ความสัมพันธ์ระหว่างภูมินิเวศแม่น้ำกับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์: กรณีศึกษา แม่น้ำยมกับเมืองแพร่

นายณัฐพงศ์ สิริสมพรคง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรม ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE RELATIONSHIP BETWEEN RIVERSCAPES AND HUMAN SETTLEMENTS: A CASE STUDY OF THE YOM RIVER AND MUEANG PHRAE

Mr. Nuttapong Sirisompornkong

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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 2022

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ความสัมพันธ์ระหว่างภูมินิเวศแม่น้ำกับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์: กรณีศึกษา แม่น้ำยมกับเมืองแพร่
โดย	นายณัฐพงศ์ สิริสมพรคง
สาขาวิชา	ภูมิสถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดนัย ทายตะคุ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(สรายุทธ ทรัพย์สุข)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(นิลุบล คล่องเวสสะ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ดนัย ทายตะคุ)

..... กรรมการ
(ชัยสิทธิ์ ด่านกิตติกุล)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ณัฐพงศ์ สิริสมพรคง : ความสัมพันธ์ระหว่างภูมินิเวศแม่น้ำกับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์: กรณีศึกษา แม่น้ำยมกับเมืองแพร่. (THE RELATIONSHIP BETWEEN RIVERSCAPES AND HUMAN SETTLEMENTS: A CASE STUDY OF THE YOM RIVER AND MUEANG PHRAE) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ดนัย ทายตะคุ

แม่น้ำเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดภูมิประเทศรูปแบบต่าง ๆ รวมถึงให้ทรัพยากรแก่มนุษย์ นอกจากปัจจัยด้านทรัพยากรแล้ว ในการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ยังต้องคำนึงถึงเงื่อนไขจากผลกระทบของกระบวนการของแม่น้ำด้วย เช่น การหลากของน้ำตามฤดูกาลที่ทำให้เกิดที่ราบน้ำท่วมถึงและลานตะพักลำน้ำ ซึ่งเป็นรูปแบบทางธรณีสัณฐานที่มีคุณประโยชน์หลายด้าน โดยลานตะพักลำน้ำในที่ราบลุ่มหรือแอ่ง เป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อการตั้งถิ่นฐาน เนื่องจากสามารถเข้าถึงแม่น้ำได้สะดวก และพื้นที่มีระดับสูงทำให้ได้รับผลกระทบจากน้ำหลากน้อย

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำและความสัมพันธ์ระหว่างการตั้งถิ่นฐานของเมืองแพร่กับแม่น้ำยม โดยอาศัยพื้นฐานจากกรอบแนวคิดภูมินิเวศวิทยาและภูมินิเวศแม่น้ำ ใช้การวิเคราะห์ในเชิงพื้นที่ด้วยรูปตัดภูมิประเทศจากแบบจำลองความสูงเชิงเลข และข้อมูลธรณีวิทยา รวมถึงสังเกตความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากอดีตจนถึงปัจจุบัน โดยผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า เมืองแพร่ตั้งอยู่บนลานตะพักแม่น้ำยมชิดกับแนวเขตที่ราบน้ำท่วมถึง เป็นการตั้งถิ่นฐานที่อยู่บนเงื่อนไขของปัจจัยเชิงนิเวศ แต่ในปัจจุบันเมืองแพร่มีการขยายตัวมากขึ้นจนขยายเข้าสู่พื้นที่แนวแม่น้ำยม และมีการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เป็นพื้นที่อยู่อาศัยในที่ราบน้ำท่วมถึงอีกด้วย ความรู้ความเข้าใจที่ได้จากการศึกษานี้จึงจะเป็นพื้นฐานสำหรับการวางแผนการจัดการภูมินิเวศให้สอดคล้องกับปัจจัยทางภูมินิเวศของภูมินิเวศแม่น้ำ และการอยู่ร่วมกับแม่น้ำในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา ภูมิสถาปัตยกรรม ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2565 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6370012625 : MAJOR LANDSCAPE ARCHITECTURE
KEYWORD: Riverscape, Yom River, Mueang Phrae, FABDEM, Land-cover Classification

Nuttapong Sirisompornkong : THE RELATIONSHIP BETWEEN RIVERSCAPES AND HUMAN SETTLEMENTS: A CASE STUDY OF THE YOM RIVER AND MUEANG PHRAE. Advisor: DANAI THAITAKOO

Rivers are a factor that creates various types of landforms and provide valuable resources for people. Moreover, the effects of river processes are one of the considered factors for human settlements. Annual flood is a river dynamic that creates different landforms: floodplains and river terraces. Those landforms both benefit local people in many ways. For example, river terraces are suitable areas for human settlements as they provide easy access to the river, and the high land elevation reduces the risks of flooding in built-up areas.

This research aims to identify the riverscape boundaries and study the relationship between the human settlements of Mueang Phrae and the Yom River. Based on landscape ecology and riverscape approach, the research focuses on a spatial analysis of topographic cross-section using Digital Elevation Models and geological data, as well as observing land cover changes. The results show that Mueang Phrae is located on the Yom River terrace adjacent to the floodplain area, and its settlement is based on ecological factors. However, the city has expanded into the Yom River corridor. Apart from that, the land use policy designated for residential use is also located in floodplain areas. The study's findings provide baseline information for landscape planning consistent with the ecological factors of the riverscape and living with the river in the future.

Field of Study: Landscape Architecture Student's Signature .....
Academic Year: 2022 Advisor's Signature .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากคำแนะนำจากอาจารย์ ดร.ดนัย ทายตะคุ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยอธิบายแนวทางและแก้ไขข้อบกพร่องตลอดการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน รศ.นิลุบล คล่องเวสสะ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร. ชัยสิทธิ์ ด่านกิตติกุล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ข้อเสนอแนะซึ่งเป็นประโยชน์ และการประเมินผลวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณเพื่อนรุ่นน้องในกลุ่มวิทยานิพนธ์ รวมถึงศิษย์เก่าของอาจารย์ดนัย ที่ให้คำปรึกษาและการแบ่งปันข้อมูลอันเป็นประโยชน์ตลอดระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์ โดยเฉพาะมิ่งขวัญ นันทวิสัย ที่เป็นทั้งอาจารย์และเพื่อน ที่คอยช่วยเหลือข้าพเจ้าในทุกด้านเสมอมา

สุดท้ายขอขอบคุณครอบครัวที่เข้าใจและให้การช่วยเหลือตลอดระยะเวลาในการศึกษา ปริญญาโทของข้าพเจ้า วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจสำเร็จลงได้หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์จากทุกท่านที่กล่าวมา ขอได้รับคำขอบคุณจากข้าพเจ้า ณ โอกาสนี้

ณัฐพงศ์ สิริสมพรคง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 คำถามการวิจัย 2

1.3 วัตถุประสงค์ 2

1.4 นิยามคำศัพท์ 2

1.5 ขอบเขตการวิจัย 4

1.6 ระเบียบวิธีวิจัย 5

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 8

2.1 ทฤษฎีในการกำหนดกรอบความคิด 9

2.1.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับภูมินิเวศแม่น้ำ 9

2.1.2 ทฤษฎีภูมินิเวศวิทยา 14

2.1.2.1 ภูมินิเวศ 14

2.1.2.2 ระดับของภูมินิเวศ 15

2.1.2.3 องค์ประกอบของภูมินิเวศ 15

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.2.4 คุณลักษณะของภูมินิเวศ 17
2.1.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับแม่น้ำ 19
2.1.3.1 รูปแบบและโครงสร้างของการไหล 20
2.1.3.2 กระบวนการของแม่น้ำ 28
2.1.3.3 การเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำ 35
2.1.4 ทฤษฎีที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับแม่น้ำ 37
2.1.4.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ 37
2.1.4.2 ทฤษฎีนิเวศบริการ 39
2.1.4.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับนิเวศวิทยาเมือง 41
2.1.4.4 แม่น้ำในเมือง 43
2.1.4.5 ผลกระทบจากมนุษย์ต่อภูมินิเวศแม่น้ำ 45
2.2 ทฤษฎีสำหรับวิธีดำเนินการศึกษา 50
2.2.1 การระบุขอบเขตแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ 50
2.2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการรับรู้ระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 52
2.2.3 การจำแนกด้วยการสำรวจระยะไกล 54
2.2.4 การทำรูปตัดภูมิประเทศ 58
2.3 ทฤษฎีสำหรับการประยุกต์ใช้และกรณีศึกษา 58
2.3.1 การวางแผนแนวแม่น้ำ 59
2.3.2 การปกป้องแนวแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง 60
2.3.3 การจัดการและการฟื้นฟูแม่น้ำ 63
บทที่ 3 พื้นที่ศึกษาและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา 69
3.1 ระดับและขอบเขตของพื้นที่ศึกษา 69
3.2 ข้อมูลพื้นที่ศึกษา 73
3.2.1 ลักษณะทางภูมิศาสตร์ 73

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะภูมิอากาศ 73
3.2.2 ลักษณะทางธรณีสัณฐานวิทยาและธรณีวิทยา 74
3.2.3 ลักษณะทางอุทกวิทยา 77
3.2.4 ความเป็นมาและประวัติศาสตร์ของเมืองแพร่ 81
3.3 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา 87
3.3.1 ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข 87
3.3.2 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม 88
3.3.3 ข้อมูลแผนที่และภาพถ่ายทางอากาศ 91
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา 92
บทที่ 4 วิธีการวิจัย 93
4.1 การระบุขอบเขตแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ 95
4.1.1 การระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำยมในระดับลุ่มน้ำ 95
4.1.2 การระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำยมในระดับลุ่มน้ำย่อยหรือระดับแอ่ง 96
4.1.3 การระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำยมในระดับพื้นที่ศึกษา 98
4.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ 100
4.2.1 การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน 100
4.2.2 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำ 103
บทที่ 5 ผลการวิจัย 106
5.1 ขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำในแต่ละระดับ 107
5.1.1 ขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำระดับลุ่มน้ำ 107
ขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำกับการตั้งถิ่นฐาน 108
5.1.2 ขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำระดับลุ่มน้ำย่อย 110
แอ่งแพร่กับทำเลที่ตั้งเมืองแพร่ 115
5.1.3 ขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำยมในระดับพื้นที่ศึกษา 115

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ 118
5.2.1 ประเภทสิ่งปกคลุมดินจากการจำแนก 119
5.2.2 การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ระหว่างขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำกับสิ่งปกคลุมดิน 121
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 129
6.1 สรุปผลการศึกษา 129
6.1.1 ขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำยม และความสัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานของเมืองแพร่ 130
1) ระดับลุ่มน้ำ 130
2) ระดับลุ่มน้ำย่อย 131
3) ระดับพื้นที่ศึกษา 133
6.1.2 การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำยมที่สัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการขยายตัวของเมืองแพร่ 135
1) การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำ 135
2) การขยายตัวของเมืองแพร่ 135
6.2 ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ 140
6.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะสำหรับขยายผล 143
บรรณานุกรม 145
ภาคผนวก 157
แผนที่และภาพขยาย 157
ประวัติผู้เขียน 161

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 บทความวิชาการหรืองานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับภูมินิเวศแม่น้ำ 11

ตารางที่ 2 ตัวอย่างนิเวศบริการที่ได้จากแม่น้ำลำธาร และที่ราบน้ำท่วมถึง..... 40

ตารางที่ 3 ผลกระทบจากมนุษย์โดยตรงต่อแนวแม่น้ำ..... 46

ตารางที่ 4 ผลกระทบจากมนุษย์ทางอ้อมต่อแนวแม่น้ำ 48

ตารางที่ 5 ประเภทสิ่งปกคลุมดินที่ใช้ในการจำแนก 100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ขอบเขตเชิงพื้นที่ศึกษาในแต่ละระดับ 5

ภาพที่ 2 ระเบียบวิธีวิจัย 7

ภาพที่ 3 กรอบความคิดในการดำเนินศึกษา 9

ภาพที่ 4 คุณลักษณะและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของภูมินิเวศ 16

ภาพที่ 5 โครงสร้างภูมินิเวศในเชิงพื้นที่ 18

ภาพที่ 6 กระบวนการพื้นฐานของแม่น้ำ 20

ภาพที่ 7 ระดับในระบบนิเวศ 22

ภาพที่ 8 รูปตัดแสดงองค์ประกอบของแนวแม่น้ำ 23

ภาพที่ 9 ลักษณะทางธรณีสัณฐานรูปแบบต่าง ๆ ของที่ราบน้ำท่วมถึง 25

ภาพที่ 10 กระบวนการเกิดของตะพักลำน้ำ 25

ภาพที่ 11 ลำดับลำน้ำในเครือข่ายระบายน้ำ (พื้นที่สีเขียวแสดงถึงพื้นที่เครือข่ายระบายน้ำ) 26

ภาพที่ 12 แนวความคิดในเรื่องน้ำท่วมในเครือข่ายลำน้ำ 27

ภาพที่ 13 รูปแบบของร่องน้ำ ลำน้ำสายเดี่ยว (ซ้าย) และลำน้ำหลายสาย (ขวา) 28

ภาพที่ 14 ภาพธรณีสัณฐานรูปแบบต่าง ๆ ที่เกิดจากกระบวนการของธารน้ำ 30

ภาพที่ 15 คุณลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละโซนตามแนวยาวของแม่น้ำ 31

ภาพที่ 16 การเชื่อมต่อของแม่น้ำใน 3 ทิศทาง 32

ภาพที่ 17 บทบาทเชิงนิเวศของแนวแม่น้ำ 33

ภาพที่ 18 การเคลื่อนตัวของร่องน้ำ 35

ภาพที่ 19 การกัดเซาะและการทับถมตะกอนบริเวณชายขอบตลิ่ง 36

ภาพที่ 20 ความเชื่อมโยงระหว่างนิเวศบริการกับความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ด้านต่างๆ 39

ภาพที่ 21 ผลกระทบจากการกลายเป็นเมืองและคุณลักษณะของภูมินิเวศแม่น้ำในแต่ละระดับ 43

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 22 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติกับมนุษย์ทั้งที่เป็นประโยชน์และผลกระทบที่มีอิทธิพลต่อกัน 45
ภาพที่ 23 แผนภาพการเปลี่ยนแปลงในแม่น้ำที่เป็นผลจากการควบคุมการไหล 48
ภาพที่ 24 สเปกตรัมของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าของช่วงคลื่นที่ใช้งานในการรับรู้ระยะไกล 53
ภาพที่ 25 ลักษณะการสะท้อนคลื่นของระบบ Active Remote Sensing 54
ภาพที่ 26 ระบบการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน 55
ภาพที่ 27 ลำดับของโครงสร้างภูมิทัศน์เมืองสำหรับระบบ HERCULES 56
ภาพที่ 28 กราฟอธิบายค่า NDVI 57
ภาพที่ 29 เปรียบเทียบค่า NDVI กับลักษณะการดูดกลืนแสงของพืช (ภาพโดย Robert Simmon) 57
ภาพที่ 30 ความสำคัญที่ควรรักษาหรือปกป้องแนวแม่น้ำ (River Corridor) 62
ภาพที่ 31 เปรียบเทียบการกำหนดระยะในการถอยร่น 63
ภาพที่ 32 การเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำจากการฟื้นฟู the Mareiterbach/Rio Ridanna, Italy 67
ภาพที่ 33 ระดับเชิงพื้นที่ในการศึกษา 69
ภาพที่ 34 ลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำยม (ซ้าย) และแผนที่ธรณีวิทยาลุ่มน้ำยม (ขวา) 70
ภาพที่ 35 ขอบเขตจังหวัดแพร่ ระดับลุ่มน้ำย่อยที่ประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อยหลายลุ่ม 71
ภาพที่ 36 ระดับพื้นที่ศึกษา แม่น้ำยมบริเวณเมืองเก่าแพร่และปริมณฑล จากแผนที่ชุด L7018 72
ภาพที่ 37 แนวแม่น้ำยมและลำน้ำสาขาบริเวณพื้นที่เมืองแพร่ 73
ภาพที่ 38 กราฟปริมาณน้ำฝนรายวัน ปีพ.ศ. 2551- 2564 สถานี Y.1C 74
ภาพที่ 39 แผนที่ลักษณะภูมิประเทศ (ซ้าย) และแผนที่ธรณีวิทยา (ขวา) ของจังหวัดแพร่ 75
ภาพที่ 40 แผนที่ลักษณะดิน (ซ้าย) และแผนที่กลุ่มชุดดิน (ขวา) ของจังหวัดแพร่ 76
ภาพที่ 41 ตำแหน่งสถานี Y.1C 77
ภาพที่ 42 กราฟปริมาณน้ำท่ารายวัน ปี พ.ศ. 2551-2564 78
ภาพที่ 43 กราฟระดับน้ำท่า (รทก.) ปี พ.ศ. 2551-2564 สถานี Y.1C 78
ภาพที่ 44 กราฟสถิติระดับน้ำสูงสุด-ต่ำสุดรายปี สถานี Y.1C 79

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 45 น้ำผิวดินบริเวณแอ่งแพร่แต่ละเดือนในช่วงปี พ.ศ.2563 80
ภาพที่ 46 ภาพถ่ายทางอากาศเก่า พ.ศ. 2510 (ซ้าย) ภาพถ่ายดาวเทียม พ.ศ. 2564 (ขวา)..... 82
ภาพที่ 47 ผังแสดงเส้นแนวขอบเขตพื้นที่โครงการ 83
ภาพที่ 48 แบบนำเสนอของโครงการพัฒนาพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำยม ถนนเลียบแม่น้ำ (ภาพบน) 86
ภาพที่ 49 ภาพถ่ายจากฝั่งตรงข้ามโครงการ (ตำแหน่งของภาพถ่ายจากภาพขยายภาพที่ 48)..... 87
ภาพที่ 50 ตัวอย่างข้อมูล FABDEM บริเวณเมืองแพร่..... 88
ภาพที่ 51 แผนภูมิเปรียบเทียบแบนด์ของ Landsat 7, 8..... 89
ภาพที่ 52 ตัวอย่างภาพจาก Landsat 5 พ.ศ. 2534 (ซ้าย) และ Google Earth พ.ศ. 2564 (ขวา) 91
ภาพที่ 53 แผนภาพขั้นตอนในการดำเนินการศึกษา..... 94
ภาพที่ 54 แผนที่ปัจจัยพื้นฐานที่จะนำไปซ้อนทับเพื่อวิเคราะห์ขอบเขตในระดับลุ่มน้ำ 96
ภาพที่ 55 ตัวอย่างการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของลักษณะภูมิประเทศกับลักษณะทางธรณีวิทยาของแอ่งแพร่..... 97
ภาพที่ 56 ระบุองค์ประกอบแนวแม่น้ำอ้างอิงจากการทบทวนวรรณกรรม 98
ภาพที่ 57 รูปตัดอธิบายองค์ประกอบแนวแม่น้ำยม..... 99
ภาพที่ 58 ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศในพื้นที่ศึกษาผ่านช่วงเวลาประมาณ 30 ปี 99
ภาพที่ 59 ตัวอย่างภาพผสมสีเท็จแบบ Color Infrared (Vegetation) ใน 2 ช่วงเวลาปี พ.ศ 2564 101
ภาพที่ 60 ตัวอย่างภาพที่ได้จากการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินปี พ.ศ. 2564 102
ภาพที่ 61 เปรียบเทียบภาพถ่ายทางอากาศ พ.ศ. 2497 ที่เป็นฐานข้อมูลในการจำแนกแผนที่ L708 103
ภาพที่ 62 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทของแต่ละแผนที่..... 105
ภาพที่ 63 ขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำยมในระดับลุ่มน้ำ แสดงด้วยการซ้อนทับกันของข้อมูล..... 107
ภาพที่ 64 ภาพขยายพื้นที่ลุ่มน้ำยมแสดงความเกี่ยวโยงกันของธรณีวิทยาที่เป็นตะกอนกับเครือข่ายลำน้ำและลักษณะภูมิประเทศ..... 108

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 65 ภาพถ่ายดาวเทียมผสมสีเท็จแสดงพื้นที่ก่อสร้างและพื้นที่เมืองของลุ่มน้ำยม พ.ศ. 2564 109

ภาพที่ 66 แผนที่ภูมิประเทศและเครือข่ายลำน้ำแสดงลักษณะธรณีสัณฐานของจังหวัดแพร่ 110

ภาพที่ 67 รูปตัดภูมิประเทศของแอ่งแพร่ที่มีองค์ประกอบเมืองตั้งอยู่ภายในแอ่ง 111

ภาพที่ 68 แผนที่แนวตัดภูมิประเทศบริเวณแอ่งแพร่ 112

ภาพที่ 69 รูปตัด Y3 ลักษณะภูมิประเทศแอ่งแพร่เปรียบเทียบกับข้อมูลธรณีวิทยา 113

ภาพที่ 70 รูปตัด Y1, Y2, Y4 และ Y5 ลักษณะภูมิประเทศแอ่งแพร่เปรียบเทียบกับข้อมูลธรณีวิทยา 114

ภาพที่ 71 แนวของที่ราบน้ำท่วมถึงและรูปตัดที่แสดงลักษณะของลานตะพักแม่น้ำยม 116

ภาพที่ 72 องค์ประกอบแนวแม่น้ำในแต่ละช่วงปี พ.ศ. 2534 พ.ศ. 2542 และ พ.ศ. 2554 117

ภาพที่ 73 ภาพเปรียบเทียบภาพถ่ายดาวเทียม (ภาพด้านซ้าย) กับการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน (ภาพด้านขวา) ของแต่ละช่วงเวลา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534 ถึง พ.ศ. 2564 120

ภาพที่ 74 แนวรูปตัดภูมิประเทศตำแหน่งที่ใช้ในการเปรียบเทียบ (ภาพบน) และข้อมูลแผนที่ รวมถึงภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศเก่าบริเวณพื้นที่ศึกษา 122

ภาพที่ 75 รูปตัด S1: เปรียบเทียบสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะธรณีสัณฐานของภูมินิเวศแม่น้ำ และภาพถ่ายดาวเทียม บริเวณตัวเมืองเก่าแพร่ 123

ภาพที่ 76 รูปตัด S2: เปรียบเทียบสิ่งปกคลุมดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะสัณฐานของภูมิประเทศ และภาพถ่ายดาวเทียม บริเวณตัวเมืองเก่าแพร่ 124

ภาพที่ 77 รูปตัด S3: เปรียบเทียบสิ่งปกคลุมดิน การใช้ประโยชน์ที่ดินและลักษณะสัณฐานของภูมิประเทศบริเวณพื้นที่ศึกษา 125

ภาพที่ 78 รูปตัด S4: เปรียบเทียบสิ่งปกคลุมดิน การใช้ประโยชน์ที่ดินและลักษณะสัณฐานของภูมิประเทศบริเวณพื้นที่ศึกษา 126

ภาพที่ 79 แผนภาพสรุปผลการศึกษา 129

ภาพที่ 80 ขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำยมและขอบเขตในการจัดการระดับลุ่มน้ำยม 130

ภาพที่ 81 เครือข่ายลำน้ำของพื้นที่จังหวัดแพร่ (ซ้าย) และขอบเขตภูมินิเวศระดับลุ่มน้ำย่อย (ขวา) 132

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 82 ขอบเขตแนวที่ราบน้ำท่วมถึงและลานตะพักแม่น้ำยม 133
ภาพที่ 83 การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปลูกสร้างและพื้นที่เกษตร พ.ศ. 2534 - พ.ศ. 2564 (รูปตัด S1) 136
ภาพที่ 84 การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปลูกสร้างและพื้นที่เกษตร พ.ศ. 2534 - พ.ศ. 2564 (รูปตัด S2) 136
ภาพที่ 85 การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปลูกสร้างและพื้นที่เกษตร พ.ศ. 2534 - พ.ศ. 2564 (รูปตัด S3) 137
ภาพที่ 86 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงและการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ออกเป็นกฎกระทรวงตามพระราชบัญญัติการผังเมืองในแต่ละปี 138
ภาพที่ 87 จำลองสภาพพื้นที่ปัจจุบันและรูปแบบการใช้ที่ดินตามแผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน 141
ภาพที่ 88 ข้อเสนอแนะสำหรับการวางแผนเพื่อปกป้องแนวแม่น้ำ 142
ภาพที่ 89 รูปตัดลักษณะภูมิประเทศแอ่งแพร่เปรียบเทียบกับข้อมูลธรณีวิทยา (Y1, Y2, Y4, Y5).. 158
ภาพที่ 90 แนวของที่ราบน้ำท่วมถึงที่เกิดจากรูปตัดภูมิประเทศและการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน 159
ภาพที่ 91 รูปตัดภูมิประเทศในตำแหน่งต่าง ๆ ที่แสดงลักษณะของลานตะพักแม่น้ำยม 160

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แม่น้ำ เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดลักษณะทางภูมิประเทศแบบต่าง ๆ เช่น พื้นที่แอ่ง (Valleys) และที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplains) ที่เป็นพื้นที่ซึ่งเอื้อประโยชน์ต่อการอยู่อาศัยของมนุษย์ (McGaugh, 1970; Wohl, 2014) แม่น้ำให้ประโยชน์กับมนุษย์หลายด้าน เช่น ด้านการบริโภค การเป็นแหล่งอาหารจากพืชน้ำและสัตว์น้ำ ด้านการเกษตรและการคมนาคมขนส่ง รวมไปถึงการเป็นเงื่อนไขให้กับตั้งถิ่นฐานบริเวณริมแม่น้ำ (McGaugh, 1970; Wohl, 2014) มนุษย์จึงมักอยู่ใกล้กับแหล่งทรัพยากรโดยเฉพาะแม่น้ำ

เมื่อมนุษย์สามารถพัฒนาเครื่องมือเครื่องใช้ที่ช่วยให้การดำรงชีวิตดีขึ้น จำนวนประชากรเพิ่มขึ้น ทำให้มีการขยายการตั้งถิ่นฐาน (McGaugh, 1970) และพัฒนาจนกลายเป็นเมือง การกลายเป็นเมืองทำให้ภูมินิเวศเปลี่ยนแปลง และส่งผลต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ (Alberti, 2008) ซึ่งในปัจจุบันมนุษย์มีมุมมองต่อธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไป เช่น มองแม่น้ำแล้วเห็นเป็นเพียงอุทกภัยที่จะเกิดขึ้น (Gary, 2020) จนนำไปสู่ปัญหาในการจัดการพื้นที่และการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยไม่คำนึงถึงกระบวนการและพลวัตของแม่น้ำ

เมืองในปัจจุบันมีการขยายตัวมากขึ้น โดยเฉพาะการขยายตัวไปในพื้นที่แม่น้ำ (Yousefi et al., 2019) เช่นเดียวกับเมืองแพร่ ที่มีการขยายตัวออกจากขอบเขตเมืองเก่า ซึ่งเคยใช้ประโยชน์และอยู่อย่างใกล้ชิดกับแม่น้ำยม แต่ในปัจจุบันบทบาทในการใช้งานแม่น้ำยมเปลี่ยนไป การขยายตัวของเมืองในเชิงพื้นที่มีมากขึ้น เช่น การเปลี่ยนแปลงผังการใช้ประโยชน์ที่ดินผังเมืองรวมเมืองแพร่ พ.ศ. 2554 ที่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ริมแม่น้ำยมให้เป็นที่ดินประเภทที่อยู่อาศัย และโครงการพัฒนาพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำยมที่มีลักษณะเป็นแนวเขื่อนและถนนที่สร้างลงไปในแม่น้ำยม สิ่งเหล่านี้ส่งผลให้การรับรู้และการตระหนักในคุณค่าความสำคัญของแม่น้ำลดลง

ในการศึกษานี้อาศัยกรอบแนวความคิดภูมินิเวศวิทยา (Landscape Ecology) เป็นพื้นฐานในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างระบบนิเวศกับมนุษย์ กล่าวคือ ภูมินิเวศ (Landscape) เป็นระบบที่ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่มีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน (Zonneveld, 1995) มีโครงสร้างและกระบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นพลวัต (Forman & Godron, 1986) โดยมีแม่น้ำเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญ ต่อมามีการศึกษาที่มุ่งเน้นไปที่ระบบน้ำในภูมินิเวศ หรือแนวคิดภูมินิเวศแม่น้ำ (Riverscape) (Wiens, 2002) ที่เป็นแนวคิดซึ่งพัฒนาต่อเนื่องมาจากแนวคิดภูมินิเวศวิทยา (Torgersen et al., 2021) ภูมินิเวศแม่น้ำ ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ส่วนคือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนโครงสร้างและกระบวนการในเชิงนิเวศ และส่วนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสังคมวัฒนธรรม (Haslam, 2008) โดยทั้งสองส่วนมีความสัมพันธ์กันในหลายมิติ (Stanford et al., 2017) การกระทำหรือกิจกรรมของมนุษย์จึงส่งผลกระทบต่อแม่น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม (Wohl, 2014)

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาภูมินิเวศแม่น้ำ เพื่อบ่งชี้ถึงความสำคัญและความสัมพันธ์ระหว่างแม่น้ำกับเมือง โดยศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ของภูมินิเวศที่เกี่ยวโยงกับการเลือกการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ โดยเฉพาะปัจจัยทางด้านกายภาพของภูมิทัศน์ ผลที่ได้จากการศึกษาจะเป็นพื้นฐานความรู้และความเข้าใจในภูมินิเวศแม่น้ำของมนุษย์ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการดูแลรักษาและการจัดการแม่น้ำและภูมินิเวศ รวมไปถึงการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างสอดคล้องกับภูมินิเวศ เพราะการคงไว้ซึ่งพลวัตของระบบนิเวศเป็นสิ่งสำคัญต่อการรักษาและปรับปรุงสิ่งแวดล้อมที่สนับสนุนชีวิตและความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ (Folke et al., 2016)

1.2 คำถามการวิจัย

1.2.1 ขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำยมคืออะไร และสัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานของเมืองแพร่อย่างไร

1.2.2 แม่น้ำยมและภูมินิเวศแม่น้ำยมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรที่สัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการขยายตัวของเมือง

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อศึกษาขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำยม โดยเฉพาะด้านโครงสร้างและกระบวนการ รวมถึงด้านการเปลี่ยนแปลง

1.3.2 เพื่อศึกษากระบวนการและพลวัตของแม่น้ำยมในระบบนิเวศเมืองแพร่

1.3.3 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศหรือการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยมนุษย์ โดยเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงจากอดีตถึงปัจจุบัน ด้วยการสำรวจระยะไกลจากภาพถ่ายดาวเทียม

1.4 นิยามคำศัพท์

ภูมินิเวศวิทยา (Landscape Ecology)	คือ	ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ทำความเข้าใจภูมินิเวศในเชิงนิเวศวิทยา ซึ่งเป็นระบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต รวมถึงมนุษย์ (Naveh & Lieberman, 1994) ทั้งในเชิงโครงสร้าง กระบวนการและบทบาท และการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นพลวัต ซึ่งมีความแตกต่างกันตามลักษณะของภูมินิเวศ (Forman & Godron, 1986)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภูมินิเวศแม่น้ำ (Riverscape)	คือ	ส่วนหนึ่งของภูมินิเวศ โดยเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบน้ำ (Wiens, 2002) ภูมินิเวศแม่น้ำเกิดจากองค์ประกอบทางธรรมชาติ (Natural) ทางวัฒนธรรมและสังคม (Cultural and Social) และทางประวัติศาสตร์หรือการรับรู้ (Perceptual) ที่ซ้อนทับอยู่ในพื้นที่เดียวกัน (Haslam, 2008)
การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ (Human Settlement)	คือ	(1) กิจกรรมหรือการกระทำของมนุษย์เพื่อการอยู่อาศัยและการดำรงชีวิตในสถานที่หนึ่ง (2) พื้นที่หรือสถานที่ซึ่งมนุษย์ใช้เพื่อการดำรงชีวิตและอยู่อาศัย ไม่ว่าจะเป็นสถานที่ซึ่งไม่มีมนุษย์อาศัยอยู่มาก่อน หรือเป็นสถานที่ซึ่งมีปัจจัยให้มนุษย์สามารถอยู่อาศัยและดำรงชีวิตได้ (Cambridge Dictionary, 2022) การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์คือการจัดการที่ดินที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อตัวมนุษย์เอง (Leman, 1987) ให้เป็นที่อยู่อาศัยที่มีหลายขนาดและประเภท กระบวนการในการตั้งถิ่นฐานจึงมีการรวมกลุ่มและการแบ่งอาณาเขตเพื่อจัดสรรทรัพยากร (National Council of Educational Research and Training, 2021)
นิเวศวิทยาเมือง (Urban Ecology)	คือ	ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต (Organisms) สิ่งก่อสร้าง (Built Structure) และสิ่งแวดล้อม (Physical Environment) ซึ่งอยู่ในพื้นที่ที่มีมนุษย์อยู่อาศัยร่วมกัน (Forman, 2014)
การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use)	คือ	การอธิบายลักษณะของที่ดินด้วยการจัดการ การครอบครองพื้นที่และกิจกรรมของมนุษย์เพื่อใช้ประโยชน์ ปรับเปลี่ยนและรักษาพื้นที่นั้น (Jansen & Di Gregorio, 2000) การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปรับที่ดินให้เหมาะสมกับความต้องการใช้งานของมนุษย์ โดยพิจารณาจากสิ่งที่จะสามารถสร้างขึ้นบนที่ดิน และสิ่งที่ที่ดินสามารถใช้รองรับได้ (Eastman, 2018)
สิ่งปกคลุมดิน (Land cover)	คือ	ลักษณะทั้งทางกายภาพและชีวภาพที่ปกคลุมอยู่บนพื้นผิวโลก (Jansen & Di Gregorio, 2000)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

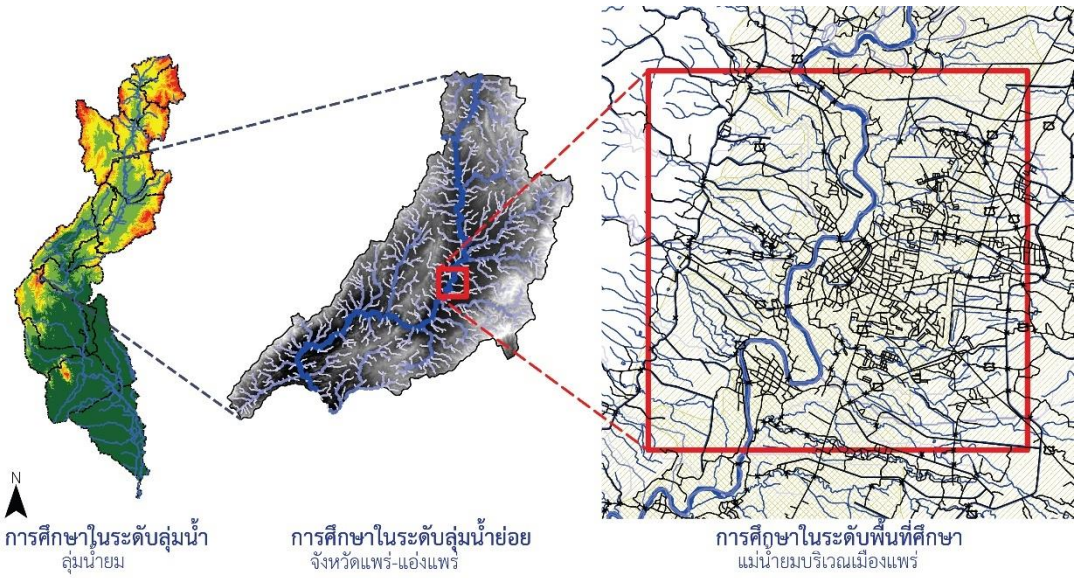
1.5 ขอบเขตการวิจัย

1.5.1 ขอบเขตเชิงพื้นที่

ในการศึกษาภูมินิเวศมีความเกี่ยวโยงสัมพันธ์กันทั้งในเชิงพื้นที่และเชิงเวลา (Spatial and Temporal Dimension) ระดับภูมินิเวศ (Landscape Scale) เป็นปัจจัยสำคัญในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของภูมินิเวศ ซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละระดับ เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องและครอบคลุม จึงแบ่งขอบเขตเชิงพื้นที่ออกเป็น 3 ระดับ (Gurnell et al., 2007) ดังนี้

1) **ระดับลุ่มน้ำ** (Watershed Scale) พิจารณาลุ่มน้ำยม เพื่อศึกษาลักษณะทางอุทกวิทยาของแม่น้ำยมและความต่อเนื่องของกระบวนการตามธรรมชาติของลำน้ำตลอดทั้งลุ่มน้ำ เนื่องจากเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดภูมิทัศน์ตามทฤษฎีองค์ประกอบของภูมินิเวศ ของ Zonneveld (1995) ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบในระดับอื่น ๆ
2) **ระดับลุ่มน้ำย่อย** (Sub Watershed Scale) จากหลักเกณฑ์การแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำสาขาที่กำหนดไว้ในพระราชกฤษฎีกากำหนดลุ่มน้ำ พ.ศ. 2564 โดยจะพิจารณาลุ่มน้ำสาขาที่ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดแพร่ เพื่อศึกษาลักษณะทางธรณีวิทยา ธรณีสัณฐานวิทยา อุทกวิทยา ซึ่งเป็นพื้นฐานให้กับปัจจัยอื่น รวมถึงกิจกรรมและการกระทำของมนุษย์บริเวณแอ่งแพร่ ทำความเข้าใจในโครงสร้างและกระบวนการของแม่น้ำยม ซึ่งมีอิทธิพลต่อการเลือกตำแหน่งในการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ในบริเวณนี้
3) **ระดับพื้นที่ศึกษาหรือระดับลำน้ำ** (Site or Reach Scale) ขอบเขตแม่น้ำยมและพื้นที่ต่อเนื่องของแม่น้ำในบริเวณเมืองแพร่และปริมณฑลที่ต่อเนื่องกับเมือง โดยพิจารณาให้ครอบคลุมสำหรับการศึกษาลักษณะทางธรณีสัณฐานของแม่น้ำ และองค์ประกอบของแนวแม่น้ำ เพื่อศึกษารายละเอียดของภูมินิเวศ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินและพื้นที่ปกคลุมผิวดินของเมืองแพร่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 1 ขอบเขตเชิงพื้นที่ศึกษาในแต่ละระดับ

