) กาดต้นลำไย ขณะเกิดไฟไหม้ ปี พ.ศ. 2511

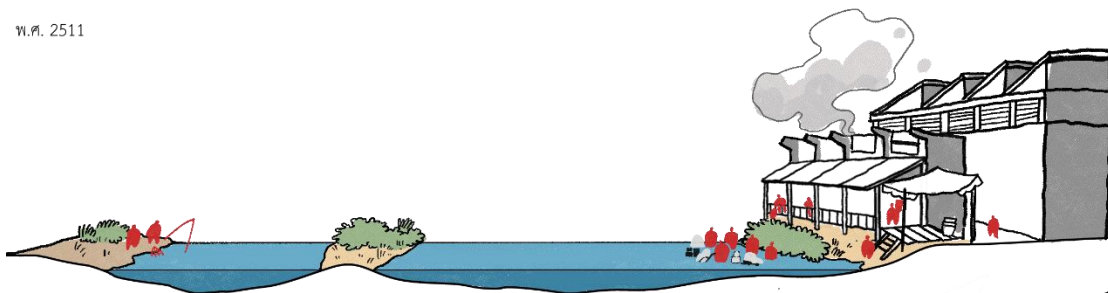
ภาพที่ 90 (ฎ) ระหว่างสร้างคันกันแม่น้ำปิง หน้ากาดต้นลำไย ปี พ.ศ. 2532

ภาพที่ 91 (ฏ) ภาพจากการเดินสำรวจกาดต้นลำไย ถ่ายจากฝั่งตะวันออกของแม่น้ำปิง พ.ศ. 2563

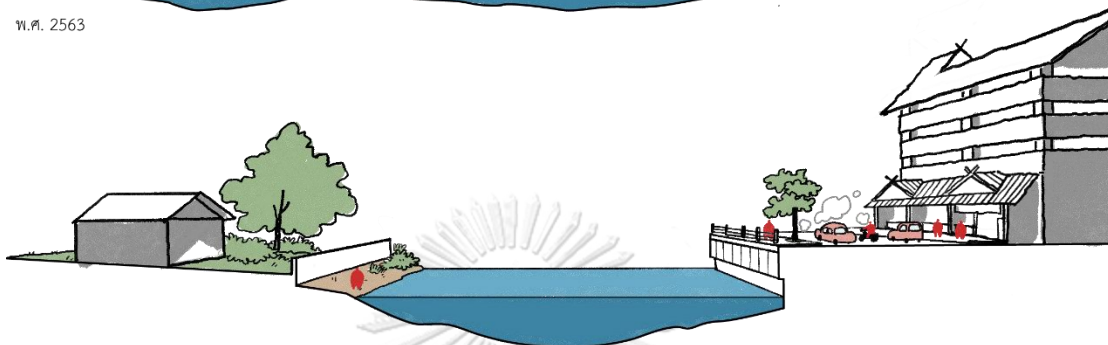
(ที่มา : กรมแผนที่ทหาร, 2498; บุญเสริม สาตราภัย, 2511, 2532)

ภาพกาดต้นลำไยจากการบันทึกในปี พ.ศ. 2511 ซึ่งอยู่ในเหตุการณ์เพลิงไหม้ (ภาพ ญ) (บุญเสริม สาตราภัย, 2511) เป็นภาพที่ผู้คนเดินอพยพข้ามของจากบริเวณตลาดลงมาในแม่น้ำปิง เนื่องจากภายในลำน้ำไม่ได้มีความลึกมากนัก มีระดับความสูงประมาณเข่า (30-40 เซนติเมตร) เท่านั้น และตัวตลาดก็อยู่ติดกับแม่น้ำ ไม่มีโครงสร้างถนนหรือแนวตลิ่งกัน ทำให้คนเลือกที่จะอพยพสิ่งของลงแม่น้ำ ในเวลาต่อมา ปี พ.ศ. 2532 (ภาพ ฎ) เป็นภาพระหว่างการก่อสร้างคันกันแม่น้ำปิง ซึ่งเป็นอีกบริเวณที่มีการถมดินลงไปใแม่น้ำกว่าครึ่งของแม่น้ำ (บุญเสริม สาตราภัย, 2532) สามารถสังเกตเทียบได้จากภาพถ่ายทางอากาศ (กรมแผนที่ทหาร, 2498) ถึงการถมพื้นที่ลำเข้ามาในแม่น้ำปิง จนแนวขอบแม่น้ำฝั่งตรงข้ามกาดต้นลำไยแคบลงจนเป็นแนวขอบในปัจจุบัน (ข้อมูลภาพ ปี พ.ศ. 2563) อีกทั้งแนวตลิ่งก็ถูกเปลี่ยนแปลงจากเดิมที่สามารถเข้าถึงได้จากบริเวณกาดต้นลำไยโดยตรง กลายเป็นแนวถนน ที่จอดรถ และโครงสร้างตลิ่งที่บกั้นเลียบบตามแนวแม่น้ำปิง (ภาพ ฎ และ ภาพที่ 92)

พ.ศ. 2511



พ.ศ. 2563



ภาพที่ 92 ภาพตัดเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่บริเวณกาดต้นลำไย ปี พ.ศ 2511 และปี พ.ศ. 2563

#### 4. สะพานจันทร์สมอนุสรณ์ (ข้าวเก่า)



ภาพที่ 93 (ธ) ข้าวเก่าสมัยสร้างด้วยไม้สัก ก่อนปี พ.ศ. 2475

ภาพที่ 94 (ช) สะพานจันทร์สมอนุสรณ์ จากการเดินสำรวจ ปี พ.ศ. 2563

ภาพที่ 95 (ฅ) ภาพสะพานจันทร์สมอนุสรณ์จากฝั่งตรงข้ามของแม่น้ำ พ.ศ. 2564

(ที่มา : Google street View, 2021a; บุญเสริม สาตราภัย, ม.ป.ป.ก)

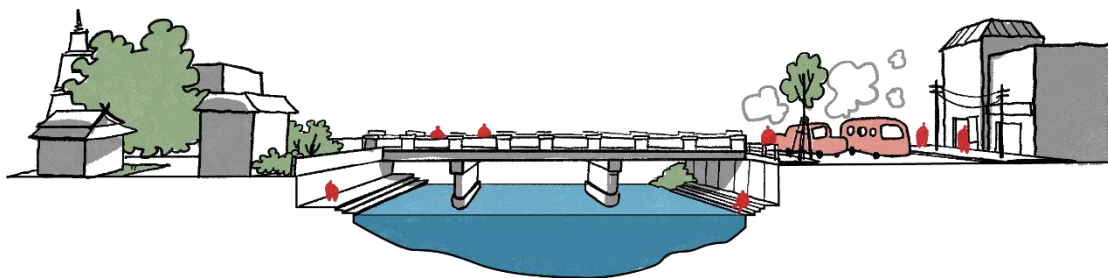
ช่วงเก่าในสมัยแรกมีลักษณะเป็นสะพานไม้สัก เป็นสะพานข้ามแม่น้ำปิงแห่งแรกที่สร้างขึ้นในบริเวณชุมชนวัดเกต (บุญเสริม สาดตราภัย, 2522) จากภาพ (ภาพ ฐ) เป็นเหตุการณ์ที่ถูกบันทึกขณะที่คนงานกำลังใช้ช่างชักลากไม้ซุงออกจากแม่น้ำก่อนที่ไม้จะไหลไปปะทะตัวสะพาน (บุญเสริม สาดตราภัย, ม.ป.ป.ก) ทำให้เห็นหนึ่งในกิจกรรมการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำปิงในการล่องไม้ซุงเพื่อทุนแรงในการขนส่ง ซึ่งเป็นการพึ่งพากระบวนการไหลของแม่น้ำ รวมไปถึงการคมนาคมทางเรือที่ต้องพึ่งพากระบวนการเดียวกันในการสัญจร

ปัจจุบัน อุตสาหกรรมและการขนส่งมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบ ทำให้ไม่มีความจำเป็นต้องอาศัยเงื่อนไขทางธรรมชาติที่มีความไม่แน่นอนในการทำงาน และไม่นิยมใช้แม่น้ำปิงในตัวเมืองเพื่อล่องไม้ซุงอีกต่อไป อีกทั้งการคมนาคมทางรถและถนนก็สะดวกมากกว่า ทำให้ในปัจจุบันการคมนาคมทางน้ำลดจำนวนลงไปเช่นกัน เมื่อสังเกตเปรียบเทียบภาพถ่ายปัจจุบัน (ภาพ ฑ-ฒ) จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนรูปแบบวิธีการสัญจรด้วยถนนเป็นหลัก ทำให้เงื่อนไขของการใช้พื้นที่เปลี่ยนไปด้วย แม่น้ำที่ปัจจุบันไม่ได้ใช้เป็นเส้นทางคมนาคมแล้วถูกลดการเข้าถึงลงจากการก่อสร้างแนวตลิ่ง ส่วนถนนที่ได้รับมีความสำคัญมากขึ้นจำเป็นต้องคำนึงถึงการป้องกันเหตุการณ์ “น้ำท่วม” เพื่อให้การจราจรเป็นไปได้อย่างสะดวก ทำให้ต้องถมพื้นที่และยกถนนสูงเพื่อป้องกันน้ำที่จะท่วมเอ่อจากแม่น้ำปิง แต่ในทางกลับกัน จากการก่อสร้างแนวตลิ่งถมสูงและแนวถนนที่เลียบบแม่น้ำก็ทำให้การเข้าถึง และวิถีชีวิตของคนในพื้นที่ที่เคยเชื่อมโยงกับแม่น้ำหายไป

ไม่ทราบปี (ก่อน พ.ศ. 2475)



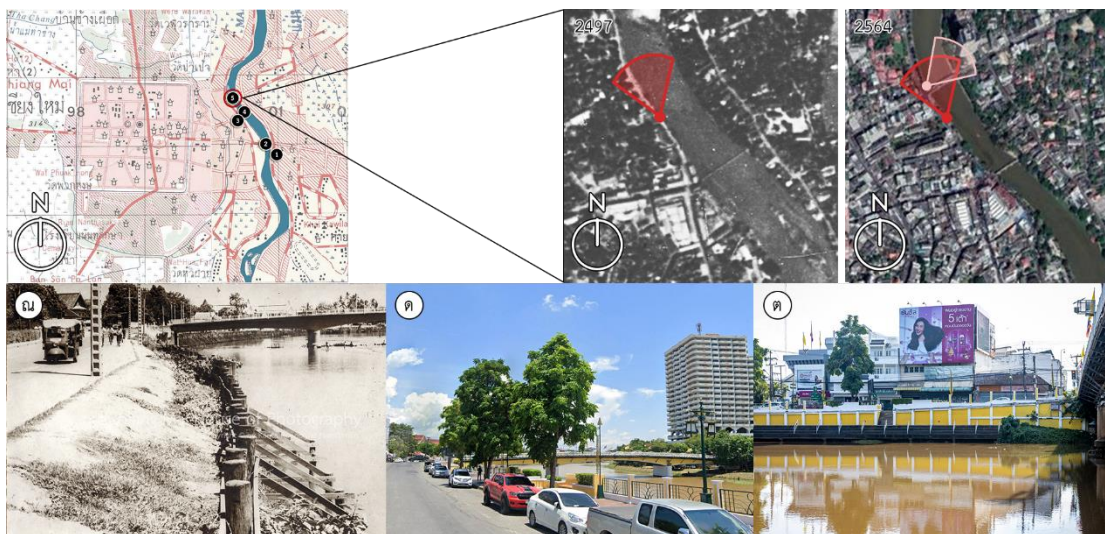
พ.ศ. 2563



ภาพที่ 96 ภาพตัดเปรียบเทียบแม่น้ำปิง และพื้นที่ริมแม่น้ำปิงบริเวณช่วงเก่า



## 5. สะพานนครพิงค์



ภาพที่ 97 (ณ) บริเวณเทศบาลทำเขื่อนริมน้ำปิง ปี พ.ศ. 2495

ภาพที่ 98(ด) ภาพชายตลิ่งตัดกับสะพานนครพิงค์

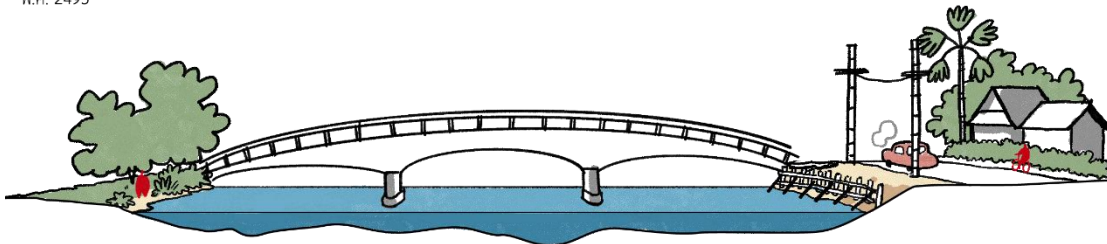
ภาพที่ 99 (ต) ตลิ่งบริเวณสะพานนครพิงค์ ถ่ายจากริมน้ำปิงฝั่งตรงข้าม ปีพ.ศ 2563

(ที่มา : Google street View, 2021b; บุญเสริม สาตราภัย, 2495)

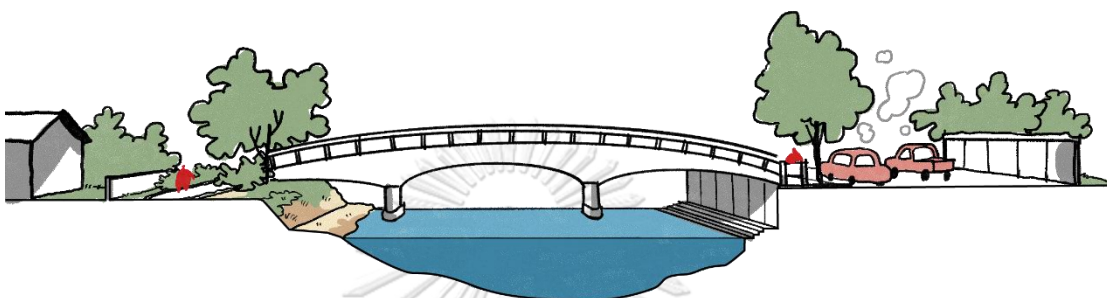
ในปี พ.ศ. 2495 เป็นช่วงปีที่น้ำท่วมจังหวัดเชียงใหม่ จากภาพ (ภาพ ณ) ได้มีการบันทึกลักษณะของเขื่อนริมน้ำปิงในบริเวณเทศบาล เพื่อป้องกันการกัดเซาะขอบตลิ่ง (บุญเสริม สาตราภัย, 2495) แม้ว่าจะเริ่มมีการวางแนวถนนเลียบริมน้ำปิง แต่ยังคงมีการเก็บรักษาแนวชายตลิ่งที่มีลักษณะลาดลงแม่น้ำ ทำให้สามารถเห็นกลุ่มพืชพันธุ์ที่ขึ้นเกาะตามแนวตลิ่งดินอยู่

เมื่อเทียบกับภาพถ่ายภาคพื้นในปี พ.ศ. 2563 และ 2564 (ภาพ ด-ต) จะเห็นการเปลี่ยนแปลงของแนวตลิ่งที่เปลี่ยนรูปแบบอย่างชัดเจน โดยเมื่อสังเกตจากมุมฝั่งตรงข้าม (ภาพ ต) เห็นได้ว่าโครงสร้างตลิ่งทั้งหมดถูกเปลี่ยนเป็นโครงสร้างทางวิศวกรรม มีส่วนบริเวณเชิงสะพานที่เป็นพื้นที่ที่ตะกอนในแม่น้ำไหลไปสะสมที่มีสภาพเป็นดิน ทำให้เป็นจุดที่เป็นตลิ่งมีพืชพันธุ์ขึ้นมา และการเข้าถึงพื้นที่ริมน้ำถูกปิดทึบตลอดแนว เหลือเพียงบันไดเป็นจุดเล็ก ๆ ที่เชื่อมต่อพื้นที่บนดินและแม่น้ำปิงเท่านั้น อีกทั้งบริเวณฝั่งถนนที่อยู่ติดแม่น้ำปิงยังถูกใช้เป็นที่จอดรถ ดังนั้น วิถีชีวิตของคนที่นี่ดำเนินในปัจจุบันโดยทั่วไปจึงแทบจะไม่มีเกี่ยวข้องกับแม่น้ำปิงทั้งจากการเดินทางเพื่อเข้าถึงหรือการมองเห็น (ภาพที่ 100)