สร้างและดัดแปลงจาก FABDEM (Hawker & Neal, 2021) และ กรมทรัพยากรธรณี (2559)

1.5.2 ขอบเขตเชิงเนื้อหา

ใช้กรอบทางทฤษฎีของภูมินิเวศวิทยาในการกำหนดขอบเขตเชิงเนื้อหา

- ศึกษาและวิเคราะห์ถึงโครงสร้าง กระบวนการและพลวัตของแม่น้ำยม รวมถึงความสัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานของเมืองแพร่ ด้วยการศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับโครงสร้างทางกายภาพของภูมินิเวศ ประกอบกับข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ได้จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบภาพถ่ายดาวเทียม และแบบจำลองความสูงเชิงเลข
- อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำยมและภูมินิเวศแม่น้ำยม โดยศึกษาจากสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา โดยเฉพาะบริเวณเมืองแพร่และบริเวณต่อเนื่อง ซึ่งมีการขยายตัวของพื้นที่เมือง โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศเก่า ภาพถ่ายดาวเทียม และแผนผังการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ผังเมืองรวม) รวมถึงการจำแนกข้อมูลในเชิงพื้นที่และการวิเคราะห์องค์ประกอบของแม่น้ำ

1.6 ระเบียบวิธีวิจัย

1.6.1 ทบทวนวรรณกรรม ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อการศึกษา เพื่อเป็นพื้นฐานความรู้ในการกำหนดกรอบความคิดในการศึกษา ในเรื่องแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำในเชิงนิเวศ รวมถึงมิติเชิงมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับการตั้งถิ่นฐานและความสัมพันธ์ต่อภูมินิเวศแม่น้ำ และกระบวนการวิจัยสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการนำผลที่ได้จากการวิจัยไปประยุกต์ใช้

1.6.2 การรวบรวมข้อมูล

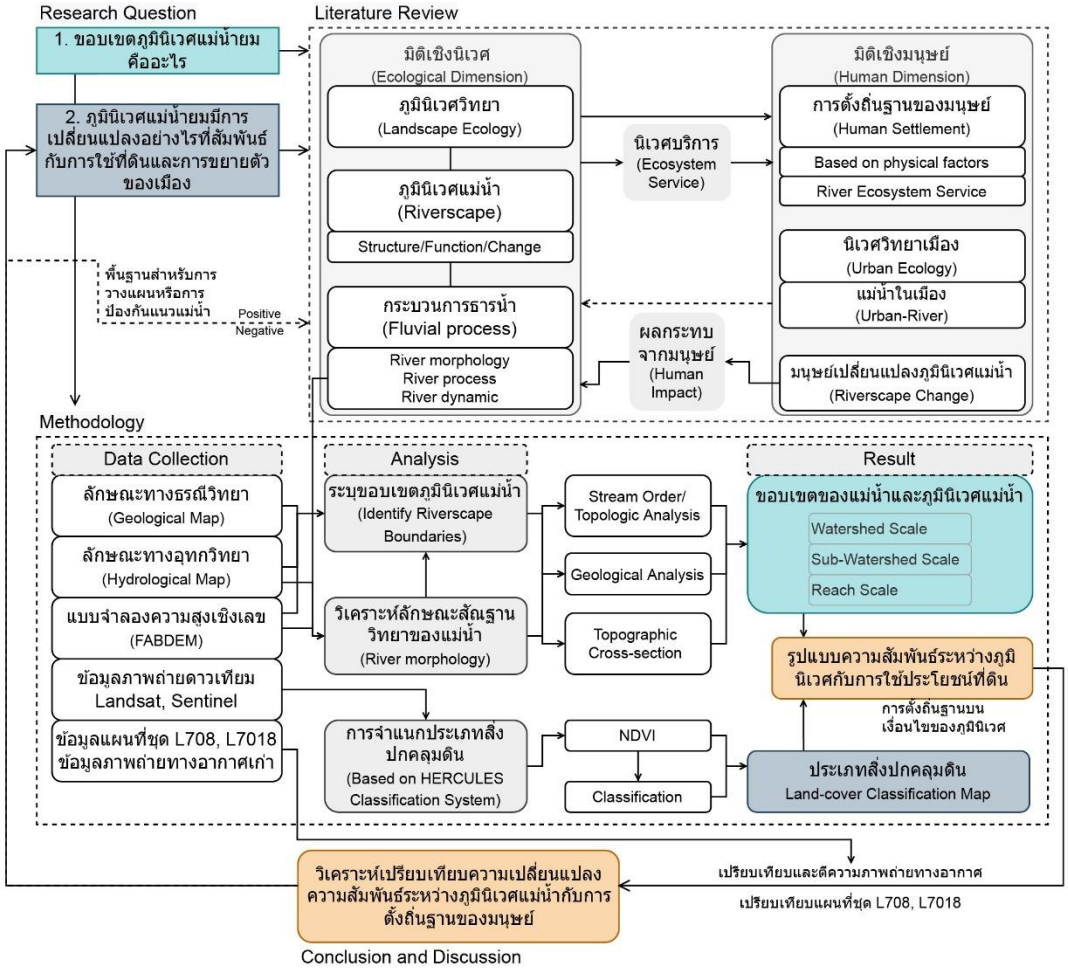
1) รวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เป็นปัจจัยพื้นฐานของภูมินิเวศ ได้แก่ ลักษณะทางธรณีวิทยา จากกรมทรัพยากรธรณี ลักษณะทางอุทกวิทยาและลักษณะภูมิประเทศซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้จากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลขที่เรียกว่า FABDEM
2) รวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมประเภทต่าง ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบในเชิงพื้นที่และศึกษาขอบเขตของกระบวนการและพลวัตของแม่น้ำ
    - ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5, 7 และ 8 โดยใช้ข้อมูลในช่วงประมาณเดือนตุลาคมและธันวาคม ที่เป็นช่วงน้ำมากและน้ำน้อยของแต่ละปี
    - ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 เพื่อศึกษาพลวัตของน้ำตลอดช่วงปี
3) รวบรวมข้อมูลสถิติเกี่ยวกับปริมาณน้ำ ทั้งน้ำฝน ปริมาณน้ำท่าและระดับน้ำ จากกรมชลประทานโดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษา
4) รวบรวมข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศเก่าและแผนที่ชุดภูมิประเทศ เพื่อเปรียบเทียบกับลักษณะของสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีการเปลี่ยนแปลงในเชิงพื้นที่และเวลา
    - ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศเก่าเท่าที่หาได้จากกรมแผนที่ทหาร
    - ข้อมูลแผนที่ชุด L708 (พ.ศ. 2502) และแผนที่ชุด L7018 (พ.ศ. 2550) จากกรมแผนที่ทหาร เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน และสังเกตการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการขยายตัวของเมือง
    - แผนผังการใช้ประโยชน์ที่ดินของเมืองแพร่ จังหวัดแพร่ พ.ศ. 2531, พ.ศ. 2542, พ.ศ. 2554 จากกฎกระทรวง และฉบับร่างพ.ศ. 2562 จากโครงการจัดทำแผนแม่บทและผังแม่บทการอนุรักษ์และพัฒนาบริเวณเมืองเก่าแพร่ เพื่อศึกษาการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินในระดับนโยบายการวางผังเมือง

1.6.3 วิเคราะห์ขอบเขตของแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ และลักษณะทางธรณีสัณฐานของแม่น้ำ เพื่อระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำในแต่ละระดับ วิเคราะห์และจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นเครื่องมือหลักในการศึกษา และลงพื้นที่เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของผลจากการจำแนก

1.6.4 สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนภูมินิเวศแม่น้ำยมและบริเวณเมืองแพร่ จากข้อมูลเชิงพื้นที่ต่าง ๆ รวมถึงการจำแนกสิ่งปกคลุมดินในแต่ละช่วงเวลา เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างภูมินิเวศแม่น้ำกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยเฉพาะการตั้งถิ่นฐานกับลักษณะทางกายภาพของภูมิทัศน์

1.6.5 สรุปผลการวิจัยและอภิปรายถึงความสัมพันธ์ระหว่างภูมินิเวศแม่น้ำยมกับเมืองแพร่ รวมถึงข้อเสนอแนะที่ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญในการนำปัจจัยเชิงนิเวศของภูมินิเวศมาเป็นพื้นฐานในการวางแผนการจัดการ และการอยู่ร่วมกับแม่น้ำในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 2 ระเบียบวิธีวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 สามารถระบุขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำ และความสัมพันธ์ระหว่างแม่น้ำกับเมือง ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับเมืองได้

1.7.2 ทราบถึงปัญหาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การเปลี่ยนแปลงแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดิน การขยายตัวของพื้นที่เมือง ที่สามารถใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการวางแผนการจัดการให้สอดคล้องกับปัจจัยเชิงนิเวศของภูมินิเวศแม่น้ำ

1.7.3 ข้อเสนอแนะในการวางแผนแนวแม่น้ำจากกรณีศึกษา สำหรับการประยุกต์ใช้ทั้งในส่วนท้องถิ่นและภาครัฐ เพื่อวางแผนการดำเนินงานอย่างครอบคลุมทั้งภูมินิเวศแม่น้ำยม

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำความเข้าใจในภูมินิเวศแม่น้ำ และความสัมพันธ์ระหว่างแม่น้ำกับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำ โดยใช้ข้อมูลและการวิเคราะห์ในเชิงพื้นที่ ซึ่งอาศัยทฤษฎีและความรู้พื้นฐานสำหรับการวิจัย และการดำเนินการวิจัย รวมถึงทฤษฎีสำหรับการประยุกต์ใช้ โดยสามารถแบ่งเป็นหัวข้อได้ดังนี้

2.1 ทฤษฎีในการกำหนดกรอบความคิด เป็นการทำความเข้าใจในพื้นฐานของการศึกษา ทั้งในเชิงนิเวศและมนุษย์ และความสัมพันธ์ระหว่างกัน โดยแบ่งเป็นหัวข้อดังนี้

1) ทฤษฎีเกี่ยวกับภูมินิเวศแม่น้ำ ทำความเข้าใจความหมายของคำว่าภูมินิเวศแม่น้ำ ซึ่งพัฒนาต่อเนื่องมาจากภูมินิเวศ ที่ใช้แม่น้ำเป็นศูนย์กลางในการศึกษา
2) ทฤษฎีภูมินิเวศวิทยา เป็นพื้นฐานในการอธิบายองค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในภูมินิเวศ โดยเฉพาะองค์ประกอบที่ใช้ในการระบุขอบเขตภูมินิเวศ
3) ทฤษฎีเกี่ยวกับแม่น้ำ ทำความเข้าใจโครงสร้างและกระบวนการในการไหลของแม่น้ำ รวมถึงคุณลักษณะและองค์ประกอบของแม่น้ำ และการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำตามธรรมชาติ
4) ทฤษฎีที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับแม่น้ำ ทั้งในด้านการใช้ประโยชน์ การเป็นเงื่อนไขและอิทธิพล รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของมนุษย์ต่อแม่น้ำ

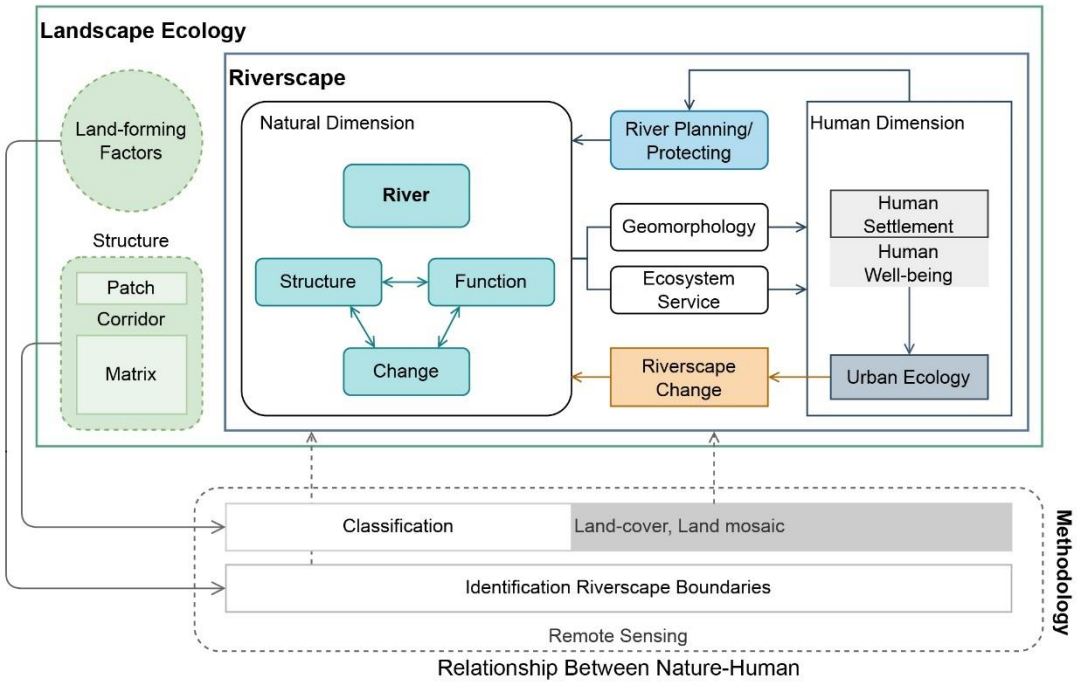
2.2 ทฤษฎีสำหรับวิธีดำเนินการศึกษา สำหรับเป็นความเข้าใจพื้นฐานและประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัย แบ่งเป็นหัวข้อดังนี้

1) การระบุขอบเขตแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ
2) ทฤษฎีเกี่ยวกับการรับรู้ระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
3) การจำแนกด้วยการสำรวจระยะไกล
4) การทำรูปตัดภูมิประเทศ

2.3 ทฤษฎีสำหรับประยุกต์ใช้และกรณีศึกษา เป็นทฤษฎีเพื่อการนำไปใช้ในการวางแผนภูมินิเวศ ที่มีการคำนึงถึงปัจจัยเชิงนิเวศร่วมด้วย โดยมีแนวคิดที่สำคัญ ดังนี้

1) แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนแม่น้ำ
2) แนวคิดในการปกป้องแนวแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง
3) แนวคิดในการจัดการและฟื้นฟูแม่น้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 3 กรอบความคิดในการดำเนินศึกษา

2.1 ทฤษฎีในการกำหนดกรอบความคิด

2.1.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับภูมินิเวศแม่น้ำ

ภูมินิเวศแม่น้ำ (Riverscape) เป็นส่วนหนึ่งของภูมินิเวศ โดยเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบน้ำ (Haslam, 2008; Wiens, 2002) เป็นพื้นที่ซึ่งมีการซ้อนทับกันของมิติต่าง ๆ เช่น มิติทางธรรมชาติ ประวัติศาสตร์และวัฒนธรรม (Haslam, 2008; Stanford et al., 2017) โดยมีแม่น้ำเป็นองค์ประกอบสำคัญที่เป็นต้นทุนทางธรรมชาติและให้ประโยชน์แก่มนุษย์หลายด้าน รวมถึงการตั้งถิ่นฐานในบริเวณใกล้กับแม่น้ำ (McGaugh, 1970; Wiens, 2002; Wohl, 2014) ภูมินิเวศแม่น้ำจึงเป็นพื้นที่ที่เกิดการผสมผสานระหว่างธรรมชาติกับมนุษย์ (Haslam, 2008; Stanford et al., 2017)

ทฤษฎีภูมินิเวศแม่น้ำของ Haslam (2008) ใช้การแยกองค์ประกอบออกเป็นชั้นข้อมูล เพื่อพิจารณาและศึกษารายละเอียดของแต่ละชั้น โดยองค์ประกอบนั้นเป็นโครงสร้างของภูมินิเวศแม่น้ำ และมีการจำแนกคุณลักษณะสำคัญของภูมินิเวศแม่น้ำออกเป็น 3 ข้อ ที่อ้างอิงมาจากทฤษฎีภูมินิเวศวิทยาของ Forman and Godron (1986) อ้างถึงใน Haslam (2008) ดังนี้

- โครงสร้าง (Structure) เกี่ยวกับขนาด รูปร่าง รูปแบบขององค์ประกอบในภูมินิเวศแม่น้ำ เช่น แม่น้ำและต้นน้ำ พื้นที่ริมแม่น้ำ พื้นที่น้ำท่วมหลาก

- บทบาทหน้าที่หรือกระบวนการ (Function) เช่น วัฏจักรน้ำ การตกตะกอนและการพังทลายของดิน และกระบวนการอื่น เป็นสิ่งที่ทำให้แม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำเป็นพื้นฐานให้กับสภาพแวดล้อมของมนุษย์
- การเปลี่ยนแปลง (Change) ไม่มีสิ่งใดบนพื้นโลกที่คงอยู่อย่างถาวร ภูมินิเวศแม่น้ำก็เช่นกัน แต่การเปลี่ยนแปลงนั้นจะแตกต่างกันไปตามระดับ (Scale) ทั้งเชิงพื้นที่และเวลา เช่น การกัดเซาะของภูเขาที่ใช้เวลายาวนาน จนถึงน้ำท่วมในระยะสั้น

โครงสร้าง บทบาทและการเปลี่ยนแปลง เป็นทฤษฎีที่ใช้จำแนกคุณลักษณะและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของภูมินิเวศ ซึ่งภูมินิเวศแม่น้ำมีองค์ประกอบหลากหลายที่ซ้อนทับกันในลักษณะของชั้นข้อมูล สามารถแบ่งเป็นองค์ประกอบหลักได้ดังนี้ (Haslam, 2008)

- ธรรมชาติ องค์ประกอบของภูมินิเวศ เช่น ธรณีวิทยา (Geology) ระบบน้ำ (Water) ดิน (Soils) พืชและสัตว์ (Flora and Fauna)
- สังคมและวัฒนธรรม การใช้งานของมนุษย์ที่ซ้อนทับอยู่กับธรรมชาติ เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปัจจัย 4 สำหรับการดำรงชีวิต เป็นต้น
- กระบวนการรับรู้และความงาม เป็นมรดกที่จับต้องไม่ได้ (Intangible Heritage) ซึ่งเกี่ยวข้องกับประวัติศาสตร์และพื้นที่ตามการรับรู้ของผู้คน (Haslam, 2008)

จากการศึกษาตัวอย่างงานวิจัยและบทความทางวิชาการที่มีการศึกษาเกี่ยวกับภูมินิเวศแม่น้ำ (ตารางที่ 1) ที่จะนำมาใช้อ้างอิงเกี่ยวกับความหมาย ขอบเขต รวมไปถึงระดับในการศึกษา ในแต่ละบทความมีวิธีในการดำเนินงานที่แตกต่างกัน แต่มีการกล่าวถึงการเก็บข้อมูลและเทคนิควิธีการดำเนินงานที่สำคัญคือ การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing) และสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) เพื่อใช้ในการศึกษาภูมินิเวศและภูมินิเวศแม่น้ำในเชิงพื้นที่ (Er**ő**s & Lowe, 2019; Torgersen et al., 2021; Wiens, 2002)

ตารางที่ 1 บทความวิชาการหรืองานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับภูมินิเวศแม่น้ำ

Citation	คำพ้องความหมาย	ความหมาย	ขอบเขต	วัตถุประสงค์ / คำถาม ในงานวิจัย	ระดับ/ขนาดในการศึกษา
Wiens (2002)	- Riverine landscape - Riverine ecosystem - Stream landscape	- ระบบที่เกี่ยวข้องกับระบบของน้ำ (Aquatic system) ไม่ว่าจะเป็น Riverscape or Streamscape or Aquascape - แม่น้ำหรือลำธารเคยเป็นเพียงองค์ประกอบหนึ่งของภูมิทัศน์ ซึ่งด้วยความหลากหลายที่มีอยู่ในแม่น้ำเองจึงสามารถเป็น Riverscape ในตัวเองด้วย	- ระบบที่เกี่ยวข้องกับน้ำทั้งหมด - ขึ้นอยู่กับระดับที่เปลี่ยนแปลง ระดับมีผลต่อปัจจัยต่าง ๆ เช่น คุณภาพของผืนภูมินิเวศ ขอบเขต บริบท การเชื่อมต่อ การตอบสนองของสิ่งมีชีวิต	- แม่น้ำเป็นองค์ประกอบหนึ่งของภูมิทัศน์ ซึ่งถูกใช้งานเป็นเส้นทางขนส่ง เป็นแหล่งน้ำสำหรับการตั้งถิ่นฐานหรือเพาะปลูก ทำประมง เป็นท่อจำกัดน้ำเสีย และอื่น ๆ แม่น้ำจึงแยกความแตกต่างได้ตามการใช้งานที่แตกต่างกัน - แม่น้ำเชื่อมโยงกับสภาพแวดล้อมที่อยู่ติดกันด้วยพลวัตบริเวณแนวขอบเขต - แม่น้ำมีความแตกต่างหลากหลายในตัวเอง มีโครงสร้างของตัวเองที่ส่งผลต่อสิ่งรอบข้าง - ระดับอาจเป็นสิ่งที่ครอบคลุมที่สุดของภูมินิเวศ	- หลายระดับ (Multiple Scale) เนื่องจากปัจจัยทั้งหลายจะเปลี่ยนแปลงไปตามระดับที่เปลี่ยนไป
Fausch et al. (2002)	- Stream ecology / ecosystem	- แม่น้ำไม่ได้แยกเป็นสายเดียว แต่มีความต่อเนื่องและรวมถึงความหลากหลายในเชิงพื้นที่ของสภาพแวดล้อมของแม่น้ำ รวมถึงภูมินิเวศแม่น้ำที่ผ่านกาลเวลาด้วย	- ขึ้นอยู่กับระดับที่สนใจ แต่ไม่สามารถศึกษาเพียงระดับเดียวได้ เพราะแต่ละระดับมีความเชื่อมต่อกัน	- ความต่อเนื่อง / ลำดับชั้น / และความหลากหลายของแม่น้ำ	- 3 ระดับ: ระดับลุ่มน้ำ / ลุ่มน้ำย่อย / แม่น้ำ (Basin / Segment / Reach)
Stanford et al. (2017)	- River ecosystem	- มุมมองที่กว้างไกลของแม่น้ำหรือลำธาร และแหล่งน้ำ รวมถึงลักษณะทางธรรมชาติและวัฒนธรรม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน - มุมมองแบบองค์รวม ทั้งกระบวนการเชิงนิเวศวิทยา กระบวนการทางสังคม และกระบวนการทางเศรษฐกิจ ที่เชื่อมต่อกับสิ่งมีชีวิตและมนุษย์ในช่วงเวลา	- ครอบคลุมทั้งเครือข่ายแม่น้ำ - ขอบเขตการจัดการถูกกำหนดโดยด้านการปกครอง แต่ขอบเขตของระบบนิเวศมีการแลกเปลี่ยนแทรกซึมของวัสดุและพลังงาน ซึ่งมีธรรมชาติเป็นตัวกำหนด - ขอบเขตลุ่มน้ำเป็นขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำที่ใหญ่และซับซ้อน	- พลวัตที่หลากหลายมิติของภูมินิเวศแม่น้ำ และมิติของแม่น้ำ 4 มิติ (Multidimensional Dynamics) - ระดับในเชิงพื้นที่	- หลายระดับ ขึ้นอยู่กับประเด็นที่จะศึกษา เช่น ระดับลุ่มน้ำ ศึกษาอุทกวิทยา ขอบเขต รวมถึงปัจจัยอื่นในภูมินิเวศ

ตารางที่ 1 (ต่อ) บทความวิชาการหรืองานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับภูมินิเวศแม่น้ำ

Citation	คำพ้องความหมาย	ความหมาย	ขอบเขต	วัตถุประสงค์ / คำถาม ในงานวิจัย	ระดับ/ขนาดในการศึกษา
Erős and Lowe (2019)	- Riverscape ecology	- หมายรวมถึงแหล่งที่อยู่อาศัยของลำธาร แม่น้ำ และขอบเขตชายน้ำที่เชื่อมโยงถึงกัน - มุมมองในเชิงพื้นที่ของระบบโครงสร้างที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบและกระบวนการเชิงนิเวศ สนใจมากไปกว่ามุมมองในเชิงเส้นของแม่น้ำ เช่น ต้นน้ำถึงปลายน้ำ - ภูมินิเวศแม่น้ำมีลักษณะเป็นระบบ(Network)	- ขึ้นอยู่กับระดับที่สนใจ ทั้งเชิงพื้นที่และเวลา - โดยระดับเชิงพื้นที่ (Spatial) หมายถึงการเชื่อมโยงแต่ละลุ่มน้ำเป็นระบบเครือข่าย	- ความหลากหลายของภูมินิเวศแม่น้ำ: คุณภาพ รูปแบบและความสัมพันธ์ที่ต่อเนื่องระหว่างผืนภูมินิเวศเปลี่ยนแปลงไปตามระดับเชิงพื้นที่และเวลา - รูปแบบ กระบวนการ และความเกี่ยวเนื่องของระดับ การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อรูปแบบและกระบวนการเชิงนิเวศ และความสัมพันธ์กันของระดับ - ประเด็นในเรื่องการจัดการ: ความรู้เกี่ยวกับรูปแบบและกระบวนการขึ้นอยู่กับระดับ สามารถนำมาใช้อย่างไรให้เกิดความยั่งยืนของภูมินิเวศแม่น้ำ	- ระดับในเชิงพื้นที่ (Spatial Scale) มีหลายลุ่มน้ำย่อย - ระดับลุ่มน้ำย่อย เน้นความสนใจที่รูปแบบกระบวนการและความสัมพันธ์ของระดับ - ระดับพื้นที่ศึกษามุ่งเน้นที่การจัดการและนิเวศบริการของแต่ละระบบย่อย
Torgersen et al. (2021)	- Riverine ecology / ecosystem - Riverine landscape - A Scene of the river environment	- เป็นคำที่ทำให้เกิดมุมมองที่ต่างไปจากคำว่า ‘scene’ เพราะเกี่ยวข้องกับการรับรู้ของมนุษย์ (Meinig, 1979 อ้างถึงใน Torgersen et al., 2021) เปลี่ยนบริบทจากศิลปะสู่วิทยาศาสตร์ - มุมมองที่กว้างขึ้นมากกว่า ‘แม่น้ำ’ ในแง่ของอิทธิพลของมนุษย์ กระบวนการทางกายภาพและชีวภาพ และสุนทรียภาพที่เกิดในพื้นที่ลุ่มน้ำ - แนวความคิดที่มีพื้นฐานบนแนวคิดว่าแม่น้ำและสิ่งมีชีวิตเชื่อมโยงกับภูมิทัศน์ทั้งทางยาว ด้านข้าง แนวตั้งและช่วงเวลา	- ขึ้นอยู่กับระดับ: ความละเอียด ขอบเขต และพื้นที่ที่สนใจ	- ใช้แนวคิดหลักในการศึกษามาจากภูมินิเวศวิทยา ได้แก่ ความหลากหลาย ระดับ และการเชื่อมต่อ (ในเชิงโครงสร้างและกระบวนการ)	- หลายระดับ ขึ้นอยู่กับประเด็นที่จะศึกษา

ตารางที่ 1ตารางที่ 1 บทความวิชาการหรืองานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับภูมินิเวศแม่น้ำ (ต่อ) บทความวิชาการหรืองานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับภูมินิเวศแม่น้ำ

Citation	คำพ้องความหมาย	ความหมาย	ขอบเขต	วัตถุประสงค์ / คำถาม ในงานวิจัย	ระดับ/ขนาดในการศึกษา
ภัคเกษม ธงชัย และ ดนัย ทายตะคุ (2564)	- ภูมิทัศน์แม่น้ำ / ระบบนิเวศแม่น้ำ - ภูมิทัศน์พลวัตน้ำหลาก	- ภูมิทัศน์แม่น้ำหรือระบบนิเวศแม่น้ำ สัมพันธ์กับกระบวนการทางอุทกวิทยาและธรณีสัณฐานวิทยาที่มีลักษณะเป็นวัฏจักรตามฤดูกาล โดยพลวัตน้ำหลากเป็นกระบวนการสำคัญของภูมิทัศน์แม่น้ำ - โครงสร้างของภูมิทัศน์พลวัตน้ำหลากเป็นพื้นที่ที่อยู่ในเขตที่ราบลุ่มหรือแอ่ง ซึ่งมีน้ำท่วมได้เป็นปกติ	- แม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงเป็นแนวขอบเขตหรือโครงสร้างของภูมิทัศน์พลวัตน้ำหลาก - แนวขององค์ประกอบทางธรณีวิทยาที่เกิดจากกระบวนการของธารน้ำหรือแม่น้ำ	-เพื่อทำความเข้าใจในโครงสร้าง บทบาท พลวัต และการเปลี่ยนแปลงของภูมิทัศน์พลวัตน้ำหลาก -รวมถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์แม่น้ำโดยการรบกวนจากมนุษย์ เช่น เขื่อน หรือคันกั้นน้ำ	3 ระดับเชิงพื้นที่: ระดับลุ่มน้ำ (ภูมิภาค) / ระดับภูมิทัศน์ / ระดับชุมชน
สิรินทรา สุมนวรางกูร (2564)	- ภูมินิเวศแม่น้ำ	- ส่วนหนึ่งของภูมินิเวศ โดยเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับเครือข่ายลำน้ำและวัฏจักรที่เกี่ยวข้องกับน้ำ (Haslam, 1996 อ้างถึงใน สิรินทรา สุมนวรางกูร, 2564) - เป็นการให้นิยามของพื้นที่แม่น้ำ และคุณลักษณะของแม่น้ำในมิติต่าง ๆ โดยแบ่งเป็น 2 มุมมองหลัก คือ แม่น้ำในเชิงนิเวศ และแม่น้ำในมุมมองของมนุษย์	- ระบบของแม่น้ำ โครงสร้างและกระบวนการของแม่น้ำ และองค์ประกอบอื่นของแม่น้ำ	- ภูมินิเวศแม่น้ำในด้านโครงสร้าง บทบาท และการเปลี่ยนแปลง - การเชื่อมโยงกันของคุณลักษณะทั้ง 3 ของภูมินิเวศแม่น้ำ รวมถึงเชื่อมโยงกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ - การเปลี่ยนแปลงและผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อทั้งระบบนิเวศและมนุษย์	3 ระดับเชิงพื้นที่: ระดับลุ่มน้ำ (Watershed) / ระดับมหภาค (Macro) / ระดับท้องถิ่น (Local)

จากองค์ประกอบของภูมินิเวศแม่น้ำข้างต้น และจากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ภูมินิเวศแม่น้ำนั้นมีขนาดหรือมีขอบเขตที่ใหญ่มากกว่าแม่น้ำ มีมิติและความซับซ้อนมากกว่า ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 2 มิติหลักคือ มิติในเชิงนิเวศ และมิติที่เกี่ยวข้องกับสังคมหรือมนุษย์ โดยมีความแตกต่างกันในแต่ละระดับ (Haslam, 2008)

นอกจากนี้ Wiens (2002) ได้อธิบายว่า ภูมินิเวศ หรือ Landscape เคยถูกอธิบายว่าคือที่ดิน เป็นทิวทัศน์อันกว้างใหญ่ของธรรมชาติ ที่มาจากมุมมองเดียว จากนั้นคำดังกล่าวมีพัฒนาการเรื่อยมา การให้ความหมายจึงกว้างขวางขึ้น เช่น Hobbs (1995) อ้างถึงใน Wiens (2002) ให้ความหมายไว้ว่า เป็นความหลากหลายของพื้นที่บนผืนดิน; ส่วน Zonneveld (1995) อ้างถึงใน Wiens (2002) ใช้คำว่า “Land Ecology” (ระบบนิเวศบก) แม้จะมีการรวมระบบเกี่ยวกับน้ำเอาไว้แต่ยังคงพูดถึงส่วนพื้นดินอย่างชัดเจน ต่อมาเมื่อมีการศึกษาเกี่ยวกับระบบแม่น้ำ (River System) มากขึ้น ทำให้เห็นว่าระบบแม่น้ำมีความสำคัญและเป็นปัจจัยที่มีประสิทธิภาพในการเชื่อมโยงองค์ประกอบในภูมินิเวศทั้งในเชิงพื้นที่และเวลา ดังนั้นจึงมีการใช้ แม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ เป็นพื้นที่ในการศึกษาภูมินิเวศวิทยา (Wiens, 2002)

การศึกษาเกี่ยวกับภูมินิเวศแม่น้ำพัฒนาขึ้นมาบนพื้นฐานของภูมินิเวศ ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมและจากงานวิจัยในตารางที่ 1 ล้วนแต่ใช้ภูมินิเวศวิทยาเป็นพื้นฐานในการศึกษาวิจัย เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นต้องทบทวนวรรณกรรมในทฤษฎีภูมินิเวศวิทยา เพื่อเป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจ และอธิบายองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ

2.1.2 ทฤษฎีภูมินิเวศวิทยา

การศึกษาภูมินิเวศวิทยา เป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจภูมิทัศน์ในเชิงนิเวศ ซึ่งมีความสำคัญต่อวิทยานิพนธ์นี้ เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาและทำความเข้าใจองค์ประกอบและกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในภูมินิเวศ และใช้ในการจำแนกโครงสร้างและกระบวนการ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำซึ่งมีอิทธิพลต่อมนุษย์

2.1.2.1 ภูมินิเวศ

ภูมินิเวศ (Landscape) หมายถึง ลักษณะของพื้นที่ที่แตกต่างกัน ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มของระบบนิเวศที่หลากหลาย ทั้งสิ่งไม่มีชีวิตและสิ่งมีชีวิตซึ่งมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างซับซ้อน (Barnes, 2000; Zonneveld, 1995) ภูมินิเวศมีความเกี่ยวโยงกันขององค์ประกอบและบทบาทหน้าที่ในเชิงพื้นที่และเชิงเวลา (Zonneveld, 1995) ในการทำความเข้าใจภูมินิเวศวิทยาจะต้องศึกษา

คุณลักษณะสำคัญของภูมินิเวศได้แก่ โครงสร้าง (Structure) บทบาทหน้าที่หรือกระบวนการ (Function) และการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบ (Change) (Barnes, 2000; Forman & Godron, 1986) รวมถึงทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบหรือโครงสร้างกับกระบวนการทางธรรมชาติ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต รวมถึงกิจกรรมและผลกระทบจากการกระทำของมนุษย์ ซึ่งส่งผลต่อบทบาทหน้าที่และพลวัตของภูมินิเวศ (Forman & Godron, 1986; Risser, Karr, & Forman, 1983; Thaitakoo, 1998 อ้างถึงใน มิ่งขวัญ นันทวิสัย, 2559)

2.1.2.2 ระดับของภูมินิเวศ

“ระดับ”(Scale) คือ ขอบเขตหรือขนาดในเชิงพื้นที่ที่ครอบคลุมแนวความคิดภูมินิเวศวิทยา (Wiens, 1989, 2001; Peterson & Parker, 1998 อ้างถึงใน Wiens, 2002) และเป็นตัวกำหนดรายละเอียดและขอบเขตของภูมินิเวศและภูมินิเวศแม่น้ำ องค์ประกอบหรือปัจจัยต่าง ๆ เช่น ผืนภูมินิเวศ ขอบเขต บริบท การเชื่อมต่อ และสิ่งมีชีวิต ล้วนขึ้นอยู่กับระดับที่มีการเปลี่ยนแปลง (Wiens, 2002)

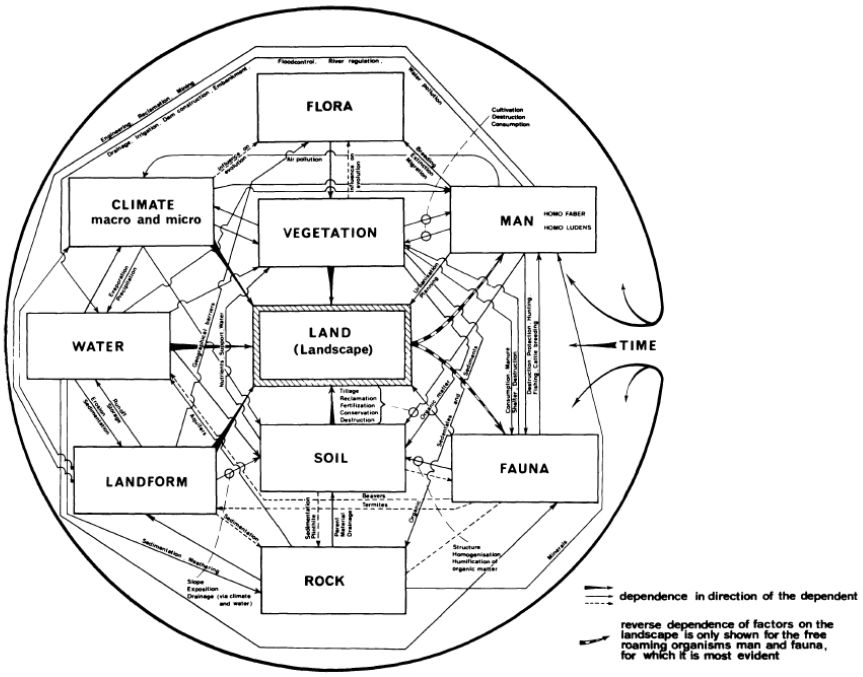
มิติความสัมพันธ์ของภูมินิเวศในแต่ละระดับมีการอธิบายถึงความสัมพันธ์ที่แตกต่างกัน (Zonneveld, 1995) กล่าวคือ