พ.ศ. 2495



พ.ศ. 2563



ภาพที่ 100 ภาพตัดเปรียบเทียบแม่น้ำปิงในบริเวณสะพานนครพิงค์ ปี พ.ศ. 2495 และปี พ.ศ. 2564

จากการศึกษาด้วยวิธีการเปรียบเทียบภาพถ่ายภาคพื้น และภาพถ่ายทางอากาศ ได้เห็นข้อสรุปโดยรวมว่า แม่น้ำปิงในพื้นที่ศึกษาแต่ละจุดเกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างอย่างชัดเจน และเนื่องจากลักษณะโครงสร้างแม่น้ำและพื้นที่ริมน้ำมีอิทธิพลต่อรูปแบบความเชื่อมโยงกับวิถีชีวิตมนุษย์ การเปลี่ยนรูปแบบทางกายภาพจึงส่งผลต่อปฏิสัมพันธ์ของคนในพื้นที่กับแม่น้ำปิงไปด้วย โดยสามารถสรุปรูปแบบของวิถีการดำรงชีวิตของคนในพื้นที่ในบริเวณริมแม่น้ำปิงได้เป็น 2 ประเภทหลัก ๆ ดังนี้

1. รูปแบบวิถีชีวิตตามหลักฐานภาพถ่ายประวัติศาสตร์ ช่วงปี พ.ศ. 2460 – 2511 เป็นรูปแบบสังคมเมืองเชียงใหม่ที่เริ่มมีการพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ แต่ยังคงมีส่วนที่มีปฏิสัมพันธ์ และพึ่งพาการใช้บริการเชิงนิเวศจากแม่น้ำปิง ทั้งในด้านการใช้ประโยชน์จากพื้นที่แนวตลิ่งและสันทรายในการปลูกพืชผักสวนครัว การสัญจรโดยเส้นทางน้ำ การใช้กระแสน้ำเพื่อขนส่งไม้ซุงตามแม่น้ำปิง ตลอดจนการใช้พื้นที่แม่น้ำปิงในช่วงหน้าแล้งเพื่อประกอบกิจกรรมประเพณีสงกรานต์
2. รูปแบบชีวิตจากข้อมูลการสำรวจพื้นที่ในช่วงที่ทำการศึกษาวิจัย ช่วงปี พ.ศ. 2563 – 2564 ซึ่งเมืองเชียงใหม่ได้ถูกพัฒนาและปรับเปลี่ยนพื้นที่เป็นในรูปแบบเมืองหลักของภาคเหนือตอนบน มีแผนพัฒนาที่มุ่งเน้นให้เชียงใหม่พัฒนาเป็นศูนย์กลางความเจริญของภาค และเป็นแหล่ง

ห้องเที่ยวที่สำคัญในภาคเหนือ ทำให้บริเวณรอบคูเมืองเชียงใหม่และริมแม่น้ำปิงถูกพัฒนาพื้นที่เป็นสิ่งปลูกสร้างที่มีความหนาแน่นและขยายตัวกว้างขึ้น เกิดอาคารและถนนซึ่งกลายเป็นทางสัญจรหลักเลียบตามแนวขอบแม่น้ำปิง ทำให้เกิดโครงสร้างทางวิศวกรรมต่าง ๆ เพื่อตอบรับกับการใช้งานพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น การถมพื้นที่แม่น้ำปิงเพื่อสร้างถนน การคาดแนวตลิ่งสูงเพื่อป้องกันน้ำท่วมและกันแนวตลิ่งถูกกัดเซาะ เนื่องจากพื้นที่เมืองมีความหนาแน่นมากขึ้น แต่ในทางกลับกัน การพัฒนาที่เกิดขึ้นนี้ไม่ได้สอดคล้องกับลักษณะพลวัตตามธรรมชาติของแม่น้ำปิงที่มีอยู่เดิม และสร้างผลกระทบต่อทั้งโครงสร้างและกระบวนการของแม่น้ำปิง ทั้งทำให้ความกว้างของลำน้ำปิงลดลงในบางจุดถึงครึ่งหนึ่งของความกว้างเดิม ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการไหลของน้ำ รวมทั้งการทำโครงสร้างคอนกรีตกั้นบริเวณชายตลิ่งยังทำให้การเชื่อมต่อในมิติทางขวางของแม่น้ำปิงกับพื้นที่ข้างเคียงถูกตัดขาด ซึ่งส่งผลกระทบต่อความอุดมสมบูรณ์และส่งผลต่อระบบนิเวศในแม่น้ำ อีกทั้งยังกั้นการเข้าถึงแม่น้ำปิงจากคนในพื้นที่ ทำให้ไม่สามารถประกอบกิจกรรมในบริเวณริมฝั่งและในตัวลำน้ำปิงตามเดิม ทำให้วิถีชีวิตดั้งเดิมค่อย ๆ หายไปอีกด้วย



## บทที่ 6

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

#### 6.1 สรุปผลการศึกษา

จากวัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ที่มุ่งเน้นการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจถึงโครงสร้าง ความเชื่อมโยงระหว่างภูมิภาคแม่น้ำปิงและมนุษย์ รวมทั้งการระบุถึงการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบที่เกิดขึ้น ได้ผลการศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะทางโครงสร้าง และทางบทบาทการให้บริการเชิงนิเวศที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละระดับพื้นที่ศึกษา โดยทำการแบ่งส่วนการอธิบายออกตามพื้นที่ศึกษา 3 ระดับ ได้แก่ ระดับลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน ระดับแอ่งเชียงใหม่ลำพูน และระดับท้องถิ่น

1. ระดับลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน : อธิบายลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบที่มีบทบาทหน้าที่ในการกำหนดคุณลักษณะของภูมิภาคแม่น้ำปิง รวมถึงกระบวนการของภูมิภาคแม่น้ำปิงในภาพรวม
2. ระดับแอ่งเชียงใหม่ลำพูน : ทำให้เห็นภูมิภาคแม่น้ำปิงในบทบาทการเป็นปัจจัยพื้นฐานการตั้งถิ่นฐาน ความเชื่อมโยงระหว่างแม่น้ำปิงและการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ และแม่น้ำปิงในฐานะปัจจัยในการขยายพื้นที่การใช้ประโยชน์ของมนุษย์
3. ระดับท้องถิ่น : ทำให้เห็นความสัมพันธ์ของภูมิภาคแม่น้ำปิงกับกิจกรรมของมนุษย์ และการพัฒนาที่เปลี่ยนแปลงกายภาพของพื้นที่ริมแม่น้ำปิงในแต่ละจุด รวมทั้งผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

โดยผลการศึกษาในประเด็นที่ได้จากการวิเคราะห์ในระดับพื้นที่ต่าง ๆ ทำให้สามารถอธิบายคำตอบของคำถามการวิจัยในแต่ละหัวข้อได้ดังนี้

- 6.1.1. ภูมิภาคแม่น้ำปิงคืออะไร ทั้งในด้านของโครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และการเปลี่ยนแปลงแต่ละองค์ประกอบข้างต้นมีความเชื่อมโยงต่อกันอย่างไร

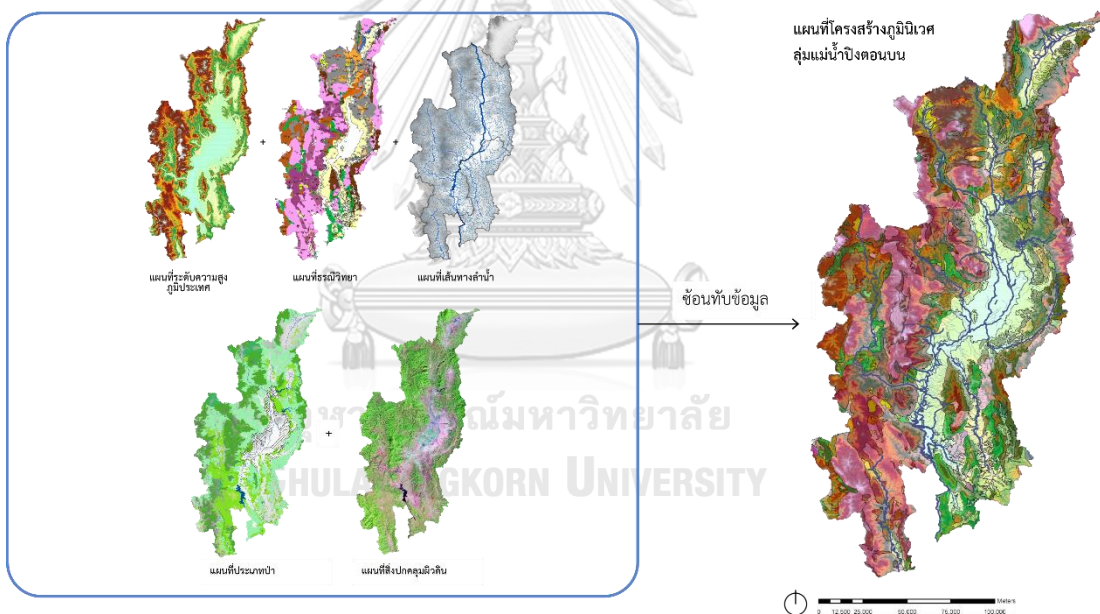
ภูมิภาคแม่น้ำปิงเป็นส่วนหนึ่งของภูมิภาคที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบของแม่น้ำเป็นหลัก (Haslam, 1996) ภูมิภาคแม่น้ำปิงจึงหมายถึงการประกอบกันของส่วนต่าง ๆ ภายในภูมิภาค และมีความเชื่อมโยงกับแม่น้ำปิง ทั้งในมิติเชิงนิเวศ และมิติในเชิงมนุษย์ โดยมีระดับของพื้นที่และเวลาเป็นเงื่อนไขที่ทำให้องค์ประกอบและกระบวนการต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน

ทั้งนี้ การสรุปผลการศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะโครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และการเปลี่ยนแปลงของภูมิภาคแม่น้ำปิงในเชิงนิเวศ สามารถอธิบายได้จากผลการศึกษาในระดับลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน



## 1. โครงสร้างภูมินิเวศแม่น้ำปิง

เนื่องจากภูมินิเวศเกิดจากหลายองค์ประกอบรวมกันและเกิดเป็นรูปแบบโครงสร้างทางกายภาพ ในการอธิบายโครงสร้างภูมินิเวศแม่น้ำปิงจึงใช้การซ้อนทับข้อมูลแผนที่องค์ประกอบหลักที่สำคัญต่อคุณลักษณะของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ข้อมูลลักษณะทางภูมิศาสตร์ ลักษณะทางอุทกวิทยา และสภาพภูมิอากาศ เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ จากการศึกษาเห็นว่า องค์ประกอบปัจจัยข้างต้นนั้นสร้างให้เกิดลักษณะภูมินิเวศของกลุ่มแม่น้ำปิงเป็นเทือกเขาสลับซับซ้อนซึ่งเป็นพื้นที่แหล่งต้นน้ำลำธารต่าง ๆ มีแอ่งที่ราบขนาดใหญ่ตรงกลางซึ่งเป็นจุดที่ลำน้ำมารวมกันเป็นแม่น้ำสายหลักในแอ่งเชียงใหม่ – ลำพูน (ได้แก่ แม่น้ำปิง และแม่น้ำกวัง) ทำให้ภายในแอ่งได้รับอิทธิพลของการพัดพาตะกอนในที่ราบน้ำท่วมถึง ลานตะพักลำน้ำ และลานตะกอนรูปพัด จึงทำให้สามารถพบลักษณะทางธรณีสัณฐานในแอ่งเป็นแบบลานตะกอนน้ำพาและลานตะพักลำน้ำ จากลักษณะโครงสร้างดังกล่าว เป็นพื้นฐานให้เกิดลักษณะพืชพันธุ์ ซึ่งเป็นแหล่งอาศัยตามธรรมชาติ เป็นตัวกำหนดระบบนิเวศภายในพื้นที่ และเป็นพื้นฐานของการตั้งถิ่นฐานและการดำรงชีวิตของมนุษย์ ดังรูป

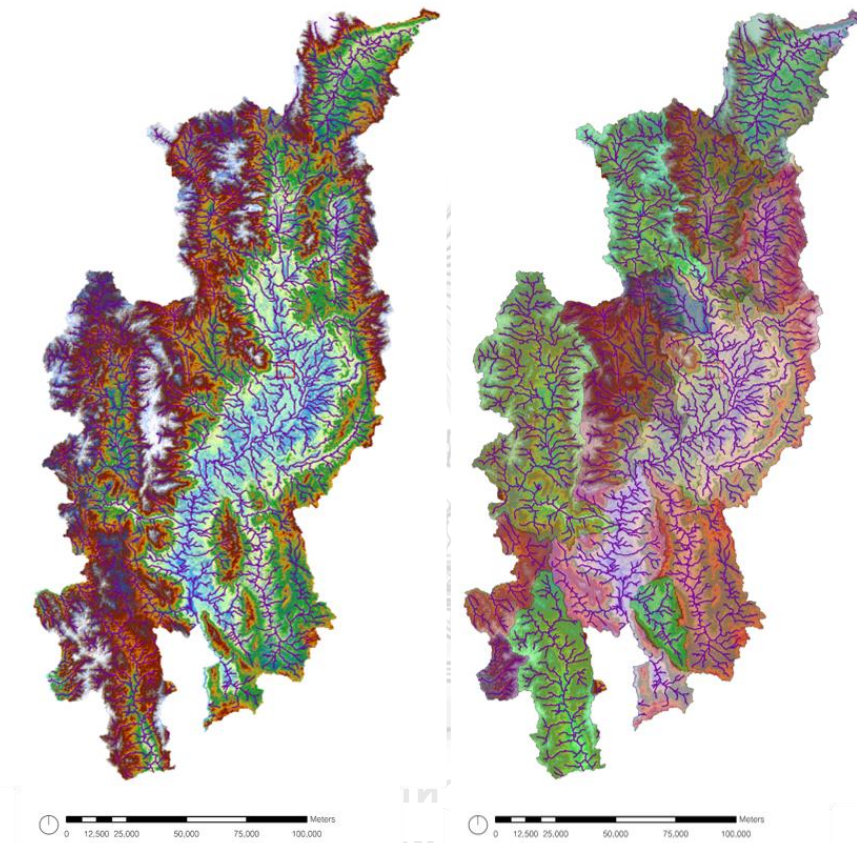


ภาพที่ 101 โครงสร้างภูมินิเวศระดับกลุ่มน้ำปิงตอนบน  
(ดัดแปลงจาก SRTM, 2013; กรมทรัพยากรธรณี, 2559)

## 2. บทบาทหน้าที่ของภูมินิเวศแม่น้ำปิง

เนื่องจากบทบาทของภูมินิเวศนั้นเกิดจากความเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบภายในภูมินิเวศจนเกิดเป็นกระบวนการที่มีอิทธิพลต่อส่วนต่าง ๆ ของภูมินิเวศ ทำให้ผลการศึกษาเรื่องบทบาทหน้าที่ของภูมินิเวศแม่น้ำปิงจึงเกี่ยวข้องกับกระบวนการเชิงนิเวศที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาในภูมิภาคแม่น้ำปิง ได้พบกระบวนการที่สำคัญหลัก ๆ คือกระบวนการไหลของลำน้ำ และการเกิดพลวัตในแม่น้ำปิง โดยพบแบบแผนการไหลของเส้นน้ำในภูมิภาคแม่น้ำปิงที่เชื่อมจากพื้นที่บริเวณเทือกเขาลงมาในพื้นที่แอ่งที่ราบ และขอบเขตลุ่มน้ำย่อยในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน ซึ่งมีอิทธิพลต่อการเชื่อมต่อของแม่น้ำในมิติทางยาวและทางขวาง (Opperman et al., 2017)

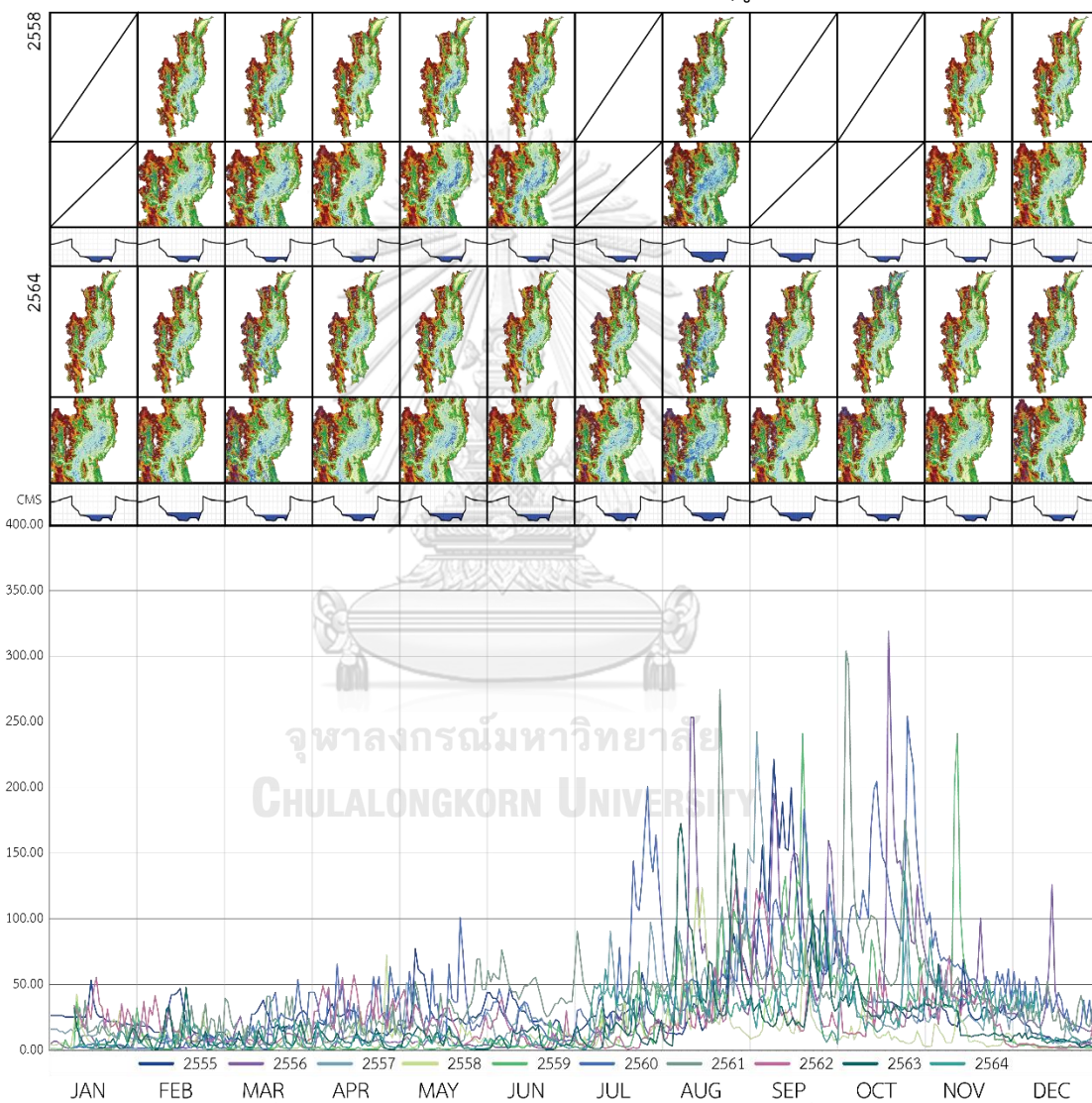


ภาพที่ 102 เส้นทางการไหล และขอบเขตลุ่มน้ำย่อย

จากกระบวนการไหลในภูมิภาคแม่น้ำปิง เป็นผลให้เกิดบทบาทการเชื่อมต่อแม่น้ำปิงกับภูมิภาคส่วนต่าง ๆ รวมถึงการแลกเปลี่ยนสารตะกอนภายในแต่ละลุ่มน้ำย่อยที่มีความเกี่ยวข้องกับแม่น้ำปิง ทำให้แม่น้ำปิงมีหน้าที่ในการเป็นทั้งแหล่งรับ และแหล่งสร้างความอุดมสมบูรณ์ (FISRWG, 1998) ให้กับภูมิภาคลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน ซึ่งความอุดมสมบูรณ์นี้ยังทำหน้าที่สำคัญในการเป็นปัจจัยพื้นฐานให้เกิดการสร้างบ้านแปงเมืองในเชียงใหม่ และมีบทบาทในการเป็นข้อมูลเชิงนิเวศที่มนุษย์ได้ส่งต่อกันจนเกิดการพัฒนาระบบสังคม และการพัฒนาวิถีชีวิตที่เกี่ยวข้องกับภูมิภาคแม่น้ำปิงในเวลาต่อมา ซึ่งจะทำการอธิบายในบทสรุปความเชื่อมโยงของภูมิภาคแม่น้ำปิงกับมนุษย์ต่อไป

### 3. การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำปิง

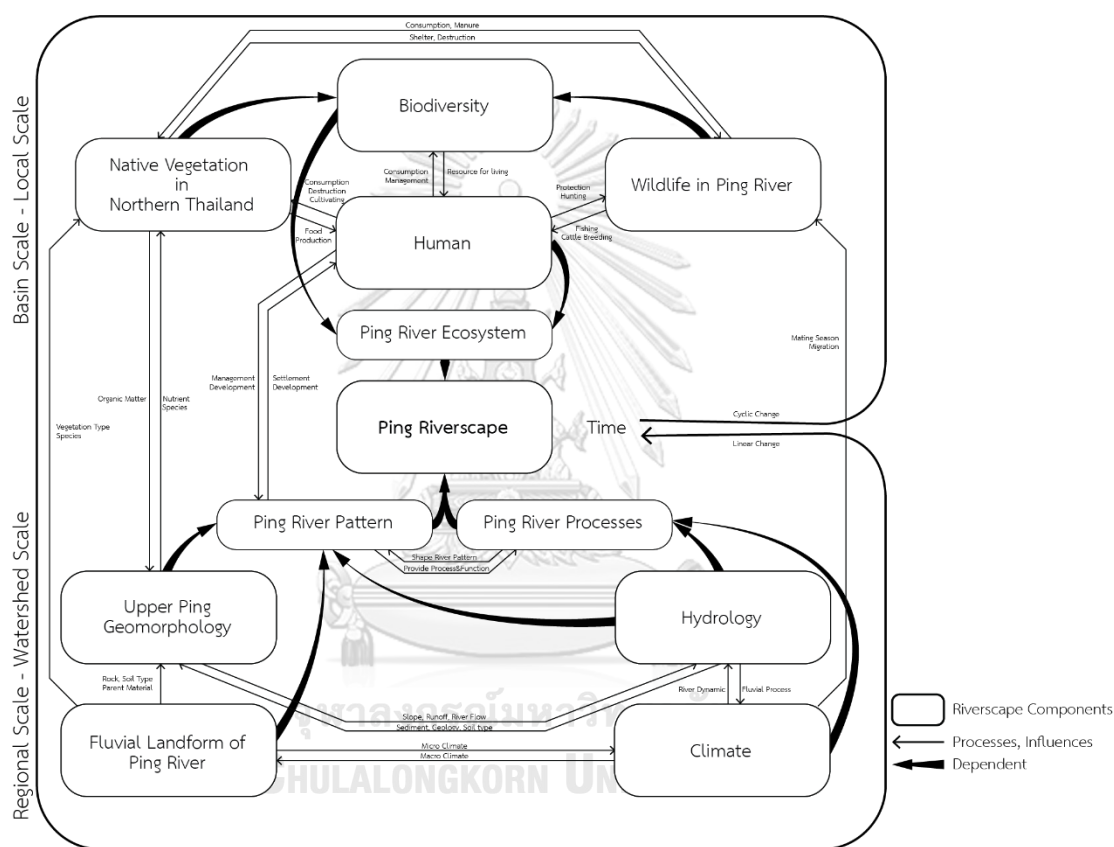
ในการแสดงผลการศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำปิง ได้ผลการศึกษาจากการเปรียบเทียบข้อมูลกราฟน้ำท่า และการทำแผนที่จำแนกน้ำบนชั้นผิวดิน (ดูภาพที่ 103) แสดงให้เห็นอิทธิพลจากพลวัตของฤดูกาลต่อพื้นที่ลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของแม่น้ำปิงในรอบปี และความแตกต่างของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงในช่วงฤดูน้ำหลากและฤดูน้ำแล้ง ซึ่งทำให้มีผลผลิต และการใช้ชีวิตที่แตกต่างกันตามฤดูกาลไปด้วย



ภาพที่ 103 การจำแนกน้ำผิวดิน ปีพ.ศ. 2558 และ 2564 เทียบกับกราฟน้ำท่า ปี พ.ศ. 2555–2564 (ดัดแปลงจาก : ASF DAAC, 2015, 2021; ศูนย์อุทกวิทยาสลประทานภาคเหนือตอนบน, ม.ป.ป.)

โดยจากแต่ละองค์ประกอบ ได้ทำการเชื่อมโยงความสัมพันธ์โดยดัดแปลงจากพื้นฐานทฤษฎีแนวคิดองค์ประกอบปัจจัยการเกิดแผ่นดิน (Zonneveld, 1995) และแสดงเป็นแผนภาพ (ภาพที่ 104) ซึ่งจากแผนภาพ เห็นได้ว่าภูมินิเวศแม่น้ำเกิดจากการรวมขององค์ประกอบพื้นฐานต่าง ๆ ทั้ง

องค์ประกอบทางภูมิศาสตร์ ภูมิอากาศ ธรณีสัณฐาน และอุทกวิทยานั้นเป็นปัจจัยสร้างลักษณะของ ภูมินิเวศแม่น้ำปิงตั้งแต่แนวเทือกเขา พื้นที่ราบแอ่งเชียงใหม่ลำพูน การคดเคี้ยวของลำน้ำ ตลอดจน ชายตลิ่ง หรือแนวชายหาดริมแม่น้ำ มีกระบวนการ หรือมีอิทธิพลต่อโครงสร้างในส่วนอื่น ๆ ของภูมิ นิเวศแม่น้ำปิง ทำให้เกิดบทบาทหน้าที่ และมีเงื่อนไขของเวลาที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายใน ระบบภูมินิเวศแม่น้ำปิง ซึ่งเป็นเงื่อนไขการกำหนดลักษณะการดำรงชีวิตในพื้นที่ เช่น การเกิดสังคม เกษตรกรรม การวางระบบเหมืองฝายในแอ่งเชียงใหม่ลำพูน ตลอดจนการเกิดรูปแบบประเพณี วัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับแม่น้ำ เช่น ประเพณีสงกรานต์ การชนทรายเข้าวัด



ภาพที่ 104 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง กระบวนการ และการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำปิง ในระดับลุ่มน้ำปิงตอนบน (ดัดแปลงจาก : Zonneveld, 1995)

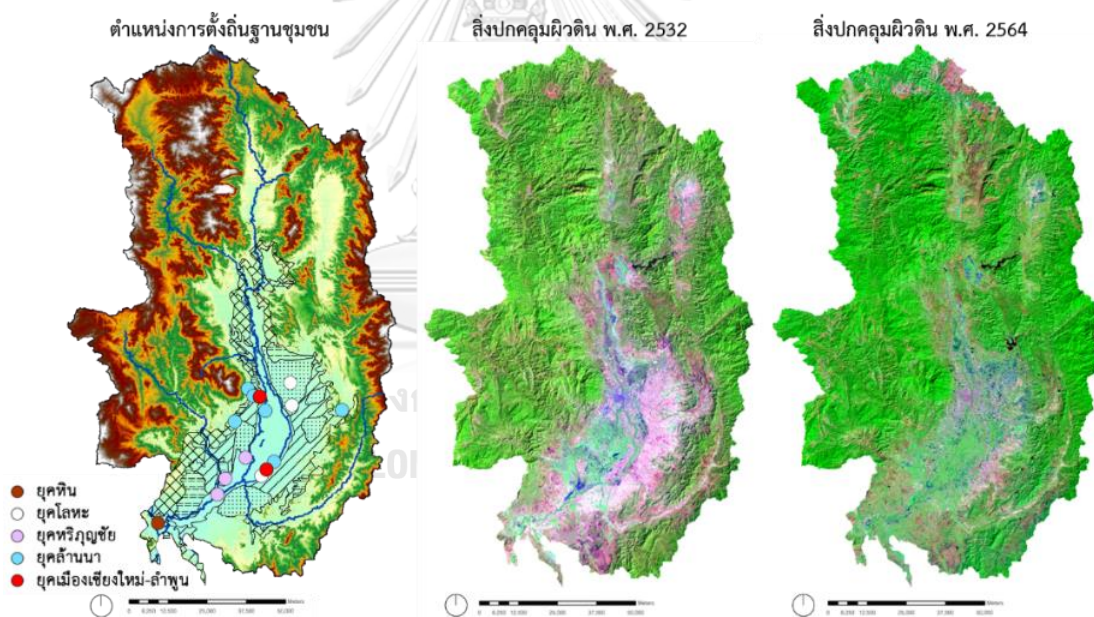
### 6.1.2. ภูมินิเวศแม่น้ำปิงมีความเชื่อมโยงกับการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างไร

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ศึกษาและอธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ของมนุษย์กับแม่น้ำปิงผ่าน การวิเคราะห์ในระดับแอ่งเชียงใหม่ – ลำพูนเป็นหลัก ด้วยวิธีการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน และ



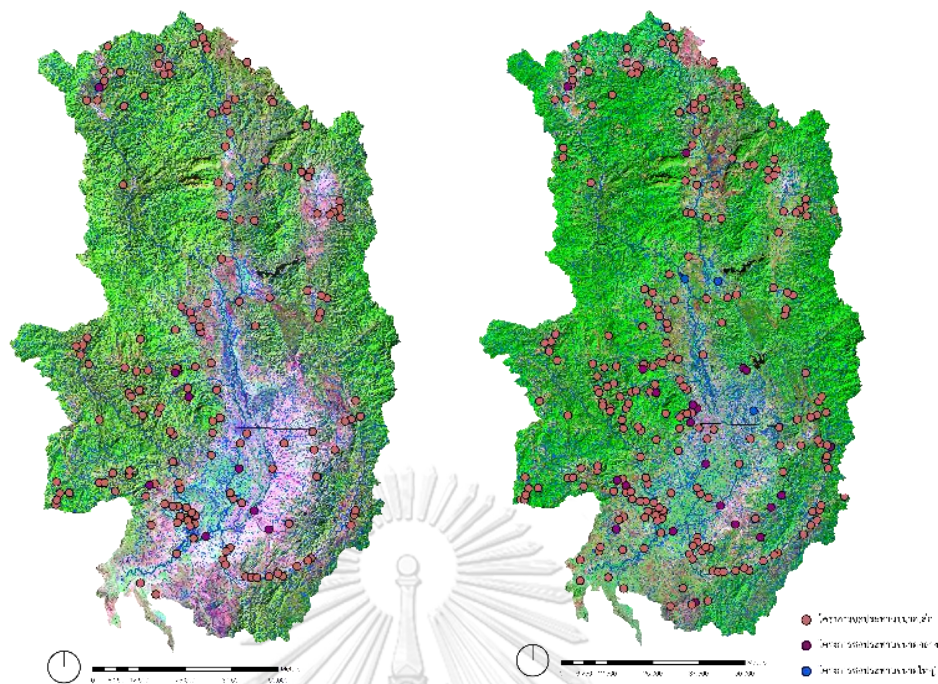
การศึกษาข้อมูลการใช้บริการเชิงนิเวศจากการทบทวนวรรณกรรม พบข้อสรุปจากการศึกษาในเชิงพื้นที่และเชิงวิถีชีวิต