- Geospheric: อธิบายว่าทุกสิ่งอยู่ในระบบเดียวกันและสัมพันธ์กันในระดับของโลก
- Chorologic (Horizontal Heterogeneity): แสดงถึงความสัมพันธ์และความหลากหลายในทางราบที่เชื่อมโยงกันไปมาระหว่างพื้นที่
- Topologic (Vertical Heterogeneity): แสดงถึงความสัมพันธ์และความหลากหลายในแนวดิ่งระหว่างองค์ประกอบในพื้นที่หนึ่ง ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.2.3 องค์ประกอบของภูมินิเวศ

องค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในแนวดิ่งที่ทำให้เกิดภูมิทัศน์ (Land-Forming Factors) ซึ่ง Zonneveld (1995) ได้อธิบายไว้ว่า เป็นปฏิสัมพันธ์อันซับซ้อนระหว่างองค์ประกอบที่ดำเนินไปภายใต้เงื่อนไขของเวลา (ภาพที่ 4) ประกอบด้วย



ภาพที่ 4 คุณลักษณะและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของภูมินิเวศ
ที่มา Zonneveld, 1972 อ้างถึงใน Naveh and Lieberman (1994)

- ภูมิอากาศ: มีความแตกต่างกันในแต่ละระดับ (Macro and Micro Scale)
- ภูมิประเทศ: รูปลักษณะของสภาพที่ดินหรือสภาพภูมิประเทศ เช่น แอ่ง ที่ราบลุ่ม
- หิน: ธรณีวิทยาและธรณีสัณฐานวิทยา พัฒนาการและกระบวนการเกิดของพื้นผิวโลก
- ดิน: โครงสร้างและลักษณะของดิน
- น้ำ: อุทกวิทยาและวัฏจักรของน้ำ รวมถึงความชื้นในอากาศ
- พืชพรรณที่จำแนกตามรูปชีวิต (Life Form) รวมถึงรูปแบบอื่น ๆ ในพื้นที่หรือภูมิภาคหนึ่ง เช่น ไม้ต้น ไม้พุ่ม
- พืชพันธุ์พฤกษชาติ มักใช้อ้างถึงพันธุ์พืช โดยเฉพาะพันธุ์พืชพื้นถิ่นในพื้นที่หนึ่ง
- สิ่งมีชีวิต: สิ่งมีชีวิตหรือสัตว์ในระบบนิเวศ
- มนุษย์: มนุษย์ซึ่งอยู่ในเงื่อนไขของระบบนิเวศ

องค์ประกอบหรือปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดภูมินิเวศมีปฏิสัมพันธ์และส่งผลกระทบระหว่างกัน โดยแต่ละองค์ประกอบมีความสำคัญและมีความแตกต่างกันในแต่ละระบบนิเวศ ในวิทยานิพนธ์นี้จะอธิบายรายละเอียดในเรื่องเกี่ยวกับปัจจัยเชิงกายภาพของพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับภูมินิเวศแม่น้ำ เช่น น้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หรือแม่น้ำ ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ใช้ในการระบุขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำ

2.1.2.4 คุณลักษณะของภูมินิเวศ

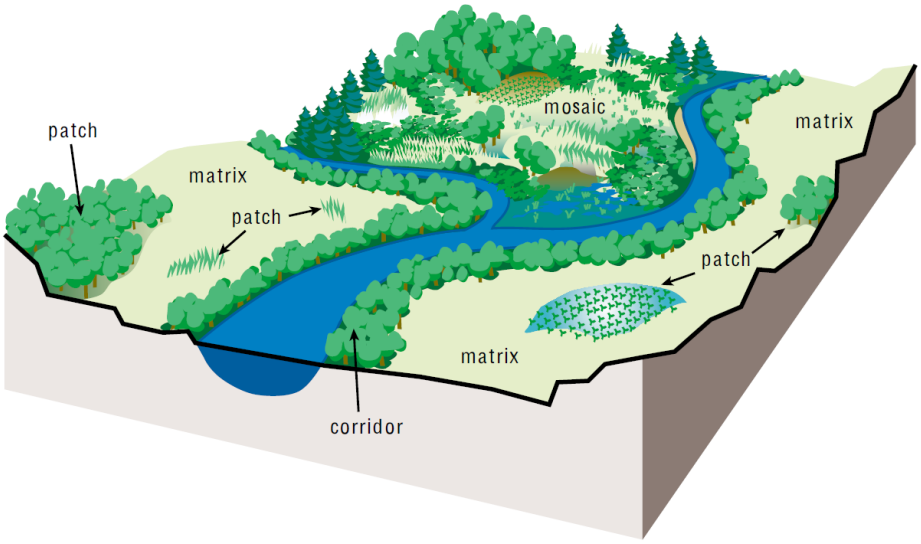
นอกจากมิติความสัมพันธ์ในแนวดิ่งแล้ว ยังมีความสัมพันธ์ในมิติทางราบ (Chorologic) ตามที่ Forman and Godron (1986) ได้จำแนกคุณลักษณะของภูมินิเวศ (Landscape Characteristic) ออกเป็นองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1) โครงสร้างภูมินิเวศ (Landscape Structure)

โครงสร้างของภูมินิเวศ หมายถึง ลักษณะทางกายภาพที่ประกอบกันเป็นองค์ประกอบของภูมินิเวศ (ดนัย ทายตะคุ, 2548) และความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างระบบนิเวศหรือองค์ประกอบ (Forman & Godron, 1986) โครงสร้างหรือรูปแบบเป็นผลมาจากกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น (Forman, 1995 อ้างถึงใน Thaitakoo, 1998) โดย Forman and Godron (1986) ได้ระบุองค์ประกอบเชิงโครงสร้างออกเป็น 3 องค์ประกอบ ซึ่งในแต่ละแบบนั้นมีลักษณะทางนิเวศวิทยาที่แตกต่างกัน ดังนี้ (ภาพที่ 5)

- ผืนภูมินิเวศ (Patch) (ดนัย ทายตะคุ, 2566, การสื่อสารส่วนบุคคล): พื้นที่ที่มีลักษณะแตกต่างจากพื้นที่โดยรอบ มีความหลากหลายของขนาด รูปร่าง ประเภท และขอบเขต ผืนภูมินิเวศส่วนใหญ่จะอยู่ท่ามกลางพื้นภูมินิเวศ (Forman & Godron, 1986) โดยจะมีปฏิสัมพันธ์กับพื้นภูมินิเวศ แนวภูมินิเวศ และผืนภูมินิเวศอื่น (ดนัย ทายตะคุ, 2548)
- แนวภูมินิเวศ (Corridor) (ดนัย ทายตะคุ, 2566, การสื่อสารส่วนบุคคล): พื้นที่ที่มีลักษณะแคบยาว และแตกต่างจากพื้นที่โดยรอบหรือพื้นภูมินิเวศ (Forman & Godron, 1986) มีหน้าที่ในการเชื่อมต่อระหว่างผืนภูมินิเวศและพื้นภูมินิเวศ (Thaitakoo, 1998; ดนัย ทายตะคุ, 2548)
- พื้นภูมินิเวศ (Matrix) (ดนัย ทายตะคุ, 2566, การสื่อสารส่วนบุคคล): พื้นที่องค์ประกอบส่วนใหญ่ของภูมินิเวศ ที่กว้างขวางและเชื่อมโยงต่อเนื่องกัน เป็นเสมือนพื้นหลังของภูมินิเวศหรือระบบนิเวศ จึงมีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของภูมินิเวศ (Forman & Godron, 1986; Thaitakoo, 1998)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 5 โครงสร้างภูมินิเวศในเชิงพื้นที่

ที่มา FISRWG (1998)

องค์ประกอบเชิงโครงสร้างทั้ง 3 ประการนั้นมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับเชิงพื้นที่ ในแต่ละระดับจะจำแนกคุณลักษณะขององค์ประกอบได้แตกต่างกัน ผืนภูมินิเวศในระดับหนึ่งอาจเป็นพื้นภูมินิเวศของอีกระดับ ระดับจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะกำหนดขนาดและความละเอียดของข้อมูลที่จะใช้จำแนกองค์ประกอบโครงสร้างของภูมินิเวศ (FISRWG, 1998) ซึ่งการทำความเข้าใจในเรื่องโครงสร้างเป็นพื้นฐานที่จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของพื้นที่ศึกษาในเชิงกายภาพของแต่ละระดับ เช่น การจำแนกลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2) บทบาทหน้าที่ของภูมินิเวศ (Landscape Function)

บทบาทหน้าที่หรือกระบวนการของภูมินิเวศ คือ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของระบบนิเวศหรือองค์ประกอบเชิงพื้นที่ และการเลื่อนไหล (Flow) ขององค์ประกอบ (Thaitakoo, 1998) ปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบทำให้เกิดบทบาทหน้าที่เชิงนิเวศ 4 ประการ (Zonneveld, 1988; Vos and Zonneveld, 1993 อ้างถึงใน Thaitakoo, 1998; ดนัย ทายตะคุ, 2548) คือ

- บทบาทในการผลิต (Production Function) คือ การเป็นแหล่งผลิตโดยอาศัยทรัพยากรที่มีอยู่ในระบบ เช่น พลังงาน ผลผลิตในทางการเกษตร
- บทบาทในการสนับสนุน (Supporting Function) คือ การเป็นพื้นที่รองรับความต้องการเชิงพื้นที่และปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ ในระบบนิเวศ
- บทบาทในการควบคุม (Regulating Function) คือ การควบคุมกระบวนการในระบบนิเวศให้สมดุลตามศักยภาพและสามารถดำรงอยู่ต่อได้

- บทบาทในการให้ข้อมูล (Information Function) คือ การเป็นผู้ให้สารสนเทศ เช่น สถานภาพ ศักยภาพและข้อจำกัดของระบบนิเวศ ที่เชื่อมโยงกับการรับรู้ข้อมูลสุนทรียภาพ รวมถึงประวัติศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์

3) การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศ (Landscape Change)

ภูมินิเวศมีลักษณะของพลวัต การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจึงเป็นเรื่องปกติ (Hammit and Cole, 1987 อ้างถึงใน Thaitakoo, 1998) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสามารถจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ การเปลี่ยนแปลงแบบพลวัต และ การเปลี่ยนแปลงแบบเป็นเส้นตรง

1) การเปลี่ยนแปลงแบบพลวัต เป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีแบบแผนและเป็นผลมาจากองค์ประกอบหรือปัจจัยในระบบนิเวศ และจากกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในระบบ (ดนัย ทายตะคุ, 2548)
2) การเปลี่ยนแปลงแบบเป็นเส้นตรง เป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่เป็นวัฏจักร ที่ส่งผลต่อโครงสร้างทางกายภาพและบทบาทของภูมินิเวศผ่านช่วงเวลา (Forman & Godron, 1986; Thaitakoo, 1998)

การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศมีมากขึ้นเมื่อมนุษย์เข้ามาทำการปรับและเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศจากสภาพธรรมชาติ ถูกกิจกรรมและการกระทำของมนุษย์จนกลายเป็นภูมินิเวศที่มนุษย์สร้างขึ้น (Thaitakoo, 1998) เช่น การเปลี่ยนแปลงการจากตั้งถิ่นฐานจนกลายเป็นเมือง

คุณลักษณะของภูมินิเวศทั้ง 3 ประการ: โครงสร้าง บทบาทหน้าที่และการเปลี่ยนแปลงเป็นทฤษฎีหลักที่ใช้ในการศึกษาและอธิบายลักษณะของภูมินิเวศแม่น้ำ โดยเฉพาะการทำความเข้าใจในองค์ประกอบและกระบวนการของแม่น้ำ รวมถึงพลวัตที่เกิดขึ้น

2.1.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับแม่น้ำ

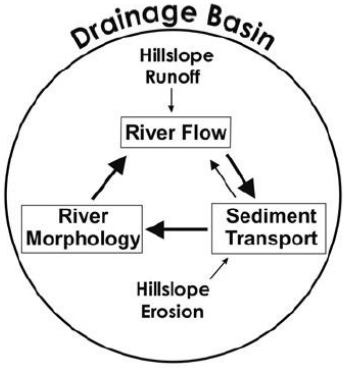
จากทฤษฎีองค์ประกอบของภูมินิเวศ แม่น้ำเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดภูมิประเทศรูปแบบต่าง ๆ (McGaugh, 1970; Wohl, 2014) และเป็นองค์ประกอบสำคัญของภูมินิเวศ ในการศึกษาภูมินิเวศแม่น้ำ จึงต้องทำความเข้าใจถึงความหมายของแม่น้ำ องค์ประกอบรวมถึงโครงสร้างและกระบวนการของแม่น้ำตามธรรมชาติ เนื่องจากรูปแบบของแม่น้ำในมิติทางตั้งและทางนอน เป็นตัวกำหนดรูปแบบของภูมินิเวศแม่น้ำ (Haslam, 2008) ซึ่งความเข้าใจในเรื่องแม่น้ำจะเป็นพื้นฐานในการอธิบายถึงมิติในเชิงนิเวศของภูมินิเวศแม่น้ำ

แม่น้ำทำให้เกิดความหลากหลายของระดับน้ำ ความชื้นในดิน น้ำใต้ดินที่สัมพันธ์ไปกับภูมิประเทศ ส่งผลต่อการกระจายพันธุ์ของพืชและสัตว์ (Wohl, 2014) และมีบทบาทในวัฏจักรของแร่ธาตุและพลังงาน และเป็นตัวเชื่อมต่อของน้ำภายในระบบนิเวศ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของตะกอนและแร่ธาตุไปสู่สิ่งแวดล้อมอื่น เป็นผลให้เกิดความหลากหลายทั้งในเครือข่ายลำน้ำและภูมินิเวศโดยรอบ (Leopold et al., 1964 อ้างถึงใน Wohl, 2014)

2.1.3.1 รูปแบบและโครงสร้างของการไหล

ระบบการไหล (Fluvial System) กำหนดโดยแม่น้ำและลำธารต่าง ๆ การกัดเซาะของลำธารเป็นปัจจัยสำคัญของกระบวนการทางสัณฐาน โดยกระบวนการธารน้ำ (Fluvial Processes) ทำให้เกิดภูมินิเวศ ทั้งการกัดเซาะ การถ่ายเทตะกอน และการทับถมสะสมเพื่อสร้างรูปแบบภูมิประเทศใหม่ ระบบนิเวศและมนุษย์จึงขึ้นอยู่กับระบบการไหลของแม่น้ำ (National Park Service, n.d.)

การเกิดขึ้นของแม่น้ำไม่ได้เกิดขึ้นอย่างแยกออกจากกัน แต่ต่างเชื่อมโยงกันเป็นระบบหรือเป็นเครือข่ายแม่น้ำ (River System) (Rhoads, 2020; Wohl, 2014) ด้วยการไหลของพลังงานและสสารระหว่างร่องน้ำกับสภาพแวดล้อม แม่น้ำจึงไม่เพียงแต่ไหลผ่านภูมินิเวศเท่านั้น แต่ยังมีปฏิสัมพันธ์กับภูมินิเวศอย่างซับซ้อนด้วย (Wohl, 2014) โดย Rhoads (2020) ได้อธิบายถึงคุณลักษณะที่สัมพันธ์กัน 3 ข้อ ในการบ่งบอกลักษณะเฉพาะของแม่น้ำ คือ



ภาพที่ 6 กระบวนการพื้นฐานของแม่น้ำ

ที่มา: Rhoads (2020, p. 4)

- การไหล (Flow) ทำให้เกิดกลไกการกัดเซาะ การถ่ายเทและการทับถมของตะกอนในเครือข่ายแม่น้ำ
- การถ่ายเทตะกอน (Sediment Transport) ตะกอนที่ส่งผ่านแม่น้ำส่งผลต่อลักษณะการไหลของน้ำ
- สัณฐานวิทยา (Morphology) เกิดจากการเคลื่อนที่และทับถมของตะกอน โดยเฉพาะวัสดุที่เคลื่อนไปตามขอบเขตร่องน้ำ รวมถึงส่วนท้องน้ำและตลิ่ง

ทั้ง 3 คุณลักษณะเป็นพื้นฐานหลักซึ่งครอบคลุมการอธิบายรายละเอียดของโครงสร้างและกระบวนการของแม่น้ำที่เกิดขึ้นอย่างเป็นพลวัต (ภาพที่ 6) โดยสามารถจำแนกหัวข้อในการอธิบายลักษณะตามธรรมชาติของแม่น้ำได้ดังนี้

โครงสร้างของแม่น้ำ (River Structure)

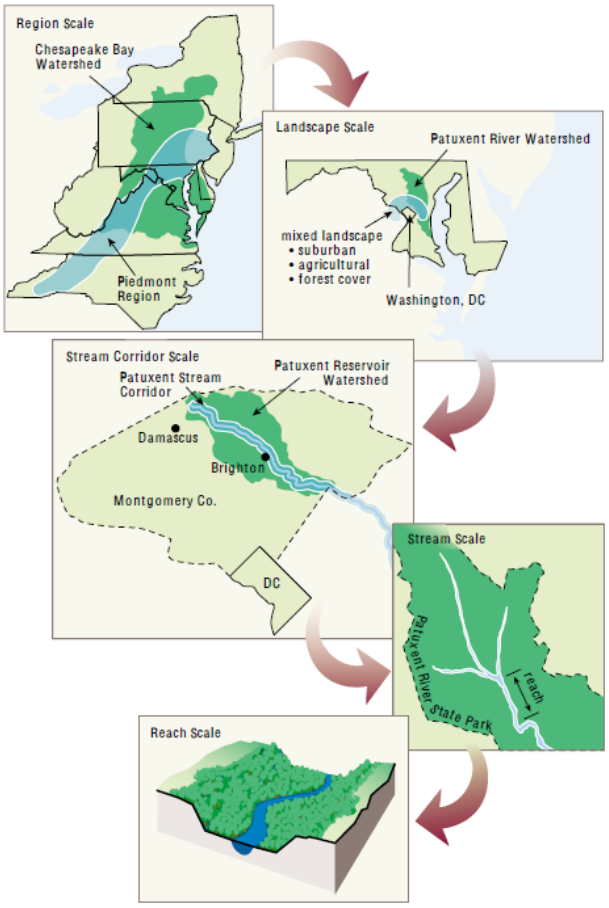
โครงสร้างทางกายภาพของแม่น้ำเกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของน้ำ วัสดุ พลังงานและสิ่งมีชีวิต (FISRWG, 1998) โครงสร้างและกระบวนการของแม่น้ำมีความเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบหรือเครือข่าย จึงต้องศึกษาแม่น้ำให้ครอบคลุมในหลายระดับ เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นของแนวทางเดินลำน้ำ (River/Stream Corridor) ภายใต้กรอบความสัมพันธ์เชิงกายภาพในหลายมิติ ได้แก่ มิติด้านข้าง (Lateral) มิติตามยาว (Longitudinal) และมิติแนวตั้ง (Vertical) รวมถึงมิติในเชิงเวลา (Temporal) (FISRWG, 1998)

1) ระดับของแม่น้ำ (River Scales)

องค์ประกอบของระบบนิเวศในแต่ละระดับ (Multiple Scales) เป็นระบบนิเวศที่มีการเชื่อมโยงไปยังระบบนิเวศอื่น (FISRWG, 1998) ระบบนิเวศขนาดใหญ่ประกอบด้วยระบบนิเวศขนาดเล็กรวมกัน โครงสร้างและบทบาทของระบบนิเวศขนาดเล็กจึงเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างและบทบาทของระบบนิเวศขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ กับระบบนิเวศข้างเคียงอยู่เสมอ ดังนั้นจึงมีการศึกษาในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและระดับ (FISRWG, 1998)

Forman and Godron (1986) อธิบายถึงการจำแนกโครงสร้างของภูมินิเวศ ด้วยการเรียงตัวในเชิงกายภาพของภูมินิเวศ (Landscape Mosaic) ว่าประกอบด้วย พื้นภูมินิเวศ ผืนภูมินิเวศ และแนวภูมินิเวศ ซึ่งนำมาใช้อธิบายถึงองค์ประกอบของโครงสร้างในแต่ละระดับ ที่มีขนาดและรายละเอียดเชิงพื้นที่ของผู้สังเกตเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบของโครงสร้างในพื้นที่นั้น (FISRWG, 1998) ตัวอย่างเช่น ในระดับภูมินิเวศของพื้นที่ป่า ส่วนที่เป็นป่าไม้ปกคลุมคือส่วนที่เป็นพื้นภูมินิเวศ โดยมีทะเลสาบหรือพื้นที่ชุ่มน้ำเป็นผืนภูมินิเวศ และมีลำธารเป็นแนวภูมินิเวศ แต่ในระดับลำน้ำ (Reach Scale) ของลำธาร จะมีไม้ชายน้ำและแก่งหินเป็นผืนภูมินิเวศ ดังนั้นปัจจัยต่าง ๆ เช่น ผืนภูมินิเวศ ขอบเขตและการเชื่อมต่อ จะเปลี่ยนแปลงไปตามระดับที่สนใจ (Wiens, 2002)

“ระดับ” จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการกำหนดขนาดพื้นที่ เพื่อใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของโครงสร้างแม่น้ำ ซึ่งในการแบ่งหรือกำหนดลำดับชั้นจะแตกต่างกันไป เช่น FISRWG (1998) กำหนดระดับไว้ 5 ระดับ เรียงจากใหญ่ไปเล็ก ดังนี้ 1) Region Scale > 2) Landscape Scale > 3) Stream Corridor Scale > 4) Stream Scale > 5) Reach Scale (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ระดับในระบบนิเวศ

ที่มา FISRWG (1998)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ส่วนคำว่า “ระดับลุ่มน้ำ” หรือ “Watershed Scale” เป็นอีกรูปแบบของระดับในเชิงพื้นที่ที่ครอบคลุมทางเดินแม่น้ำหลายพื้นที่เข้าไว้ด้วยกัน โดย Dunne and Leopold 1978 อ้างถึงใน FISRWG (1998) อธิบายความหมายของ “ลุ่มน้ำ” (Watershed) ว่าคือ พื้นที่ของผืนดินที่ระบายน้ำ ตะกอน และวัสดุต่าง ๆ ไปสู่ช่องทางออก ณ จุดใดจุดหนึ่งของร่องน้ำ ดังนั้น “ลุ่มน้ำ” จึงเกิดในหลายระดับ โดยมีนัยยะไปที่รูปแบบของการระบายน้ำ ซึ่งเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดกับน้ำและการเคลื่อนที่ของน้ำ จึงต้องพิจารณาถึงกระบวนการทางอุทกวิทยาและธรณีสัณฐานของแนวแม่น้ำ เพื่อให้ครอบคลุมเครือข่ายแม่น้ำทั้งหมด (FISRWG, 1998)

ระดับลุ่มน้ำย่อย (Sub Watershed Scale) เป็นระดับในเชิงพื้นที่ซึ่งเป็นส่วนประกอบของลุ่มน้ำ ใช้หลักการในการกำหนดพื้นที่เดียวกันกับระดับลุ่มน้ำแต่มีขนาดหรือปริมาณน้อยกว่า (มนตรี ชูวงษ์, 2554) ลุ่มน้ำย่อยจำนวนมากรวมกันเกิดเป็นลุ่มน้ำ

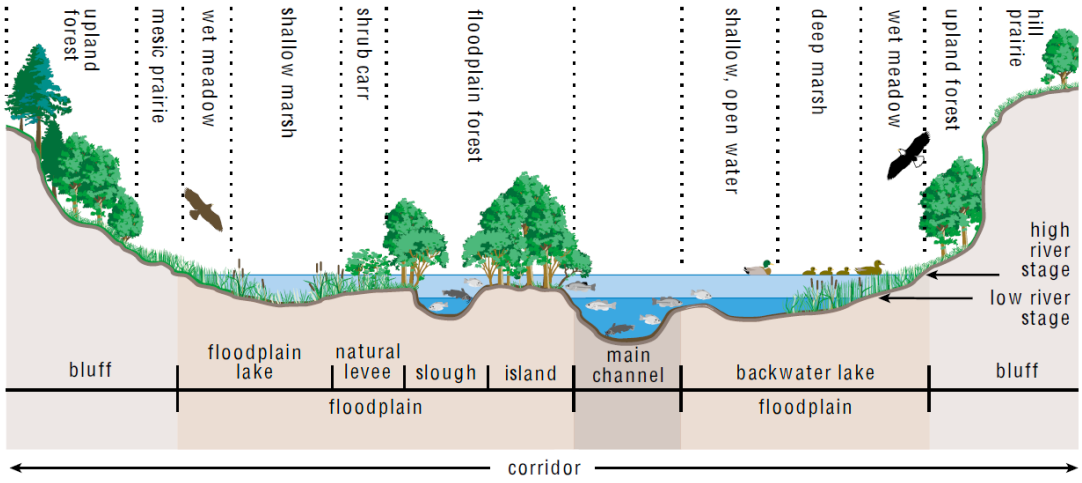
ระดับลำน้ำ (Reach Scale) เป็นระดับในเชิงพื้นที่ที่พิจารณาในช่วงของแม่น้ำหรือลำน้ำสายเดียว ซึ่งจะให้รายละเอียดที่เฉพาะของแต่ละองค์ประกอบของภูมินิเวศสำหรับพื้นที่ศึกษา เป็นระดับที่ต่อเนื่องมาจากลุ่มน้ำย่อยและระดับธารน้ำ (Stream Scale) (FISRWG, 1998)

การกำหนดระดับเพื่อศึกษาในวิทยานิพนธ์นี้ นอกจากการอ้างอิงจากงานวิจัยตามตารางที่ 1 แล้ว ยังอ้างอิงจากกระบวนการธารน้ำซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด รวมถึงลุ่มน้ำสาขาด้วย โดยรายละเอียดจะกล่าวในบทที่ 3 ในเรื่องระดับและขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

2) องค์ประกอบของแนวแม่น้ำ (River Corridor)

แม่น้ำมีความกว้างมากกว่าแค่ร่องน้ำ ริมฝั่งแม่น้ำหรือพื้นที่ต่อเนื่องที่เป็นพื้นที่น้ำท่วมหลากก็เป็นส่วนหนึ่งของแนวแม่น้ำด้วย (European Environment Agency, 2020) ซึ่ง FISRWG (1998) ได้อธิบายองค์ประกอบหลักของทางเดินแม่น้ำตามขวางไว้ 3 ส่วน คือ

- ร่องน้ำ (River Channel)
- ที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain)
- แนวเขตเปลี่ยนผ่านจากผืนน้ำสู่ที่สูง (Transitional Upland Fringe)



ภาพที่ 8 รูปตัดแสดงองค์ประกอบของแนวแม่น้ำ

ที่มา FISRWG (1998)

2.1) ร่องน้ำ (River Channel or Stream)

ร่องน้ำหรือแนวลำห้วยคือ ช่องทางที่มีน้ำไหลอย่างน้อยในช่วงหนึ่งของปี ถูกสร้างขึ้น คงอยู่และเปลี่ยนแปลงจากน้ำและตะกอนที่ไหลผ่านในช่องทาง โดยรูปแบบของร่องน้ำ (Channel Form) จะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นของตะกอนและการพัดพา ร่องน้ำมีคุณลักษณะที่สำคัญ 2

ประการคือ ความสมดุลของร่องน้ำ (Channel Equilibrium) และการไหล (Streamflow) (FISRWG, 1998)

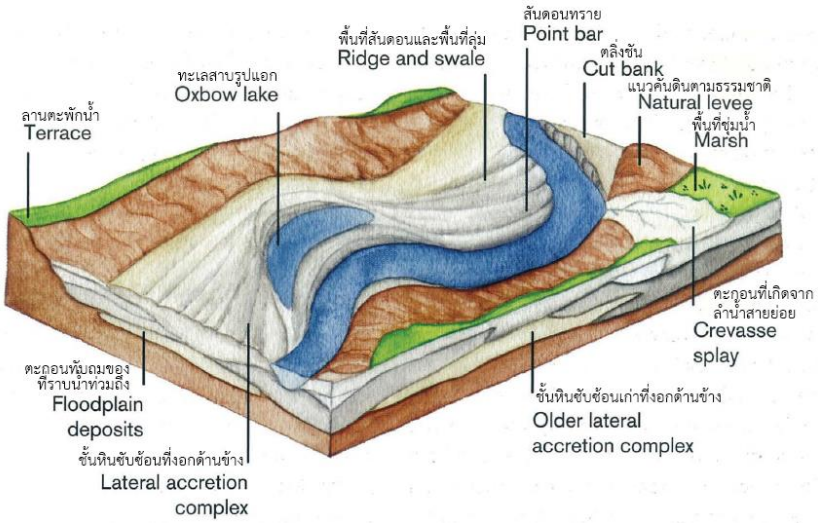
- สมดุลของร่องน้ำ: เกี่ยวข้องกับปัจจัย 4 ข้อคือ การปล่อยตะกอน (Sediment Discharge) ขนาดของตะกอน (Sediment Particle Size) ความชันของลำน้ำ (Stream Slope) และน้ำท่า (Streamflow) สมดุลของร่องน้ำจะเกิดขึ้นเมื่อตัวแปรเหล่านี้อยู่ในภาวะสมดุล หากตัวแปรใดมีการเปลี่ยนแปลง ตัวแปรอื่นจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง เพื่อเป็นการรักษาสมดุลของระบบ (FISRWG, 1998) ลำน้ำที่พยายามหาสมดุลใหม่ มีแนวโน้มที่จะกัดเซาะตะกอนมากขึ้น และตะกอนจะมีขนาดใหญ่ขึ้น ทั้งนี้ลำน้ำตามธรรมชาติสามารถปรับเปลี่ยนไปตามความหลากหลายของตัวแปรได้ แต่ร่องน้ำที่ถูกมนุษย์สร้างขึ้นหรือร่องน้ำคอนกรีตจะไม่สามารถปรับเปลี่ยนตัวเองให้เข้าหาสมดุลใหม่ได้ (FISRWG, 1998)
- การไหล: เป็นคุณลักษณะที่สำคัญของร่องน้ำและเป็นส่วนหนึ่งในวัฏจักรน้ำ ซึ่งมีองค์ประกอบหลัก 2 ข้อคือ การไหลจากฝน (Stormflow) และการไหลพื้นฐาน (Baseflow) น้ำฝนหรือหยาดน้ำฟ้าซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินและเคลื่อนที่ผ่านดินก่อนจะเข้าสู่ร่องน้ำ เป็นกระบวนการที่ช่วยเติมน้ำให้กับร่องน้ำในช่วงฤดูแล้งหรือช่วงที่ไม่มีน้ำจากน้ำฝน (FISRWG, 1998)

2.2) ที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain)

ที่ราบน้ำท่วมถึง คือ พื้นที่ด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้านของร่องน้ำที่มีน้ำท่วมขังเป็นบางช่วงเวลา เป็นพื้นที่ที่เกิดจากกระบวนการเคลื่อนตัวทางด้านกว้าง (Lateral Migration) ของแม่น้ำผ่านช่วงเวลา (FISRWG, 1998)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะทางธรณีสัณฐานวิทยาของที่ราบน้ำท่วมถึงเกิดจากการกระบวนต่าง ๆ เช่น การแลกเปลี่ยนของน้ำและตะกอนจากการเคลื่อนตัวด้านข้างของแม่น้ำ ทำให้เกิดความหลายหลายของลักษณะเฉพาะของพื้นที่ (Opperman et al., 2017) (ภาพที่ 9) เช่น คันดินตามธรรมชาติ (Natural Levees) หนองน้ำด้านหลังคันดิน (Backswamp) ทะเลสาบรูปแอก (Oxbow Lake) เป็นต้น ซึ่งกระบวนการดังกล่าวส่งผลให้พื้นที่มีความหลากหลายของสภาพดินและความชื้น ที่เหมาะสำหรับเป็นแหล่งอาศัยของพืชและสัตว์ ทำให้ที่ราบน้ำท่วมถึงมีความซับซ้อนทางกายภาพและชีวภาพมาก (FISRWG, 1998; Opperman et al., 2017)

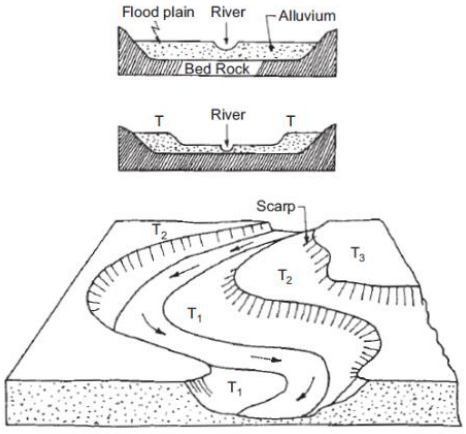


ภาพที่ 9 ลักษณะทางธรณีสัณฐานรูปแบบต่าง ๆ ของที่ราบน้ำท่วมถึง

ดัดแปลงจาก Opperman et al. (2017, p. 33)

2.3) แนวเขตเปลี่ยนผ่านจากผืนน้ำสู่ที่สูง (Transitional Upland Fringe)

พื้นที่ด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้านของที่ราบน้ำท่วมถึงซึ่งอยู่สูงขึ้นกว่าที่ราบน้ำท่วมถึง ทำหน้าที่เป็นโซนเปลี่ยนผ่าน หรือเป็นแนวเขตระหว่างที่ราบน้ำท่วมถึงกับภูมินิเวศโดยรอบ อาจเป็นพื้นที่ราบ พื้นที่ลาดเอียงหรือในบางแห่งอาจมีความชันมากจนเกือบเป็นแนวตั้ง (FISRWG, 1998) พื้นที่บริเวณนี้จะสังเกตเห็นลักษณะทางธรณีสัณฐานที่เรียกว่า ลานตะพัก (Terrace) (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 10 กระบวนการเกิดของตะพักลำน้ำ

ที่มา Garde (2006, p. 96)

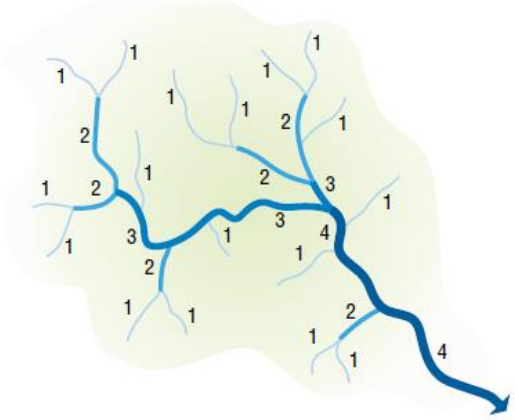
ลานตะพักลำน้ำ (River Terrace) เป็นส่วนยกระดับของที่ราบน้ำท่วมถึงเดิม ซึ่งถูกแม่น้ำกัดเซาะจนเกิดการเปลี่ยนแปลงของรูปทรงและสร้างระดับความสูงที่ราบน้ำท่วมถึงใหม่ (FISRWG, 1998; Marsh & Dozier, 1980) เป็นพื้นที่ที่แสดงถึงวิวัฒนาการของการกวัดแกว่งของแม่น้ำ

เนื่องจากธรณีสัณฐานในที่ราบลุ่มมีการกวัดแกว่งของแม่น้ำเกิดขึ้นอย่างเป็นปกติ แม่น้ำจะมีกระบวนการปรับระดับเพื่อเป็นระดับอยู่ตัว (Base Level) ที่ทำให้เกิดรูปแบบลานตะพักลำน้ำ ซึ่งหากมีลานตะพักหลายชั้น แสดงถึงระดับของที่ดินที่มีความอยู่ตัว (มนตรี ชูวงษ์, 2554) (ภาพที่ 10)

นอกจากองค์ประกอบหลัก 3 ส่วนข้างต้น แม่น้ำยังประกอบด้วยรูปแบบและองค์ประกอบอื่นที่ทำให้เกิดเป็นลักษณะของเครือข่ายแม่น้ำ จึงขออธิบายเป็นลำดับดังต่อไปนี้

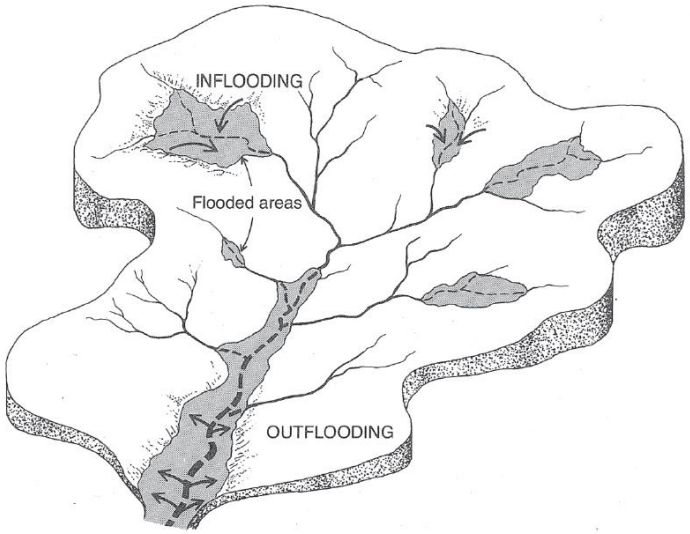
2.4) ลำดับลำน้ำ (Stream Order)