1. ความเชื่อมโยงของภูมิโนเวศแม่น้ำปิงกับการใช้พื้นที่ของมนุษย์ : จากข้อมูลการทบทวนวรรณกรรม และการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน พบว่าการตั้งถิ่นฐานและพัฒนาขอบเขตพื้นที่ใช้สอยของมนุษย์ในแอ่งเชียงใหม่ - ลำพูนมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับภูมิโนเวศแม่น้ำปิง โดยมีข้อสันนิษฐานว่าหลังจากมนุษย์เริ่มเรียนรู้ที่จะทำการเพาะปลูก จึงมีการเริ่มตั้งถิ่นฐานในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงกับลำน้ำ และสร้างสังคมเกษตรกรรมขึ้นมา (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552) (ภาพที่ 105) หลังจากนั้น การพัฒนาขอบเขตพื้นที่ของมนุษย์ก็ขยายตัว และมีการใช้สอยพื้นที่ในรูปแบบต่าง ๆ ตามบริบทของภูมิโนเวศแม่น้ำที่แตกต่างกันเมื่อเวลาเปลี่ยนไป (เช่น ใช้พื้นที่ราบน้ำท่วมถึงในการทำเกษตรส่วนใหญ่ ชุมชนที่ตั้งจะเป็นชุมชนขนาดเล็ก ในขณะที่ตัวเมืองจะอยู่ในบริเวณพื้นที่สูงกว่าอย่างพื้นที่ราบตะพักลำน้ำ) และมีการพัฒนาระบบการจัดการทรัพยากรน้ำที่สำคัญต่อพื้นที่แอ่งเชียงใหม่ - ลำพูน ให้สามารถกระจายการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ส่วนอื่นนอกจากในบริเวณพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงอีกด้วย (ภาพที่ 106)



ภาพที่ 105 รูปแบบการใช้พื้นที่ของมนุษย์ บนแอ่งเชียงใหม่ - ลำพูน

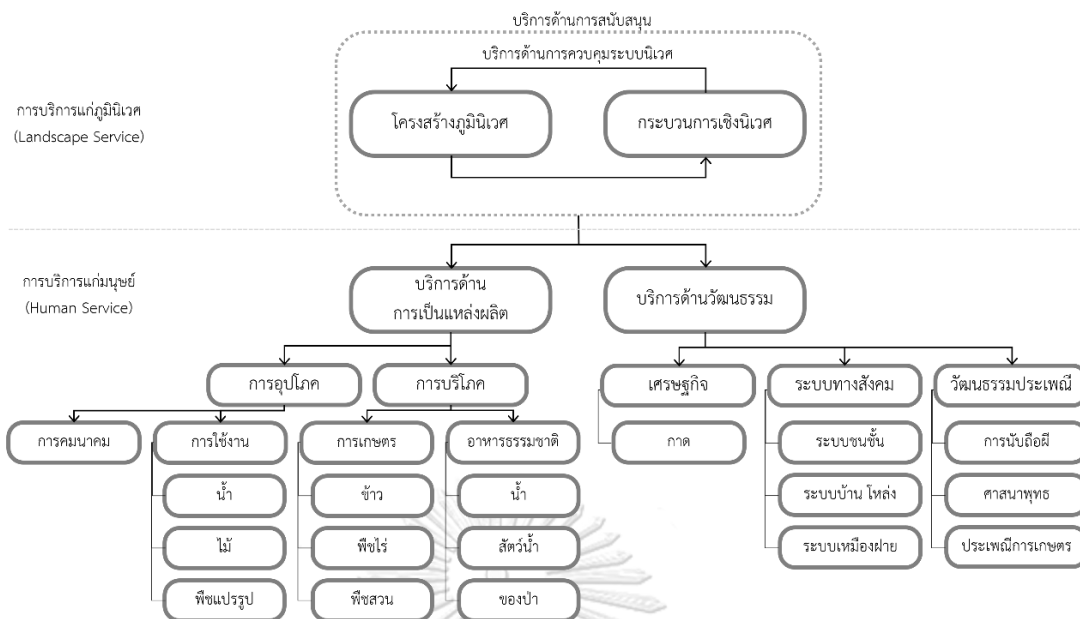
(ดัดแปลงจาก : กรมทรัพยากรธรณี, ม.ป.ป.; นวลศิริ วงศ์ทางสวัสดิ์, 2534; วิชัย กิตติกร, 2532 หน้า 7; SRTM, 2013)



ภาพที่ 106 ตำแหน่งโครงการชลประทานในอดีต จากการทบทวนวรรณกรรม (ซ้าย)  
และข้อมูลปัจจุบัน (ขวา)  
(ที่มา : กรมชลประทาน, ม.ป.ป.)

2. ความเชื่อมโยงของภูมินิเวศแม่น้ำปิงกับวิถีชีวิตของมนุษย์ : สามารถสรุปได้จากการใช้บริการเชิงนิเวศของมนุษย์ และข้อมูลประวัติศาสตร์พื้นที่ได้เป็นแผนภูมิตามภาพที่ 107 โดยมีทั้ง (1) บริการด้านสนับสนุน (2) การบริการด้านการควบคุมระบบนิเวศที่เป็นพื้นฐานให้กับการทำงานของระบบภูมินิเวศ เป็นส่วนที่ส่งเสริมให้เกิด (3) การบริการแก่มนุษย์ในด้านการเป็นแหล่งผลิต เกิดเป็นทรัพยากรต่าง ๆ เพื่อการอุปโภคและบริโภค และ (4) การบริการด้านวัฒนธรรมที่เกี่ยวกับการดำรงชีวิต ซึ่งเป็น การพัฒนาระบบทางสังคม เศรษฐกิจ วัฒนธรรมประเพณีแก่สังคมมนุษย์ในรูปแบบต่าง ๆ





ภาพที่ 107 การบริการเชิงนิเวศแม่น้ำปิง

ผลสรุปจากการศึกษาความเชื่อมโยงของภูมินิเวศแม่น้ำปิงและมนุษย์ ทำให้เห็นว่ามีมนุษย์มีการพึ่งพาภูมินิเวศแม่น้ำมาตั้งแต่สมัยที่เกิดการตั้งถิ่นฐาน โดยใช้ปัจจัยของภูมินิเวศในกลุ่มแม่น้ำปิงตอนบนเป็นเงื่อนไขในการเลือกพื้นที่เพื่อตั้งถิ่นฐานชุมชน และมีการวางขอบเขตของสิ่งปลูกสร้างหรือการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ภูมินิเวศเพื่อการใช้ประโยชน์ และการจัดการทรัพยากรในอดีต อีกทั้งยังมีการใช้สอย การอุปโภคบริโภคและการพัฒนาระบบทางสังคมเศรษฐกิจและวัฒนธรรม โดยมีการบริการเชิงนิเวศในพื้นที่เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดรูปแบบวิถีการดำรงชีวิตในแอ่งเชียงใหม่ – ลำพูน

6.1.3. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในภูมินิเวศแม่น้ำปิงมีอะไรบ้าง การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างไร

ในภูมินิเวศแม่น้ำปิงมีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งในรูปแบบที่เป็นวัฏจักร และแบบที่เป็นไปในทิศทางเดียว (Wilterdink & Form, 2022) โดยในการเปลี่ยนแปลงทั้ง 2 รูปแบบนั้นมีปัจจัยในการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งระดับการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่และเวลาที่หลากหลาย ทำให้รูปแบบและระดับของผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบภูมินิเวศจึงมีความแตกต่างกันออกไปด้วย ในที่นี้ จะสรุปการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยใช้เกณฑ์แบ่งจากเงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงที่เป็นไปตามธรรมชาติ จากผลวิเคราะห์ในระดับลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน กับการเปลี่ยนแปลงจากกิจกรรมของมนุษย์ จากผลการศึกษาวิเคราะห์ในระดับแอ่งเชียงใหม่ - ลำพูน และในการศึกษาระดับท้องถิ่น ซึ่งได้ผลการศึกษา ดังนี้

## 1. การเปลี่ยนแปลงตามกระบวนการตามธรรมชาติ

กระบวนการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นในภูมิภาคแม่น้ำระดับลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน จากหัวข้อ 6.1.1. ภูมิภาคแม่น้ำปิงคืออะไร ทั้งในด้านของโครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และการเปลี่ยนแปลง แต่ละองค์ประกอบข้างต้นมีความเชื่อมโยงต่อกันอย่างไรซึ่งได้อธิบายให้เห็นถึงวัฏจักร และพลวัตในรอบปีของภูมิภาคแม่น้ำปิง รูปแบบการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งอิทธิพลให้เกิดความแตกต่างของบทบาทหน้าที่ และการให้บริการเชิงนิเวศของภูมิภาคแม่น้ำปิงในแต่ละฤดูกาล

ทั้งนี้ นอกจากการเปลี่ยนแปลงแบบวัฏจักร กระบวนการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำปิงก็ยังมี การเปลี่ยนแปลงแบบทิศทางเดียว โดยลักษณะที่เกิดขึ้นจากหลักฐานการตั้งเมืองเก่า และหลักฐาน การศึกษาในเชิงพื้นที่ พบว่าในอดีตเคยมีเส้นลำน้ำ “ปิงห่าง” หรือปิงเก่าอยู่ ก่อนจะเกิดการเปลี่ยน เส้นทางน้ำแบบฉับพลัน ย้ายมาเป็นเส้นลำแม่น้ำปิงในปัจจุบัน (Yi, 2018b) การเปลี่ยนแปลงนี้ส่งผล ต่อกระบวนการสะสมของตะกอน และการกัดเซาะขอบตลิ่ง เนื่องจากปริมาณการไหลของน้ำภายใน ลำแม่น้ำเปลี่ยนแปลงจากการเปลี่ยนเส้นทาง รวมไปถึงเกิดการเปลี่ยนแปลงต่อลำน้ำสายเดิมซึ่งจะ เกิดการเปลี่ยนแปลงและมีระดับดินที่ตื้นเขินจนกลายเป็นส่วนหนึ่งของแผ่นดินในที่สุด (Slingerland & Smith, 2004)

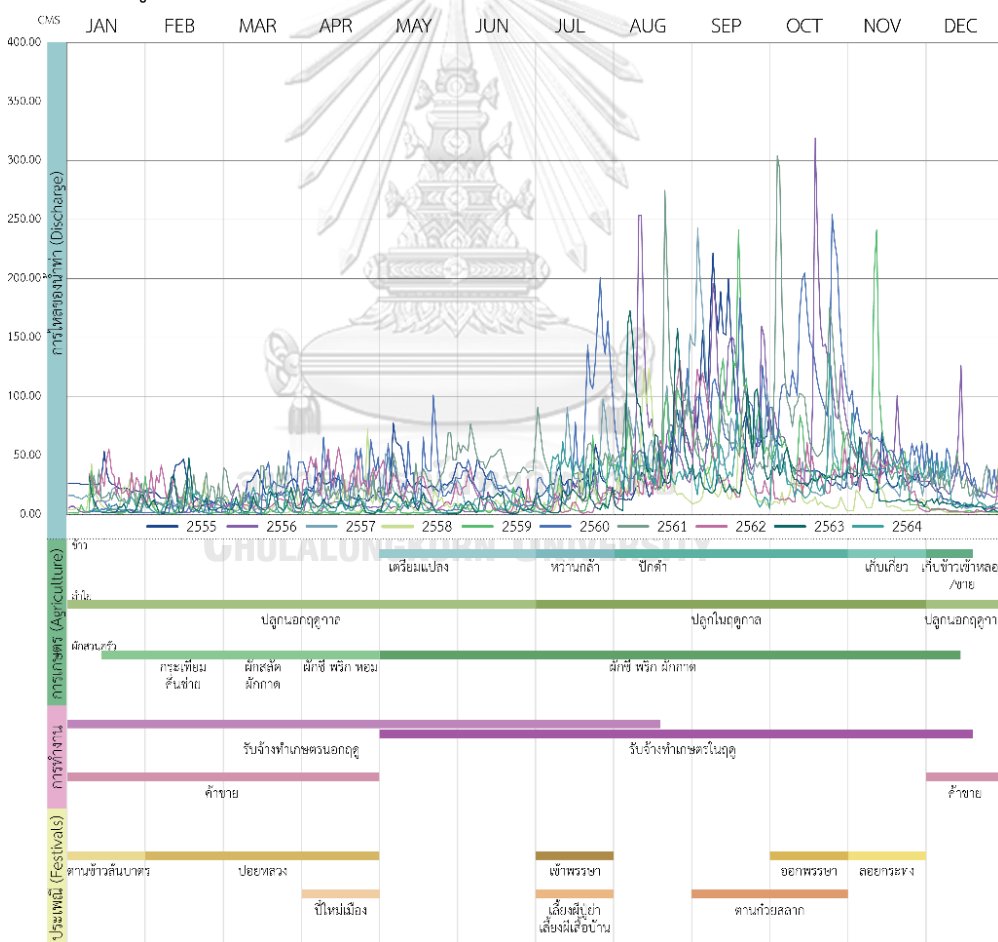
## 2. การเปลี่ยนแปลงจากกิจกรรมของมนุษย์

การเปลี่ยนแปลงภูมิภาคแม่น้ำปิงโดยกิจกรรมของมนุษย์เองก็มีการเปลี่ยนแปลงทั้งที่เป็นวัฏ จักรและเป็นทิศทางเดียว ซึ่งส่งผลกระทบต่อระดับที่แตกต่างกันออกไป โดยการเปลี่ยนแปลงที่เป็น แบบวัฏจักรของกิจกรรมมนุษย์โดยส่วนใหญ่จะเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากวิถีชีวิตท้องถิ่นเดิม ตั้งแต่สมัยล้านนา ซึ่งจะเป็นกิจกรรมในรูปแบบการเกษตรตามฤดูกาล การปลูกผักหรือค้าขายในช่วง นอกฤดูเพาะปลูก และกิจกรรมประเพณีตามฤดูกาล ตลอดจนการเตรียมเหมืองฝายท่อน้ำตามฤดูกาล เป็นต้น (รัตนพร เศรษฐกุล, 2552) (ภาพที่ 108)

ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงภูมิภาคแม่น้ำปิงในทิศทางเดียวที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมมนุษย์ที่ พบจากการศึกษาวิจัย จะเป็นการเปลี่ยนแปลงในเชิงพื้นที่ ทั้งการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ ประโยชน์ที่ดิน การขยายพื้นที่ใช้สอยเข้ามาในพื้นที่แม่น้ำมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงโครงข่ายทางไหล และโครงสร้างของภูมิภาคแม่น้ำด้วยการวางโครงสร้างทางวิศวกรรมเพื่อการระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วมตามจุดต่าง ๆ ในลำน้ำ ตลอดจนการพัฒนาโครงข่ายถนนให้หนาแน่นขึ้น และการเปลี่ยนรูปแบบ พื้นผิวถนน ที่ส่งผลกระทบต่อลักษณะโครงสร้างของแม่น้ำเพื่อให้ตอบรับกับการใช้งานของถนนมาก ขึ้น (เช่น การถมแนวตลิ่ง การคาดแนวตลิ่งเป็นกำแพงสูงชันเพื่อยกความสูงถนน และป้องกันการกัดเซาะตลิ่งในบริเวณที่มีถนนเลียบบแม่น้ำ) (ภาพที่ 109)

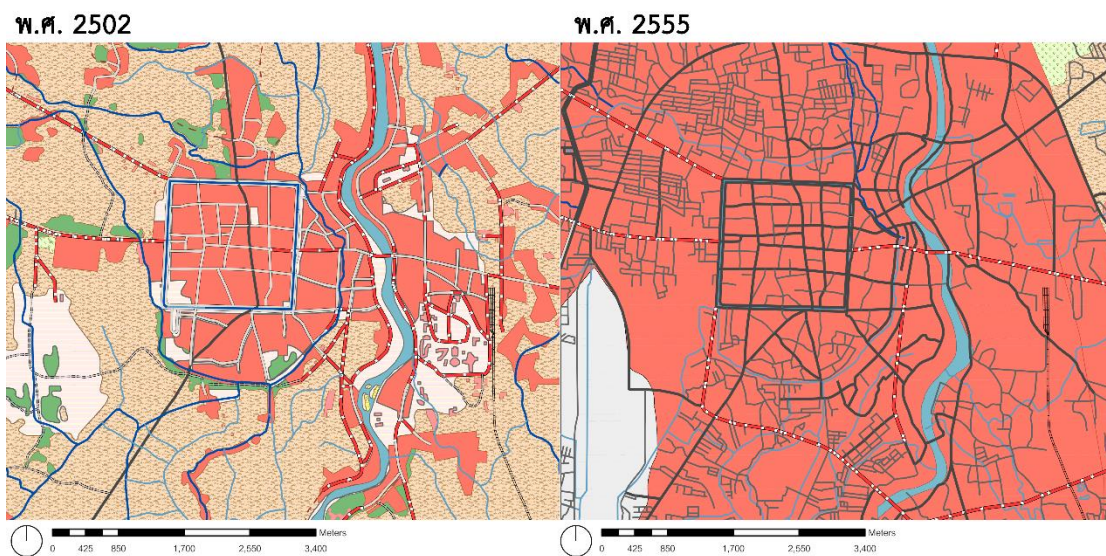
การเปลี่ยนแปลงที่เป็นไปในทิศทางเดียวที่ได้ยกตัวอย่างในข้างต้น เป็นการเปลี่ยนแปลง ลักษณะโครงสร้างของภูมิภาคแม่น้ำปิงที่ไม่สอดคล้องกับกระบวนการของภูมิภาคแม่น้ำปิงที่มีการ

เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยโครงสร้างชลประทานที่เกิดขึ้นบนแม่น้ำปิงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำจากการยกกระต๊อบน้ำ การถูกขัดขวางแนวการไหลของน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อทั้งคุณภาพน้ำและการเชื่อมต่อลำน้ำในมิติทางยาว การขยายพื้นที่ปลูกสร้างเข้ามาในพื้นที่ราบน้ำท่วมและบริเวณขอบตลิ่ง ทำให้เกิดการถมพื้นที่แม่น้ำปิงบางส่วน (สมนึก ชัชวาลย์, 2548) เพื่อให้มีพื้นที่ใช้สอยเพิ่มขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งความกว้างลำน้ำซึ่งทำให้น้ำไหลเร็วและรุนแรงมากขึ้น อีกทั้งความลาดและระดับของแนวตลิ่งที่เปลี่ยนแปลง ก็ยังส่งผลกระทบต่อความเชื่อมโยงในมิติทางขวางของลำน้ำ ทำให้ความเชื่อมโยงระหว่างแม่น้ำปิงกับพื้นที่ขอบตลิ่งถูกตัดขาดและส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ ความอุดมสมบูรณ์ที่ได้จากกระบวนการเชื่อมต่อลำน้ำกับพื้นที่ชายตลิ่ง และยิ่งส่งผลกระทบต่อความเชื่อมโยงของกิจกรรมมนุษย์ที่ใช้ประโยชน์จากการเชื่อมต่อกับพื้นที่น้ำกับพื้นที่บก ทำให้การเข้าถึงแม่น้ำปิงของคนในพื้นที่น้อยลง และส่งผลให้วิถีชีวิตหรือกิจกรรมเดิมที่เคยผูกพันกับแม่น้ำปิงค่อย ๆ สูญหายไปเช่นกัน



ภาพที่ 108 กราฟน้ำท่า และตารางเวลากิจกรรมในช่วงปี

(ดัดแปลงจาก : ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน, ม.ป.ป.: สมบูรณ์ บุญชู และ สุนนมาลัย สิงหะ, 2550)



ภาพที่ 109 การเปลี่ยนแปลงภูมิโนเวศในเชิงพื้นที่

## 6.2 การอภิปรายผลการศึกษา

จากผลการศึกษาในพื้นที่ระดับต่าง ๆ สามารถอภิปรายประเด็นจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภูมิโนเวศแม่น้ำปิงได้ดังนี้

### 6.2.1. โครงสร้างทางภูมิโนเวศแม่น้ำในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่

แม่น้ำปิง เป็นแม่น้ำที่มีต้นกำเนิดจากบนเขา ไหลผ่านที่ราบกลางแอ่งเชียงใหม่ลำพูน บริเวณ 2 ข้างแม่น้ำมีพื้นที่แนวตลิ่งและที่ราบน้ำท่วมถึงที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นลานตะกอนน้ำพาและลานตะกอนน้ำ ซึ่งกำหนดให้เกิดกระบวนการและการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ เช่น การกัดเซาะ การทับถมตะกอน การเกิดลำน้ำโค้งตัว การเกิดพลวัตแม่น้ำ ซึ่งกำหนดให้เกิดลักษณะพืชพันธุ์ที่สอดคล้องกับโครงสร้างพื้นที่ เช่น มีพื้นที่ป่าสนเขา และป่าดิบเขาบริเวณเทือกเขาสูง มีสังคมป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรังบริเวณเชิงเขาหรือที่ราบระหว่างหุบเขา

ในลำดับต่อมา กระบวนการ และบทบาทหน้าที่ที่เกิดจากโครงสร้าง ก็เป็นเงื่อนไขพื้นฐานต่อการตั้งถิ่นฐานและการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยมนุษย์ใช้ทรัพยากรจากโครงสร้างธรรมชาติ เช่น การกำหนดพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงเป็นพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ดอนเป็นที่ตั้งชุมชน หรือการเลือกพื้นที่ประกอบกิจกรรมทางสังคมเป็นพื้นที่ใกล้แม่น้ำ เนื่องจากสัญจรได้สะดวก ตลอดจนใช้บทบาทหน้าที่ทางภูมิโนเวศเป็นพื้นฐานการดำรงชีวิต เช่น การใช้ประโยชน์จากพลวัตน้ำหลากเป็นตัวกำหนดช่วงเวลาทำนา การพัฒนาระบบเหมืองฝายจากเงื่อนไขทางภูมิศาสตร์

### 6.2.2. ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาพื้นที่ของมนุษย์

การพัฒนาพื้นที่ ทำให้โครงสร้างแม่น้ำปิงเปลี่ยนแปลงแบบไม่สอดคล้องกับบริบทเดิมของโครงสร้างแม่น้ำปิง โดยจากผลการศึกษา และการทบทวนวรรณกรรม ทำให้สามารถระบุผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อกระบวนการ บทบาทหน้าที่ และการดำรงชีวิตของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับภูมิเวศแม่น้ำปิงได้ ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงความกว้างของแม่น้ำ : จากการถมตลิ่ง เพื่อขยายถนนและขยายพื้นที่ใช้สอยของอาคารราชการต่าง ๆ (ดวงจันทร์ อาภาวีชรุตม์, 2536) ทำให้ลำแม่น้ำปิงแคบลง ส่งผลให้อัตราการไหลของน้ำในลำน้ำมากขึ้น เกิดการกัดเซาะพังทลายของขอบตลิ่งในพื้นที่ที่ไม่มีการทำกำแพงกัน (The River Restoration Centre, n.d.) และส่งผลต่อความรุนแรงที่เกิดขึ้นเมื่อเกิดเหตุน้ำหลากในแม่น้ำ
2. การสูญเสียชายตลิ่งริมแม่น้ำปิง : เกิดจากการตาดกำแพงคอนกรีตบนตลิ่งริมแม่น้ำเพื่อให้สามารถรองรับความหนาแน่นของเมืองและถนน และเพื่อป้องกันน้ำท่วม (สมนึก ชัชวาลย์, 2548) ส่งผลกระทบให้แม่น้ำและแนวตลิ่งไม่เชื่อมต่อกัน ทำให้กระบวนการและเปลี่ยนแร่ธาตุสารอาหารจากปลวัดน้ำหลากบนแนวตลิ่งหายไป ส่งผลกระทบต่อการสูญเสียแหล่งอาศัยตามธรรมชาติทั้งในแม่น้ำและพื้นที่ริมน้ำ และส่งผลให้สิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติลดลงไปด้วย นอกจากนี้ การทำโครงสร้างริมขอบแม่น้ำในรูปแบบที่เกิดขึ้นบนแม่น้ำปิงในเมืองเชียงใหม่ ยังเป็นรูปแบบกำแพงกันแม่น้ำ ทำให้เกิดการตัดขาดปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับแม่น้ำปิง และส่งผลกระทบให้รูปแบบวิถีชีวิตของคนในพื้นที่ที่มีความเชื่อมโยงกับแม่น้ำปิง เช่น การปลูกพืชผักตามชายตลิ่ง การทำกิจกรรมประเพณีสงกรานต์ในแม่น้ำปิงที่มีอยู่เดิมหายไปอีกด้วย

ดังนั้น เงื่อนไขของบริบทของภูมิเวศแม่น้ำ ทั้งโครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และปลวัดการเปลี่ยนแปลง เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในฐานะปัจจัยที่มีความสำคัญที่สุด เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาหรือสร้างการเปลี่ยนแปลงในเชิงพื้นที่บนส่วนใดส่วนหนึ่งของภูมิเวศแม่น้ำ โดยไม่มอง “แม่น้ำ” เป็นเพียงแค่เส้นทางลำน้ำเท่านั้น แต่จำเป็นต้องคำนึงถึงพื้นที่ รวมทั้งกระบวนการที่เกี่ยวข้องไปยังพื้นที่ส่วนอื่น ๆ ทั้งระบบ เพื่อส่งเสริมให้เกิดแนวคิดการพัฒนาพื้นที่ และวิถีชีวิตของคน ให้สามารถอยู่ร่วมและปรับตัวให้เข้ากับบริบทความเป็นปลวัดของภูมิเวศแม่น้ำได้อย่างยั่งยืนต่อไป

### 6.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำปิง ได้สรุปการอภิปรายข้อเสนอแนะเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา เพื่อให้เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาต่อยอดเพิ่มเติม และข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพื้นที่ โดยอภิปรายเนื้อหาอ้างอิงจากกรณีศึกษาที่ได้ทำการ ทบทวนวรรณกรรม

#### 6.3.1. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการพื้นที่

เนื่องจากผลการศึกษาได้บ่งชี้ให้เห็นว่าปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศ แม่น้ำปิงในพื้นที่ศึกษา มาจากความไม่สอดคล้องกันของการพัฒนาพื้นที่ กับบริบทของภูมินิเวศที่มีอยู่ เดิม ข้อเสนอแนะในการจัดการพื้นที่ที่ได้ทำการเสนอแนะ จึงเป็นแนวคิดที่ใช้พื้นฐานมุมมองทางภูมิ นิเวศ และการแก้ปัญหาโดยใช้พื้นฐานองค์ความรู้ทางธรรมชาติเป็นหลัก

แนวคิดพื้นฐานมุมมองทางภูมินิเวศ (Landscape Approach) คือแนวทางการศึกษาภูมิ นิเวศที่คำนึงถึงคุณลักษณะเฉพาะของบริบทพื้นที่ เพื่อสามารถวางแผนจัดการกับพื้นที่ ขอบเขตของ พื้นที่ ความซับซ้อนและพลวัตของภูมินิเวศ ตลอดจนผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกับพื้นที่ (Sayer et al., 2013)

การแก้ไขปัญหาโดยใช้องค์ความรู้ทางธรรมชาติ (Nature-Based Solution) คือ กิจกรรมเพื่อการปกป้อง จัดการ และฟื้นฟูพื้นที่ทางธรรมชาติหรือที่ที่มีการปรับเปลี่ยนระบบนิเวศให้ เกิดความยั่งยืน พร้อม ๆ กับเสริมสร้างให้เกิดคุณภาพชีวิตที่ดีของมนุษย์ และให้ประโยชน์ต่อความ หลากหลายทางชีวภาพ (Hobbie & Grimm, 2020; Le Gouvello, Brugere, & Simard, 2022)

จากการทบทวนวรรณกรรมกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้อง ทำให้เห็นแนวทางการพัฒนาแม่น้ำที่มีความ สัมพันธ์กับเมืองโดยการศึกษา และวางแผนโดยใช้ความเข้าใจพลวัต และการเชื่อมต่อของลำน้ำ และพื้นที่รอบข้างเป็นพื้นฐานในการวางแผน สามารถสรุปและประยุกต์เป็นข้อเสนอแนะในการ จัดการและทำนุบำรุงพื้นที่ศึกษาภูมินิเวศแม่น้ำปิงในเมืองเชียงใหม่ในลำดับถัดไป

#### 1. การฟื้นฟูแม่น้ำปิง

การฟื้นฟูแม่น้ำ มีจุดประสงค์หลักคือการทำให้ธรรมชาติของแม่น้ำกลับมาอยู่ในสถานะที่ดี (National Academy, 1992, as cited in Wohl, 2014) หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการทำให้แม่น้ำ กลับมาดำเนินบทบาทและกระบวนการตามธรรมชาติได้ (Wohl, 2014)



จากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างแม่น้ำปิงด้วยกิจกรรม และการใช้พื้นที่ของมนุษย์ ส่งผลกระทบต่อกระบวนการที่เกิดขึ้นในภูมิภาคแม่น้ำปิง ตลอดจนระบบนิเวศ และแหล่งอาศัยของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ ดังนั้น ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จึงเน้นวิธีการฟื้นฟูแม่น้ำปิงเป็นข้อเสนอแนะหลัก ซึ่งเป็นประเด็นการพัฒนาแรกๆ ที่ควรประยุกต์ใช้กับแม่น้ำปิง โดยการฟื้นฟูจะเป็นส่วนสำคัญในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับโครงสร้างแม่น้ำ และจะเป็นการพัฒนาแม่น้ำโดยมีองค์ความรู้ทางธรรมชาติเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหา เพื่อให้การพัฒนาเป็นไปอย่างสอดคล้องกับสภาพทางธรรมชาติของภูมิภาคแม่น้ำ

ทั้งนี้ ได้ทำการประยุกต์ข้อเสนอแนะจากการทบทวนวรรณกรรมเรื่องการฟื้นฟูแม่น้ำ (Griggs, 2009; Wohl, 2014) และการทำงานบำรุงภูมิภาคแม่น้ำ (Chapin et al., 2009) เป็นข้อเสนอแนะในการฟื้นฟูแม่น้ำปิง ดังนี้