FISRWG (1998) อธิบายถึงลำดับลำน้ำว่า เป็นวิธีการจำแนกหรือจัดลำดับชั้นของลำน้ำตามธรรมชาติภายในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยระบบที่นิยมใช้เป็นของ Strahler (1957) อ้างถึงใน FISRWG (1998) คือ ร่องน้ำที่อยู่ส่วนแรกสุดในเครือข่ายระบายน้ำบริเวณต้นน้ำ ซึ่งไม่มีลำน้ำสาขาอื่นก่อนหน้า นับเป็นลำดับที่ 1 (First-Order) ต่อมาลำดับที่ 2 เกิดจากการรวมกันของลำน้ำลำดับที่ 1 สองสาย ลำดับที่ 3 เกิดจากการรวมกันของลำดับที่ 2 สองสาย (FISRWG, 1998; Marsh & Dozier, 1980) และไล่เรียงไปตามลำดับจนเกิดเป็นเครือข่ายลุ่มน้ำ (Stanford et al., 2017; Ward, 1998)



ภาพที่ 11 ลำดับลำน้ำในเครือข่ายระบายน้ำ (พื้นที่สีเขียวแสดงถึงพื้นที่เครือข่ายระบายน้ำ)
ที่มา FISRWG (1998)

ระบบของร่องน้ำที่ประกอบด้วยลำน้ำหลายลำดับในพื้นที่ลุ่มน้ำ เรียกว่า เครือข่ายระบายน้ำ (Drainage Network) (Marsh & Dozier, 1980) ซึ่งรูปแบบของการระบายน้ำจะถูกกำหนดด้วยลักษณะภูมิประเทศและโครงสร้างทางธรณีวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำ (FISRWG, 1998)



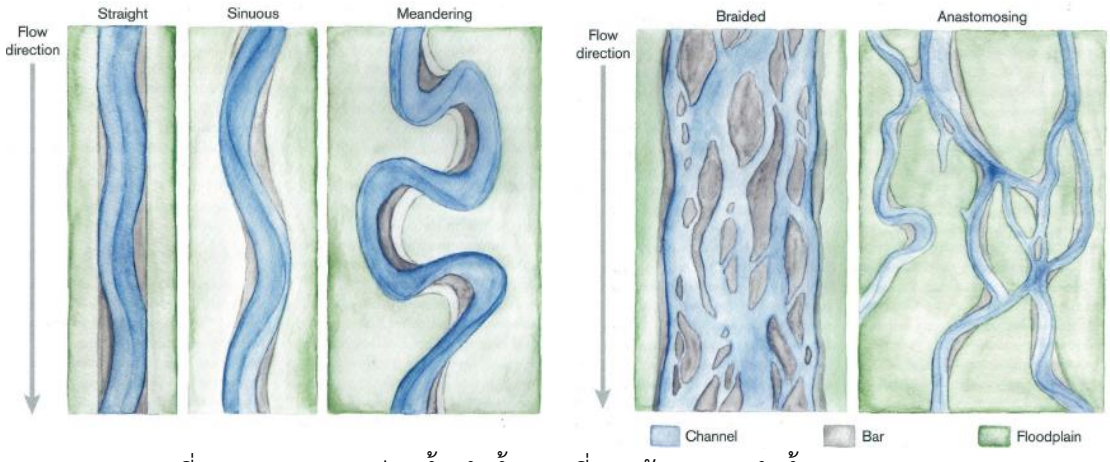
ภาพที่ 12 แนวความคิดในเรื่องน้ำท่วมในเครือข่ายลำน้ำ
ที่มา Marsh and Dozier (1980, p. 198)

ในการศึกษาเรื่องลำดับลำน้ำทำให้เห็นถึงรูปแบบในการระบายน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำ (ภาพที่ 12) น้ำที่ล้นออกจากเส้นทางน้ำ (Outflooding) เกิดขึ้นจากน้ำภายในช่องทางท่วมล้นออกจากตลิ่งสู่พื้นที่ต่อเนื่องที่เป็นพื้นที่ระดับต่ำ หรือที่ราบน้ำท่วมถึงที่มีลักษณะราบเรียบแสดงแนวขอบเขตของร่องน้ำ (Marsh & Dozier, 1980) น้ำล้นออกจากช่องทางนั้นส่วนใหญ่จะเกิดในลำน้ำลำดับท้าย ๆ หรือเป็นแม่น้ำที่มีขนาดใหญ่ซึ่งรับน้ำมาจากลำน้ำสาขา ส่วนน้ำหลากสู่เส้นทางน้ำ (Inflooding) จะเกิดในบริเวณต้นน้ำ เมื่อน้ำผิวดินรวมกันในพื้นที่ต่ำก่อนไหลลงสู่ลำน้ำ โดยในลุ่มน้ำขนาดเล็กจะได้รับผลกระทบจากการหลากเข้าสู่ร่องน้ำมากกว่า แตกต่างจากการหลากออกจากร่องน้ำซึ่งจะมีปริมาณน้ำและผลกระทบมากในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่ (Marsh & Dozier, 1980)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.5) รูปแบบของร่องน้ำ (Channel Form)

รูปแบบของร่องน้ำสามารถเปลี่ยนแปลงได้ขณะที่เคลื่อนผ่านโซนตามแนวยาว ตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำ (FISRWG, 1998) ลักษณะทางสัณฐานของร่องน้ำสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นของตะกอนและการพัดพาตะกอน การไหลของน้ำ โครงสร้างหิน ภูมิอากาศรวมถึงอินทรียสารในแนวร่องน้ำและบริบทโดยรอบ



ภาพที่ 13 รูปแบบของร่องน้ำ ลำน้ำสายเดี่ยว (ซ้าย) และลำน้ำหลายสาย (ขวา)
ที่มา Opperman et al. (2017, p. 36)

- ธารน้ำสายเดี่ยว (Single Thread Stream) ธารน้ำสายเดี่ยวตามธรรมชาติส่วนใหญ่จะมีลักษณะไม่ค่อยตรง จนถึงธารน้ำโค้งตวัด (Meandering Stream) (Marsh & Dozier, 1980) (ภาพที่ 13)
- ธารน้ำหลายสาย (Multiple Thread Stream) จะมีการแบ่งประเภทเพิ่มเติมคือ ธารน้ำประสานสาย (Braided Stream) และธารน้ำหลายแขนง (Anastomosed Streams) (FISRWG, 1998) (ภาพที่ 13); ธารน้ำประสานสาย เป็นธารน้ำหลายช่องทางที่การไหลของน้ำถูกคั่นด้วยเนินตะกอนภายในช่องทางเดียวกัน ซึ่งเนินตะกอนเหล่านี้จะมีพืชพรรณน้อย มีขนาดแคบเมื่อเทียบกับขนาดร่องน้ำและสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ส่วนธารน้ำหลายแขนง จะถูกคั่นด้วยเนินที่มีลักษณะคล้ายเกาะซึ่งมีพืชพรรณปกคลุมมากกว่า และมีความคงตัวมากกว่า ขนาดของเกาะกว้างกว่าร่องน้ำ ซึ่งสามารถคงอยู่ได้นานหลายปี และมีระดับความสูงใกล้เคียงกับระดับของที่ราบน้ำท่วมถึง (Wohl, 2014)

2.1.3.2 กระบวนการของแม่น้ำ

กระบวนการของแม่น้ำเป็นคุณลักษณะสำคัญที่อธิบายการกระทำหรือการทำงานของแม่น้ำ ซึ่งมีอิทธิพลต่อโครงสร้าง และพลวัต รวมถึงบทบาทหน้าที่ของแม่น้ำ สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) กระบวนการที่เกี่ยวกับน้ำ

การทำความเข้าใจคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำไหลเป็นสิ่งจำเป็นต่อการศึกษาเรื่องพลวัตของน้ำในร่องน้ำ เนื่องจากพลังงานของน้ำในร่องน้ำเป็นสิ่งที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของตะกอนและการเปลี่ยนแปลงรูปทรงของร่องน้ำ (Wohl, 2014)

- กระบวนการทางอุทกวิทยา (Hydrologic Process) ได้แก่ วัฏจักรทางอุทกวิทยา (Hydrologic Cycle) เป็นการอธิบายความต่อเนื่องของการถ่ายเทน้ำจากหยาดน้ำฟ้า (Precipitation) ไปยังผิวดินและใต้ดิน สู่การกักเก็บและการไหลบ่า รวมถึงการย้อนกลับสู่บรรยากาศด้วยการระเหยและการคายน้ำ รูปแบบหรือชนิดของหยาดน้ำฟ้า โดยทั่วไปจะขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านความชื้นและอุณหภูมิอากาศเป็นหลัก ดังนั้นลักษณะภูมิประเทศและตำแหน่งที่ตั้งบนพื้นโลกจึงส่งผลกระทบต่อความถี่และชนิดของหยาดน้ำฟ้า (FISRWG, 1998)
- กระบวนการไฮดรอลิค (Hydraulic Process) ไฮดรอลิค เป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจปฏิสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างน้ำไหล รูปทรงของร่องน้ำ และการขนส่งตะกอน (Wohl, 2014) เช่น ลักษณะของการไหล ความเร็วของน้ำ พลังงานที่เกิดในร่องน้ำ

2) กระบวนการทางธรณีสัณฐาน (Geomorphic Process)

กระบวนการทางธรณีสัณฐานเป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดรูปแบบการระบายน้ำ ร่องน้ำ ที่ราบน้ำท่วมถึง ลานตะพัก และรูปแบบเฉพาะอื่น ๆ ในลุ่มน้ำ (FISRWG, 1998) โดยมีกระบวนการหลักที่เกี่ยวข้องกับการไหลของน้ำ คือ การกัดเซาะ การถ่ายเทพัดพา และการทับถมของตะกอน ทั้ง 3 กระบวนการเป็นพื้นฐานให้เกิดกระบวนการอื่น ซึ่งส่งผลต่อรูปแบบทางกายภาพของแนวแม่น้ำทั้งในมิติทางด้านยาว และมิติด้านข้างด้วย เช่น การปรับเปลี่ยนแนวแม่น้ำ

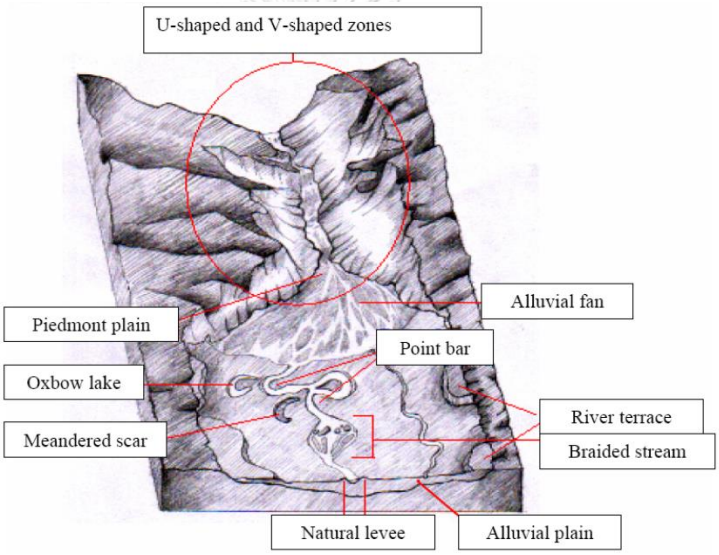
การปรับเปลี่ยนแนวแม่น้ำ (Corridor Adjustment): รูปทรงของร่องน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงที่ติดกันสามารถเปลี่ยนแปลงไปตามการไหลของน้ำและตะกอนในลุ่มน้ำ แตกต่างไปตามช่วงเวลาและพื้นที่ (FISRWG, 1998; Wohl, 2014) ซึ่งในการศึกษาและทำความเข้าใจลักษณะรูปแบบดังกล่าวนั้นจะต้องศึกษาประวัติศาสตร์ของลุ่มน้ำ และเหตุการณ์ทางธรรมชาติ รวมถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการปรับตัวของร่องน้ำในแต่ละช่วงเวลา (FISRWG, 1998) ทั้งนี้โดยพื้นฐานของการปรับเปลี่ยนรูปทรงของร่องน้ำจะปรับเพียงบางส่วนเพื่อปรับเข้าหารูปทรงที่มีความเสถียร (Wohl, 2014)

ธรณีสัณฐานวิทยา (Geomorphology)

เป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจการจำแนกชนิดและกระบวนการเกิดธรณีสัณฐาน รวมถึงการเปลี่ยนแปลงและการปรับตัวของพื้นผิวโลก เช่น กระบวนการที่ทำให้ผิวโลกมีระดับราบสม่ำเสมอกันด้วยการกร่อน การสะสมตัว การผุพัง รวมถึงกระบวนการแปรสัณฐาน โดยอาศัยตัวการหรือปัจจัยทางธรรมชาติต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง “น้ำ” เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งกายภาพและทางเคมีต่อวัตถุต่าง ๆ บนพื้นโลก (มนตรี ชูวงษ์, 2554)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

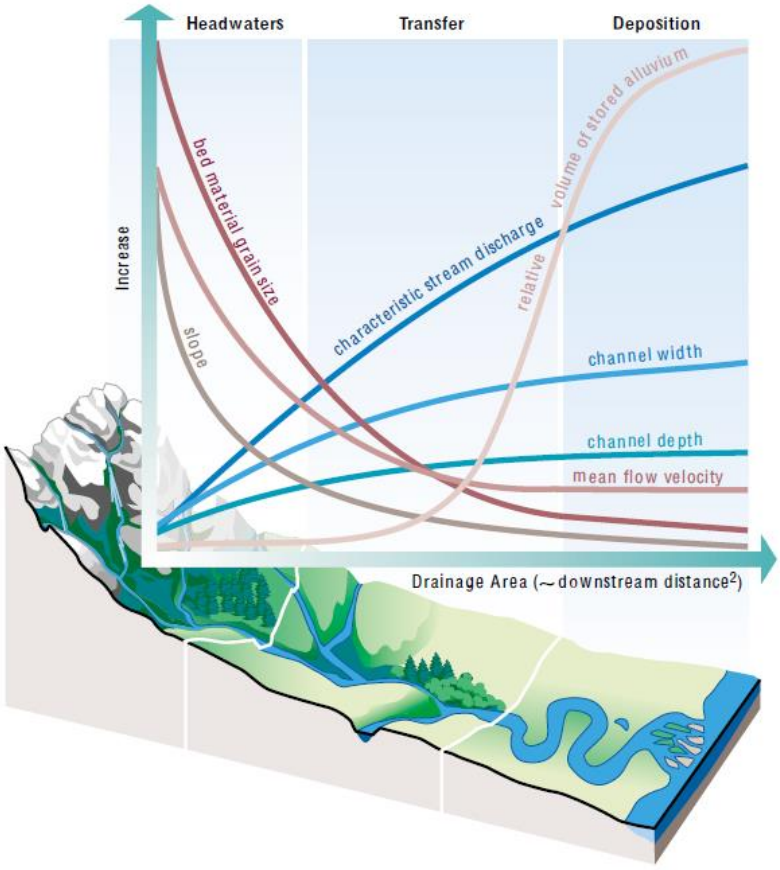
ธารน้ำหรือระบบน้ำเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดธรณีสัณฐานรูปแบบต่าง ๆ โดยปกติการไหลตามยาวของธารน้ำทำให้เกิดธรณีสัณฐานที่หลากหลาย สามารถจำแนกธรณีสัณฐานที่เกิดจากกระบวนการของธารน้ำได้เป็น 3 ช่วง คือ ธรณีสัณฐานในที่สูง ธรณีสัณฐานในที่ราบลุ่มและธรณีสัณฐานในที่ราบที่ติดต่อกับทะเล ในแต่ละช่วงมีลักษณะแตกต่างกันตามคุณลักษณะของลำน้ำและปัจจัยอื่น (มนตรี ชูวงษ์, 2554) เช่น ในช่วงต้นน้ำที่มีความลาดชัน ร่องน้ำจะกัดเซาะทางลึก และเมื่อความชันลดลงจะมีการกัดเซาะด้านข้างทำให้เกิดเป็นร่องน้ำรูปตัว U จากนั้นเมื่อเข้าสู่พื้นที่ลาดชันน้อยลงเป็นพื้นที่ราบที่ร่องน้ำมาบรรจบกันมากขึ้นจะเกิดรูปแบบของทางน้ำประสานสาย ซึ่งมีการกัดเซาะทางด้านข้างมากขึ้น จนถึงช่วงปลายที่ต่อเนื่องกับชายฝั่งทะเล



ภาพที่ 14 ภาพธรณีสัณฐานรูปแบบต่าง ๆ ที่เกิดจากกระบวนการของธารน้ำ
ที่มา มนตรี ชูวงษ์ (2554, p. 68)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นอกจากนี้เครือข่ายแม่น้ำตามยาวที่มีระดับความสูงแตกต่างกัน ทำให้เกิดคุณลักษณะที่แตกต่างกัน คุณลักษณะเหล่านี้เป็นตัวขับเคลื่อนให้เกิดการกัดเซาะ ถ่ายเทและทับถมของตะกอน ซึ่งเป็นปัจจัยควบคุมการปรับเปลี่ยนรูปร่างและรูปแบบของร่องน้ำและภูมินิเวศ (FISRWG, 1998) (ภาพที่ 15)



ภาพที่ 15 คุณลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละโซนตามแนวยาวของแม่น้ำ
ที่มา FISRWG (1998)

3) การเชื่อมต่อของแม่น้ำ (Connectivity)

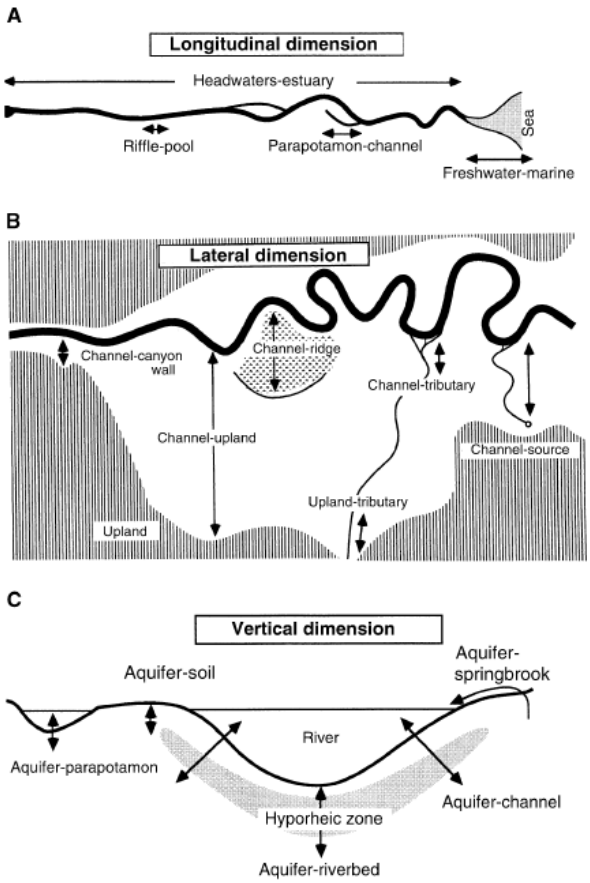
การเชื่อมต่อ เป็นการสังเกตความต่อเนื่องเชิงพื้นที่ของแนวภูมินิเวศ หรือพื้นภูมินิเวศ (Forman and Godron 1986 อ้างถึงใน FISRWG, 1998) และการเชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำกับระบบนิเวศ โดยแบ่งเป็น 3 มิติ (Opperman et al., 2017; Wiens, 2002) (ภาพที่ 16) ดังนี้

3.1) การเชื่อมต่อตามยาว (Longitudinal Connectivity)

เป็นการเชื่อมต่อของน้ำ ตะกอน และวัสดุอื่นตามความยาวของแม่น้ำ (Vannote et al. 1980; Cote et al. 2009 อ้างถึงใน Wohl, 2018) ในการทำความเข้าใจธรรมชาติของแม่น้ำที่เชื่อมต่อกันตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ จะต้องศึกษาถึงองค์ประกอบตามยาวและรูปแบบโครงสร้างต่าง ๆ ที่ประกอบกันเป็นเครือข่ายแม่น้ำ ทั้งนี้กระบวนการที่พัฒนาลักษณะโครงสร้างทางด้านกว้างของแนวแม่น้ำนั้นมีอิทธิพลต่อโครงสร้างตามยาวของแม่น้ำด้วยเช่นกัน (FISRWG, 1998) โดยสามารถแบ่งโซนของแม่น้ำตามยาว (Longitudinal Zone) ออกเป็น 3 โซน (Schumm 1977 อ้างถึงใน FISRWG, 1998) ดังนี้ (ภาพที่ 15)

- (1) โซนต้นน้ำ (Headwaters): ลักษณะทั่วไปส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลาดชัน ตะกอนจากความลาดชันจะเคลื่อนตัวลงมาตามทางน้ำ
- (2) โซนเปลี่ยนผ่าน (Transfer Zone): เป็นพื้นที่ต่อเนื่องจากโซนต้นน้ำที่รับตะกอนและวัสดุบางส่วน ลักษณะทั่วไปส่วนใหญ่เป็นที่ราบน้ำท่วมถึงกว้าง และเส้นทางน้ำมีความโค้งตวัด
- (3) โซนสะสมตะกอน (Depositional Zone): พื้นที่ช่วงปลายน้ำมีระดับความสูงน้อย ความลาดชันน้อยจนถึงราบทำให้แม่น้ำไหลช้าและคดเคี้ยว

แม่น้ำทั้ง 3 โซน มีคุณลักษณะเฉพาะและกระบวนการที่แตกต่างกันตามภาพที่ 15 ตัวอย่างเช่น โซนต้นน้ำมีความลาดชันมาก ทำให้ความเร็วในการไหลของน้ำมีมาก และความเร็วจะลดลงเมื่อเข้าสู่โซนปลายน้ำที่มีความลาดชันน้อย ซึ่งการไหลของน้ำจะสัมพันธ์กับรูปแบบของการกัดเซาะและทับถมของตะกอนในทั้ง 3 โซนด้วย



ภาพที่ 16 การเชื่อมต่อของแม่น้ำใน 3 ทิศทาง

ที่มา Wiens (2002)

3.2) การเชื่อมต่อทางด้านกว้างหรือด้านข้าง (Lateral Connectivity)

เป็นความสัมพันธ์ระหว่างร่องน้ำกับที่ราบน้ำท่วมถึงหรือพื้นที่บริเวณด้านข้าง การเชื่อมต่อทางด้านข้างนี้ ทำให้แม่น้ำมีบทบาทในการเป็นแหล่งสร้างทรัพยากร (Source) และแหล่งรับ (Sink) (FISRWG, 1998) ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในหัวข้อบทบาทเชิงนิเวศ (ภาพที่ 17) และทำให้เกิดลักษณะทางธรณีสัณฐานรูปแบบต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของแนวแม่น้ำ (ภาพที่ 8)

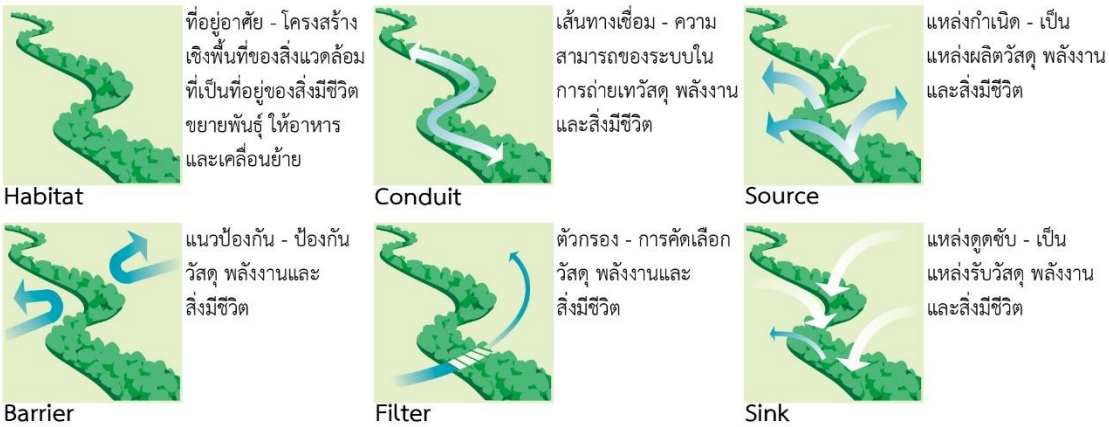
3.3) การเชื่อมต่อทางตั้ง (Vertical Connectivity)

เป็นการเชื่อมต่อระหว่างผิวน้ำกับน้ำใต้ดินและโซนระหว่างชั้นดิน รวมถึงเชื่อมต่อกับชั้นบรรยากาศ (Wohl, 2014, 2018) (ภาพที่ 16)

นอกจากการเชื่อมต่อของแม่น้ำแล้ว ความกว้าง (Width) ของแนวแม่น้ำเป็นอีกคุณสมบัติที่สำคัญในการทำความเข้าใจบทบาทของแม่น้ำ ซึ่งความกว้างนั้นหมายรวมถึง แนวพื้นที่ซึ่งมีพืชพรรณปกคลุมที่อยู่ติดกับแม่น้ำด้วย โดยปัจจัยที่มีผลต่อความกว้าง คือ ขอบร่องน้ำ การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในพื้นที่ (Environmental Gradients) ผลกระทบจากการรบกวนของระบบนิเวศข้างเคียง และผลจากกิจกรรมของมนุษย์ รวมถึงการวางตัวของชุมชน (FISRWG, 1998)

ความกว้างและการเชื่อมต่อ มีความสัมพันธ์กันตลอดแนวยาวของแนวแม่น้ำ ขนาดความกว้างมีผลกับการเชื่อมต่อของภูมินิเวศแม่น้ำ เช่น แนวแม่น้ำที่มีพืชพรรณมาก มีความกว้างมากและต่อเนื่อง จะส่งผลให้มีระดับของความเชื่อมต่อสูงเช่นกัน แต่หากมีพืชพรรณน้อย และผืนภูมินิเวศถูกแยกออกจากกันเป็นส่วน ระดับของการเชื่อมต่อก็จะน้อยลงตาม (FISRWG, 1998)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 17 บทบาทเชิงนิเวศของแนวแม่น้ำ

ดัดแปลงจาก FISRWG (1998)

บทบาทเชิงนิเวศ (Ecological Functions)

บทบาทเชิงนิเวศเป็นพื้นฐานของแนวแม่น้ำ โดยสามารถแบ่งบทบาทเชิงนิเวศได้ดังนี้ (FISRWG, 1998; Yue, 2012) (ภาพที่ 17)

- ที่อยู่อาศัย (Habitat Function): เนื่องจากแนวแม่น้ำจะสร้างสภาวะที่เป็นเงื่อนไขสำหรับการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ จึงใช้แนวแม่น้ำในการหาอาหารและน้ำ การสืบพันธุ์และเพิ่มจำนวนประชากร นอกจากนี้แนวแม่น้ำยังเชื่อมต่อผืนที่อยู่อาศัยขนาดเล็กเข้าด้วยกันให้เป็นขนาดใหญ่ขึ้น ความหลากหลายทางชีวภาพเพิ่มขึ้น (FISRWG, 1998) สภาพของที่อยู่อาศัยภายในแนวแม่น้ำจะแตกต่างกันไปตามปัจจัยต่าง ๆ เช่น ภูมิอากาศ ระดับความสูง ภูมิประเทศ ดิน น้ำ พืชพันธุ์ รวมถึงการใช้งานของมนุษย์ (FISRWG, 1998)
- เส้นทางเชื่อม (Conduit Function) คือความสามารถในการเป็นเส้นทางถ่ายเทหรือเคลื่อนที่ของพลังงาน วัสดุ และสิ่งมีชีวิตให้กับระบบของแนวแม่น้ำ ทั้งทางด้านยาวตามร่องน้ำและทางด้านข้าง การเคลื่อนที่ของวัสดุต่าง ๆ เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการอุทกวิทยา ที่อยู่อาศัย และโครงสร้างของแม่น้ำ รวมถึงการเชื่อมต่อกับที่ราบน้ำท่วมถึงและพื้นที่ดิน ทั้งนี้การทำหน้าที่เป็นเส้นทางเชื่อมจะถูกจำกัดถ้าหากขนาดของแนวแม่น้ำแคบ หรือถูกแยกออกจากกันเป็นส่วน ๆ (FISRWG, 1998)
- แนวป้องกัน (Barrier Function) และตัวกรอง (Filter Function) การเป็นแนวป้องกันหรือขัดขวางการเคลื่อนที่ และเป็นตัวกรองหรือคัดเลือกวัสดุ พลังงานและสิ่งมีชีวิตที่จะผ่านเข้าสู่แนวแม่น้ำ (FISRWG, 1998) ทั้งสองบทบาทช่วยลดมลภาวะทางน้ำ ลดการถ่ายเทตะกอน และช่วยกำหนดขอบเขตทางธรรมชาติให้กับสังคมพืช และการเคลื่อนที่ของสัตว์บางชนิด รวมถึงการใช้ที่ดินด้วย เช่น โครงสร้างของสังคมพืชพื้นถิ่นส่งผลต่อปริมาณน้ำที่ไหลบ่าเข้าสู่ร่องน้ำ พืชพันธุ์ในแนวแม่น้ำสามารถกรองการไหลของสารอาหาร ตะกอน และน้ำทั้งจากบนดินและใต้ดินได้ (FISRWG, 1998)
- แหล่งกำเนิด (Source Function) และแหล่งดูดซับ (Sink Function) เป็นแหล่งที่ให้ทรัพยากรแก่ภูมินิเวศโดยรอบ ขณะเดียวกันก็เป็นแหล่งที่รับเอาน้ำ วัสดุ พลังงาน รวมถึงสิ่งมีชีวิตจากพื้นที่โดยรอบเช่นกัน โดยในแต่ละแนวแม่น้ำจะมีหน้าที่เป็นแหล่งสร้างทรัพยากรหรือเป็นแหล่งรับ หรือเป็นทั้งสองหน้าที่ ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของปี และตำแหน่งของแนวแม่น้ำ (FISRWG, 1998)

2.1.3.3 การเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำ

แม่น้ำมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เปลี่ยนแปลงในการกัดเซาะ การสะสมทับถม ทั้งในมิติทางนอนและทางตั้ง (FISRWG, 1998; Haslam, 2008) การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างและกระบวนการของแม่น้ำเกิดขึ้นอย่างเป็นปกติตามธรรมชาติและเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง แม้จะไม่มีการรบกวนจากมนุษย์เลยก็ตาม (FISRWG, 1998)

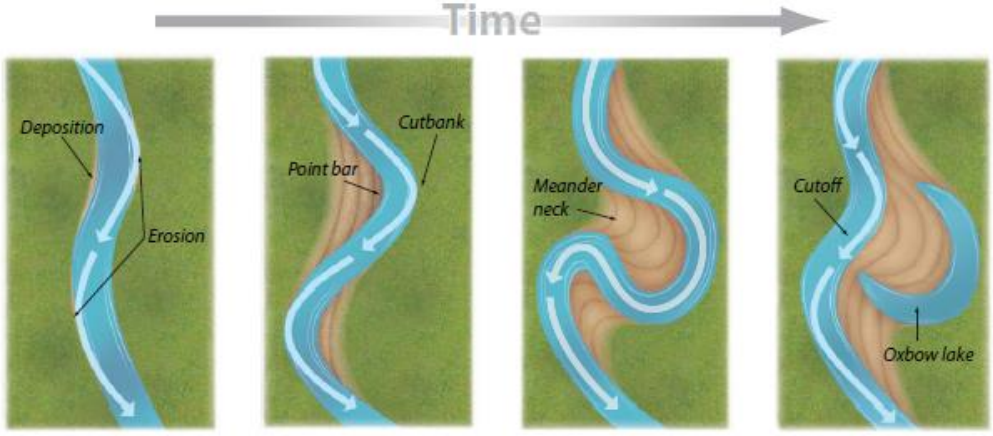
การเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำสามารถจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะตามทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศ คือ การเปลี่ยนแปลงแบบพลวัต และการเปลี่ยนแปลงแบบเป็นเส้นตรง

1) การเปลี่ยนแปลงแบบพลวัต

การเปลี่ยนแปลงแบบพลวัตเป็นลักษณะตามธรรมชาติของแม่น้ำ เกิดขึ้นจากกระบวนการและระบบการไหลของแม่น้ำ ซึ่งต้องทำความเข้าใจในเรื่องสัณฐานวิทยาของแม่น้ำและกระบวนการอื่นที่เกี่ยวข้องกับระบบน้ำ (Rhoads, 2020)

2) การเปลี่ยนแปลงแบบเป็นเส้นตรง

เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลต่อโครงสร้างทางกายภาพของแม่น้ำที่จะไม่กลับมาเป็นสภาพเดิม เป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่เป็นวัฏจักร เช่น การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากกระบวนการไหล การเปลี่ยนแปลงรูปแบบจากการงอกของแผ่นดินในแม่น้ำ (สิรินทรา สุมนวรางกูร, 2564)

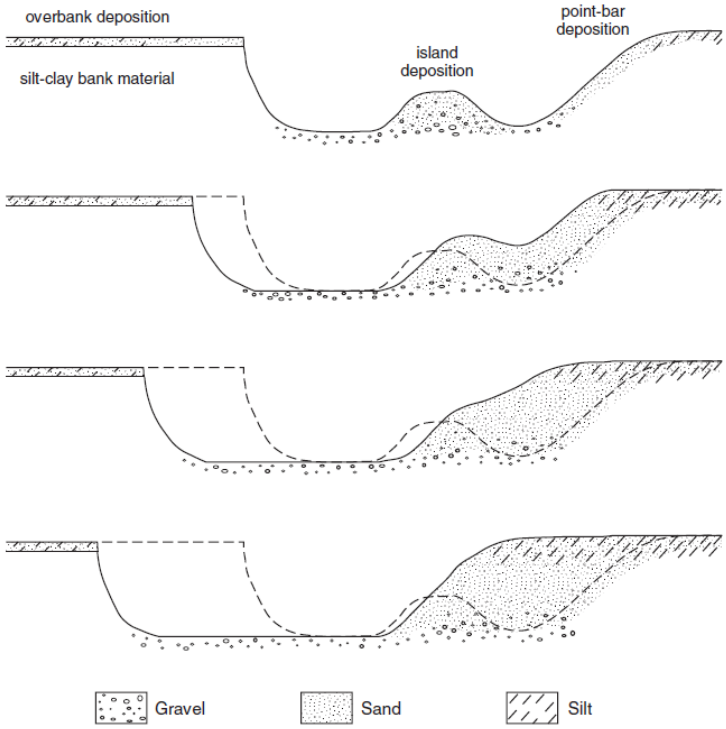


ภาพที่ 18 การเคลื่อนตัวของร่องน้ำ

ที่มา Bierman and Montgomery (2014, p. 192)

การกัดเซาะและทับถมของตะกอนจากการไหลของน้ำ การเคลื่อนตัวในทางขวางของแม่น้ำในที่ลุ่ม เป็นวัฏจักรที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากความผันแปรของกระแสน้ำในทุกช่วงปี (Modi et al., 2022) แนวตลิ่งและขนาดร่องน้ำ จึงมีการเปลี่ยนแปลงทั้งจากการกัดเซาะและทับถมของตะกอนที่ทำให้เกิดการขยายตัวและถูกตัดขาดของผืนดิน (Bierman & Montgomery, 2014) การเปลี่ยนแปลงในลักษณะดังกล่าวนี้ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่อาศัยเวลาของกระบวนการต่าง ๆ แต่ละกระบวนการ

เกิดขึ้นในอัตราที่ต่างกันในแต่ละช่วงเวลา (Haslam, 2008) ซึ่งล้วนแต่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางโครงสร้างของแม่น้ำ รวมถึงทิศทางการไหลด้วย (Knighton, 2014)



ภาพที่ 19 การกัดเซาะและการทับถมตะกอนบริเวณชายขอบตลิ่ง

ที่มา Knighton (2014, p. 144)

การเคลื่อนตัวของร่องน้ำ (ภาพที่ 18) และการเปลี่ยนแปลงจากการงอกของแม่น้ำในทางขวาง (ภาพที่ 19) เกิดขึ้นจากการไหลของน้ำที่ส่งผลต่อการกัดเซาะและสะสมตะกอน ทำให้ร่องน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลง (Bierman & Montgomery, 2014 อ้างถึงใน สิรินทรา สุมนวรางกูร, 2564) ซึ่งโดยทั่วไป การกัดเซาะเกิดขึ้นที่ฝั่งด้านนอกของโค้งแม่น้ำที่มีลักษณะเป็นตลิ่งลาดชัน และการสะสมตะกอนจะเกิดที่ด้านตรงข้ามคือ ส่วนด้านในของแนวโค้งจะมีการขยายตัวของตะกอนดิน เมื่อร่องน้ำมีความโค้งมากขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงจุดหนึ่งที่การกัดเซาะในส่วนคอดของทางน้ำโค้งตวัดถูกตัดขาด โค้งน้ำเดิมจึงกลายเป็นทะเลสาบรูปแอก (Bierman & Montgomery, 2014; Opperman et al., 2017 อ้างถึงใน สิรินทรา สุมนวรางกูร, 2564) นอกจากนี้ยังมีการกัดเซาะท้องน้ำจนเกิดร่องน้ำใหม่ และพัฒนาการของกระบวนการกัดเซาะที่ทำให้เกิดที่ราบน้ำท่วมถึงใหม่ ที่ราบน้ำท่วมถึงเดิมจึงกลายเป็นลานตะพักลำน้ำใหม่แทน (Garde, 2006) (ภาพที่ 10)