ก. ในเชิงนโยบาย : กำหนดเป้าหมายในการฟื้นฟู และรักษาภูมิภาคแม่น้ำทั้งในระดับภูมิภาคและในระดับท้องถิ่น โดยใช้พื้นฐานความเข้าใจเรื่องพลวัต และบทบาทหน้าที่ตามธรรมชาติของแม่น้ำ เพื่อเป็นกรอบในการวางแผนพัฒนาอื่น ๆ ให้สอดคล้องกับบริบทของภูมิภาค รวมทั้งจำเป็นต้องมีข้อบัญญัติ หรือมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการรักษาภูมิภาคแม่น้ำในแต่ละพื้นที่ (เช่น การกำหนดระยะถอยร่นเพื่อรักษาพื้นที่ชายขอบตลิ่งในพื้นที่เมือง พื้นที่ธรรมชาติ พื้นที่ชุมชนขนาดเล็ก ที่แตกต่างกัน) ที่ชัดเจน

ข. ด้านการวางแผน : ทำการรวบรวมกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย คนในท้องถิ่น ภาคเอกชนและภาครัฐ รวมถึงผู้เชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ ทั้งในด้านวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์มาทำการกำหนดแนวทางวางแผนด้วยกัน เพื่อทำการฟื้นฟูพื้นที่ กำหนดข้อตกลงร่วมกันในการพัฒนาพื้นที่และทำนุบำรุงภูมิภาคแม่น้ำปิงในแต่ละส่วน รวมถึงวางแผนการให้ความรู้ในวงกว้างเพื่อให้เกิดความเข้าใจ และสร้างความตระหนักถึงคุณค่าเชิงนิเวศ เพื่อให้เกิดการดูแลระบบนิเวศอย่างยั่งยืน

ค. ในภาคปฏิบัติ : มีลำดับการฟื้นฟูแม่น้ำปิงดังนี้

1) ทำการประเมินภูมินิเวศแม่น้ำปิงในพื้นที่ต่าง ๆ เพื่อให้เห็นถึงคุณค่า จุดแข็งจุดอ่อน เงื่อนไขข้อจำกัด และปัญหาที่เกิดขึ้นในแม่น้ำปิงทั้งในภาพรวมและในพื้นที่ระดับย่อย ทั้งนี้ ควรศึกษา และทำความเข้าใจการเปลี่ยนแปลง และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาของมนุษย์บนพื้นที่แม่น้ำปิง เพื่อให้สามารถกำหนดทิศทาง หรือระดับการฟื้นฟูในแต่ละจุดได้

2) ทำการฟื้นฟูแม่น้ำ หรือทำการพัฒนาโดยมีพื้นฐานความเข้าใจ และอยู่ในกรอบเป้าหมายที่ได้ทำการกำหนดไว้ โดยอาจประยุกต์ใช้วิธีการจากหลักการวิศวกรรมโครงสร้างอ่อน (WMO, 2012) ในการฟื้นฟูลำน้ำปิง เช่น

ก) การปรับให้ลำน้ำสายหลักกลับมาเป็นเส้นทางคดเคี้ยว

ข) การขยายความกว้างของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง

ค) การเชื่อมโครงข่ายลำน้ำกับเส้นน้ำสายเดิม

ง) การรื้อถอนแนวเขื่อนหรือการตัดตลิ่งออก

จ) การกำหนดหรือรื้อถอนโครงสร้างที่ขวางกระบวนการณ์น้ำหลาก

3) หลังจากการฟื้นฟู ต้องทำการติดตามและประเมินผล เพื่อพัฒนาแผนการหรือปรับเปลี่ยนแนวทางให้ยืดหยุ่นรับกับบริบทของการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตต่อไป

## 2. การทำนุบำรุงแม่น้ำปิง

การทำนุบำรุงภูมินิเวศ เป็นแนวทางที่เน้นความร่วมมือของภาคส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การแก้ปัญหา และการจัดการทรัพยากรของระบบสังคมให้สอดคล้องกับความสามารถในการบริการ เชิงนิเวศ (Chapin et al., 2009) ดังนั้น นอกเหนือจากการฟื้นฟูแม่น้ำปิง สิ่งที่สำคัญอีกประการคือ การทำนุบำรุงภูมินิเวศแม่น้ำปิง เพื่อส่งเสริมให้หน่วยงานต่าง ๆ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกับแม่น้ำปิง และพื้นที่เกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการพัฒนา แก้ไขปัญหา รวมถึงดูแลรักษาให้สามารถอยู่ร่วมกับภูมิ นิเวศแม่น้ำปิงได้ในระยะยาว โดยข้อเสนอแนะในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ประยุกต์และอ้างอิงจากการ ทบทวนวรรณกรรมเรื่องกลยุทธ์ในการดำเนินงานทำนุบำรุงภูมินิเวศ (Chapin et al., 2009) ดังนี้

- ก. ทำการเผยแพร่ความรู้ และสร้างความตระหนักถึงคุณค่าของภูมินิเวศแม่น้ำปิง ทั้งในมิติเชิงนิเวศ และมิติทางสังคม เศรษฐกิจ วัฒนธรรม เพื่อให้บุคคลทั่วไปสามารถเข้าใจ ความสำคัญของแม่น้ำปิง ตลอดจนเข้าใจถึงความสำคัญ และวิธีการที่จะบำรุงรักษา แม่น้ำปิงให้เกิดความยั่งยืน อีกทั้งยังเป็นการสร้างรากฐานความเข้าใจถึงวิธีการอยู่ร่วม หรือการพัฒนาที่มุ่งเน้นการปรับตัวให้สอดคล้องกับโครงสร้างและกระบวนการของภูมิ นิเวศแม่น้ำปิงต่อไป
- ข. ส่งเสริมให้เกิดการศึกษาต่อยอดจากมุมมองของนักวิชาการสาขาต่าง ๆ เช่น นัก ธรณีวิทยา นักชีววิทยา นักอุทกวิทยา นักสังคมศาสตร์ วิศวกร ภูมิสถาปนิก เพื่อให้การ วางแผนงาน หรือการพัฒนาพื้นที่มีฐานความรู้ในหลากหลายมิติ
- ค. ทำการสร้างแรงจูงใจต่อภาครัฐและภาคเอกชน เพื่อส่งเสริมให้เกิดการพัฒนา นโยบาย หรือข้อกำหนดให้สอดคล้องกับการดูแลภูมินิเวศ และส่งเสริมให้มีเงินทุนหมุนเวียน เพื่อให้การฟื้นฟู พัฒนา หรือแก้ปัญหาสำเร็จตามเป้าหมายได้ดียิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะที่ได้ทำการอธิบายในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นข้อเสนอแนะภายใต้กรอบมุมมอง เชิงภูมินิเวศ โดยให้ความสำคัญกับการฟื้นฟู และดูแลรักษาโครงสร้างภูมินิเวศแม่น้ำปิง ตลอดจน พื้นที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำธรรมชาติและกระบวนการให้กลับมาสู่ภูมินิเวศแม่น้ำปิงเป็นหลัก ทั้งนี้ ยังมี การศึกษาในมิติอื่น ๆ ที่มีความสำคัญต่อการรักษา หรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับภูมินิเวศแม่น้ำปิง เช่นกัน ในประเด็นการศึกษาต่อยอดหรือข้อจำกัดที่เกิดขึ้น จะทำการอภิปรายในส่วนถัดไป

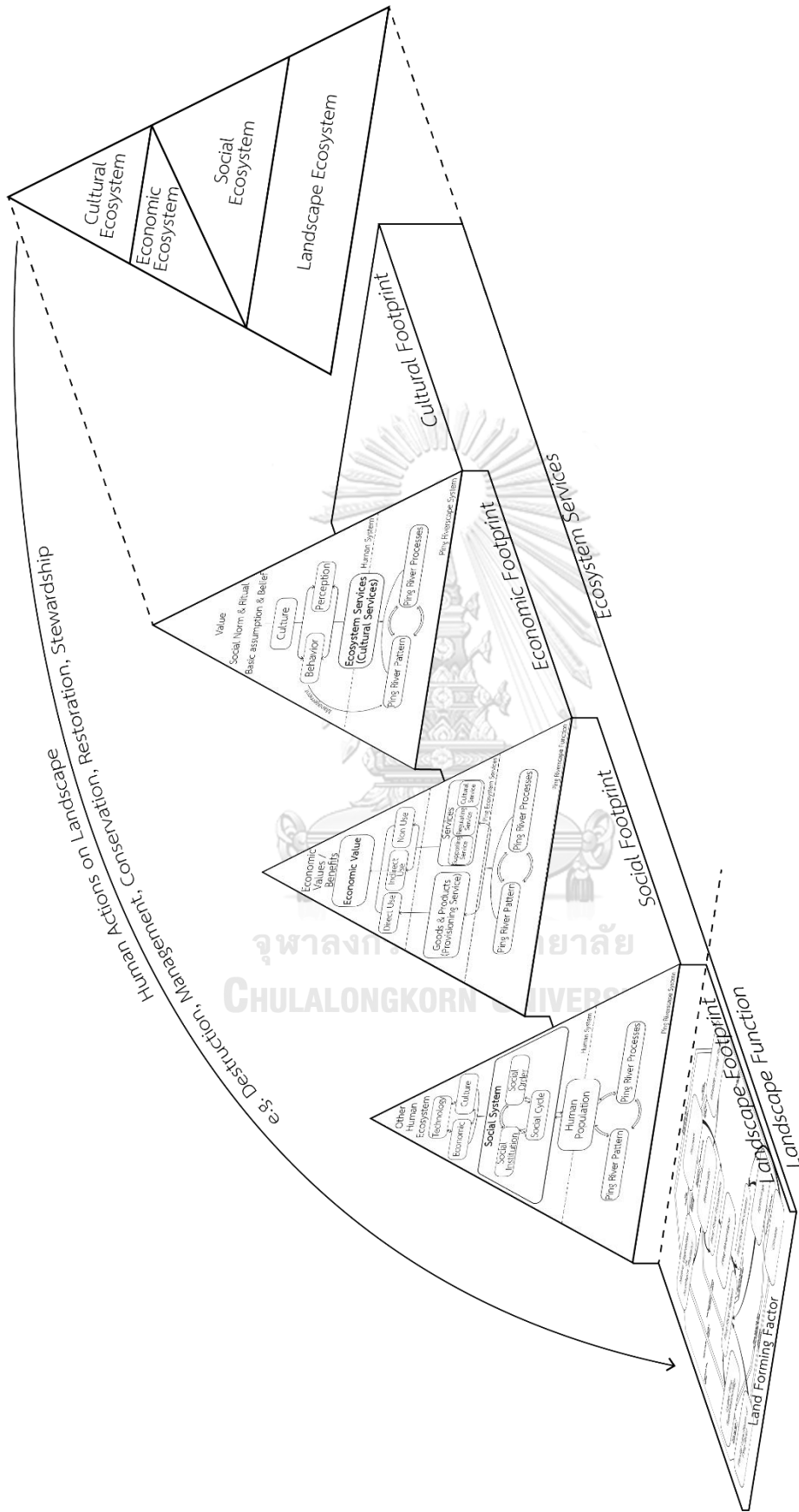
### 6.3.2. ข้อจำกัด และเสนอแนะสำหรับการศึกษาต่อยอด

เนื่องจากการดำเนินการศึกษาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เกิดขึ้นระหว่างสถานการณ์โรคระบาดโควิด - 19 โดยมีระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์ที่จำกัด ทำให้เกิดข้อจำกัดในการลงพื้นที่ภาคสนามเพื่อเก็บ ข้อมูล ซึ่งไม่สามารถทำการเก็บข้อมูลได้ในทุกฤดูกาล และจำเป็นต้องใช้วิธีการศึกษาระยะไกลเป็น หลัก อีกทั้งยังมีข้อจำกัดในการเข้าถึงฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์จากหน่วยงานต่าง ๆ ผู้ ศึกษาจึงต้องทำการเลือกข้อมูลที่แสดงข้อมูลได้ชัดเจนที่สุด ซึ่งอาจจะเป็นชุดข้อมูลที่ไม่ได้เป็นปัจจุบัน ที่สุด หรืออาจจะไม่ครบถ้วนทุกปี ในการศึกษาต่อยอด หรือการนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ จึงอาจจะต้อง ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมจากภาคสนามหรือการสัมภาษณ์ และอาจจะต้องทำการเก็บข้อมูลที่ เป็นปัจจุบันในช่วงเวลาที่ศึกษาวิจัยต่อ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนสมบูรณ์ และได้ข้อมูลที่เป็ปัจจุบัน มากที่สุด

นอกจากนี้ ในการดำเนินการศึกษาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เน้นการเปรียบเทียบให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในเชิงโครงสร้าง และเน้นการอธิบายข้อมูลในเชิงคุณภาพเป็นหลัก แต่ในความเป็นจริงแล้วภูมินิเวศ และการพัฒนาพื้นที่ที่เกิดขึ้นยังมีมิติอื่น ๆ ที่ส่งผลอย่างสำคัญด้วย ในการพัฒนาหรือวางแผนในเชิงรูปธรรมในอนาคตจำเป็นต้องทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลในเชิงปริมาณ หรือใช้ข้อมูลในมิติอื่น เช่น ข้อมูลองค์ประกอบทางชีวภาพ ข้อมูลทางเคมี หรือข้อมูลสถิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน เพื่อให้อาจวิเคราะห์ข้อมูลได้ครอบคลุมยิ่งขึ้น

ทั้งนี้ ในการศึกษาต่อยอด มีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกรอบแนวคิดในการศึกษา ซึ่งทำการดัดแปลงและประยุกต์มาจากกรอบการศึกษาเรื่องสามเหลี่ยมภูมินิเวศ (Thaitakoo, 2021) โดยจากภาพ (ภาพที่ 110) ได้เสนอแนวคิดที่ว่าโครงสร้างทางภูมินิเวศเป็นเสมือนฐานของชั้นบันได ซึ่งเป็นพื้นฐานให้กับการใช้บริการเชิงนิเวศ และเป็นพื้นฐานให้กับการดำรงชีพของมนุษย์ในมิติอื่น ๆ ได้แก่ มิติทางสังคม มิติทางเศรษฐกิจ และมิติทางวัฒนธรรม ตามลำดับ และจากการดำรงชีพดังกล่าว จะส่งผลเป็นกิจกรรม หรือการจัดการที่ย้อนกลับมาเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศ ดังนั้น เมื่อพื้นฐานชั้นบันไดภูมินิเวศถูกเปลี่ยนแปลงไป ก็จะส่งผลกระทบต่อเป็นวงจรย้อนกลับไปที่มีมิติทางสังคม เศรษฐกิจ และวัฒนธรรมเช่นกัน

ดังนั้น กรอบแนวคิดที่นำเสนอเพื่อการต่อยอดในการศึกษา จึงเป็นกรอบแนวคิดที่เสนอแนะให้ผู้ศึกษาต่อยอดเริ่มต้นทำความเข้าใจจากลักษณะโครงสร้าง และกระบวนการของภูมินิเวศเป็นลำดับแรก เพื่อให้สามารถเข้าใจถึงเงื่อนไขปัจจัยพื้นฐานของการพัฒนาระบบต่าง ๆ ของมนุษย์ และสามารถเปรียบเทียบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งจะมีความสำคัญต่อการวางแผนแนวทางพัฒนา หรือการสร้างการเปลี่ยนแปลงบนพื้นที่ โดยมีพื้นฐานความเข้าใจและความตระหนักรู้ถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับภูมินิเวศต่อไป



ภาพที่ 110 กรอบแนวคิดที่ปรับเปลี่ยนนิเวศ

(ดัดแปลงจาก : Burkhard & Maes, 2017; DFID, 1999; Pickett et al., 2004; Thaitakoo, 2021)

## บรรณานุกรม

- Anderson, E. P., Jackson, S., Tharme, R. E., Douglas, M., Flotemersch, J. E., Zwarteveen, M., Lokgariwar, C., Montoya, M., Wali, A., Tipa, G. T., Jardine, T. D., Olden, J. D., Cheng, L., Conallin, J., Cosens, B., Dickens, C., Garrick, D., Groenfeldt, D., Kabogo, J., Roux, D. J., Ruhi, A., & Arthington, A. H. (2019). Understanding rivers and their social relations: A critical step to advance environmental water management. *WREs Water*, 6(6). doi:10.1002/wat2.1381
- Anderson, J. R., Hardy, E. E., Roach, J. T., & Witmer, R. E. (1976). *A land use and land cover classification system for use with remote sensor data* (964). Retrieved from <http://pubs.er.usgs.gov/publication/pp964>
- Antrop, M., & Van Eetvelde, V. (2017). *Landscape Perspectives: The Holistic Nature of Landscape*. Netherlands: Springer Science+Business Media B.V.
- ASF DAAC. (2015). contains modified Copernicus Sentinel data 2015. Available from The European Space Agency [ESA] Retrieved from <https://search.asf.alaska.edu/> [8 March 2022].
- ASF DAAC. (2021). contains modified Copernicus Sentinel data 2021. Available from The European Space Agency [ESA] Retrieved from <https://search.asf.alaska.edu/> [8 March 2022].
- Asnake, K., Hailu, W., & Mekuria, A. (2021). Integrating River Restoration Goals with Urban Planning Practices: The Case of Kebena River, Addis Ababa. *Heliyon*, 7(7).
- Berdenis van Berlekom, H. A. (1969). *The Role of Rivers to Mankind*. Paper presented at the Selected Problems from the Theory of Simulation of Hydrodynamic Phenomena, Jablonna, Poland.
- Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (Eds.). (2008). *Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience For Complexity And Change*: Cambridge University Press.
- Bierman, P., & Montgomery, D. R. (2014). *Key concepts in geomorphology*. NY: W. H. Freeman.
- Böck, K., Polt, R., & Schülting, L. (2018). Ecosystem Services in River Landscapes. *Riverine Ecosystem Management*, 8, 413-433.



- Bolliger, J., & Kienast, F. (2010). Landscape Functions in a Changing Environment. *Landscape Online*, 21, 1-5. doi:10.3097/LO.201021
- Bridge, J. S. (2003). *Rivers and Floodplains: Forms, Processes, and Sedimentary Record*. Maiden, MA: Blackwell Publishing.
- Burkhard, B., & Maes, J. (2017). *Mapping Ecosystem Services*. Sofia: Pensoft Publishers.
- Cadenasso, M. L., Pickett, S. T. A., & Schwarz, K. (2007). Spatial heterogeneity in urban ecosystems: reconceptualizing land cover and a framework for classification. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(2), 80-88.
- Cengiz, B. (2013). Urban River Landscapes. In *Advances in Landscape Architecture*.
- Chapin, F. S. I., Kofinas, G. P., & Folke, C. (Eds.). (2009). *Principles of Ecosystem Stewardship: Resilience-Based Natural Resource Management in a Changing World*: Springer.
- Department for International Development [DFID]. (1999). *Sustainable livelihoods guidance sheets*.
- Dheeradilok, P., & Kaewyana, W. (1986). On The Quaternary Deposits Of Thailand. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 19, 515 – 532. doi:10.7186/bgsm19198639
- Dunham, J. B., Angermeier, P. L., Crausbay, S. D., Cravens, A. E., Gosnell, H., McEvoy, J., Moritz, M. A., Raheem, N., & Sanford, T. (2018). Rivers are social–ecological systems: Time to integrate human dimensions into riverscape ecology and management. *WIREs Water*, 5(4).
- Environmental Systems Research Institute [ESRI]. (2004). *ArcGIS 9: What is ArcGIS?*
- Federal Interagency Stream Restoration Working Group [FISRWG]. (1998). *Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices*: Federal Interagency Stream Restoration Working Group.
- Fischer, J., & Lindenmayer, D. B. (2007). Landscape Modification and Habitat Fragmentation: A Synthesis. *Ecology and Biogeography*, 16, 265-280. doi:10.1111/j.1466-8238.2007.00287.x
- Fluvial Environments. (n.d.). Retrieved from [http://www.seddepseq.co.uk/DEPOSITIONAL\\_ENV/Fluvial/Fluvial.htm](http://www.seddepseq.co.uk/DEPOSITIONAL_ENV/Fluvial/Fluvial.htm) [16 February 2022].

- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (n.d.). Module 1: Livelihoods, poverty and institutions. Retrieved from <https://www.fao.org/3/a0273e/a0273e04.htm> [26 November 2021]
- Forman, R. T. T. (2008). *Urban Regions: Ecology and Planning Beyond the City*. New York: Cambridge University Press.
- Forman, R. T. T. (2014). *Urban Ecology: Science of Cities*: Cambridge University Press.
- Forman, R. T. T., & Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*. United States of America: Wiley.
- Garde, R. J. (2006). *River Morphology*: New Age International (P) Ltd.
- Global Water Partnership, & World Meteorological Organization [WMO]. (2012). *Conservation and Restoration of Rivers and Floodplains*: World Meteorological Organization.
- Google Earth. (2022). Chiangmai 18°47'9.49"N, 99° 0'14.93"E. Retrieved from <http://www.google.com/earth/index.html> [8 March 2022].
- Google Street View. (2020). Charoen Muang Rd: Chiang Mai (Google Street View). Retrieved from <https://goo.gl/maps/5bGwxWuZN6u1FiqS6> [27 February 2022].
- Google street View. (2021a). 45 Praisanee Rd (Google Street View). Retrieved from <https://goo.gl/maps/LTPut9t3AxJTsWRK7> [25 February 2022].
- Google street View. (2021b). 369 Wichayanon Rd (Google Street View). Retrieved from <https://goo.gl/maps/LNoQ4jGWxx5XuxEY7> [25 February 2022].
- Griggs, F. T. (2009). *California Riparian Habitat Restoration Handbook* (2 ed.).
- Grove, J. M., Cadenasso, M. L., Pickett, S. T. A., Machlis, G. E., & Burch JR., W. R. (2015). *The Baltimore School of Urban Ecology: Space, Scale, and Time for the Study of Cities*. New Haven & London: Yale University Press.
- Gupta, A. (1995). Magnitude, frequency, and special factors affecting channel form and processes in the seasonal tropics. In J. E. Costa, A. J. Miller, K. W. Potter, & P. R. Wilcock (Eds.), *Natural and Anthropogenic Influences in Fluvial Geomorphology* (pp. 125-136). Washington, DC: American Geophysical Union Press.
- Gurnell, A., Lee, M., & Souch, C. (2007). Urban Rivers: Hydrology, Geomorphology, Ecology and Opportunities for Change. *Geography Compass*, 1, 1118-1137. doi:10.1111/j.1749-8198.2007.00058.x

- Haslam, S. M. (1996). *The Riverscape and the River*. UK: Cambridge University Press.
- Hawker, L., & Neal, J. (2021). FABDEM. Retrieved from <https://data.bris.ac.uk/data/dataset/25wfy0f9ukoge2gs7a5mqpq2j7> [15 June 2022].
- Hobbie, S. E., & Grimm, N. B. (2020). Nature-based approaches to managing climate change impacts in cities. *Philosophical Transaction B*, 375.  
doi:<http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2019.0124>
- Hunt, W. (1944). Williams-Hunt Aerial Photograph Digital Collection. Retrieved from [https://lanna-vw2.com/pages/z02200-CNX\\_city/z02200\\_aerial\\_page\\_01.html](https://lanna-vw2.com/pages/z02200-CNX_city/z02200_aerial_page_01.html) [6 February 2022]
- JAXA/METI. (2011). ALOS PALSAR. Retrieved from <https://asf.alaska.edu> [21 October 2020].
- Junk, W. J. (1997). *General Aspects of Floodplain Ecology with Special Reference to Amazonian Floodplains*. Berlin: Springer-Verlag.
- Junk, W. J., Bayley, P., & Sparks, R. (1989). *The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems*. Paper presented at the the International Large River Symposium, Honey Harbour, Ontario, Canada.
- Kibel, P. S. (Ed.) (2007). *Rivertown: Rethinking Urban Rivers*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Knighton, D. (1984). *Fluvial Forms and Processes*. London: Edward Arnold Ltd.
- Kondolf, G. M., & Larson, M. (1995). Historical Channel Analysis and Its Application to Riparian and Aquatic Habitat Restoration. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 5, 109-126.
- Kondolf, G. M., & Pinto, P. J. (2017). The social connectivity of urban rivers. *Geomorphology*, 277, 182-196. doi:10.1016/j.geomorph.2016.09.028
- Kull, C. A. (2005). Historical landscape repeat photography as a tool for land use change research. *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography*, 59, 253-268.
- Le Gouvello, R., Brugere, C., & Simard, F. (2022). *Aquaculture and Nature-based Solutions: Identifying synergies between sustainable development of coastal communities, aquaculture, and marine and coastal conservation*. Gland,

Switzerland: IUCN.

Leopold, L. B., & Wolman, M. G. (1957). *River channel patterns: Braided, meandering, and straight* (282B). Retrieved from Washington, D.C.:

<http://pubs.er.usgs.gov/publication/pp282B>

Leopold, L. B., Wolman, M. G., & Miller, J. P. (1964). *Fluvial processes in geomorphology*. New York, NY: Dover Publications, Inc.

Lerner, D. N., & Holt, A. (2012). How should we manage urban river corridors? *Procedia Environmental Sciences*, 13, 721-729. doi:10.1016/j.proenv.2012.01.065

Liu, J. G., Mason, P., & Bryant, E. (2018). Regional assessment of geohazard recovery eight years after the Mw7.9 Wenchuan earthquake: a remote-sensing investigation of the Beichuan region. *International Journal of Remote Sensing*, 39(6), 1671-1695. doi:10.1080/01431161.2017.1410299

Mai, L. M., Owl, M. Y., & Kersting, M. P. (Eds.). (2005) *The Dictionary of Human Biology and Evolution*. New York: Cambridge University Press.

McHarg, I. (1996). *A Quest for Life: an Autobiography*. New York: Wiley.

Menendez, D., Mathiaparanam, O. N., Liu, D., Seitz, V., Alibali, M. W., & Rosengren, K. S. (2020). Representing Variability: The Case of Life Cycle Diagrams. *CBE life sciences education*, 19, 1-15.

Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Wetland and Waters: Synthesis*. DC: Island Press.

Montgomery, D. R., D., C. B., Buffington, J. M., & Abbe, T. B. (2003). Geomorphic effects of wood in rivers. In S. Gregory, K. Boyer, & A. Gurnell (Eds.), *The Ecology and Management of Wood in World Rivers*. Bethesda, MD.

NASA Shuttle Radar Topography Mission [SRTM]. (2013). *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Global [DEM]*.

Nassauer, J. I. (1997). *Placing Nature: Culture and Landscape Ecology*: Island Press.

National Research Council. (2002). *Riparian Areas: Functions and Strategies for Management*. Washington, DC: The National Academies Press.

Naveh, Z., & Lieberman, A. S. (1994). *Landscape Ecology: Theory and Application* (2nd ed.). New York: Springer-Verlag New York, Inc.

Northeastern Area Association of State Foresters. (2011). *Landscape Stewardship Guide*.

Newtown Square, PA.

Norton, W. (2005). *Cultural Geography: Environments. Landscapes. Identities. Inequalities* (2 ed.): OUP Canada.

Opperman, J. J., Moyle, P. B., Larsen, E. W., Florsheim, J. L., & Manfree, A. D. (2017). *Floodplains Processes and Management for Ecosystem Services*: University of California Press.

Palmer, M. A., Menninger, H. L., & Bernhardt, E. (2010). River restoration, habitat heterogeneity and biodiversity: a failure of theory or practice? *Freshwater Biology*(55), 205-222.

Pendleton, R. L. (n.d.). AGSL Digital Photo Archive - Asia and Middle East. Retrieved from <https://uwm.edu/lib-collections/asia-middle-east/> [6 March 2022].

Perini, K., & Sabbion, P. (2017). *Urban Sustainability and River Restoration: Green and Blue Infrastructure*: Wiley.

Pickett, S. T. A., & Cadenasso, M. L. (1995). Landscape Ecology: Spatial Heterogeneity in Ecological Systems. *Science*, 269(5222), 331-334.  
doi:10.1126/science.269.5222.331

Pickett, S. T. A., Cadenasso, M. L., & Grove, J. M. (2004). Resilient cities: meaning, models, and metaphor for integrating the ecological, socio-economic, and planning realms. *Landscape and Urban Planning*, 69(4), 369-384.

Rhoads, B. L. (2020). *River Dynamics: Geomorphology to Support Management*. Cambridge: Cambridge University Press.

Richerson, P. J., Vila, B., & Mulder, M. B. (2001). *Principles of Human Ecology*.

Roni, P., & Beechie, T. (Eds.). (2012). *Stream and Watershed Restoration: A Guide to Restoring Riverine Processes and Habitats*. Chichester, West Sussex; Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell.

Sauer, C. O. (1925). *The Morphology of landscape* (Vol. 2). Berkeley: University Press.

Sayer, J., Sunderland, T., Ghazoul, J., Pfund, J.-L., Sheil, D., Meijaard, E., Venter, M., Boedhihartono, A. K., Day, M., Garcia, C., van Oosten, C., & Buck, L. E. (2013). Ten principles for a landscape approach to reconciling agriculture, conservation, and other competing land uses. *Proceedings of the National Academy of Sciences*,

- 110(21), 8349. doi:10.1073/pnas.1210595110
- Schutkowski, H. (2005). *Human Ecology: Biocultural Adaptations in Human Communities*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Simpson, P. W., Newman, J. R., Keirn, M. A., Matter, R. M., & Guthrie, P. A. (1982). *Manual of stream channelization impacts on fish and wildlife*.
- Sinsakul, S. (2000). Late Quaternary geology of the Lower Central Plain, Thailand. *Journal of Asian Earth Sciences*, 18(4), 415-426. doi:10.1016/S1367-9120(99)00075-9
- Slingerland, R., & Smith, N. (2004). River Avulsions and Deposits. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 32, 257-285. doi:10.1146/annurev.earth.32.101802.120201.
- Spreer, W., Satienperakul, K., Ongprasert, S., & Müller, J. (2012). *Applicability of deficit irrigation strategies in lychee and longan production in Thailand*. Paper presented at the International Conference “Sustainable Land Use and Rural Development in Mountain Areas”, Stuttgart, Germany.
- Spreer, W., Schulze, K., Ongprasert, S., Winai Wiriya-Alongkorn, & Müller, J. (2013). Mango and Longan Production in Northern Thailand: The Role of Water Saving Irrigation and Water Stress Monitoring. In H. L. Fröhlich, P. Schreinemachers, K. Stahr, & G. Clemens (Eds.), *Sustainable Land Use and Rural Development in Southeast Asia: Innovations and Policies for Mountainous Areas* (Environmental Science and Engineering ed., pp. 215-228): Springer Berlin Heidelberg.
- Srimongkol, K., & Marten, G. G. (1986). Traditional Agriculture in Northern Thailand. In *Traditional Agriculture in Southeast Asia: A Human Ecology Perspective* (pp. 85-102): Westview Press.
- Steiner, F. (2002). *Human ecology: Following nature's lead*. D.C.: Island Press.
- Steiner, F. (2016). *Human Ecology: How Nature and Culture Shape Our World*. Washington, DC: Island Press.
- Surarerks, V. (2006). Muang Fai Communities in Northern Thailand: People's Experiences and Wisdom in Irrigation Management. *Journal of Developments in Sustainable Agriculture*, 1, 44-52.
- Suvarnaraksha, A. (2012). Fish diversity and assemblage patterns along the longitudinal