การไหลของน้ำ การกัดเซาะ การพัดพา และการทับถมตะกอนเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างเป็นธรรมชาติของแม่น้ำ ที่ทำให้เกิดภูมินิเวศและภูมินิเวศแม่น้ำ กระบวนการไหลของน้ำและการเปลี่ยนแปลงของตะกอน เช่น กระบวนการเคลื่อนตัวด้านข้างของแม่น้ำ กระบวนการงอกของแผ่นดิน

เป็นการเปลี่ยนแปลงที่จะส่งผลต่อรูปแบบโครงสร้างทางกายภาพของภูมินิเวศแม่น้ำและลักษณะทางธรณีสัณฐานของแม่น้ำ ซึ่งองค์ประกอบทางกายภาพ รวมถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นในเครือข่ายแม่น้ำจะเป็นพื้นฐานให้กับความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ที่จะต้องพึ่งพาอาศัยเงื่อนไขต่าง ๆ จากภูมินิเวศแม่น้ำ (Douglas, 2015) แม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำมีอิทธิพลต่อการอยู่อาศัยของมนุษย์ ซึ่งจะทำการอธิบายในลำดับถัดไป

2.1.4 ทฤษฎีที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับแม่น้ำ

พัฒนาการของชุมชนมนุษย์ตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์นั้น มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมอย่างมาก มนุษย์ต้องปรับตัวเองไปตามสภาพแวดล้อมเพื่อการดำรงชีวิต (ศรีศักร วัลลิโภดม (ม.ป.ป.) อ้างถึงใน องค์การบริหารส่วนจังหวัดแพร่, 2550) ภูมินิเวศจึงมีอิทธิพลต่อการตั้งถิ่นฐานและการดำรงชีวิตของมนุษย์ นอกจากนี้มนุษย์เป็นส่วนหนึ่งของภูมินิเวศ ซึ่งมีปฏิสัมพันธ์กับภูมินิเวศในหลายมิติ ทั้งได้ประโยชน์และส่งผลกระทบที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศแม่น้ำ ทั้งในทางตรงและทางอ้อม (Douglas, 2015; Wohl, 2014) โดยในวิทยานิพนธ์นี้จะทำความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างภูมินิเวศแม่น้ำกับมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับการตั้งถิ่นฐาน โดยมีหัวข้อดังนี้

1) ทฤษฎีเกี่ยวกับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์
2) ทฤษฎีนิเวศบริการ
3) ทฤษฎีเกี่ยวกับนิเวศวิทยาเมือง
4) แม่น้ำในเมือง
5) ผลกระทบจากมนุษย์ต่อภูมินิเวศแม่น้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.1.4.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์

การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ (Human Settlement) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับพื้นที่ที่เชื่อมโยงลักษณะทางกายภาพของสภาพแวดล้อมกับการกระทำของมนุษย์ ซึ่งแสดงออกถึงการจัดการพื้นที่ของมนุษย์และผลกระทบที่มีต่อสภาพแวดล้อม (ฉัตรชัย พงศ์ประยูร, 2536) โดยมีปัจจัยในการตั้งถิ่นฐานที่สำคัญ 3 ปัจจัย คือ ปัจจัยทางกายภาพ ปัจจัยทางสังคมวัฒนธรรม และปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ (Rashid, 2020)

การเลือกทำเลในการตั้งถิ่นฐานจะถูกกำหนดด้วยเงื่อนไขหรือข้อจำกัดของลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ เช่น ธรณีวิทยา ภูมิประเทศ การระบายน้ำ ดิน ภูมิอากาศ ความแตกต่างกันของลักษณะเหล่านี้ทำให้แต่ละพื้นที่มีความหลากหลาย ซึ่งประโยชน์ที่ได้จากภูมิศาสตร์ในการเลือกที่ตั้งถิ่นฐานที่ดีจะสามารถนำไปสู่การเติบโตของถิ่นฐานได้ (Rashid, 2020) โดยมีปัจจัยทางด้านพื้นที่ที่ต้องพิจารณาหลายประการ เช่น การเป็นที่ดินทำกิน มีทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ เหมาะสำหรับการขนส่งและ

เชื่อมโยงการสื่อสาร มีวัสดุสำหรับก่อสร้าง เป็นแหล่งเชื้อเพลิง และโดยเฉพาะแหล่งน้ำที่เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการตัดสินใจเลือกพื้นที่ ทั้งริมฝั่งแม่น้ำ ลำธาร และชายฝั่งทะเล เป็นต้น ดังนั้นลักษณะทางกายภาพและภูมินิเวศจึงมีบทบาทสำคัญต่อการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ (Rashid, 2020)

Rashid (2020) ได้ยกตัวอย่างเหตุผลที่ทำให้มนุษย์เลือกทำเลในการตั้งถิ่นฐานจากปัจจัยทางกายภาพ เช่น แหล่งน้ำ: สำหรับเป็นเส้นทางขนส่งหรือให้น้ำสำหรับอุปโภคบริโภค ที่ราบ: สำหรับการก่อสร้างอาคารบ้านเรือน ดินที่ดี: สำหรับเกษตรกรรม และป่าไม้: สำหรับไม้และวัสดุในการก่อสร้าง โดยในการศึกษาได้มีการจำแนกรูปแบบหลักของปัจจัยทางกายภาพออกเป็น 2 รูปแบบคือ พื้นที่ตั้งที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางอุทกศาสตร์ (Hydrographic Features) และพื้นที่ตั้งที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพ (Physiographic Features) (Rashid, 2020)

- พื้นที่ตั้งที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางอุทกศาสตร์: เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ เนื่องจากน้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญมาก และใช้ในหลายวัตถุประสงค์ เช่น การชลประทาน การขนส่ง เป็นต้น Rashid (2020) อธิบายว่า ในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมนั้นจะไม่พบการตั้งถิ่นฐานใกล้ฝั่งแม่น้ำหรือพื้นที่ชุ่มน้ำ (Marshy Areas) โดยการตั้งถิ่นฐานจะอยู่ในพื้นที่ส่วนแห้ง ส่วนพื้นที่ลักษณะแอ่งที่มีแม่น้ำ (River Valleys) มักจะใช้พื้นที่บริเวณลานตะพักแม่น้ำเป็นพื้นที่ในการตั้งถิ่นฐาน
- พื้นที่ตั้งที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพ: นอกเหนือจากปัจจัยที่เกี่ยวกับน้ำแล้ว ลักษณะทางกายภาพก็มีบทบาทสำคัญเช่นกัน โดยจะเป็นบทบาทในเชิงพื้นที่ เช่น (1) เป็นพื้นที่ที่ติดต่อสื่อสารได้สะดวก ใกล้ชิดกับเส้นทางในการคมนาคมไม่ว่าจะเป็นถนน คลอง หรือแม่น้ำ (2) ความอุดมสมบูรณ์ของที่ดิน พื้นที่ซึ่งมีดินอุดมสมบูรณ์ มีที่ดินเพียงพอต่อการเพาะปลูก มีน้ำเพียงพอสำหรับการชลประทาน จะเป็นปัจจัยให้กับการเติบโตของถิ่นฐานได้ และ (3) พื้นที่ป้องกันน้ำท่วมได้

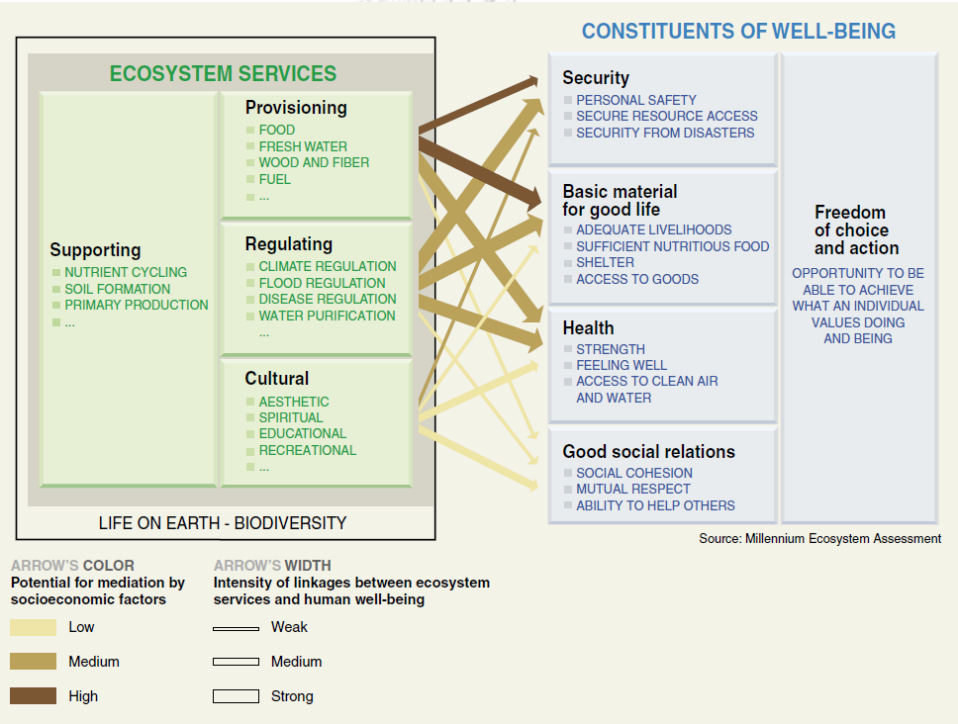
ทั้งสองรูปแบบแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของปัจจัยทางกายภาพ ที่เป็นเงื่อนไขให้กับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ ความเหมาะสมในการเลือกทำเลที่ตั้งที่สัมพันธ์กับการใช้งานหรือเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ และนอกเหนือจากการใช้ประโยชน์แล้วยังมีการคำนึงถึงการป้องกันและปัจจัยเสี่ยงจากกระบวนการของแม่น้ำด้วย (Rashid, 2020; Wang & Gao, 2020) โดย McGaugh (1970) อธิบายถึงลักษณะภูมิประเทศที่เป็นประโยชน์และเป็นรูปแบบซึ่งมนุษย์มีแนวโน้มจะเลือกใช้เป็นทำเลในการตั้งถิ่นฐาน คือ พื้นที่ราบ (Lowland) พื้นที่แอ่ง (Valleys) พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplains) และพื้นที่ริมน้ำ

นอกจากนี้ McGaugh (1970) ยังได้ระบุปัจจัยในการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์คือ จำนวนประชากร กิจกรรมและการดำรงชีวิต วัฒนธรรม เศรษฐกิจ-การเมือง-เทคโนโลยีในแต่ละยุคสมัย การ

ติดต่อระหว่างกลุ่ม และทรัพยากร ซึ่งแต่ละปัจจัยทำให้เกิดสังคมหรือการตั้งถิ่นฐาน รวมถึงความเป็นเมืองที่มีความแตกต่างไปตามภูมิศาสตร์ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบทางกายภาพของโลกกับการอยู่อาศัยของมนุษย์

2.1.4.2 ทฤษฎีนิเวศบริการ

นอกเหนือจากปัจจัยทางด้านกายภาพของภูมินิเวศแล้ว การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ยังใช้ปัจจัยด้านอื่นด้วย โดยประโยชน์หรือข้อดีที่มนุษย์ได้จากระบบนิเวศเรียกว่า นิเวศบริการ (Ecosystem Services) (Douglas, 2015; Millennium Ecosystem Assessment, 2005a) ซึ่งใช้เป็นตัวชี้วัดในปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับระบบนิเวศ



ภาพที่ 20 ความเชื่อมโยงระหว่างนิเวศบริการกับความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ด้านต่างๆ

ที่มา Millennium Ecosystem Assessment (2005b, p. VI)

โดยมีการจำแนกนิเวศบริการออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

- บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต (Provisioning Services) คือ ผลผลิตที่ได้จากระบบนิเวศที่เป็นพื้นฐานของทรัพยากร เช่น น้ำสะอาด อาหาร พลังงาน
- บริการด้านการควบคุมหรือคงไว้ซึ่งระบบนิเวศ (Regulating Services) ประโยชน์ที่ได้จากการควบคุมและจากกระบวนการทางธรรมชาติ เช่น การควบคุมน้ำท่วม

- บริการในมิติด้านวัฒนธรรม (Cultural Services) คือ ประโยชน์จากการเรียนรู้หรือมองเห็นคุณค่าของระบบนิเวศที่สั่งสมจนเกิดเป็นวัฒนธรรม
- บริการด้านการสนับสนุน (Supporting Services) เป็นบริการที่สำคัญสำหรับส่งเสริมให้เกิดบริการเชิงนิเวศด้านอื่น ๆ เช่น วัฏจักรของแร่ธาตุ โครงสร้างของดิน

ประโยชน์ที่ได้จากนิเวศบริการในด้านต่าง ๆ มีความเชื่อมโยงกับระบบความเป็นอยู่ของมนุษย์ในหลายมิติที่แตกต่างกัน (Millennium Ecosystem Assessment, 2005a) ตามภาพที่ 20

ตารางที่ 2 ตัวอย่างนิเวศบริการที่ได้จากแม่น้ำลำธาร และที่ราบน้ำท่วมถึง
แปลและดัดแปลงจาก Alan Yeakley et al. (2016, p. 339); Millennium Ecosystem Assessment (2005c, p. 2)

ประเภทของบริการ (Services)	**ตัวอย่างนิเวศบริการ**
ด้านการผลิต (Provisioning)	
อุปโภคบริโภค	น้ำดื่ม เกษตรกรรม อุตสาหกรรม
สำหรับใช้งานอื่นๆ	การคมนาคม การผลิตไฟฟ้า/ การเก็บกักน้ำสำหรับบ้านเรือน
วัสดุที่ไม่มีชีวิต (Abiotic)	กรวด / ท่อนไม้ ฟืน
สิ่งมีชีวิตในน้ำ	อาหาร ยารักษาโรค / ปลา สัตว์ป่า พืช ผลไม้
ด้านการควบคุม (Regulating)	
สภาพอากาศ	แหล่งที่มาของก๊าซเรือนกระจก อิทธิพลต่ออุณหภูมิท้องถิ่น ปริมาณน้ำฝน
การควบคุมการกัดเซาะ	ด้วยโครงสร้างของการควบคุมน้ำท่วม การกักเก็บตะกอน
วัฏจักรของน้ำ	การหมุนเวียนของน้ำใต้ดิน
ควบคุมคุณภาพน้ำ	การกักเก็บ การฟื้นฟู และการกำจัดมลพิษ
ภัยธรรมชาติ	ป้องกันและควบคุมน้ำท่วมหลาก การป้องกันพายุ
การผสมเกสร	แหล่งที่อยู่อาศัยสำหรับผู้ผสมเกสร
ด้านการสนับสนุน (Supporting)	
บทบาทในเชิงกายภาพ	รักษาความอุดมสมบูรณ์ของที่ราบน้ำท่วมถึง และแหล่งอาศัย
บทบาทในการผลิต	สายใยอาหารและความสัมพันธ์ในห่วงโซ่ รักษาแหล่งทรัพยากรทางพันธุกรรม
วัฏจักรของสารอาหาร	กระบวนการในการได้มาของสารอาหาร เช่น กักเก็บ แปรรูป
รูปแบบโครงสร้างของดิน	การกักเก็บตะกอนและการสะสมของอินทรียวัตถุ
มิติทางวัฒนธรรม (Cultural)	
จิตวิญญาณและแรงบันดาลใจ	แหล่งที่มาของแรงบันดาลใจ / ความพอใจกับการดำรงอยู่ของแม่น้ำที่ไหล
พื้นที่นันทนาการ	โอกาสสำหรับกิจกรรมนันทนาการ / ตกปลา พายเรือ และการท่องเที่ยว
สุนทรียภาพและมรดก	คุณค่าด้านความงามและมรดกทางวัฒนธรรม
เกี่ยวกับการศึกษา	โอกาสสำหรับการเรียนรู้ และการฝึกฝน
เกี่ยวกับอาหาร	อาหารตามแบบประเพณีดั้งเดิม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตัวอย่างนิเวศบริการในตารางที่ 2 แม่น้ำและระบบนิเวศให้ประโยชน์มากมายทั้งที่มีการประเมินค่าและไม่ได้ถูกประเมิน ซึ่งแม่น้ำลำธาร ที่ราบน้ำท่วมถึง รวมถึงพื้นที่ชุ่มน้ำรูปแบบอื่น ที่ยังไม่ถูกแปรสภาพจะให้ประโยชน์มากกว่าพื้นที่ที่ถูกดัดแปลง เนื่องจากแม่น้ำมีอิทธิพลที่สำคัญต่อกระบวนการทางอุทกวิทยา ซึ่งส่งผลต่อการจัดหาน้ำและการใช้น้ำของมนุษย์ เช่น การชลประทาน การคมนาคมขนส่ง (Millennium Ecosystem Assessment, 2005c) ซึ่งมีความจำเป็นต่อมนุษย์ในการอยู่อาศัยและการตั้งถิ่นฐาน นิเวศบริการของแม่น้ำจึงเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ

ในความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศจะส่งผลต่อความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ (Human Well-being) และเช่นกันการเปลี่ยนแปลงของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศด้วย (Millennium Ecosystem Assessment, 2005a) โดยเฉพาะมนุษย์ที่อาศัยอยู่ใกล้กับแม่น้ำ ซึ่งต้องพึ่งพานิเวศบริการจากแม่น้ำจะได้รับผลกระทบโดยตรงจากความเสื่อมโทรมและความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับภูมินิเวศแม่น้ำ

2.1.4.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับนิเวศวิทยาเมือง

การเลือกพื้นที่ตั้งถิ่นฐานอยู่ในภูมินิเวศที่เอื้อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต เช่น มีลักษณะทางกายภาพเหมาะสม มีนิเวศบริการที่เพียงพอกับประชากร ทำให้การตั้งถิ่นฐานสามารถเติบโตและพัฒนามากขึ้น (Rashid, 2020) เมื่อประชากรเพิ่มมากขึ้น มีการย้ายถิ่นจากชนบทเข้าสู่พื้นที่เมือง และมีพัฒนาการของอุตสาหกรรม เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกลายเป็นเมืองจากการตั้งถิ่นฐานแบบชนบท (ฉัตรชัย พงศ์ประยูร, 2536) โดยความต้องการทรัพยากรที่เพิ่มขึ้น แปรผันกับจำนวนประชากร ขนาด ความหนาแน่นและความซับซ้อนของการตั้งถิ่นฐานทำให้มีความต้องการอาหาร น้ำสะอาด พลังงาน และทรัพยากรเพิ่มขึ้นสำหรับสิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น ที่พักและโครงสร้างพื้นฐาน (Bowen & Gleeson, 2019) สิ่งเหล่านี้ส่งผลกระทบกับการใช้ประโยชน์ที่ดินของเมือง และเปลี่ยนแปลงรูปแบบของการอยู่อาศัยของมนุษย์ (Forman, 2014)

มนุษย์มีความต้องการที่สำคัญอยู่ 5 ประการ คือ (1) น้ำสะอาด (2) อาหาร (3) แร่ธาตุและเส้นใยจากพืชที่นำไปใช้ในการผลิต (4) การขนส่ง และ (5) ความปลอดภัยหรือการป้องกันภัย ชุมชนซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการทั้ง 5 จะสามารถพัฒนาสู่ความเป็นเมืองได้ (Forman, 2014) ซึ่งโดยพื้นฐานแล้วเมืองส่วนใหญ่ตั้งอยู่ได้โดยมีสิ่งเหล่านี้ร่วมกัน คือ น้ำสะอาด ดินดีเหมาะกับการเกษตร และตำแหน่งในการเชื่อมต่อทั้งทางบกและทางน้ำที่สะดวกต่อการขนส่งและการรักษาความปลอดภัย (Platt, 2004; Pacione, 2005 อ้างถึงใน Forman, 2014) จากคุณสมบัติดังกล่าวนี้สามารถเชื่อมโยง

กับลักษณะทางภูมิประเทศที่เหมาะสมและผู้คนมักเลือกเป็นที่ตั้งเมืองคือ (1) บริเวณปากแม่น้ำ ชายทะเล แนวเขาชายฝั่ง และ (2) ริมฝั่งแม่น้ำ ที่มีแม่น้ำมาบรรจบกันและใกล้กับภูเขาหรือเนินเขา (Forman, 2014)

จากความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ ทำให้มนุษย์เปลี่ยนแปลงภูมินิเวศ ดัดแปลงพื้นที่ในการทำการเกษตรเพื่อเพิ่มผลผลิตและทรัพยากรบนพื้นที่เดิม (Naveh & Lieberman, 1994) ปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะกับการอยู่อาศัยและสร้างระบบนิเวศใหม่ด้วยการปรับเปลี่ยนกระบวนการและพลวัตของระบบนิเวศตามธรรมชาติ (Alberti, 2008) ส่งผลให้ในปัจจุบันพื้นที่ของมนุษย์หรือถิ่นฐานส่วนใหญ่มีความเป็นเมืองมากขึ้น ประชากรส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในพื้นที่เมือง จนเกิดแนวคิดระบบนิเวศเมือง (Urban Ecology) ที่ปรับมาจากแนวคิดระบบนิเวศตามธรรมชาติ (Natural Ecology) เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต (Organisms) สิ่งปลูกสร้าง (Built Structures) และสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (Physical Environment) ในที่ซึ่งผู้คนอยู่อาศัยร่วมกัน (Forman, 2014)

ในการศึกษาระบบนิเวศเมืองมีแนวคิดในเชิงพื้นที่ที่สำคัญ 2 ประการคือ (1) ตัวเมืองเป็นศูนย์กลางของภูมิภาคเมือง (Urban Regions) กล่าวคือเมืองจะถูกล้อมรอบด้วยองค์ประกอบอื่นในภูมิภาคเมืองและมีการพึ่งพากัน มีการเคลื่อนย้ายไปมาระหว่างกัน และ (2) พื้นที่เมืองมีลักษณะของการเรียงตัวกัน (Mosaic) คือมีรูปแบบหรือการเรียงตัวของผืนภูมินิเวศและแนวภูมินิเวศที่หลากหลายที่มีความสำคัญในเชิงนิเวศ (Forman, 1995, 2008; Wu, 2004; Pickett et al ., 2009 อ้างถึงใน Forman, 2014)

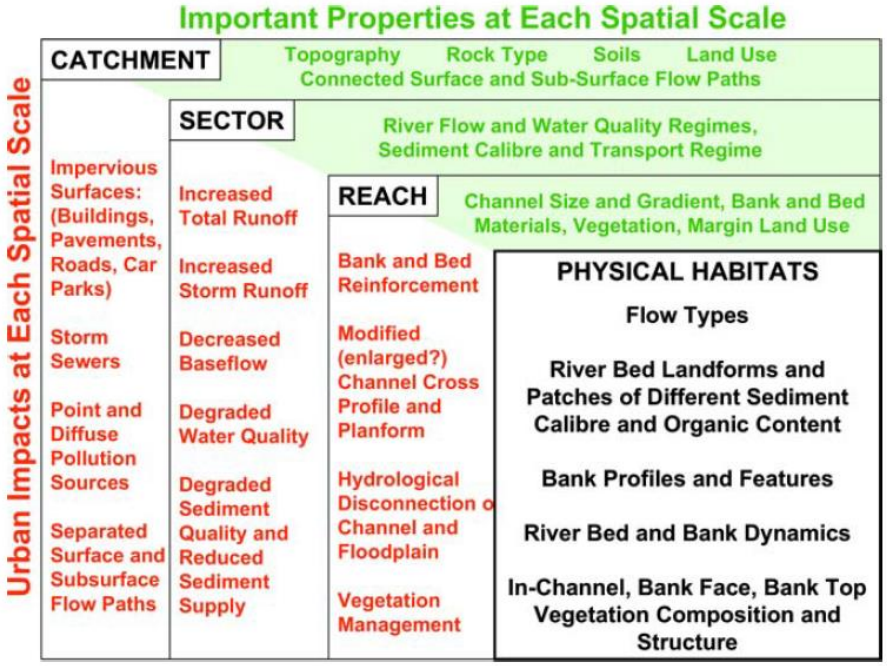
การเปลี่ยนผ่านจากชุมชนสู่ความเป็นเมืองที่มีการเพิ่มขึ้นของประชากร ขนาด ความหนาแน่น ความหลากหลายและการเชื่อมต่อ ส่งผลให้บทบาทของแต่ละพื้นที่เปลี่ยนแปลง ประชากรในเมืองจำเป็นต้องพึ่งพาทรัพยากรพื้นฐานหรือผลผลิตประจำวันจากนอกตัวเมือง (Forman, 2008) เกิดการเคลื่อนย้าย (Flow) ของประชากรและทรัพยากร รวมถึงองค์ประกอบอื่นระหว่างพื้นที่เมืองกับพื้นที่โดยรอบ (McGaugh, 1970) แม้ในเมืองที่มีความเหมาะสมในด้านพื้นที่และระบบนิเวศ แต่เมื่อมีเงื่อนไขและปัจจัยในด้านอื่นเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะจำนวนประชากร เมืองจึงต้องมีปฏิสัมพันธ์กับพื้นที่โดยรอบที่มีความเหมาะสมระหว่างลักษณะพื้นที่กับบทบาทมากกว่า เช่น ความต้องการพื้นที่เกษตรและพื้นที่สีเขียว (Forman, 2008) สำหรับผลผลิตและการรองรับผู้คน

แนวคิดในเชิงพื้นที่ของระบบนิเวศเมืองสามารถนำมาใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพของภูมินิเวศกับการใช้ประโยชน์ที่ดินของเมือง ซึ่งมีความเหมาะสมแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ เช่น ตัวเมืองเป็นผืนภูมินิเวศอยู่ในระดับพื้นที่สูง ส่วนพื้นที่เกษตรอยู่ชิดริมแม่น้ำและพื้นที่ระดับต่ำกว่า โดยมีแม่น้ำเป็นแนวภูมินิเวศ (Ecological Corridor) ที่เชื่อมโยงแต่ละพื้นที่เข้าด้วยกัน (Yue, 2012)

2.1.4.4 แม่น้ำในเมือง

เมืองหลายเมืองในโลกตั้งอยู่ใกล้กับแม่น้ำ มีการพัฒนาและการขยายตัวมากขึ้นจากทรัพยากรที่ได้จากแม่น้ำ (Cengiz, 2013; Forman, 2008; McGaugh, 1970) ซึ่งการพัฒนาเมืองทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากของรูปแบบและบทบาทหน้าที่ของแม่น้ำ (Gurnell et al., 2007) ในการศึกษาเกี่ยวกับแม่น้ำในเมืองนี้เป็นการทำความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างแม่น้ำกับมนุษย์ในพื้นที่เมือง และการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำในเมือง รวมถึงผลกระทบหรือปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงนั้น

แม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงมีความซับซ้อน มีการเปลี่ยนแปลง และมีลำดับชั้นของการเรียงตัวกันของผืนภูมินิเวศ โดยมีลักษณะทางอุทกวิทยา ธรณีสัณฐานวิทยาและนิเวศวิทยาที่แตกต่างกัน (Frissell et al. 1986 อ้างถึงใน Gurnell et al., 2007) รูปแบบและความหลากหลายทางชีวภาพของแม่น้ำจึงขึ้นอยู่กับการรบกวนและการฟื้นตัวไปตามระดับสภาพแวดล้อม (Environment Gradients) ของระบบแม่น้ำ (Gurnell et al., 2007) เช่น แม่น้ำที่อยู่ในสภาพตามธรรมชาติจะมีความหลากหลายทางชีวภาพมากกว่าแม่น้ำในเมืองซึ่งถูกรบกวนจากพื้นที่เมือง



ภาพที่ 21 ผลกระทบจากการกลายเป็นเมืองและคุณลักษณะของภูมินิเวศแม่น้ำในแต่ละระดับ ที่มา Gurnell et al. (2007)

แม่น้ำในเมือง (Urban River) ประกอบด้วยแม่น้ำหรือส่วนของแม่น้ำ (Segment) รวมถึงคลองหรือร่องน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น (Yue, 2012) นอกเหนือจากคุณค่าด้านสิ่งแวดล้อมแล้ว แม่น้ำในเมืองยังมีคุณค่าและความสำคัญต่อระบบสังคม วัฒนธรรมและเศรษฐกิจ (Cengiz, 2013) ซึ่งเดิม

แม่น้ำเป็นองค์ประกอบสำคัญที่อยู่ในสภาพตามธรรมชาติ เมื่อมนุษย์เข้ามาตั้งถิ่นฐานและปรับเปลี่ยนภูมินิเวศเพื่อการดำรงชีวิต จากชุมชนพัฒนากลายเป็นเมือง แม่น้ำที่เคยมีสภาพตามธรรมชาติจึงถูกรบกวนและปรับเปลี่ยนไปตามระบบนิเวศเมือง การกลายเป็นเมืองจึงเป็นสาเหตุหลักของการเปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติของแม่น้ำ (Asnake et al., 2021; Gurnell et al., 2007; Yue, 2012)

จากภาพที่ 21 การพัฒนาเมืองเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้แม่น้ำเสื่อมคุณภาพ เช่น พื้นผิวดาดแข็งของเมืองทำให้เกิดการไหลบ่าผิวดินมากขึ้น ลดการไหลของน้ำใต้ดินและคุณภาพน้ำ รวมถึงการแลกเปลี่ยนตะกอน และการพัฒนาของอุตสาหกรรมทำให้เกิดมลพิษทางน้ำและการจัดการระบบน้ำเสีย (Gurnell et al., 2007)

นอกจากนี้ปัญหาที่เกิดกับแม่น้ำในเมืองมีความแตกต่างกันไปตามบริบทและระดับ โดย European Centre for River Restoration: ECRR (n.d.) และ the River Restoration Centre: The RRC (n.d.) ได้ยกตัวอย่างของผลกระทบหรือประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับแม่น้ำในพื้นที่เมืองไว้ดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางกายภาพ: การสร้างขอบตลิ่งแทนที่ตลิ่งธรรมชาติ หรือบางกรณีที่แม่น้ำถูกปิดทับจนกลายเป็นท่อน้ำใต้ดิน
- การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ: คุณภาพน้ำแย่ลงจากน้ำไหลผิวดินในพื้นที่เมืองซึ่งไม่ซึมน้ำ เช่น ถนน หลังคา รวมถึงมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม
- ความสามารถในการสนับสนุนชีวิตสัตว์: พื้นที่ชายน้ำ และแม่น้ำเป็นแนวภูมินิเวศตามธรรมชาติ (Natural Corridors) ซึ่งแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ ถูกทำให้หายไปโดยบริบทของเมือง
- การสูญเสียพืชพันธุ์ชายน้ำ: เป็นการลดสารอินทรีย์ ลดความหลากหลายของแหล่งอาศัยของสัตว์ ลดเสถียรภาพของตลิ่ง รวมถึงเป็นการเพิ่มอุณหภูมิผิวน้ำ
- ธรณีสัณฐานวิทยา: แม่น้ำในเมืองขาดพื้นที่สำหรับกระบวนการที่เป็นพลวัตของแม่น้ำ เช่น การกัดเซาะและสะสมตะกอน การเชื่อมต่อกับที่ราบน้ำท่วมถึง นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของสัณฐานของแม่น้ำ นอกจากนี้การก่อสร้างสะพานและโครงสร้างพื้นฐานยังเป็นการเปลี่ยนแปลงแม่น้ำทั้งทางขวางและแนวดิ่ง
- ปริมาณน้ำ: น้ำใต้ดินลดลงเพราะเครือข่ายถูกตัดขาดออกจากกัน แต่มีน้ำไหลผิวดินเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดความรุนแรงของอุทกภัยมากขึ้น
- การแพร่พันธุ์ของพืชต่างถิ่นรุกราน: การกำจัดพืชพื้นถิ่นเดิมในพื้นที่ชายตลิ่ง ทำให้มีโอกาสแพร่พันธุ์ของพืชต่างถิ่นรุกราน ซึ่งจะส่งผลต่อระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ

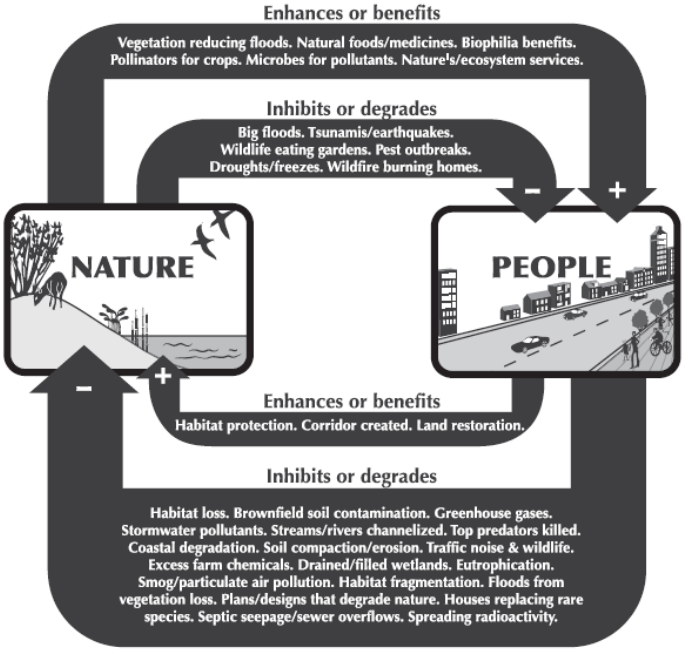
จากประเด็นปัญหาที่ได้ทำการศึกษานี้ ทำให้เห็นถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำจากสภาพตามธรรมชาติเป็นแม่น้ำในสภาพแวดล้อมเมือง ที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผน การจัดการแม่น้ำต่อไป

2.1.4.5 ผลกระทบจากมนุษย์ต่อภูมินิเวศแม่น้ำ

จากพัฒนาการของชุมชนสู่การกลายเป็นเมือง และการเพิ่มขึ้นของประชากรทำให้มนุษย์ต้องเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศแม่น้ำ ปรับเปลี่ยนพื้นที่ธรรมชาติเป็นพื้นที่เกษตรเพื่อเพิ่มผลผลิต เพิ่มทรัพยากรบนพื้นที่เดิม (Naveh & Lieberman, 1994) เปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม รวมถึงกระบวนการและพลวัตเดิมของระบบนิเวศเพื่อให้เหมาะกับการอยู่อาศัย (Alberti, 2008)

ขณะเดียวกันแม่น้ำก็มีการเปลี่ยนแปลงและเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ซึ่งบางครั้งมนุษย์มองการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นเป็นภัยพิบัติ เช่น มองเหตุการณ์น้ำท่วมว่าเป็นอันตรายและมีค่าใช้จ่ายสูง จะต้องจัดการและควบคุมให้อยู่ในเสถียรภาพ (Gary, 2020) รวมถึงการกระทำอื่นเพื่อควบคุมแม่น้ำให้อยู่ในรูปแบบที่ไม่เปลี่ยนแปลง และความพยายามที่จะป้องกันโครงสร้างพื้นฐานของมนุษย์ จนถึงการกำหนดใช้ประโยชน์ที่ดิน (Friends of the Winooski River, 2012)

กิจกรรมและการกระทำต่าง ๆ ของมนุษย์ที่เป็นการทำลายแม่น้ำ จึงส่งผลกระทบต่อภูมินิเวศแม่น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม (Knighton, 2014; Naveh & Lieberman, 1994)



ภาพที่ 22 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติกับมนุษย์ทั้งที่เป็นประโยชน์และผลกระทบที่มีอิทธิพลต่อกัน
ที่มา Forman (2014, p. 39)

Wohl (2014) ได้อธิบายว่า มนุษย์สร้างผลกระทบให้กับภูมินิเวศจากทั้งกิจกรรมทางเศรษฐกิจและการจัดการเพื่อลดความเสียหายจากภัยธรรมชาติ โดยได้แบ่งผลกระทบที่เกิดจากมนุษย์ไว้ 2 รูปแบบหลัก คือ ผลกระทบโดยตรง (Direct Impact) และผลกระทบทางอ้อม (Indirect Impact)

ตารางที่ 3 ผลกระทบจากมนุษย์โดยตรงต่อแนวแม่น้ำ
(แปลและดัดแปลงจาก Wohl, 2018, p. 61)

การเปลี่ยนแปลง (Alteration)	ผลกระทบที่เกิดขึ้น (Effects)	อ้างอิง (Reference)
โครงสร้างวิศวกรรมในลำน้ำ - การขุดลอก - การเสริมขอบตลิ่ง - การดาดท้องน้ำและตลิ่ง - การตัดโค่นไม้ในแม่น้ำ	ทำให้ความต้านทานการไหลลดลง; เพิ่มปริมาณและความเร็วในการไหลของน้ำ; ลดความคดโค้งของลำน้ำและการเชื่อมต่อตามขวางและแนวตั้ง ลดการกักเก็บน้ำ; เพิ่มการกัดเซาะร่องน้ำมากขึ้น	Scarnecchia (1988), Rhoads (1990), Kesel and Yodis (1992), Wyzga (2001) and Hohensinner et al. (2004)
การขุดทรายและหินในแม่น้ำ	รูปทรงและเสถียรภาพของร่องน้ำเปลี่ยนแปลง; การถ่ายเทตะกอนเพิ่มขึ้น	Knighton (1989), Hilmes and Wohl (1995) and Lawrence and Davies (2014)
เขื่อนของบีเวอร์	ความต้านทานการไหลลดลง; เพิ่มปริมาณและความเร็วในการไหลของน้ำ; ลดความคดโค้งของลำน้ำ ลดการเชื่อมต่อตามขวางและแนวตั้ง รวมถึงการกักเก็บน้ำ;	Pollock et al. (2003, 2007, 2014), Green and Westbrook (2009) and Polvi and Wohl (2012, 2014)
ท่อนไม้ลอยน้ำ (ขนส่งไม้ท่อนโดยใช้ร่องน้ำ)	พื้นที่หน้าตัดร่องน้ำขยาย; ความต้านทานในการไหลของน้ำลดลง; เพิ่มปริมาณและความเร็วในการไหลของน้ำ; ลดคดโค้งของลำน้ำ ลดการเชื่อมต่อตามขวางและแนวตั้ง รวมถึงการกักเก็บน้ำ;	Young et al. (1994), Törnlund and Östlund (2002), Comiti (2012) and Haidvogl et al. (2015)
การระบายน้ำออกจากที่ราบน้ำท่วมถึง	ความหลากหลายและการกักเก็บลดลงโดยเฉพาะสารอาหาร	Spaling and Smit (1995) and Holden (2006)
โครงสร้างเขื่อนและขอบคัน	เพิ่มปริมาณและความเร็วในการไหลของน้ำ; ลดความคดโค้งของลำน้ำ ลดการเชื่อมต่อตามขวางและการกักเก็บน้ำ; การกัดเซาะร่องน้ำทางลึกเพิ่มขึ้น	Frings et al. (2009) and Czech et al. (2015)
การทำลายป่าในที่ราบน้ำท่วมถึง	ความคดโค้งของลำน้ำและการกักเก็บลดลง; เพิ่มการกัดเซาะบริเวณตลิ่ง	Iwata et al. (2003)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3 (ต่อ) ผลกระทบจากมนุษย์โดยตรงต่อแนวแม่น้ำ

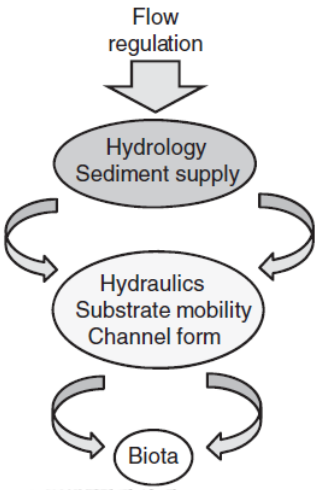
การเปลี่ยนแปลง (Alteration)	ผลกระทบที่เกิดขึ้น (Effects)	อ้างอิง (Reference)
การทำทุ่งเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ชายน้ำ	พืชพรรณชายน้ำลดลง; เพิ่มการไหลบ่าผิวดินและการกัดเซาะตลิ่ง; หน้าตัดของร่องน้ำกว้างขึ้น	Trimble and Mendel (1995)
การควบคุมการไหล	เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบอุทกวิทยาและประสิทธิภาพในการขนส่ง; การเปลี่ยนแปลงของสารเคมีในน้ำ และการเชื่อมต่อ	Ligon et al. (1995), Magilligan and Nislow (2001), Poff et al. (2007) and Kondolf et al. (2014)
ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น	ผลกระทบหลากหลายขึ้นอยู่กับขอบเขตและชนิดของสายพันธุ์; การเปลี่ยนแปลงระบบการไหลและความต้านทานของตลิ่งเพิ่มขึ้น เปลี่ยนแปลงการพัดพาตะกอนและสารอาหาร	Graf (1978) and Ulloa et al. (2011)
การสูญพันธ์ของสัตว์เชิงพาณิชย์ (เช่น ปลา หอย)	การเปลี่ยนแปลงของห่วงโซ่อาหาร; การเปลี่ยนแปลงของผลผลิตขั้นปฐมภูมิ และตะกอนแขวนลอย	Strayer et al. (1999, 2004)

จากตารางที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญคือ การทำโครงสร้างวิศวกรรมในร่องน้ำ (Channel Engineering) หมายถึง กิจกรรมที่ออกแบบเพื่อลดความซับซ้อนหลากหลาย เพื่อทำให้ช่องทางเป็นวัสดุและรูปแบบเดียวคือเป็นโครงสร้างแข็ง ที่ทนทานต่อการกัดเซาะ เป็นการจำกัดการเปลี่ยนแปลงด้านข้างและในแนวดิ่ง ส่งผลต่อความเร็วในการไหลและรูปแบบการไหลของน้ำและตะกอน ลดการเชื่อมต่อด้านข้างและแนวดิ่ง ลดความซับซ้อนหลากหลายและความอุดมสมบูรณ์ของที่อยู่อาศัย รวมถึงความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง (Wohl, 2018)

นอกจากนี้ การสร้างเขื่อนและกิจกรรมอื่นเพื่ออำนวยความสะดวกแก่มนุษย์ รวมถึงความต้องการระบายน้ำ ยังทำให้เกิดการตัดไม้ทำลายป่าในที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งจะส่งผลต่อการไหลของน้ำ ตะกอน และอินทรียวัตถุ รวมไปถึงทรัพยากรไม้และความอุดมสมบูรณ์ ซึ่งการทำลายป่าชายน้ำและป่าบนที่ราบน้ำท่วมถึงนี้ จะทำให้สูญเสียแนวกันชนพื้นที่ชายน้ำอีกด้วย (Wohl, 2018)

การเปลี่ยนแปลงโดยตรงที่เกิดขึ้นในแนวแม่น้ำ (ตารางที่ 3) ส่งผลกระทบต่อรูปแบบโครงสร้างและกระบวนการของแนวแม่น้ำทั้งร่องน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง ตลอดจนระบบการไหลของน้ำและตะกอน (Wohl, 2018) การเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องของวัสดุและการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตภายในแนวแม่น้ำ (Wohl, 2018) ดังภาพที่ 23

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 23 แผนภาพการเปลี่ยนแปลงในแม่น้ำที่เป็นผลจากการควบคุมการไหล
ที่มา Wohl (2014, p. 207)

นอกจากการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างและกระบวนการของแม่น้ำทางตรงแล้ว ยังมีกิจกรรมของมนุษย์รูปแบบอื่นที่เป็นการเปลี่ยนแปลงนอกขอบเขตแนวแม่น้ำ แต่ส่งผลกระทบทางอ้อมต่อแนวแม่น้ำ โดยยกตัวอย่างได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลกระทบจากมนุษย์ทางอ้อมต่อแนวแม่น้ำ
(ดัดแปลงจาก Wohl, 2018, p. 60)

การเปลี่ยนแปลง	ผลกระทบต่อแนวแม่น้ำ	อ้างอิง (Reference)
ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง	ผลกระทบหลากหลาย รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงของน้ำ ตะกอน สารอาหาร และซากไม้ (Large Wood)	Mirza et al. (2003), Stewart et al. (2005), Rood et al. (2008), Schmocker-Fackel and Naef (2010), Goode et al. (2012) and Nilsson et al. (2015)
การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน เช่น - การทำลายป่า - การปลูกป่า - ทุ่งเลี้ยงสัตว์บนที่ราบสูง - ทำไร่บนที่ราบสูง - การเกิดไฟป่า	-ตะกอนเพิ่มขึ้น น้ำเพิ่มขึ้น และไม้ต้นลดลง -ตะกอนลดลง น้ำลดลง และไม้ต้นเพิ่มขึ้น -ตะกอนและน้ำเพิ่มขึ้น -ตะกอนและน้ำเพิ่มขึ้น สารอาหารเพิ่มขึ้น -ส่งผลหลากหลาย มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำ ตะกอน สารอาหาร และไม้ใหญ่หรือไม้โค่น	Nik (1988), Luce and Black (1999) and Fransen et al. (2001) Keesstra et al. (2005) Trimble and Mendel (1995) Knox (1977) and de Boer (1997) MacDonald et al. (2000), May and Gresswell (2003) and Pierce et al. (2004)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4 (ต่อ) ผลกระทบจากมนุษย์ทางอ้อมต่อแนวแม่น้ำ

การเปลี่ยนแปลง	ผลกระทบต่อแนวแม่น้ำ	อ้างอิง (Reference)
ภูมิประเทศเปลี่ยนแปลงจาก - การทำเหมือง - การก่อสร้างถนน	 -ตะกอนเพิ่มขึ้น -ตะกอนเพิ่มขึ้น	Rooney et al. (2012) and Wickham et al. (2013) Larsen and Parks (1997)
ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น	ผลกระทบหลากหลายขึ้นอยู่กับขอบเขตและชนิดพันธุ์ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของน้ำ ตะกอน และสารอาหาร	Baillie and Davies (2002) and Ulloa et al. (2011)
การผันน้ำระหว่างร่องน้ำหรือแหล่งน้ำอื่น เช่น หนอง คลอง บึง	น้ำในแหล่งต้นกำเนิดของลุ่มน้ำลดลง และน้ำเพิ่มขึ้นในพื้นที่ที่มีการกักเก็บน้ำ	Ryan (1997), Baker et al. (2011), Wohl and Dust (2012), and Gabbud and Lane (2015)
การกลายเป็นเมือง	ตะกอนลดลง น้ำเพิ่มขึ้น สารอาหารเพิ่มขึ้น	Wolman (1967), Roberts (1989) and Bledsoe and Watson (2001)

ความต้องการของมนุษย์ในการพัฒนาชุมชนจนถึงการกลายเป็นเมืองเป็นการเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ เช่น สิ่งปกคลุมดิน ลักษณะภูมิประเทศ รวมถึงชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต ทำให้เกิดผลกระทบหลายประการ เช่น พื้นที่ดาดแข็งที่ไม่ซึมน้ำเพิ่มมากขึ้น พื้นที่สำหรับพืชพันธุ์ตามธรรมชาติลดลง ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นนั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสัดส่วนและขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำที่ถูกทำให้กลายเป็นพื้นที่เมือง (Wohl, 2018) ซึ่งการกลายเป็นเมืองยังเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางตรงต่อพื้นที่แนวแม่น้ำ (ตารางที่ 3)

จากการศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นกับแม่น้ำ ทำให้เข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ที่เป็นการจัดการและการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำโดยไม่คำนึงถึงกระบวนการและการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติของแม่น้ำ และทำให้เห็นถึงปัญหาที่จะสามารถนำไปเป็นพื้นฐานในการจัดการและการวางแผนภูมินิเวศแม่น้ำในอนาคตได้

สรุปทฤษฎีในการกำหนดกรอบแนวความคิด

ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ ประกอบด้วยองค์ประกอบทางภูมินิเวศที่แตกต่างกัน เช่น ลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ลักษณะทางอุทกวิทยาหรือวัฏจักรน้ำ ด้วยความแตกต่างนี้เองการอยู่อาศัยหรือการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์จึงมักอยู่ในพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำ ซึ่งใกล้ชิดกับแม่น้ำหรือแหล่งน้ำ (McGaugh, 1970; Wang & Gao, 2020; Wiens, 2002; Wohl, 2014) เพื่อสามารถใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ จาก

แม่น้ำได้โดยง่าย เช่น การอุปโภคบริโภค การคมนาคมขนส่ง การเกษตร จึงนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อภูมินิเวศแม่น้ำ

โดยปัจจัยหลักที่สำคัญในการเลือกทำเลที่ตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ในบริเวณที่ราบลุ่ม ได้แก่

(1) การเข้าถึงทรัพยากรน้ำหรือการมีปฏิสัมพันธ์กับแม่น้ำ (Wang & Gao, 2020) เมื่อมีความต้องการทรัพยากรน้ำมากขึ้น มนุษย์จึงมีการปรับตัวให้เข้ากับเงื่อนไขของสภาพตามธรรมชาติของแม่น้ำ เช่น การกระจายการตัวไปตามแหล่งน้ำ จึงส่งผลให้เกิดความหลากหลายของการตั้งถิ่นฐานที่ใกล้ชิดกับแม่น้ำ

(2) ความต้องการพื้นที่สำหรับการดำรงชีวิต ต้องการที่ดินและดินที่มีความเหมาะสมเพียงพอต่อการทำเกษตรและการเพาะปลูก เพื่อสร้างผลผลิตและการคมนาคมติดต่อ รวมถึงการขยายตัวของที่อยู่อาศัยเมื่อประชากรเพิ่มขึ้น

(3) การป้องกันภัยและความปลอดภัยในการอยู่อาศัย คำนึงถึงการเว้นระยะห่างเพื่อความปลอดภัยจากความเสี่ยงภัยพิบัติทางน้ำหรือน้ำท่วม (Wang & Gao, 2020) เช่น การตั้งถิ่นฐานบนพื้นที่สูงหรือคันดินตามธรรมชาติริมแม่น้ำ และการตั้งถิ่นฐานบนลานตะพักลำน้ำ นอกจากนี้ความเข้าใจในกระบวนการและพลวัตจะช่วยให้มนุษย์สามารถใช้งานแม่น้ำและทรัพยากรอื่นได้อย่างต่อเนื่องยาวนาน

2.2 ทฤษฎีสำหรับวิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างภูมินิเวศแม่น้ำกับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ จำเป็นต้องระบุขอบเขตของพื้นที่ศึกษาหรือขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำในระดับต่าง ๆ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่เกิดขึ้นในภูมินิเวศแม่น้ำที่มีผลต่อมนุษย์ การทราบถึงขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำยังสามารถใช้ในการบ่งชี้และเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนภูมินิเวศแม่น้ำจากอดีตถึงปัจจุบัน

การวิเคราะห์องค์ประกอบของภูมินิเวศ โดยใช้การแยกองค์ประกอบออกเป็นชั้นข้อมูล และวิเคราะห์ด้วยการซ้อนทับของชั้นข้อมูล (Haslam, 2008; Steiner, 1999) เป็นวิธีดำเนินการหลักในการศึกษา เพราะจะทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์แต่ละองค์ประกอบได้ชัดเจน

โดยทฤษฎีที่ใช้ในการกำหนดวิธีและแนวทางดำเนินการศึกษามีดังนี้

2.2.1 การระบุขอบเขตแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ

การระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำสามารถวิเคราะห์ได้จากองค์ประกอบของภูมินิเวศ รวมถึงรูปแบบและกระบวนการธารน้ำ (Fluvial Process) (Fausch et al., 2002) ซึ่งขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำจะแตกต่างกันในแต่ละระดับ องค์ประกอบของภูมินิเวศที่จะนำมาวิเคราะห์จึงขึ้นอยู่กับระดับที่ทำการศึกษา

ขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำ เป็นหนึ่งในคุณลักษณะที่สำคัญ ในการศึกษาอาศัยพื้นฐานจากขอบเขตของภูมินิเวศ ซึ่งบางขอบเขตสามารถระบุได้โดยง่าย เช่น ขอบระหว่างพื้นดินกับน้ำ แต่บางขอบเขตนั้นยากที่จะระบุ เช่น ขอบเขตระหว่างความแตกต่างของเขตภูมิอากาศ ขอบเขตประเภทของดินที่แตกต่างกัน เป็นต้น (Thaitakoo, 1998) ขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำถูกกำหนดโดยกระบวนการเชิงนิเวศ (Stanford et al., 2017) เช่น กระบวนการไหลของน้ำ การเคลื่อนที่ของตะกอน โดยมีตัวอย่างกระบวนการที่จะช่วยในการระบุขอบเขตได้ (Forman and Godron, 1986 อ้างถึงใน Thaitakoo, 1998) เช่น

- กระบวนการธรณีสัณฐาน การอธิบายลักษณะทางธรณีสัณฐานของพื้นที่สามารถทำให้เห็นแนวขอบเขตได้ค่อนข้างชัดเจน
- อิทธิพลที่เกิดจากมนุษย์ จะมีความแตกต่างจากการรบกวนของธรรมชาติ และส่งผลกระทบกับภูมินิเวศมากกว่า ผลกระทบที่เกิดขึ้นสามารถส่งผลข้ามขอบเขตของภูมินิเวศได้

ในการระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำแต่ละระดับ ใช้องค์ประกอบของภูมินิเวศเชิงกายภาพ (Er**ő**s & Lowe, 2019; Thaitakoo, 1998; Torgersen et al., 2021; Wiens, 2002) โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ ธรณีวิทยาและธรณีสัณฐาน ลักษณะภูมิประเทศ เครือข่ายลำน้ำ จากนั้นใช้การซ้อนทับของชั้นข้อมูลในการวิเคราะห์ขอบเขตที่เกิดขึ้นจากแต่ละองค์ประกอบ จะทำให้สามารถระบุขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำในเชิงกายภาพได้

โดยที่การระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำ จะต้องทำความเข้าใจในองค์ประกอบของแนวแม่น้ำที่เป็นส่วนสำคัญของภูมินิเวศทั้งในเชิงนิเวศวิทยาและเชิงกายภาพให้กับมนุษย์ (Yue, 2012) ซึ่งสามารถนำไปใช้ศึกษาถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับภูมินิเวศแม่น้ำบนพื้นที่ศึกษา ทั้งในแง่ของการใช้ประโยชน์และการสร้างผลกระทบ เนื่องจากการทำความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างแม่น้ำกับเมืองนั้น ควรต้องอธิบายให้ได้ถึงแนวขอบเขตที่มีการซ้อนทับกันหรือมีอิทธิพลต่อกันของมิติทางธรรมชาติและมิติของมนุษย์ โดยเฉพาะแนวขอบเขตของแม่น้ำ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีบทบาทสำคัญของภูมินิเวศแม่น้ำ

นอกจากนี้การระบุขอบเขตแม่น้ำหรือภูมินิเวศแม่น้ำเป็นขั้นตอนที่สำคัญต่อการวางแผนการจัดการพื้นที่ การกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมถึงการอนุรักษ์ที่ราบน้ำท่วมถึงและแนวแม่น้ำ (APFM, 2016; Fraser Basin Council, n.d.; Han et al., 2022) ให้มีความสอดคล้องกับปัจจัยเชิงนิเวศของภูมินิเวศ

2.2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการรับรู้ระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การรับรู้ระยะไกลหรือการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2553 อ้างถึงใน สุเพชร จิรขจรกุล, 2560) หมายถึง การเก็บข้อมูลที่ต้องการศึกษาจากระยะไกล ด้วยเทคนิคในการบันทึก (Recording) การสังเกต (Observing) และการรับรู้ (Sensing) เกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์ โดยไม่มีการสัมผัสวัตถุโดยตรง (Pettorelli et al., 2018; สมพร สง่าวงศ์, 2552) อาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อในการได้มาของข้อมูลใน 3 ลักษณะ คือ ช่วงคลื่น (Spectral) รูปทรงสัณฐานของวัตถุบนผิวโลก (Spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (Temporal) (สุรชัย, 2536 อ้างถึงใน สุเพชร จิรขจรกุล, 2560) ที่สามารถนำไปประมวลผล วิเคราะห์และประยุกต์ใช้ได้

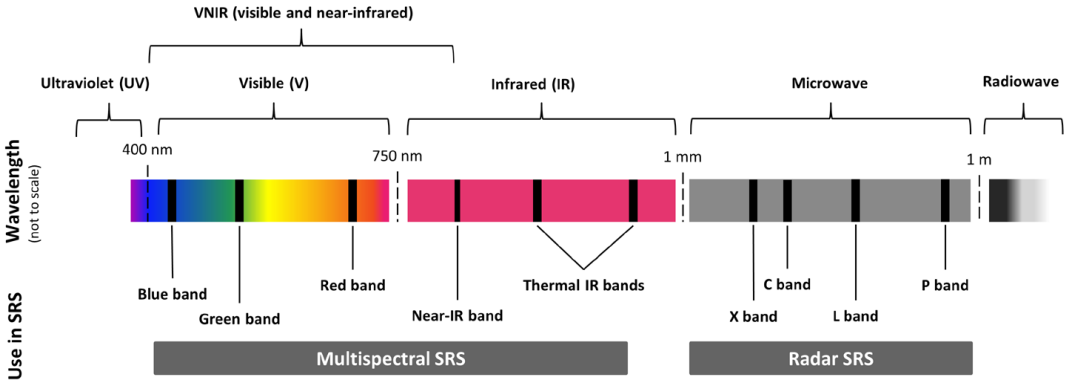
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System: GIS) เป็นระบบสารสนเทศที่นำข้อมูลในเชิงพื้นที่ ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับข้อมูลคุณสมบัติหรือข้อมูลเชิงสถิติมารวบรวม จัดเก็บ และวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ เพื่อจัดการข้อมูลไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ (สุเพชร จิรขจรกุล, 2560)

ประเภทของการรับรู้ระยะไกล

การรับรู้ระยะไกลสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ Passive remote sensing และ Active remote sensing (Pettorelli et al., 2018) ทั้งสองประเภทมีรายละเอียดที่แตกต่างกัน คือ

1) Passive Remote Sensing เป็นระบบที่ไม่ได้ปล่อยพลังงานออกจากตัวเอง แต่วัดการแผ่รังสีและพลังงานที่สะท้อนหรือปล่อยออกมาจากวัตถุบนผิวโลก โดยอาศัยแหล่งพลังงานจากดวงอาทิตย์ (Pettorelli et al., 2018) จึงสามารถรับสัญญาณได้ดีในช่วงกลางวัน ซึ่งระบบนี้จะบันทึกข้อมูลช่วงคลื่นที่หลากหลาย โดยจัดกลุ่มเป็นแบนด์ (Bands) แต่ละแบนด์มีความแตกต่างกันดังนี้ (Pettorelli et al., 2018)
    - แบนด์สีฟ้า (Blue Band) ช่วงคลื่นระหว่าง 450-495 nm. มีความไวต่อการกระเจิงในชั้นบรรยากาศมากที่สุด (atmospheric scattering) ใช้เพื่อแก้ไขคุณสมบัติทางแสงของชั้นบรรยากาศ เช่น หมอกควัน
    - แบนด์สีเขียว (Green Band) ช่วงคลื่นระหว่าง 495-570 nm. ใช้สำหรับเรื่องเกี่ยวกับพืชพรรณ เพราะมีการสะท้อนสีเขียวจากการสังเคราะห์แสงของพืช
    - แบนด์สีแดง (Red Band) ช่วงคลื่นระหว่าง 620-750 nm. เป็นช่วงที่ถูกดูดซับโดยพืช ทำให้สามารถเอาไปใช้ในการตรวจสอบสภาพ และความหนาแน่นของพืชได้ (Vogelmann et al., 1993 อ้างถึงใน Pettorelli et al., 2018)

- แบนด์ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near-Infrared Band) ช่วงคลื่นระหว่าง 780-1400 nm. เป็นช่วงที่ถูกดูดซับด้วยน้ำ จึงใช้ในการระบุพื้นผิวน้ำ
- แบนด์ช่วงคลื่นอินฟราเรดช่วงสั้นถึงกลาง (Short to Mid-Infrared Bands) ช่วงคลื่นระหว่าง 1.4-3 μm. มีความไวต่อความชื้น พืช รวมถึงเมฆ
- แบนด์ช่วงคลื่นความร้อน (Thermal Band) ช่วงคลื่นระหว่าง 3 μm. - 1mm. ตอบสนองได้ดีต่ออุณหภูมิ เช่น การใช้ตรวจหาพื้นที่ไฟไหม้

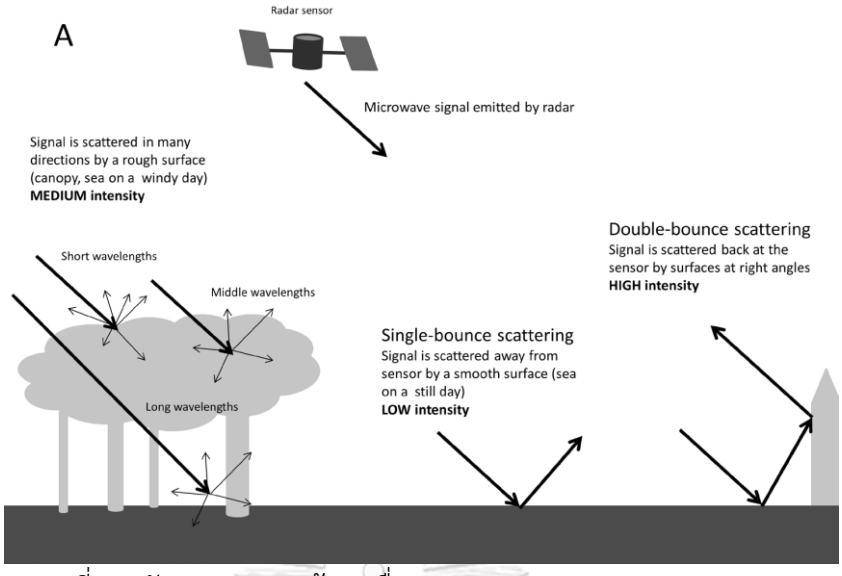


ภาพที่ 24 สเปกตรัมของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าของช่วงคลื่นที่ใช้งานในการรับรู้ระยะไกล
ที่มา Pettorelli et al. (2018, p. 15)

2) Active Remote Sensing เป็นระบบที่ปล่อยรังสีออกมาเองได้ แล้ววัดสัญญาณที่ส่งกลับมาจากการสะท้อนวัตถุหรือพื้นผิวโลก (Pettorelli et al., 2018) ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านสภาพอากาศและช่วงเวลา (เกษมพันธุ์ แก้วธำรงค์, 2561) ระบบนี้จำแนกลักษณะสิ่งปกคลุมผิวดินจากความเข้มของการสะท้อนกลับของพื้นผิวที่แตกต่างกัน โดยจำแนกเป็น 3 รูปแบบ (Pettorelli et al., 2018 อ้างถึงในเกษมพันธุ์ แก้วธำรงค์, 2561) คือ

- พื้นผิวเรียบ เช่น ถนน ผิวน้ำ (นิ่ง) มีการสะท้อนกลับเชิงเดี่ยว (Single-Bounce Scattering) สัญญาณไม่เกิดการสะท้อนกลับที่ตัวรับ ทำให้มีความเข้มต่ำ (Low Intensity)
- พื้นผิวมุมฉาก (Right Angle) เช่น อาคาร มีการสะท้อนกลับเชิงคู่ (Double-Bounce Scattering) ไปยังตัวรับได้ทั้งหมด ทำให้มีค่าความเข้มสูง (High Intensity)
- พื้นผิวหยาบไม่สม่ำเสมอ เช่น ทรงพุ่มต้นไม้ ผิวน้ำ(คลื่น) มีการสะท้อนกลับหลายทิศทาง ซึ่งสะท้อนไปยังตัวรับได้บางส่วน ทำให้มีค่าความเข้มปานกลาง (Medium Intensity)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 25 ลักษณะการสะท้อนคลื่นของระบบ Active Remote Sensing
ที่มา Pettorelli et al. (2018, p. 21)

2.2.3 การจำแนกด้วยการสำรวจระยะไกล

การจำแนก (Classification) คือ การจัดลำดับหรือการจัดเรียงวัตถุสิ่งใด ๆ ให้เป็นกลุ่มหรือชุดตามความสัมพันธ์ของสิ่งเหล่านั้น สามารถอธิบายกรอบแนวคิดของงานอย่างเป็นระบบด้วยเกณฑ์และชื่อประเภท รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเหล่านั้นด้วย การจำแนกจึงเกี่ยวข้องกับความหมายของขอบเขตของการแบ่งประเภทที่ควรมีความแม่นยำและชัดเจน (Jansen & Di Gregorio, 2000) การกำหนดลักษณะที่สนใจมาจากคำถามในการวิจัยหรือวัตถุประสงค์ในการจำแนก เช่น ข้อมูลภาพเดียวกันแต่มีประเด็นที่สนใจต่างกันจะได้ผลในการจำแนกแตกต่างกัน (Cadenasso et al., 2013)

การจำแนกสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินมีหลายระบบ โดยแต่ละระบบใช้หลักเกณฑ์ที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และความเหมาะสมต่อการจำแนก (มิ่งขวัญ นันทวิสัย, 2559) ตัวอย่างเช่น

1) ระบบของยูเอสจีเอส (USGS: The United States Geological Survey): เป็นระบบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย และเป็นพื้นฐานในการพัฒนาระบบอื่น ๆ (Cadenasso et al., 2013 อ้างถึงใน มิ่งขวัญ นันทวิสัย, 2559) เป็นระบบในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินตามหลักเกณฑ์ของ Anderson et al. (1976) อ้างถึงใน Cadenasso et al. (2007) ได้พัฒนาเพื่อใช้งานร่วมกับการรับรู้ระยะไกล (สมพร สง่าวงศ์, 2552) มีการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินออกเป็น 9 กลุ่มหลัก (Level I) คือ (1) เมืองและสิ่งปลูกสร้าง (Urban or Build-up Land) (2) พื้นที่เกษตรกรรม (Agriculture Land) (3) ทุ่งหญ้า (Rangeland) (4) ป่าไม้ (Forest) (5) แหล่งน้ำ (Water) (6) พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) (7) ที่โล่ง/ที่ว่าง (Barren

Land) (8) พื้นที่เขตทุนดรา (Tundra) (9) พื้นที่ปกคลุมด้วยหิมะหรือน้ำแข็งถาวร (Perennial Snow or Ice) ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะมีการแบ่งกลุ่มย่อย (Level II) ดังภาพที่ 26 (Cadenasso et al., 2007)

Table 1. Hierarchical structure of the Anderson *et al.* (1976) classification

Level I	*Level II*
1 Urban or built-up land	1.1 Residential 1.2 Commercial or services 1.3 Industrial 1.4 Transportation, communications, and utilities 1.5 Industrial and commercial complexes 1.6 Mixed urban or built-up land 1.7 Other urban or built-up land
2 Agricultural land	
3 Rangeland	
4 Forest land	
5 Water	
6 Wetland	
7 Barren land	
8 Tundra	
9 Perennial snow or ice	

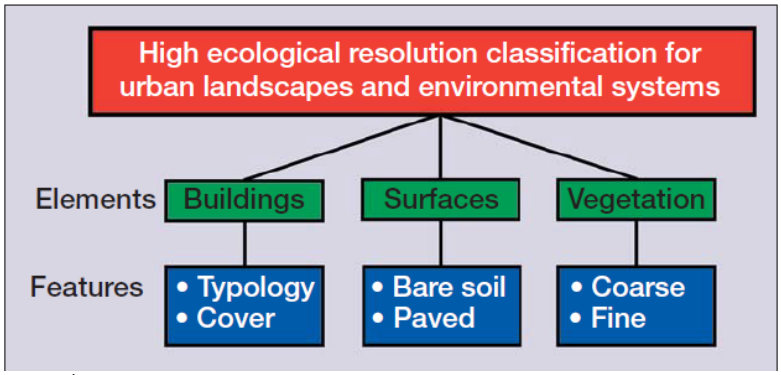
Because of its relevance to the discussion, the lower level categories of urban or built-up land are shown. The break down of Level I categories 2 through 9 can be found in Anderson et al. *(1976).*

ภาพที่ 26 ระบบการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ที่มา Cadenasso et al. (2007)

2) ระบบ High Ecological Resolution Classification for Urban Landscapes and Environmental System (HERCULES): เป็นระบบที่เน้นไปที่องค์ประกอบทางชีวกายภาพ (Biophysical) ของสภาพแวดล้อมเมืองและความเชื่อมโยงกันขององค์ประกอบที่หลากหลาย โดยแบ่งประเภทสิ่งปกคลุมดินออกเป็น 3 ประเภท คือ อาคาร วัสดุพื้นผิว และพืชพรรณ (Ridd, 1995 อ้างถึงใน Cadenasso et al., 2013; Cadenasso et al., 2007) ซึ่งแบ่งประเภททั้ง 3 ออกเป็นลักษณะย่อยได้ 6 ลักษณะคือ (1) ต้นไม้ใหญ่ (2) ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน (3) ดินเปล่า (4) พื้นดาดแข็ง (5) อาคาร และ (6) กลุ่มอาคาร (Cadenasso et al., 2007)

ระบบ HERCULES เป็นระบบที่ใช้ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและกระบวนการของระบบนิเวศ โดยใช้สิ่งปกคลุมดินแทนการใช้ประโยชน์ที่ดิน และจำแนกความหลากหลายของภูมิทัศน์ออกเป็นผืนภูมินิเวศ (Patch) นอกจากนี้ระบบนี้ยังให้ข้อมูลในเชิงพื้นที่ได้มากขึ้น และสามารถมองเห็นถึงคุณลักษณะขององค์ประกอบในภูมิทัศน์เมืองได้ชัดเจนมากขึ้น (Cadenasso et al., 2013 อ้างถึงใน มิ่งขวัญ นันทวิสัย, 2559)

Cadenasso et al. (2007) อธิบายว่าทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ อาคาร พื้นผิว และพืชพรรณ มีอิทธิพลต่อบทบาทของระบบนิเวศ เนื่องจากความแตกต่างของอิทธิพลของแต่ละองค์ประกอบในเรื่องปริมาณและการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิต วัสดุและพลังงาน นอกจากนี้ยังมีการเพิ่มประเภทน้ำผิวดิน (Surface Water) เป็นอีกกลุ่มในการจำแนกด้วย เนื่องจากน้ำเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญซึ่งมีอิทธิพลต่อกระบวนการและบทบาทของระบบนิเวศเช่นกัน



ภาพที่ 27 ลำดับของโครงสร้างภูมิทัศน์เมืองสำหรับระบบ HERCULES

ที่มา Cadenasso et al. (2007)

ในวิทยานิพนธ์นี้ใช้การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินโดยอ้างอิงจากระบบ HERCULES เนื่องจากความเหมาะสมของระดับในการจำแนกประเภท และจากคุณลักษณะ เช่น องค์ประกอบที่จำแนกรวมเอาทั้งองค์ประกอบทางธรรมชาติและองค์ประกอบที่มนุษย์สร้าง ทำให้ทราบได้ว่าลักษณะสิ่งปกคลุมดินนั้นมีความแตกต่างกันและสามารถแยกออกจากลักษณะอื่นได้ การจำแนกที่ได้มีรายละเอียด โดยใช้สิ่งปกคลุมดินเป็นหลัก (Cadenasso et al., 2013 อ้างถึงใน มิ่งขวัญ นันทวิสัย, 2559) การจำแนกของระบบนี้ทำให้สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและบทบาทของระบบนิเวศได้

3) การเน้นข้อมูลช่วงคลื่น

เป็นวิธีการที่ช่วยปรับเน้นข้อมูลที่สนใจให้ชัดเจนขึ้น ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี แต่ในวิทยานิพนธ์นี้ใช้วิธีการคำนวณดัชนีเชิงคลื่น (Spectral Indices) ที่เป็นการคำนวณค่าความแตกต่างของค่าสะท้อนระหว่างช่วงคลื่นสองช่วงหรือมากกว่านั้น (มิ่งขวัญ นันทวิสัย, 2559)

- ค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI)

เป็นการเน้นข้อมูลคลื่นเพื่อหาความหนาแน่นของพืชพรรณบนผืนดิน จากการสำรวจความยาวคลื่นสีแดง (RED) และคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) ที่สะท้อนออกมาจากพืชพรรณ เนื่องจากเมื่อแสงแดดตกกระทบวัตถุ วัตถุจะดูดกลืนแสงและสะท้อนคลื่นกลับมา ซึ่งความยาวคลื่นบางช่วงจะถูกดูดกลืน โดยคลอโรฟิลล์ที่เป็นเม็ดสีของใบไม้จะดูดกลืนคลื่นสีแดง (ช่วงคลื่น 0.4 - 0.7 µm) เพื่อเอาไปใช้ในการสังเคราะห์แสง ส่วนโครงสร้างเซลล์ของใบไม้จะสะท้อนแสงใกล้อินฟราเรด (ช่วงคลื่น 0.7 – 1.1 µm) ฉะนั้นยิ่งพืชมีใบหนาแน่น ความชัดเจนของทั้งสองความยาวคลื่นก็จะยิ่งมากขึ้น (Weier & Herring, 2000 อ้างถึงใน มิ่งขวัญ นันทวิสัย, 2559)

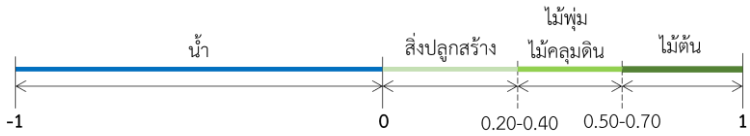
NDVI สามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

โดย NDVI = ค่าความแตกต่างดัชนีพืชพรรณ

NIR = คลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near-Infrared: NIR)

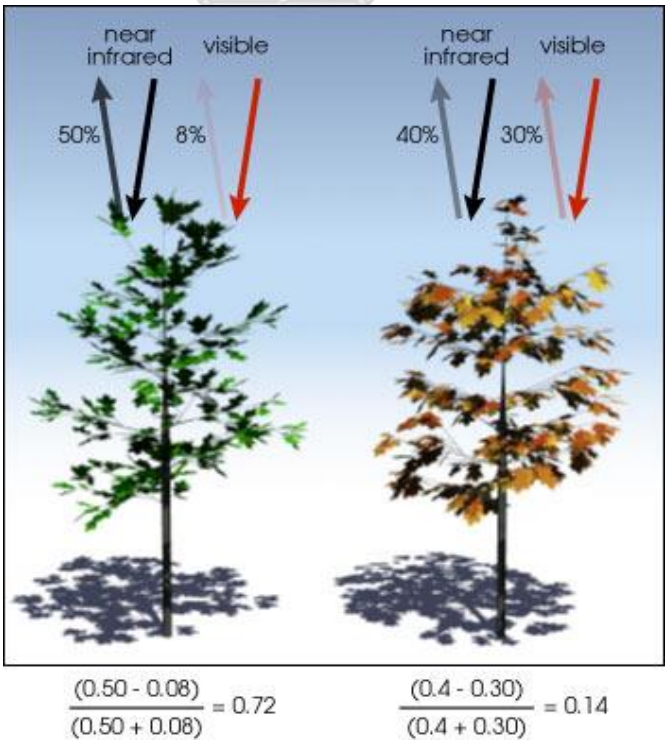
RED = คลื่นที่ตาคนมองเห็นสีแดง (RED)



ภาพที่ 28 กราฟอธิบายค่า NDVI

ดัดแปลงจาก มิ่งขวัญ นันทวิสัย (2559)

ค่าที่ได้จากการคำนวณระหว่าง -1 ถึง 1 สามารถแปลความได้ว่า ค่า -1 ถึง 0 หมายถึง สิ่งปกคลุมดินที่เป็นน้ำ ส่วนค่าจาก 0 ที่เข้าใกล้ 1 หมายถึงความหนาแน่นของพืชพรรณ ยิ่งเข้าใกล้ 1 มาก แสดงถึงความหนาแน่นของพืชพรรณมาก (Weier & Herring, 2000; สมพร สง่าวงศ์, 2552; สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552 อ้างถึงใน มิ่งขวัญ นันทวิสัย, 2559)



ภาพที่ 29 เปรียบเทียบค่า NDVI กับลักษณะการดูดกลืนแสงของพืช (ภาพโดย Robert Simmon)

ที่มา Weier and Herring (2000)

2.2.4 การทำรูปตัดภูมิประเทศ

รูปตัดภูมิประเทศ (Topographic Cross-section/Profile) เป็นมุมมองแบบตัดขวางที่แสดงระดับความสูงต่ำของพื้นที่ตามแนวเส้น 2 มิติ จากข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ (GISGeography, 2022) รูปตัดภูมิประเทศทำให้มองเห็นลักษณะของภูมิประเทศแบบตัดขวาง และรายละเอียดทางธรณีสัณฐานวิทยาได้

ในวิทยานิพนธ์นี้ใช้รูปตัดภูมิประเทศในการระบุขอบเขตองค์ประกอบของแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ ที่สามารถอธิบายได้จากธรณีสัณฐานของแม่น้ำและคุณลักษณะของแนวแม่น้ำ โดยใช้ข้อมูล DEM (Digital Elevation Model) ที่จะกล่าวถึงในบทที่ 3

2.3 ทฤษฎีสำหรับการประยุกต์ใช้และกรณีศึกษา

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ในการทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างภูมินิเวศแม่น้ำกับมนุษย์ และระบุขอบเขตของแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ ซึ่งเป็นตัวกำหนดการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์และเมือง การศึกษาทฤษฎีสำหรับการประยุกต์ใช้จึงมีความสำคัญในการสำรวจมุมมองหรือแนวคิดที่ให้ความสำคัญกับแม่น้ำและภูมินิเวศ และการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับภูมินิเวศแม่น้ำ โดยเฉพาะในขอบเขตแนวแม่น้ำ (River Corridor) รวมไปถึงกรณีศึกษาจากแม่น้ำอื่น ๆ ในการจัดการเพื่ออยู่ร่วมกันระหว่างแม่น้ำกับมนุษย์ โดยจะศึกษากรณีศึกษาที่เกี่ยวกับแม่น้ำและแนวแม่น้ำ เพื่อนำเสนอแนวคิดในการวางแผนการจัดการ การปกป้องหรือการฟื้นฟูแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ

การวางแผนภูมินิเวศ (Landscape Planning)

การวางแผนภูมินิเวศเป็นการวางแผนที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ กระบวนการ และระบบของภูมินิเวศอย่างครอบคลุมในระดับมหภาค (Marsh, 2005) เนื่องจากการจัดการปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมด้วยการจัดการเพียงบางส่วน และละเลยการจัดการในระดับท้องถิ่นหรือระดับภูมิภาคจะส่งผลเสียอื่นตามมา เช่น รัฐบาลกลางของสหรัฐอเมริกา (U.S. Federal government) จัดการปัญหาน้ำท่วมด้วยเขื่อนและโครงสร้างทางวิศวกรรม แต่ละเลยการจัดการลุ่มน้ำระดับท้องถิ่นและระดับภูมิภาค รวมถึงการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน ส่งผลให้เกิดการสูญเสียแหล่งอาศัยบริเวณพื้นที่ชายน้ำ (Riparian Habitat) แหล่งเพาะปลูกและพื้นที่ป่าอย่างมาก ขณะเดียวกันการตั้งถิ่นฐานในที่ราบน้ำท่วมถึงเองก็มีความอ่อนไหวมาก เนื่องจากต้องพึ่งพาโครงสร้างทางวิศวกรรมในการป้องกันและจัดการพื้นที่ (Marsh, 2005)

การจัดการปัญหาหรือการวางแผนภูมิทัศน์ โดยเฉพาะประเด็นเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม จึงจำเป็นต้องมีการจัดการอย่างครอบคลุม ทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับหน่วยงานส่วนกลาง รวมถึงการ

จัดการระบบต่าง ๆ โดยนำธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างมาจัดการและวางแผนร่วมกัน เพื่อให้ทั้งสองนั้นสามารถให้บริการและดำเนินการต่อไปได้อย่างเป็นธรรมชาติและยั่งยืน (Marsh, 2005)

การวางแผนภูมินิเวศที่จะนำมาเป็นตัวอย่างในการประยุกต์ใช้เพื่อนำเสนอแนวคิดในวิทยานิพนธ์นี้จะเกี่ยวข้องกับการวางแผนแนวแม่น้ำ ซึ่งเป็นแนวคิดในภาพกว้าง และการวางแผนเพื่อการรักษาหรือปกป้องแนวแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง (River Corridors and Floodplains Protection) รวมถึงการจัดการและฟื้นฟูแม่น้ำ (Management and Restoration River) เพื่อใช้เป็นแนวทางในระดับพื้นที่ศึกษา

2.3.1 การวางแผนแนวแม่น้ำ

การวางแผนแนวแม่น้ำ (River Corridor Planning) เป็นส่วนหนึ่งของการวางแผนลุ่มน้ำและเป็นแนวทางที่เฉพาะเจาะจงเพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายและวัตถุประสงค์ในการจัดการแม่น้ำ (Vermont River Management Program, 2010) การวางแผนแนวแม่น้ำเป็นการวางแผนที่ครอบคลุมโครงการหรือแนวทางอื่นไว้ทั้งหมด เช่น การปกป้องแนวแม่น้ำ การปลูกพืชเพื่อเป็นแนวกันชน การรักษาเสถียรภาพของตลิ่ง เป็นต้น โครงการย่อยเหล่านี้จะมีการกำหนดและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดลำดับความสำคัญและขั้นตอนในการดำเนินการให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ต่อไป (Vermont River Management Program, 2010)

ตัวอย่างคู่มือการวางแผนแนวแม่น้ำที่จัดทำโดยรัฐเวอร์มอนท์ เพื่อจัดการกับความไม่มีเสถียรภาพของแม่น้ำที่เกิดจากการกัดเซาะ และการเพิ่มขึ้นของตะกอนและสารอาหาร รวมถึงการลดลงของแหล่งอาศัยในแม่น้ำ โดยคู่มือนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนร่องน้ำ และพัฒนากลยุทธ์ในการปกป้องและฟื้นฟูสมดุลของแม่น้ำ ซึ่งการวางแผนแนวแม่น้ำจะสามารถให้เครื่องมือต่าง ๆ ดังนี้ (Vermont River Management Program, 2010)

- ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์แม่น้ำและประโยชน์ทางสังคมในการจัดการลำน้ำ
- วิธีการในการประเมินและการทำแผนที่ (Mapping) ธรณีสัณฐานของลำน้ำ
- วิธีการในการสร้างกลยุทธ์เพื่อจัดการกับร่องน้ำและลุ่มน้ำที่แตกต่างกัน
- วิธีการในการระบุและจัดลำดับความสำคัญโครงการปกป้องและฟื้นฟูแม่น้ำ
- วิธีการในการตรวจสอบความเป็นไปได้ของโครงการและทางเลือกในการจัดการ
- ข้อมูลเกี่ยวกับโครงการในปัจจุบันสำหรับเจ้าของที่ดิน เมือง และผู้ที่สนใจที่ดำเนินโครงการปกป้องและฟื้นฟูแนวแม่น้ำ

เป้าหมายของคู่มือในการแผนแนวแม่น้ำ คือ การเป็นตัวช่วยให้กับรัฐและพันธมิตร ในการจัดการ ปกป้อง และฟื้นฟูสภาวะสมดุลทางธรณีสัณฐานของการไหลของแม่น้ำเวอร์มอนต์ ด้วยการแก้ปัญหาความขัดแย้งระหว่างการลงทุนของมนุษย์กับพลวัตของแม่น้ำ ให้มีความยั่งยืนทั้งในแง่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เศรษฐกิจและระบบนิเวศมากที่สุด โดยมีวัตถุประสงค์หลักดังนี้ (Vermont River Management Program, 2010)

- การบรรเทาอันตรายจากการกัดเซาะ
- ลดการสะสมของตะกอนและสารอาหาร
- การปกป้องและฟื้นฟูแหล่งอาศัยทางน้ำและชายน้ำ

การวางแผนแนวแม่น้ำ เป็นแผนที่ครอบคลุมในเรื่องแม่น้ำทั้งหมด ทั้งระดับและแนวทางในการจัดการ โดยมีจุดประสงค์เพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกันของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง เป็นคู่มือที่ผู้เกี่ยวข้องจะใช้ในทิศทางเดียวกัน เพื่อบรรลุจุดมุ่งหมายทั้งในเชิงเศรษฐกิจและระบบนิเวศ ซึ่งการปกป้องและฟื้นฟูแนวแม่น้ำเป็นส่วนหนึ่งของการวางแผนแนวแม่น้ำด้วย ดังจะกล่าวในลำดับต่อไป

2.3.2 การปกป้องแนวแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง

แนวแม่น้ำ (River Corridor) เป็นพื้นที่ทางกายภาพที่แม่น้ำใช้ถ่ายเทและการเคลื่อนย้ายด้านข้างของร่องน้ำ โดยมีที่ราบน้ำท่วมถึงเป็นพื้นที่รองรับน้ำที่ล้นออกจากร่องน้ำ แนวแม่น้ำจึงเป็นแนวขอบเขตที่ได้รับอิทธิพลจากร่องน้ำ เป็นบริเวณที่จำเป็นต่อแม่น้ำเพื่อรักษาสมดุลธรณีสัณฐาน (Geomorphic Equilibrium) (State of Vermont, n.d.)

แม่น้ำ ลำธารและร่องน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเพื่อตอบสนองต่อน้ำ พลังงาน ตะกอน และเศษซากที่ไหลผ่าน ดังนั้นการกัดเซาะและสะสมตะกอนในแม่น้ำจึงเป็นไปตามธรรมชาติ ซึ่งการพยายามที่จะหยุดกระบวนการเหล่านี้จะก่อให้เกิดผลเสียต่อทั้งระบบและต่อพื้นที่อื่น

แนวแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงเป็นพื้นที่ที่มีพลวัต (Dynamic) ซึ่งจะทำงานได้ดีและมีประสิทธิภาพต่อเมื่อสามารถคงไว้ซึ่งความเชื่อมต่อกับสภาพแวดล้อม แม่น้ำที่ถูกตัดขาด (Disconnected River) จะมีรูปแบบและบทบาทที่ไม่สมบูรณ์และส่งผลต่อกระบวนการของแม่น้ำ (Wohl, 2004) ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงการรุกล้ำเพื่อให้เครือข่ายแม่น้ำสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการหลีกเลี่ยงพื้นที่แนวแม่น้ำนี้เองเป็นการลดความเสี่ยงต่อความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับพื้นที่เดิม หรือโครงสร้างพื้นฐานเดิมในพื้นที่ด้วย (State of Vermont, n.d.) นอกจากนี้ยังเป็นวิธีการที่ใช้ต้นทุนต่ำที่สุดในการลดความเสียหายจากน้ำท่วม ในทางกลับกันการรุกล้ำแนวแม่น้ำนั้นจำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายสูงสำหรับการป้องกันสิ่งปลูกสร้างอย่างต่อเนื่อง ทั้งการปรับร่องน้ำให้ตรง การขุดลอก หรือการสร้างโครงสร้างเพื่อป้องกัน ซึ่งจะเป็นการถ่ายโอนผลกระทบไปสู่พื้นที่อื่น ทั้งต้นน้ำและปลายน้ำก็จะได้รับผลกระทบที่มากขึ้น (State of Vermont, n.d.) การรักษาหรือปกป้องแนวแม่น้ำจึงเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มขีดความสามารถในการรับมือกับน้ำท่วม

The National Flood Insurance Program (NFIP) บริหารจัดการโดย The Federal Emergency Management Program (FEMA) เป็นโครงการประกันภัยที่คำนึงถึงขนาดของอุทกภัย

NFIP อธิบายที่ราบน้ำท่วมตามกฎหมายว่า เป็นพื้นที่อันตรายจากอุทกภัยพิเศษ ซึ่งมีโอกาสเกิดน้ำท่วม 1% หรือมากกว่านั้น จึงมีการกำหนดขอบเขตของการคดโค้ง (Meander Belt) ของแนวแม่น้ำที่จะขึ้นอยู่กับการคำนวณ เช่น ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ ความลาดชัน และความกว้างของร่องน้ำ การระบุหรือกำหนดพื้นที่คดโค้งของแม่น้ำนี้เพื่อรักษาและคงไว้ซึ่งความสมดุลในสภาวะที่ตลิ่งมีเสถียรภาพ ส่วนพื้นที่อันตรายต่อการเกิดอุทกภัยพิเศษจะถูกกำหนดโดย FEMA จากการคำนวณ เช่น ประวัติการไหลของกระแสน้ำสูงสุด หรือความถี่ในการเกิดน้ำท่วม (State of Vermont, n.d.)

กรณีศึกษา

(1) โครงการปกป้องแนวแม่น้ำในเวอร์มอนต์ (Protecting River Corridors in Vermont) (Kline & Cahoon, 2010)

สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติแห่งรัฐเวอร์มอนต์มีกลยุทธ์ในการฟื้นฟูแหล่งที่อยู่อาศัยทางน้ำ คุณภาพน้ำ และนิเวศบริการจากพื้นที่ชายน้ำ ด้วยการปกป้องแนวแม่น้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ รวมถึงบทบาทและคุณลักษณะของที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งเวอร์มอนต์นั้นมีร่องน้ำจำนวนมากที่ถูกปรับเปลี่ยนด้วยการจัดการร่องน้ำ การรุกล้ำแนวแม่น้ำ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Kline & Cahoon, 2010)

พื้นที่ที่อยู่ติดกับร่องน้ำ มีความสำคัญต่อทั้งระบบนิเวศบกและระบบนิเวศน้ำ (Allen, 1995; Smith et al., 2008 อ้างถึงใน Kline & Cahoon, 2010) เป็นพื้นที่ที่ให้นิเวศบริการที่สำคัญ (Postel and Carpenter, 1997 อ้างถึงใน Kline & Cahoon, 2010) และมีความสำคัญต่อสังคม (MEA, 2005 อ้างถึงใน Kline & Cahoon, 2010) ดังนั้นโครงการนี้จึงมีแนวทางที่มากกว่าการกำหนดแนวกันชน (Buffer) ที่เป็นระยะถอยร่นของการใช้ประโยชน์ที่ดิน แต่ใช้การกำหนดขอบเขตแนวแม่น้ำจากธรณีสัณฐาน (Geomorphic-based River Corridors) เพื่อการรักษาสภาพธรรมชาติและบทบาทหน้าที่ของร่องน้ำ ตลอดจนนิเวศบริการที่สำคัญด้วย เช่น การบรรเทาผลกระทบจากน้ำท่วมและการกัดเซาะ โดยใช้พื้นฐานจากมุมมองทางวิทยาศาสตร์ (Science-based Approach) ในการบูรณาการวางแผนแนวแม่น้ำกับนโยบายและโครงการสาธารณะอื่น ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการจัดการแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงที่มากไปกว่าขอบเขตในการกำหนดแบบเดิม

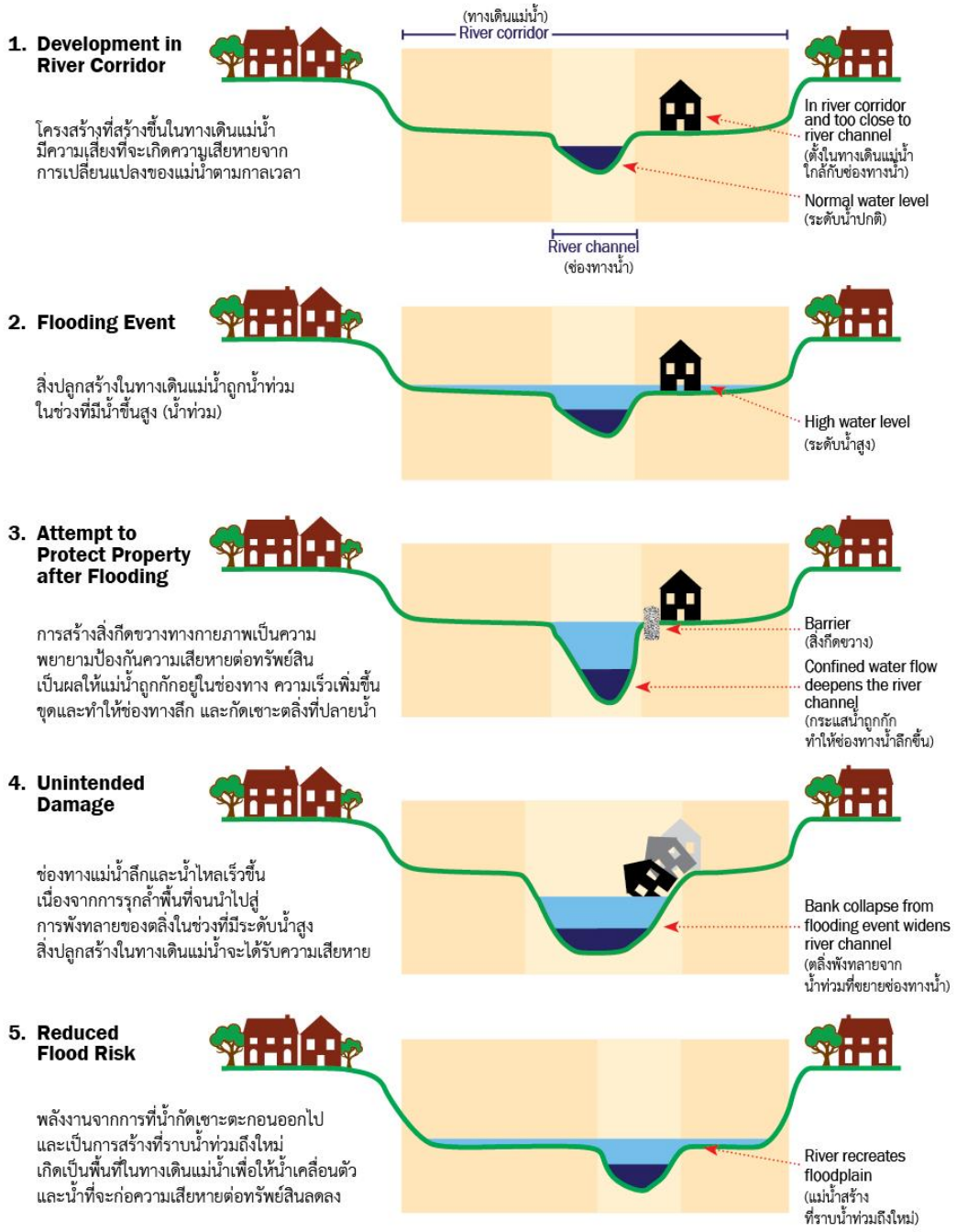
โครงการนี้เกิดขึ้นเพื่อแก้ปัญหาจากแผนที่น้ำท่วมเดิมที่เคยจัดทำไว้ โดยวางแผนทั้งบริบทลุ่มน้ำ ด้วยเทคนิคการออกแบบทางธรรมชาติร่วมกับการวางแผนการปกป้องแนวแม่น้ำจากธรณีสัณฐาน โดยมีการคำนึงถึง (Kline & Cahoon, 2010)

- สภาพของลำน้ำ รูปแบบและกระบวนการ รวมถึงลักษณะลุ่มน้ำ
- ความอ่อนไหวของลำน้ำที่ขึ้นอยู่กับตะกอน ธรณีวิทยา ขอบเขต สัณฐาน เป็นต้น ซึ่งอาจถูกรบกวนด้วยธรรมชาติเองหรือจากการกระทำของมนุษย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

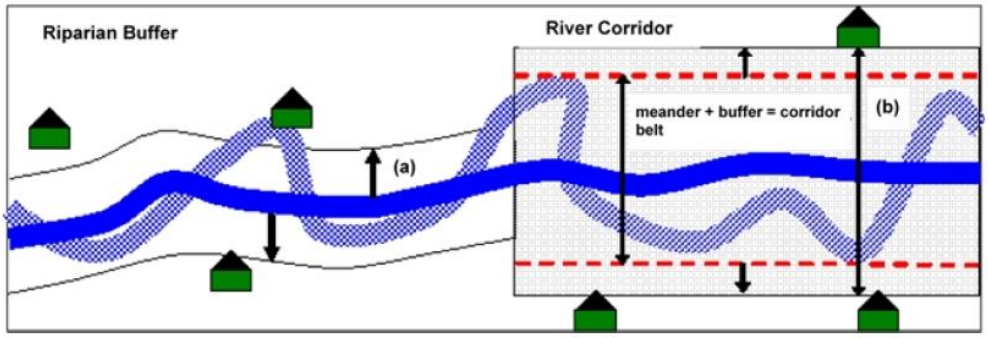
- รูปแบบการเคลื่อนที่ของร่องน้ำ ทั้งจากสาเหตุทางธรรมชาติและมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพลำน้ำ

โครงการดังกล่าวใช้การระบุขอบเขตแนวแม่น้ำและแนวกันชนที่เป็นระยะถอยร่นของการพัฒนา ในการกำหนดแนวแม่น้ำทั้งหมดที่รวมแนวการคดโค้งของแม่น้ำเข้าไว้ด้วย



ภาพที่ 30 ความสำคัญที่ควรรักษาหรือปกป้องแนวแม่น้ำ (River Corridor)

ดัดแปลงจาก State of Vermont (n.d.)



ภาพที่ 31 เปรียบเทียบการกำหนดระยะในการถอยร่น
(a) แม่น้ำรวมแนวพืชชายน้ำ (b) แนวแม่น้ำที่รวมกับแนวกันชนและพื้นที่คดโค้งของแม่น้ำ
ที่มา Ohio Department of Natural Resource, 2006 อ้างถึงใน Kline and Cahoon (2010)

กลไกหลักของโครงการนี้คือ

(1) ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ที่ดินของรัฐและเทศบาล (State and Municipal Land Use Restrictions) ในการพัฒนาในพื้นที่ที่กำหนดว่าเป็นพื้นที่อันตรายจากการกัดเซาะ (Fluvial Erosion Hazard Areas)

(2) ข้อตกลงที่จะจำกัดการพัฒนาและกิจกรรม เพื่อปกป้องทรัพยากรธรรมชาติและบทบาทเชิงนิเวศของแม่น้ำและพื้นที่โดยรอบ (River Corridor Conservation Easement) โดยมีจุดประสงค์เพื่อขอความร่วมมือจากเจ้าของที่ดิน เช่น เจ้าของที่ดินที่ทำการเกษตรและป่าไม้ภายในพื้นที่แนวแม่น้ำ ที่อยู่นอกเขตกันชนพืชพรรณตามธรรมชาติเพื่อรักษาการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบดั้งเดิมได้ เจ้าของที่ดินจะต้องไม่จัดการหรือพัฒนาแหล่งน้ำตามธรรมชาติ พื้นที่ชุ่มน้ำ หรือแหล่งน้ำอื่น ที่จะเป็นการเปลี่ยนแปลงการไหลของน้ำตามธรรมชาติ เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กลไกทั้งสองนี้เป็นองค์ประกอบหลักของกลยุทธ์สำหรับการจัดการแม่น้ำ ซึ่งมักใช้ร่วมกับแนวทางการฟื้นฟูแม่น้ำที่มีการใช้งานอยู่ เพื่อปกป้องและหลีกเลี่ยงความเสี่ยงในแนวแม่น้ำ ดังนั้น ประเด็นที่สำคัญของกลยุทธ์นี้คือการทำงานร่วมกันและความต่อเนื่องกันระหว่างภาครัฐ ส่วนกลางของรัฐ เทศบาล และฝ่ายไม่แสวงหาผลกำไร

2.3.3 การจัดการและการฟื้นฟูแม่น้ำ

ในปัจจุบันนี้การจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำหลายแห่งมุ่งเน้นไปที่การฟื้นฟูความสมดุลระหว่างการใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอยู่กับการฟื้นฟูความหลากหลาย ความยั่งยืน และระบบนิเวศแม่น้ำที่ดี โดยที่ความยั่งยืน (Sustainability) ในเชิงนิเวศนั้นหมายถึง ความสามารถของระบบนิเวศในการคงไว้ซึ่งความ

หลากหลายและมีประสิทธิผล ในบริบททางกายภาพคือความสามารถของระบบนิเวศในการดำเนินกระบวนการหรือบทบาท ที่สามารถให้ทรัพยากรต่อไปได้ (Wohl, 2018)

การฟื้นฟูแม่น้ำเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการแม่น้ำเพื่อช่วยในการปรับปรุงกระบวนการทางอุทกวิทยา ธรณีสัณฐาน และนิเวศวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำที่เสื่อมโทรมให้มีสภาพที่ดีขึ้น และเพื่อทดแทนองค์ประกอบที่เสียหายไปจากระบบของธรรมชาติ (Wohl et al. 2005 อ้างถึงใน Wohl, 2018) วัตถุประสงค์ของการฟื้นฟูมีหลายประการ และในหลายระดับ ตั้งแต่แม่น้ำสายเดียว ไปจนถึงระดับลุ่มน้ำทั้งหมด (Wohl, 2014, 2018)

การฟื้นฟู คือ ความพยายามในการเชื่อมต่อระบบเดิมที่ได้รับความเสียหาย ให้กลับมาใช้งานได้ใหม่ (Reconnection) ไม่ว่าจะด้วยการรื้อถอนหรือปรับปรุงโครงสร้างที่จำกัดการเชื่อมต่อออก เช่น เขื่อนหรือคันกั้นน้ำ หรือการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางกายภาพด้วยการปรับปรุงรูปร่างใหม่ (Reshaping) การปลูกพืชใหม่ (Replanting) และการสร้างใหม่ (Reconstruction) ซึ่งแต่ละรูปแบบของการฟื้นฟูนั้นแตกต่างกันไปตามวิธีการและวัตถุประสงค์ รวมถึงระดับ ซึ่งการฟื้นฟูในระดับลำน้ำจะเกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ แต่หากเป็นระดับลุ่มน้ำจะต้องมีการขับเคลื่อนโดยหน่วยงานภาครัฐ (Wohl, 2018)

มีเอกสารทางวิชาการหลายฉบับกล่าวถึงปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการฟื้นฟูแม่น้ำ (Kondolf and Larson, 1995; Hughes et al., 2001; Kondolf et al., 2001; Ward et al., 2001; Hilderbrand et al., 2005; Wohl et al., 2005; Kondolf et al., 2006; Sear et al., 2008; Brierley and Fryirs, 2009; Hester and Gooseff, 2010 อ้างถึงใน Wohl, 2014) ตัวอย่างดังนี้

(1) การฟื้นฟูควรตั้งอยู่บนความเข้าใจในบริบทของแม่น้ำที่มีความซับซ้อนและความหลากหลายของรูปแบบและกระบวนการ รวมถึงบริบทของแม่น้ำในอดีตที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาทั้งรูปแบบและกระบวนการ (Campana et al. 2014; Petkovska et al. 2015; Brierley and Fryirs 2016 อ้างถึงใน Wohl, 2018)

(2) การฟื้นฟูควรให้ความสำคัญกับกระบวนการที่รักษารูปแบบของแม่น้ำ มากกว่าการทำให้รูปแบบของแม่น้ำตายตัว (Rigid Form) ซึ่งขาดความยั่งยืนภายใต้กระบวนการของน้ำและตะกอนที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

(3) การติดตามผลของการฟื้นฟู โดยใช้เครื่องมือที่มีความเหมาะสมต่อการประเมินผล และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการฟื้นฟู (Wohl, 2014) สภาพเชิงนิเวศของแนวแม่น้ำต้องสามารถวัดผลได้ เช่น คุณภาพน้ำ การเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ (Palmer et al., 2005 อ้างถึงใน Wohl, 2018)

(4) การพิจารณาบริบทของทั้งลุ่มน้ำมากกว่าแค่เพียงส่วนย่อยของแม่น้ำ เนื่องจากภูมินิเวศแม่น้ำนั้นมีความเชื่อมโยงและมีอิทธิพลต่อกันทั้งในด้านกายภาพ เคมี รวมถึงด้านชีวภาพด้วย การเชื่อมโยงกันของปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อการฟื้นฟูแม่น้ำ

(5) การคำนึงถึงความแตกต่างหลากหลายในเชิงพื้นที่และเวลาในภูมินิเวศแม่น้ำเป็นสิ่งสำคัญ (Brierley and Fryirs, 2009 อ้างถึงใน Wohl, 2014) เนื่องจากแม่น้ำมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เช่น การเปลี่ยนแปลงของสัณฐานของท้องน้ำ ความกว้างและความลึกของร่องน้ำที่มีผลต่อความผันผวนของน้ำและตะกอนในช่องทาง ซึ่งมีค่าไม่เท่ากันในแต่ละสายของแม่น้ำ ดังนั้นในการฟื้นฟูจึงควรให้มีความยืดหยุ่นเพื่อการปรับตัวของร่องน้ำด้วย

นอกจากนี้ยังมีหลักเกณฑ์บางประการที่ Palmer et al., 2005 อ้างถึงใน Wohl (2018) เสนอไว้เพื่อการฟื้นฟูแม่น้ำ ดังนี้

(6) ภูมินิเวศแม่น้ำต้องมีความยั่งยืนในตัวเองและยืดหยุ่นหรือทนต่อการรบกวนได้มากขึ้น การฟื้นฟูแม่น้ำจึงต้องมีการดูแลรักษาอย่างต่อเนื่องหลังการฟื้นฟูเสร็จสิ้นกระบวนการ

(7) ไม่ควรสร้างผลกระทบถาวรต่อแนวแม่น้ำระหว่างการฟื้นฟู

(8) ในขั้นตอนการประเมินก่อนและหลังกระบวนการสิ้นสุด ควรต้องมีการเปิดเผยข้อมูลต่อสาธารณะด้วย (Palmer et al., 2007 อ้างถึงใน Wohl, 2018)

โครงการฟื้นฟูในช่วงแรกเริ่มนั้น หลายโครงการจะเน้นไปที่รูปแบบของช่องทางในระดับลำน้ำสายเดียว ซึ่งโดยทั่วไปจะช่วยในเรื่องการประมง ความสวยงามและคุณภาพน้ำ แต่เมื่อมีโครงการมากขึ้นตามช่วงเวลา การฟื้นฟูในปัจจุบันจึงมุ่งเน้นไปที่เรื่องของกระบวนการ รวมถึงการเชื่อมต่อของที่ราบน้ำท่วมถึง (Tockner et al., 1999; Hughes et al., 2001; Shields et al. 2011; Gumiero et al. 2013 อ้างถึงใน Wohl, 2018) การเชื่อมต่อตามแนวยาว (Shafroth et al., 2010; Konrad et al., 2011 อ้างถึงใน Wohl, 2018) ผลผลิตเชิงนิเวศวิทยา (Lepori et al., 2005; Palmer et al., 2010 อ้างถึงใน Wohl, 2018) และพื้นที่สำหรับการเปลี่ยนแปลงของน้ำและตะกอน (Kondolf, 2011 อ้างถึงใน Wohl, 2018) โดยมีการนำแนวคิดในเชิงนิเวศมาใช้กับการฟื้นฟูและการจัดการที่ราบน้ำท่วมถึงมากขึ้น

WMO (2012) ได้มีการรวบรวมแนวทางในการฟื้นฟูแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงให้มีความยั่งยืนเอาไว้ดังนี้

(1) มุมมองการใช้โครงสร้างทางวิศวกรรมแบบอ่อน (Soft Engineering Approaches)

- การปรับร่องน้ำสายหลักให้มีความคดโค้ง
- ขยายความกว้างของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง

- การเชื่อมต่อเครือข่ายลำน้ำสายเดิม
- รื้อถอนแนวตลิ่งหรือโครงสร้างดาดแข็งออก
- จำกัดหรือรื้อถอนโครงสร้างที่ขวางกระบวนการไหลของน้ำ

(2) การพิจารณาในระดับพื้นที่ลุ่มน้ำ (Catchment Scale Considerations)

- ทำความเข้าใจในการจัดการและการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินในระดับลุ่มน้ำ
- การตรวจสอบการเชื่อมต่อของกระบวนการทางอุทกวิทยา
- พิจารณาประเด็นในเรื่องปริมาณและคุณภาพน้ำ

(3) ประเด็นที่เกี่ยวกับสถาบันต่าง ๆ (Institutional Issues)

- ความร่วมมือและการรวมความคิดระหว่างภาคส่วน
- เจตจำนงทางการเมืองและการสนับสนุนที่เข้มแข็ง
- จัดให้มีการสนับสนุนจากส่วนท้องถิ่น
- พัฒนาการตระหนักรู้ การยอมรับและความร่วมมือจากสาธารณะ

(4) การมีส่วนร่วม (Participation) ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งในและนอกพื้นที่

- ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียภายในพื้นที่ (Local Stakeholders)
- ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในวงกว้าง (Wider Stakeholders)
- ผู้เชี่ยวชาญ (Experts)

(5) การรวมประเด็นด้านนิเวศบริการเข้ากับวัตถุประสงค์ของโครงการ

ทั้งนี้ โครงการฟื้นฟูแต่ละโครงการมีความเฉพาะเจาะจงที่แตกต่างกัน หลักการและแนวทางข้างต้นเป็นเพียงแนวทางทั่วไปที่จะต้องมีการพิจารณาให้เหมาะสมกับแต่ละโครงการ (WMO, 2012)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรณีศึกษา

(1) The Mareiterbach / Rio Ridanna, Italy (Wohl, 2018)

การฟื้นฟูแม่น้ำขนาดเล็กที่รวมเอาความซับซ้อนและการเชื่อมต่อมาจาก the Mareiterbach or Rio Ridanna ทางตอนใต้ของ Tyrol ประเทศอิตาลี ซึ่งในส่วนล่างของพื้นที่แอ่งมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่เกษตร และการตั้งถิ่นฐานแทนที่ป่าชายน้ำเดิม ทำให้พื้นที่แนวแม่น้ำลดลงกว่า 50%

ฟื้นฟูด้วยการขยายร่องน้ำ (Active Channel) ลดความชันของตลิ่งตลอดความยาวของแม่น้ำที่มีร่องรอยของการกัดเซาะ และรื้อถอนโครงสร้างควบคุมระดับน้ำออก เป็นการลดความเสี่ยงจากน้ำท่วม และเพิ่มความยั่งยืนให้กับแม่น้ำ

ภาพที่ 32 การเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำจากการฟื้นฟู the Mareiterbach/Rio Ridanna, Italy
ภาพก่อนการฟื้นฟู ค.ศ. 2005 (ซ้าย) และภาพหลังการฟื้นฟู ค.ศ. 2010 (ขวา)
ที่มา Wohl (2018, p. 128)

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นคือ การเชื่อมต่อตามแนวยาวที่ต่อเนื่องมากขึ้นสำหรับการถ่ายเทตะกอน แหล่งอาศัยมีความหลากหลายมากขึ้น รวมถึงขนาดและความอุดมสมบูรณ์ของพืชพันธุ์ชายน้ำเพิ่มมากขึ้น (Moritsch, 2017 อ้างถึงใน Wohl, 2018)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(2) The Kissimmee River in Florida, USA (Wohl, 2018)

เป็นโครงการฟื้นฟูระดับลุ่มน้ำในอเมริกาเหนือที่มีการเชื่อมต่อร่องน้ำใหม่กับส่วนของแนวแม่น้ำที่เคยขาดการเชื่อมต่อ (Disconnected) ผ่านร่องน้ำทางวิศวกรรมซึ่งมีการควบคุมการไหล

แม่น้ำ Kissimmee เป็นต้นน้ำของระบบนิเวศเอเวอร์เกลดส์ (the Everglades Ecosystem) และเป็นลำน้ำสาขาแรกของทะเลสาบ Okeechobee ซึ่งระบายน้ำด้วยที่ราบต่ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ แม่น้ำ Kissimmee มีความคดเคี้ยวมาก ในอดีตจึงเคยถูกทำให้ตรง (Channelized) และควบคุมการไหลด้วยโครงสร้างสำหรับควบคุมน้ำ 6 แห่ง ระหว่างปี ค.ศ. 1962 ถึง 1971 ทำให้มีสารอาหารไหลลงสู่ทะเลสาบ Okeechobee เพิ่มมากขึ้น จนแม่น้ำกลายเป็นมลพิษ ส่งผลให้ที่อยู่อาศัยและชีวิตของสัตว์ป่าลดลง

สภานิติบัญญัติของรัฐฟลอริดา (The Florida Legislature) ออกพระราชบัญญัติเพื่อฟื้นฟูแม่น้ำ Kissimmee ในปี ค.ศ. 1976 โดยมีเป้าหมายเพื่อการฟื้นฟูความสมบูรณ์เชิงนิเวศ โดยใช้เกณฑ์ในการประเมินคือ การเป็นแหล่งพลังงาน คุณภาพน้ำ คุณภาพของที่อยู่อาศัย กระบวนการทางอุทกวิทยา และปฏิสัมพันธ์ทางชีวภาพ (Koebel, 1995; Wohl, 2004 อ้างถึงใน Wohl, 2018)

ฟื้นฟูด้วยการรื้อถอนโครงสร้างควบคุมน้ำออก 2 แห่ง เพื่อให้ระบบการไหลของน้ำเป็นธรรมชาติมากขึ้น เพิ่มความหลากหลายในเชิงพื้นที่ตามธรรมชาติ ด้วยการถมกลับของคลองที่ถูกทำให้ตรง และการขุดถมช่องทางเดิมของแม่น้ำ รื้อถอนสิ่งกีดขวางเพื่อให้เกิดการเชื่อมต่อและให้ร่องน้ำมีความคดโค้ง

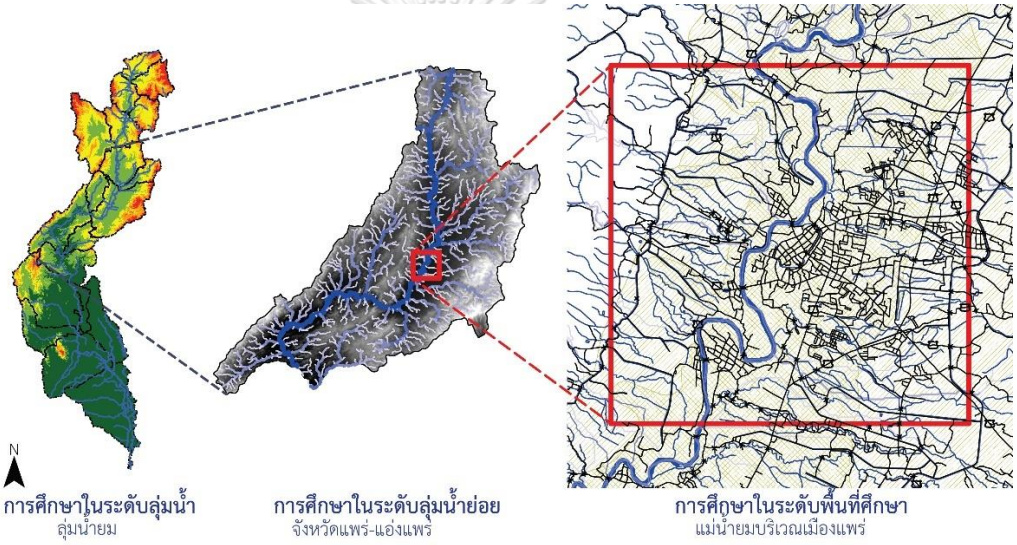
การฟื้นฟูระบบอุทกวิทยาให้กลับไปเป็นแบบเดิมนั้นต้องอาศัยระยะเวลามาก ซึ่งเป็นข้อจำกัดต่อการฟื้นตัวของระบบนิเวศด้วย (Toth et al., 1993 อ้างถึงใน Wohl, 2018)

จากกรณีศึกษาข้างต้น ทำให้เห็นว่าการฟื้นฟูแม่น้ำและแนวแม่น้ำ รวมถึงที่ราบน้ำท่วมถึงนั้นต้องอาศัยความเข้าใจพื้นฐานเชิงนิเวศของแม่น้ำเป็นส่วนสำคัญ เนื่องจากสิ่งก่อสร้างหรือโครงสร้างต่าง ๆ เป็นตัวทำลายหรือรบกวนการเชื่อมต่อและการทำงานของแม่น้ำ ซึ่งหากการฟื้นฟูไม่คำนึงถึงสภาพธรรมชาติเดิมอาจส่งผลกระทบหรือผลเสียหายที่มากขึ้นได้ การฟื้นฟูแม่น้ำตามสภาพธรรมชาติเดิมนั้นจำเป็นต้องอาศัยระยะเวลาและขั้นตอนในการดำเนินงานมาก ซึ่งอาจให้ผลความสำเร็จหรือไม่ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยทั้งทางธรรมชาติและความร่วมมือของมนุษย์ ดังนั้นการศึกษาและการทำความเข้าใจพื้นฐานเชิงนิเวศเดิมตั้งแต่แรกเริ่มก่อนโครงการพัฒนาต่าง ๆ หรือการทำความเข้าใจกับภูมินิเวศในแต่ละพื้นที่นั้น จะทำให้เกิดการปกป้องรักษาระบบนิเวศตามธรรมชาติไว้ได้ โดยไม่มีการรบกวนหรือผลเสียหายตามมาภายหลัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
พื้นที่ศึกษาและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาภูมินิเวศแม่น้ำ เพื่อให้เกิดความเข้าใจแม่น้ำในเชิงโครงสร้าง กระบวนการ และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ จำเป็นที่จะต้องศึกษาในหลายระดับเชิงพื้นที่ ซึ่งระดับในภูมินิเวศแม่น้ำนั้นมีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกันอย่างเป็นเครือข่าย (Erős & Lowe, 2019; Fausch et al., 2002; Torgersen et al., 2021; Wiens, 2002) และมีอิทธิพลต่อกัน ในการศึกษาแต่ละระดับจึงจะต้องศึกษาในระดับอื่นด้วย นอกจากนี้ระดับยังเป็นตัวกำหนดรายละเอียดและขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำที่จะทำการวิเคราะห์ในวิทยานิพนธ์นี้



ภาพที่ 33 ระดับเชิงพื้นที่ในการศึกษา

สร้างและดัดแปลงจาก FABDEM (Hawker & Neal, 2021) และ กรมทรัพยากรธรณี (2559)

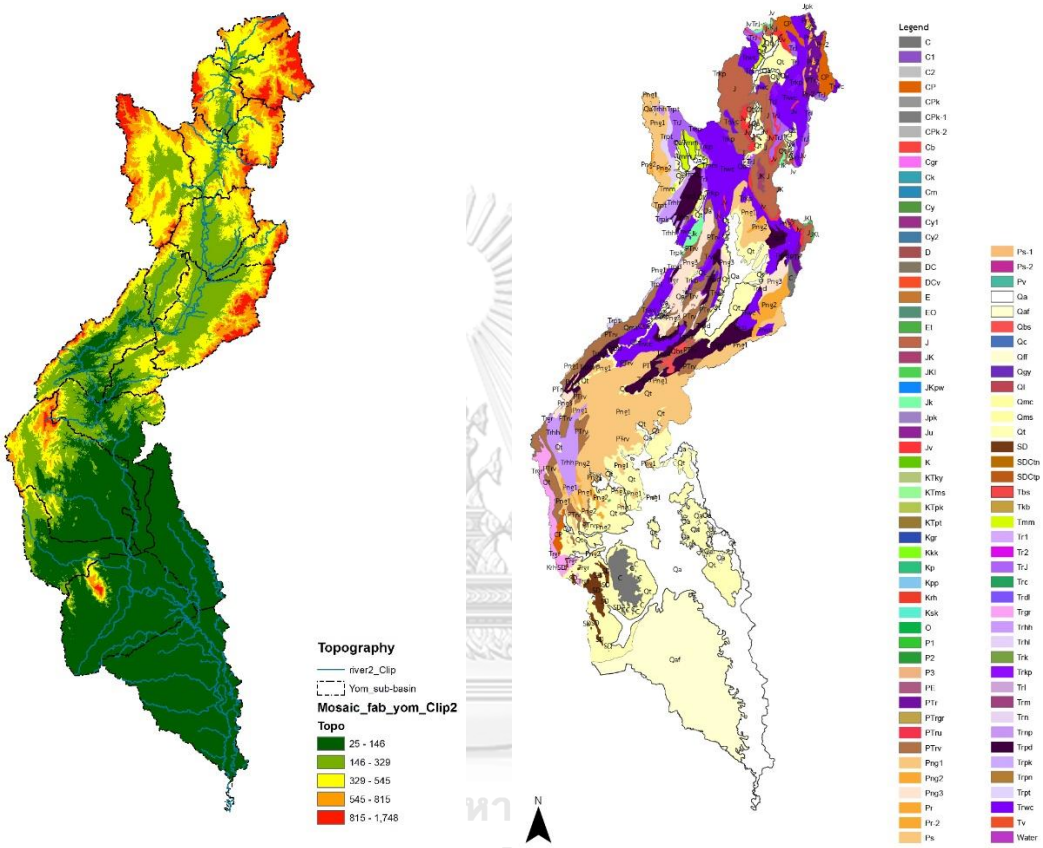
3.1 ระดับและขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

ขอบเขตของระบบนิเวศนั้นไม่มีความชัดเจนตายตัว เนื่องจากระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยมีธรรมชาติเป็นตัวกำหนด (Stanford et al., 2017) ซึ่งในการศึกษาเกี่ยวกับภูมินิเวศแม่น้ำส่วนใหญ่จะมีการแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับลุ่มน้ำ ระดับลุ่มน้ำย่อย และระดับลำน้ำ (Fausch et al., 2002; Gurnell et al., 2007)

ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้จึงแบ่งระดับในการศึกษาออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับลุ่มน้ำ ระดับลุ่มน้ำย่อย และระดับพื้นที่ศึกษา โดยการกำหนดระดับดังกล่าวนี้เป็นการกำหนดขอบเขตของพื้นที่ศึกษาเบื้องต้น เพื่อที่จะใช้ในการระบุขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำในแต่ละระดับ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นด้วย รายละเอียดในแต่ละระดับมีดังนี้

1) ระดับลุ่มน้ำ (Watershed Scale)

ลุ่มน้ำยม ประกอบด้วยลุ่มน้ำสาขา 19 สาขา ครอบคลุมเขตการปกครอง 11 จังหวัด ซึ่งจังหวัดแพร่เป็นหนึ่งในนั้น โดยมีข้อมูลเชิงกายภาพคือ ลำน้ำยมมีความยาวโดยประมาณ 793 กิโลเมตร ระดับความสูง 300-600 เมตร รทก. ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี 3,688 ลูกบาศก์เมตร โดยแบ่งเป็นฤดูฝน 3,247 และฤดูแล้ง 441 ลูกบาศก์เมตร (สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ, 2564)

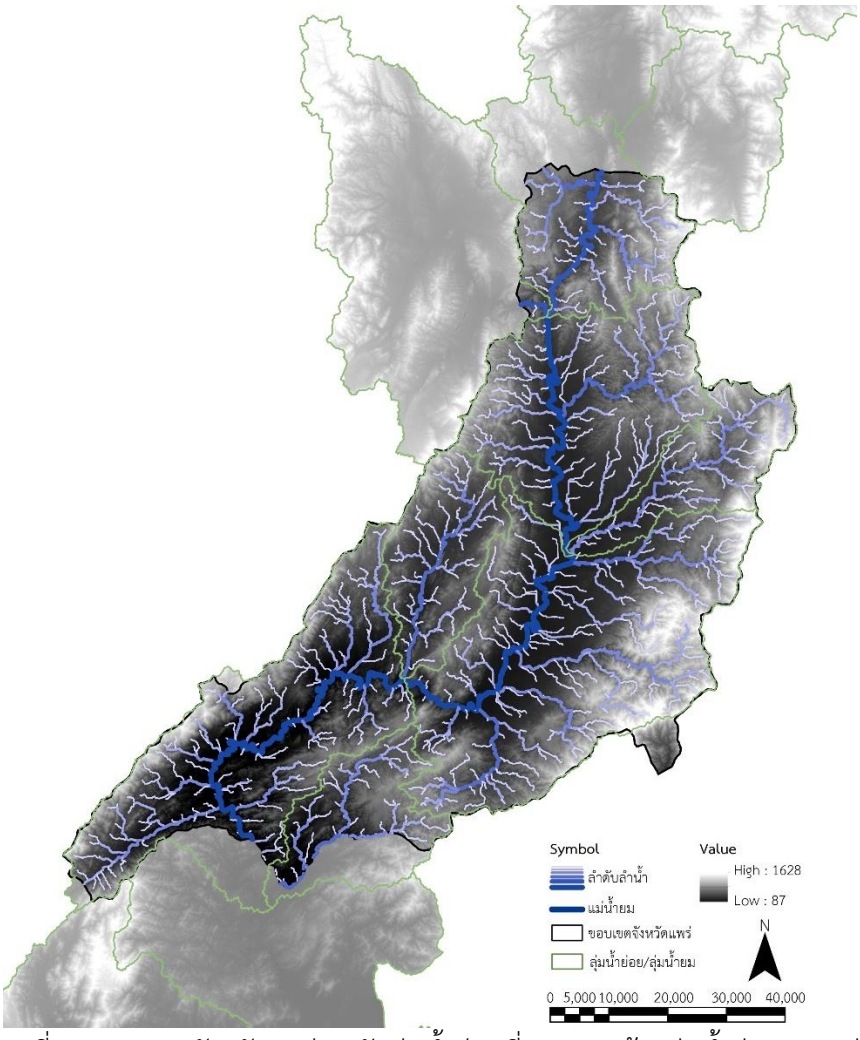


ภาพที่ 34 ลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำยม (ซ้าย) และแผนที่ธรณีวิทยาลุ่มน้ำยม (ขวา) ดัดแปลงจาก FABDEM (Hawker & Neal, 2021) และแผนที่ธรณีวิทยา (กรมทรัพยากรธรณี, 2559)

ระดับลุ่มน้ำ เป็นระดับในเชิงพื้นที่ที่สามารถอธิบายการเกิดของภูมินิเวศจากปัจจัยต่าง ๆ ตามทฤษฎีองค์ประกอบของภูมินิเวศ ทั้งลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีสัณฐาน และลักษณะอุทกวิทยา ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่มีอิทธิพลต่อองค์ประกอบอื่นทั้งระบบลุ่มน้ำ โดยลุ่มน้ำยมเกิดขึ้นจากกระบวนการของน้ำและตะกอน ซึ่งมีแนวขอบเขตครอบคลุมตั้งแต่แนวสันปันน้ำหรือสันเขาที่เป็นต้นกำเนิดของลำน้ำสายเล็กในช่วงต้นแม่น้ำยม จนถึงช่วงปลายแม่น้ำที่เป็นที่ราบลุ่ม รวมถึงลำน้ำสาขาทั้งหมดที่ไหลลงสู่แม่น้ำยมด้วย การศึกษาในระดับนี้ครอบคลุมภาพกว้างในเชิงพื้นที่ของลุ่มน้ำทั้งหมด

2) ระดับลุ่มน้ำย่อย (Sub Watershed or Sector Scale (Gurnell et al., 2007))

ในวิทยานิพนธ์นี้ ใช้ลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำยมตามหลักเกณฑ์การแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำสาขาที่กำหนดไว้ในพระราชกฤษฎีกากำหนดลุ่มน้ำ ("พระราชกฤษฎีกา กำหนดลุ่มน้ำ พ.ศ. 2564," 2564, 11 กุมภาพันธ์) (เส้นสีเขียวจากภาพที่ 35) โดยพิจารณาให้ครอบคลุมพื้นที่แอ่งแพร่ และจังหวัดแพร่ จึงประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อยหลายลุ่มเพื่อใช้เป็นแนวขอบเขตเบื้องต้นของการศึกษา

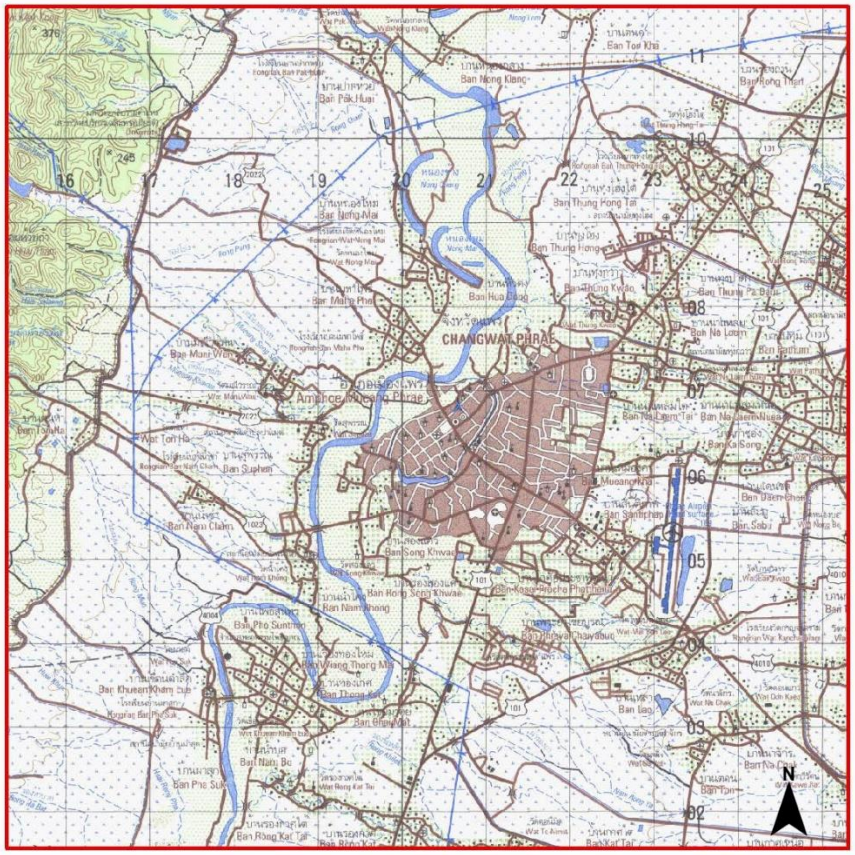


ภาพที่ 35 ขอบเขตจังหวัดแพร่ ระดับลุ่มน้ำย่อยที่ประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อยหลายลุ่ม
สร้างจาก FABDEM (Hawker & Neal, 2021) และข้อมูลลุ่มน้ำสาขา (กรมทรัพยากรน้ำ, 2565)

ในระดับลุ่มน้ำย่อยนี้ ใช้ลักษณะทางอุทกวิทยาของแม่น้ำตามการแบ่งโซนของแม่น้ำตามยาว (Longitudinal Zone) (FISRWG, 1998) เพื่ออธิบายลักษณะของธรณีสัณฐาน ธรณีวิทยาและภูมิประเทศที่เกิดขึ้นจากจากกระทำของเครือข่ายลำน้ำ รวมถึงกระบวนการทางอุทกวิทยาของแม่น้ำและภูมินิเวศ (Gurnell et al., 2007)

3) ระดับพื้นที่ศึกษาหรือระดับลำน้ำ (Site or Reach Scale (FISRWG, 1998; Gurnell et al., 2007))

ระดับลำน้ำเป็นระดับที่ครอบคลุมพื้นที่บริเวณลำน้ำหรือแม่น้ำสายเดียว ทำให้สามารถบ่งชี้รายละเอียดเฉพาะเชิงพื้นที่ขององค์ประกอบและปัจจัยต่าง ๆ ได้มากขึ้น รวมถึงลักษณะทางกายภาพของโครงสร้างและกระบวนการของแม่น้ำกับพื้นที่ข้างเคียงได้ โดยในวิทยานิพนธ์นี้จะใช้เป็นระดับพื้นที่ศึกษา เพื่อระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำ และความสัมพันธ์ระหว่างเมืองกับแม่น้ำ (ภาพที่ 36)



ภาพที่ 36 ระดับพื้นที่ศึกษา แม่น้ำยมบริเวณเมืองเก่าแพร่และปริมณฑล จากแผนที่ชุด L7018 ดัดแปลงจาก แผนที่ชุด L7018 (กรมแผนที่ทหาร, 2552)

พื้นที่ศึกษาในระดับนี้คือ แม่น้ำยมและเมืองแพร่ ในบริเวณแนวเขตเมืองเก่าและปริมณฑล เนื่องจากเมืองแพร่ในปัจจุบันขยายตัวออกจากเขตเมืองเก่า จึงใช้พื้นที่บริเวณนี้ซึ่งเกี่ยวข้องกับทั้งมนุษย์และแม่น้ำ เป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาในระดับนี้ โดยแม่น้ำยมในบริเวณนี้จัดอยู่ในโซนเปลี่ยนผ่าน (Transfer Zone) ของการเชื่อมต่อตามยาวของแม่น้ำ (FISRWG, 1998)

ภาพที่ 37 แนวแม่น้ำยมและลำน้ำสาขาบริเวณพื้นที่เมืองแพร่
ดัดแปลงจาก เส้นลำน้ำ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2561) และภาพถ่ายพื้นโลก (Esri, 2022)

3.2 ข้อมูลพื้นที่ศึกษา

3.2.1 ลักษณะทางภูมิศาสตร์

จังหวัดแพร่ตั้งอยู่ทางเขตภาคเหนือและภาคตะวันตกตอนบน จำแนกจากลักษณะธรณีสัณฐานวิทยาและลักษณะของภูมิประเทศ (DMR. MNRE, 2014) ประกอบด้วยเทือกเขาสูงวางตัวในแนวทิศเหนือ-ใต้ และตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้จำนวนมาก ทำให้เห็นรูปแบบของภูเขาสูงและหุบเขา (Valleys) หรือลักษณะที่เรียกว่า “แอ่ง” ซึ่งภายในแอ่งเป็นพื้นที่ราบลุ่ม ที่เหมาะต่อการตั้งถิ่นฐาน (DMR. MNRE, 2014) โดยมีแม่น้ำยมเป็นส่วนที่ต่ำที่สุดภายในแอ่ง

สภาพโดยทั่วไปของพื้นที่ ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเนิน หรือที่ราบระดับต่ำ (ความสูงจากระดับทะเลปานกลางต่ำกว่า 300 เมตร) มีแม่น้ำยมเป็นแม่น้ำสายสำคัญไหลผ่าน บริเวณที่ราบใกล้แม่น้ำยมเป็นที่ราบระดับสูง (ความสูงจาก รทก. ประมาณ 300-500 เมตร) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม (กรมทรัพยากรธรณี, 2549)

ลักษณะภูมิอากาศ

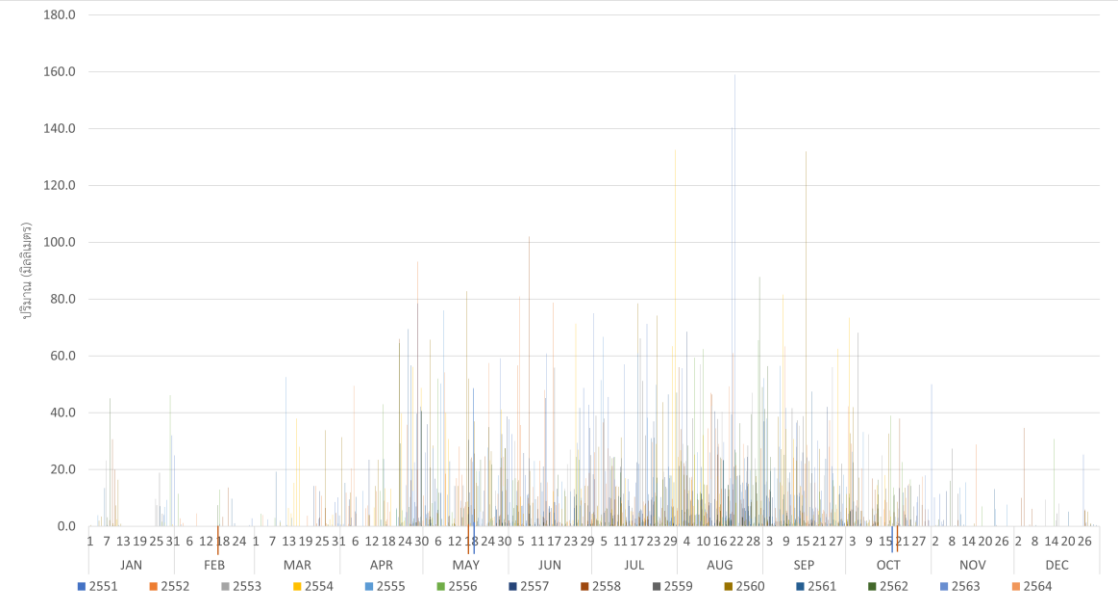
ลักษณะทางภูมิอากาศของจังหวัดแพร่อยู่ในประเภทของมรสุมเขตร้อนมีฝนเฉพาะฤดู หรือแบบทุ่งหญ้าเขตร้อน (DMR. MNRE, 2014) จังหวัดแพร่แบ่งเป็น 3 ฤดูกาล (สำนักงานจังหวัดแพร่, 2564) คือ

ฤดูหนาว เริ่มประมาณเดือนตุลาคม ถึง เดือนกุมภาพันธ์

ฤดูร้อน เริ่มประมาณเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนพฤษภาคม

ฤดูฝน เริ่มประมาณเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม

เนื่องจากจังหวัดแพร่อยู่ในพื้นที่ซึ่งถูกล้อมรอบด้วยภูเขา อากาศจึงค่อนข้างร้อนอบอ้าวในฤดูร้อน โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 26.7 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 1,000-1,200 มิลลิเมตร (อำเภอเมืองมีปริมาณฝนเฉลี่ย 1,173.4 มิลลิเมตร) ฝนตกชุกในเดือนสิงหาคมมีปริมาณฝนเฉลี่ย 238.7 มิลลิเมตร (ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา, 2565)



ภาพที่ 38 กราฟปริมาณน้ำฝนรายวัน ปีพ.ศ. 2551- 2564 สถานี Y.1C

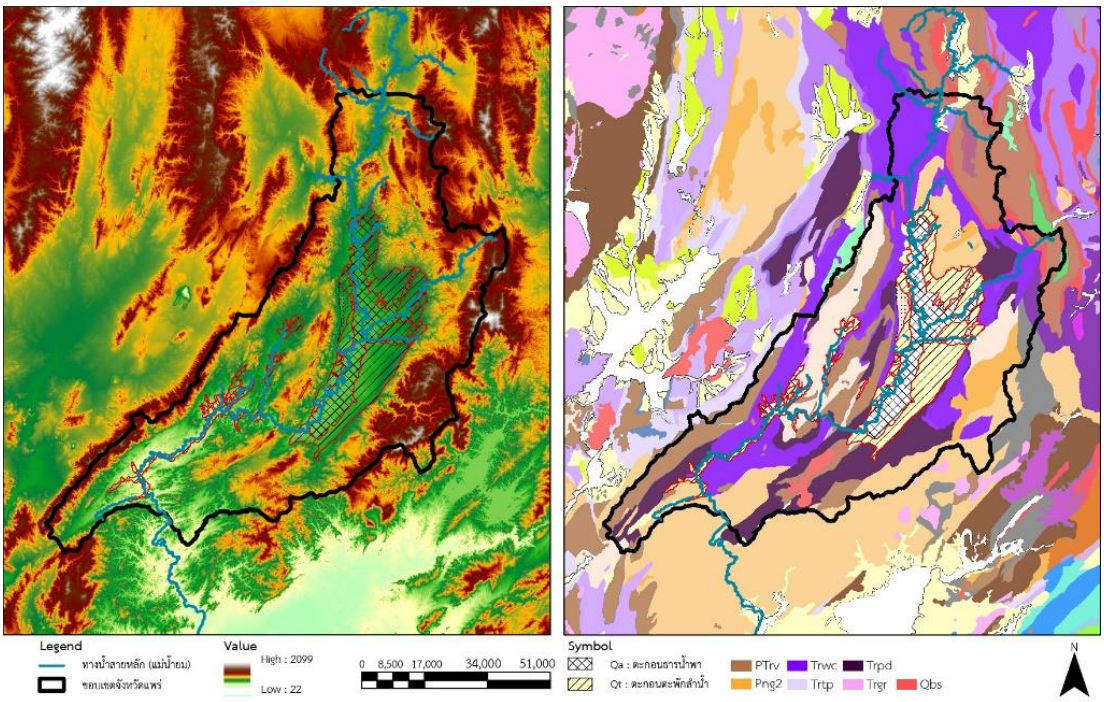
ดัดแปลงจาก ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน (2565a)

Chulalongkorn University

3.2.2 ลักษณะทางธรณีสัณฐานวิทยาและธรณีวิทยา

ธรณีสัณฐานของจังหวัดแพร่ มีลักษณะธรณีสัณฐานแบบสึกกร่อน โดยเฉพาะบริเวณช่วงกลางของพื้นที่ที่ปรากฏวัสดุเป็นดินตะกอน ซึ่งสามารถปรับตัวและมีการเปลี่ยนแปลงได้จากกระบวนการของน้ำ พื้นที่ค่อนข้างราบเรียบไปจบกับเทือกเขาหินลาดชัน สังเกตได้จากแผนที่ภูมิประเทศที่แสดงความสูง-ต่ำของพื้นที่ตามภาพที่ 39

จังหวัดแพร่ประกอบด้วยเทือกเขาและที่ราบลุ่มหรือ เป็นแอ่งที่ล้อมรอบด้วยเทือกเขาโดยมีแม่น้ำยมไหลผ่าน (กรมทรัพยากรธรณี, 2549) ลักษณะทางธรณีวิทยาประกอบด้วยดินตะกอน หินตะกอน หินแปร และหินอัคนีต่าง ๆ (สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, 2555) (ภาพที่ 39)



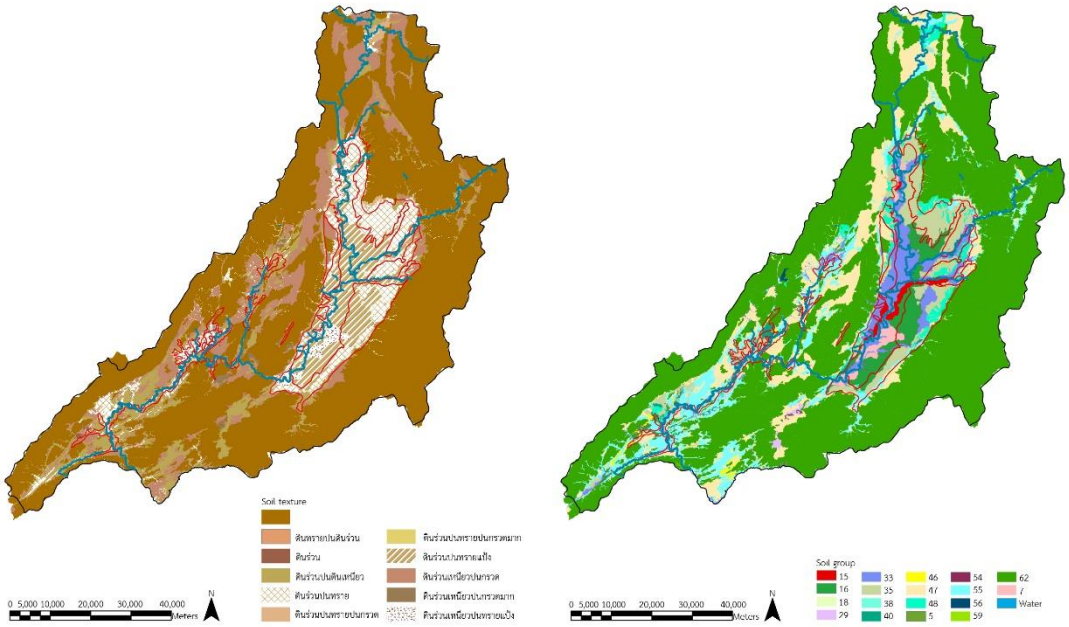
ภาพที่ 39 แผนที่ลักษณะภูมิประเทศ (ซ้าย) และแผนที่ธรณีวิทยา (ขวา) ของจังหวัดแพร่
ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021) และ กรมทรัพยากรธรณี (2559)

จากแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดแพร่ (ภาพที่ 39) จะเห็นว่าบริเวณตอนกลางของจังหวัดมีลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นดินตะกอนที่ล้อมรอบด้วยหินต่าง ๆ และมีแม่น้ำยมไหลผ่าน ซึ่งสามารถเทียบเคียงกับลักษณะภูมิประเทศแบบแอ่ง ที่ล้อมรอบด้วยภูเขา โดยองค์ประกอบทางธรณีวิทยาที่สำคัญซึ่งเป็นหน่วยตะกอนมีรายละเอียดดังนี้

- ตะกอนธารน้ำพา (Quaternary Alluvium: Qa) ประกอบด้วยกรวด ทราย ทรายแป้งและดินเหนียว ที่เกิดจากการพัดพาตะกอน กรวด ทราย ของน้ำ ไปสะสมตามแม่น้ำ หรือแอ่งที่น้ำท่วมถึง (กรมทรัพยากรธรณี, 2550) ทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบริมน้ำ พื้นที่บริเวณนี้มักเป็นแหล่งสะสมของชั้นทรายแม่น้ำ (กรมทรัพยากรธรณี, 2549)
- ตะกอนตะพักลำน้ำ (Terrace Deposits: Qt) ประกอบด้วยกรวด ทราย ทรายแป้งดินเหนียวและศิลาแลง (กรมทรัพยากรธรณี, 2550) เกิดจากแม่น้ำกัดเซาะในทางดิ่งมากขึ้น จนเกิดภูมิประเทศขั้นบันได พื้นที่บริเวณนี้ส่วนใหญ่ไม่ถูกน้ำท่วมขัง แต่อาจมีน้ำหลากได้ (กรมทรัพยากรธรณี, 2549) โดยมากมักจะเป็นที่ราบริมแม่น้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน่วยตะกอนทั้งสองมีลักษณะสำคัญคือ เป็นหน่วยที่ได้รับอิทธิพลจากการไหลของแม่น้ำ มีการแลกเปลี่ยน กัดเซาะและสะสมของตะกอนและวัสดุต่าง ๆ ส่งผลให้พื้นที่ในบริเวณแอ่งแพร่นี้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นพลวัต เช่น เป็นที่ราบน้ำท่วมถึงที่มีน้ำขังในช่วงฤดูฝน (กรมทรัพยากรธรณี, 2549) รวมถึงเป็นที่ราบนอกเขตน้ำท่วมขังที่สามารถเชื่อมต่อกับริมแม่น้ำได้ ซึ่งเหมาะกับการเป็นที่อยู่อาศัย (กรมทรัพยากรธรณี, 2549)



ภาพที่ 40 แผนที่ลักษณะดิน (ซ้าย) และแผนที่กลุ่มชุดดิน (ขวา) ของจังหวัดแพร่
ดัดแปลงจาก กรมพัฒนาที่ดิน (ม.ป.ป.-a, ม.ป.ป.-b)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นอกจากนี้จากแผนที่กลุ่มชุดดินที่พบภายในพื้นที่จังหวัดแพร่ประกอบด้วยกลุ่มชุดดินที่หลากหลายซึ่งมีคุณสมบัติ ลักษณะของดิน การใช้ประโยชน์และปัญหาที่แตกต่างกัน โดยในบริเวณแอ่งแพร่พบกลุ่มชุดดิน (ภาพที่ 40) (เช่น กลุ่มชุดดินที่ 7, 15, 33, 35 เป็นต้น) ที่มีลักษณะของดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนทรายแป้ง หรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ที่เกิดจากตะกอนลำน้ำที่มีทั้งขนาดละเอียดและหยาบ (กรมพัฒนาที่ดิน, ม.ป.ป.-a) ใช้ประโยชน์ในการทำเกษตร ใช้เป็นพื้นที่ปลูกพืชไร่ ทำนาปลูกข้าว หรือพืชผักต่าง ๆ โดยแต่ละแห่งจะมีความเหมาะสมแตกต่างกัน

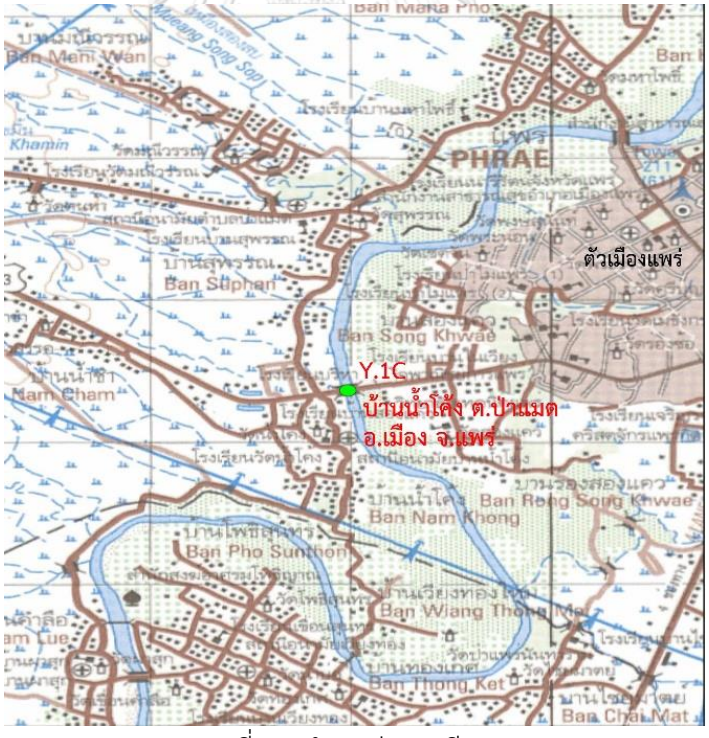
ส่วนกลุ่มชุดดินที่ 62 ที่มีขนาดพื้นที่มากที่สุด (ภาพที่ 40) อยู่ตามพื้นที่ลาดชันและภูเขาทำให้การสำรวจและจำแนกดินเป็นไปได้ยากกว่าส่วนอื่น ลักษณะเนื