- gradient of a tropical river in the Indo-Burma hotspot region (Ping-Wang River Basin, Thailand). *Hydrobiologia*, 694(1), 153-169. doi:10.1007/s10750-012-1139-4
- Tanantaisong, N. (n.d.). *Three-Dimensional Mapping: Digital Elevation Model*.
- Thaitakoo, D. (2021, 5 October 2021) *Landscape Ecology Framework: Lecture Note from Special Topic Class (Urban River)*.
- The Alaska Satellite Facility. (n.d.). RTC On Demand!: Working with Radiometrically Terrain Corrected Sentinel-1 SAR datasets from the Alaska Satellite Facility. Retrieved from <https://storymaps.arcgis.com/stories/2ead3222d2294d1fae1d11d3f98d7c35> [25 February 2022]
- The Office of Communications and Publishing [OCAP]. (n.d.). Illustration related to the the river corridor. In: USGS.
- The River Restoration Centre. (n.d.). River Restoration in Urban Areas. In.
- Thorp, J. H., Thoms, M. C., & Delong, M. D. (2008). *The Riverine Ecosystem Synthesis: Toward Conceptual Cohesiveness in River Science*. Amsterdam: Elsevier.
- Tockner, K., Pennetzdorfer, D., Reiner, N., Schiemer, F., & Ward, J. V. (1999). Hydrological connectivity, and the exchange of organic matter and nutrients in a dynamic river–floodplain system (Danube, Austria). *Freshwater Biology*, 41(3), 521-535. doi:<https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1999.00399.x>
- United States Geological Survey [USGS]. (1992). Landsat 4-5 TM C1 Level-1 Data Products (Landsat Data). Retrieved from <https://glovis.usgs.gov/> [23 October 2021].
- United States Geological Survey [USGS]. (2020). What is remote sensing and what is it used for? Retrieved from [https://www.usgs.gov/faqs/what-remote-sensing-and-what-it-used?qt-news\\_science\\_products=0#qt-news\\_science\\_products](https://www.usgs.gov/faqs/what-remote-sensing-and-what-it-used?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products) [6 December 2021]
- United States Geological Survey [USGS]. (2021). Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1 Data Products (Landsat Data). Retrieved from <https://glovis.usgs.gov/> [26 October 2021].
- Wantzen, K. M., Ballouche, A., Longuet, I., Bao, I., Bocoum, H., Cisse, L., Chauhan, M., Girard, P., Gopal, B., Kane, A., Marchese, M. R., Nautiyal, P., Teixeira, P., &

- Zalewski, M. (2016). River Culture: an eco-social approach to mitigate the biological and cultural diversity crisis in riverscapes. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 16.
- Water Science School. (2019). Watersheds and Drainage Basins. Retrieved from <https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/watersheds-and-drainage-basins> [1 April 2022]
- Webb, R. H., Boyer, D. E., & Turner, R. M. (Eds.). (2010). *Repeat photography : methods and applications in the natural sciences*: Island Press.
- Wilterdink, N., & Form, W. (2022). Social Change. *Encyclopedia Britannica*. Retrieved from <https://www.britannica.com/topic/social-change/Mechanisms-of-social-change>
- Wohl, E. (1992). Bedrock benches and boulder bars: floods in the Burdekin Gorge of Australia. *Geological Society of America Bulletin*, 104, 770-778.
- Wohl, E. (2004). *Disconnected Rivers: Linking Rivers to Landscapes*: Yale University Press.
- Wohl, E. (2014). *Rivers in the Landscape, Science and management*: John Wiley & Sons, Ltd.
- Wohl, E. (2017). Connectivity in rivers. *Progress in Physical Geography*, 41(3), 345–362. doi:10.1177/0309133317714972
- Wongpornchai, P. (1990). *Hydrogeology of the Western Part of Chiang Mai Basin: Amphoe Mae Rim, Amphoe Muang, and Amphoe Hang Dong, Changwat Chiang Mai*. (Master of Science). Chiang Mai University,
- Yi, E. A. T. P. (2018a). *Fluvial Change and the Development of the Ping River, Thailand: Sedimentological and Chronological Evidence*. (Doctor of Philosophy). National University of Singapore, ScholarBank@NUS Repository.
- Yi, E. A. T. P. (2018b). Ping River Palaeochannels: A Review of Evidence across Historical Literature, Archaeology and Geoscience. *ASR: CMU Journal of Social Sciences and Humanities*, 5.
- Yue, J. (2012). Urban Rivers: A Landscape Ecological Perspective. *Hydrology Current Research*, 3(1). doi:10.4172/2157-7587.1000125
- Zonneveld, I. S. (1995). *Land ecology : an introduction to landscape ecology as a base*

*for land evaluation, land management and conservation.* Amsterdam: SPB Academic Pub.

กรมแผนที่ทหาร. (2498). *ภาพถ่ายทางอากาศ.*

กรมแผนที่ทหาร. (2502). *แผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 ชุด L708.*

กรมแผนที่ทหาร. (2555). *แผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 ชุด L7018.*

กรมชลประทาน. (ม.ป.ป.). *ตำแหน่งโครงการชลประทาน [Shapefile].*

กรมทรัพยากรธรณี. (2559). *แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ [Shapefile].*

กรมทรัพยากรธรณี. (2561). *ฐานข้อมูลชนิดป่าของประเทศไทย [Shapefile].*

กรมทรัพยากรธรณี. (ม.ป.ป.). *ตำแหน่งหมู่บ้าน [Shapefile].*

กรมอุตุนิยมวิทยา. (ม.ป.ป.). *ภูมิอากาศจังหวัดเชียงใหม่. สืบค้นจาก <http://climate.tmd.go.th> [10 มกราคม 2565].*

ฉัตรชัย พงศ์ประยูร. (2536). *การตั้งถิ่นฐานมนุษย์ทฤษฎีและแนวปฏิบัติ.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดวงจันทร์ อาภาวิชชุรัตน์. (2536). *แม่ปิงวิกฤต.* เชียงใหม่: ศูนย์ศึกษาปัญหาเมืองเชียงใหม่.

เจียรนัย อักษรดิษฐ์. (2548). *ตำนานพระเจ้าเสียบโลก : การศึกษาพื้นที่ทางสังคม และวัฒนธรรมล้านนา.*

นวลศิริ วงศ์ทางสวัสดิ์. (2534). *ภูมิศาสตร์กายภาพภาคเหนือของประเทศไทย.* เชียงใหม่: ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บุญเสริม สาตราภัย. (2464). *สะพานนารัฐสะพานแรก.* [ภาพถ่ายทางประวัติศาสตร์] สืบค้นจาก [http://lannainfo.library.cmu.ac.th/picturelanna/detail\\_picturelanna.php?picture\\_id=1676](http://lannainfo.library.cmu.ac.th/picturelanna/detail_picturelanna.php?picture_id=1676) [18 กุมภาพันธ์ 2565].

บุญเสริม สาตราภัย. (2495). *ภาพถ่ายบริเวณเทศบาลทำเขื่อนริมแม่น้ำปิง เนื่องจากถูกน้ำกัดเซาะเสียหาย จังหวัดเชียงใหม่. ภาพถ่ายชุดเมืองเหนือ.* [ภาพถ่ายทางประวัติศาสตร์] สืบค้นจาก <https://cmhop.org/product/2915/> [18 กุมภาพันธ์ 2565].

บุญเสริม สาตราภัย. (2507ก). *งานสงกรานต์ในแม่น้ำปิงที่สะพานนารัฐ จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ.2507.* [ภาพถ่ายทางประวัติศาสตร์] สืบค้นจาก <https://cmhop.org/product/2804/> [7 มีนาคม 2565].

บุญเสริม สาตราภัย. (2507ข). *งานสงกรานต์ในแม่น้ำปิงที่สะพานนารัฐ จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ.2507.* [ภาพถ่ายทางประวัติศาสตร์] สืบค้นจาก <https://cmhop.org/product/2798/> [19 กุมภาพันธ์ 2565].

บุญเสริม สาตราภัย. (2511). *ขนของลงน้ำปิง ไฟไหม้กาดหลวง-กาดต้นลำไย* [ภาพถ่ายทาง

ประวัติศาสตร์] สืบค้นจาก

[http://lannainfo.library.cmu.ac.th/picturelanna/detail\\_picturelanna.php?picture\\_id=1051](http://lannainfo.library.cmu.ac.th/picturelanna/detail_picturelanna.php?picture_id=1051) [7 มีนาคม 2565].

บุญเสริม สาดราภัย. (2522). *ลานนาไทยในอดีต*. เชียงใหม่: โรงพิมพ์ช่างเผือกการพิมพ์.

บุญเสริม สาดราภัย. (2532). *สร้างผนังกันน้ำ ริมฝั่งแม่น้ำปิงทางฝั่งตะวันตก เมื่อ พ.ศ. 2532*. [ภาพถ่ายทางประวัติศาสตร์] สืบค้นจาก

[http://lannainfo.library.cmu.ac.th/picturelanna/detail\\_picturelanna.php?picture\\_id=1426](http://lannainfo.library.cmu.ac.th/picturelanna/detail_picturelanna.php?picture_id=1426) [7 มีนาคม 2565].

บุญเสริม สาดราภัย. (ม.ป.ป.ก). *ข้าวเก่าสร้างด้วยไม้สัก*. ใน ลานนาไทยในอดีต.

บุญเสริม สาดราภัย. (ม.ป.ป.ข). *โบสถ์คริสต์จักรที่ 1 เชียงใหม่*. ใน ลานนาไทยในอดีต.

บุญเสริม สาดราภัย. (ม.ป.ป.ค). *ภาพล้านนาในอดีต (Picture Lanna)* (คลังภาพถ่าย). สืบค้นจาก

[http://lannainfo.library.cmu.ac.th/picturelanna/picture\\_trails.php](http://lannainfo.library.cmu.ac.th/picturelanna/picture_trails.php) [5 มีนาคม 2565].

พรพิไล เลิศวิชา, สุพชัย เมธิน, และ นนธชัย นามเทพ. (2552). *เหมืองฝาย : จัดการน้ำ จัดการคน บนพื้นฐานภูมิศาสตร์และวัฒนธรรม*. เชียงใหม่: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

ภาคภูมิ เหล่าตระกูล. (2558). *พื้นฐานการรับรู้จากระยะไกล (1)*. สืบค้นจาก

<https://www.gistda.or.th/main/th/node/936> [5 ตุลาคม 2564]

มนตรี ชูวงศ์. (2554). *ธรณีสัณฐานวิทยาพื้นฐาน (Basic geomorphology)*: Tienwattana Printing Co., LTD.

รังสรรค์ จันต๊ะ. (2550). *บ้าน โหล่ง และเมือง : เขตความสัมพันธ์บนฐานเศรษฐกิจและวัฒนธรรมชุมชนในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูนตอนบน: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม*. CHULALONGKORN UNIVERSITY

รัตนพร เศรษฐกุล. (2552). *ประวัติศาสตร์เศรษฐกิจวัฒนธรรมแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน*. กรุงเทพฯ: ชिल्ด์เวอร์ม.

วรชาติ มีชูบท. (2551). *ย้อนอดีตล้านนา : ตอน รวมเรื่องน่ารู้จากแผนที่เมืองนครเชียงใหม่*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิชัย กิตติกร. (2532). *แหล่งโบราณคดีบ้านวังโฮ ลำพูน*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ป. สัมพันธ์พาณิชย์.

ศูนย์สารสนเทศทรัพยากรน้ำ. (ม.ป.ป.). *แผนที่ลุ่มน้ำย่อย [Shapefile]*. โครงการระบบและบริการภูมิสารสนเทศกลาง, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน. (ม.ป.ป.). *ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน [Runoff Data]*.

สืบค้นจาก: <https://www.hydro-1.net/>

- สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน). (2564). ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน [Rainfall Data]. สืบค้นจาก: <https://www.hydro-1.net/>
- สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร [สสนก]. (2555). ลุ่มน้ำปิง.
- สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร [สสนก]. (2561). รายงานข้อมูลพื้นฐาน 25 ลุ่มน้ำ: ลุ่มน้ำปิง.
- สมโชติ อ่องสกุล. (2559). เชียงใหม่ 60 รอบนักษัตร: พัฒนาการของชุมชนและเมืองในเชียงใหม่ และเส้นทางสู่การขึ้นทะเบียนเป็นมรดกโลก.
- สมนึก ชัชวาลย์. (2548). รายงานสถานการณ์และการแก้ไขน้ำท่วมเมืองเชียงใหม่ ปี 2548. งานประชุมสู่สังคมสมานฉันท์, โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ ซิตี้ จอมเทียน ชลบุรี.
- สมบูรณ์ บุญชู และ สุนนมาลย์ สิงหะ. (2550). โครงการ คืบความสัมพันธ์ชุมชนล้านนา กับทรัพยากรน้ำกรณีฝายพญาคำ อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่. สืบค้นจาก [https://elibrary.trf.or.th/project\\_contentTRFN.asp?PJID=RDG48N0010](https://elibrary.trf.or.th/project_contentTRFN.asp?PJID=RDG48N0010)
- สร้อยดี อ่องสกุล. (2543). ชุมชนโบราณในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน.
- สันติพงษ์ ช่างเผือก, จารุภา ศรีวิชัย, เนาวรัตน์ ลินพิศาล, รัชช ศักดิ์ชื่น, และ ชญาณิศา เทียงโคกสูง. (2550). สองเมือง สามโหล่ง : เขตเศรษฐกิจวัฒนธรรมแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม.
- สำนักงานที่ 1 กรมชลประทาน. (ม.ป.ป.ก). ประวัติและความเป็นมา. สืบค้นจาก <http://rio1.rid.go.th/main.php?p=4&id=1&fbclid=IwAR0wPLIjGG4mPWFTpiwP6y5zt3aVksisf15XFjYHqW6zERApIGIMX6Jb7IE#gsc.tab=0> [6 มิถุนายน 2565]
- สำนักงานที่ 1 กรมชลประทาน. (ม.ป.ป.ข). ข้อมูลตำแหน่งสถานีวัดระดับน้ำ.
- สุเพชร จิรขจรกุล. (2560). เรียนรู้ระบบสารสนเทศศาสตร์ด้วยโปรแกรม ArcGIS 10.5 for Desktop. กรุงเทพฯ: เอ.พี.กราฟิคดีไซน์.
- สุธี จงอัจฉริยกุล และ อัมพร ไชยคำ. (2556). การสำรวจและประเมินแหล่งธรณีวิทยาจังหวัดเชียงใหม่. พิพิธภัณฑสถานธรณีวิทยา ซากดึกดำบรรพ์ และธรรมชาติวิทยา จังหวัดลำปาง, สำนักงานทรัพยากรธรณี เขต 1 (ลำปาง): กรมทรัพยากรธรณี.
- หอจดหมายเหตุแห่งชาติ. (2496). ภาพถ่ายทางอากาศในครั้งยังเป็นข้าวเหลือก มองเห็นลำน้ำปิงสายใหญ่ และโบสถ์คริสต์จักรที่ 1 เมื่อพ.ศ. 2496. สืบค้นจาก [http://lannainfo.library.cmu.ac.th/picturelanna/detail\\_picturelanna.php?picture\\_id=1426](http://lannainfo.library.cmu.ac.th/picturelanna/detail_picturelanna.php?picture_id=1426)
- หอภาพถ่ายล้านนา ภายใต้กำกับของมูลนิธิรองศาสตราจารย์ กันต์ พูนพิพัฒน์. (ม.ป.ป.). สืบค้นจาก:

<https://cmhop.org/collections/archives/>



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**



## ประวัติผู้เขียน

|                   |  |
|-------------------|--|
| ชื่อ-สกุล         | สิรินทรา สมนวรางกูร  |
| วัน เดือน ปี เกิด | 17 พฤษภาคม 2540  |
| สถานที่เกิด       | กรุงเทพมหานคร  |
| วุฒิการศึกษา      | ปริญญาตรี ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์<br>จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY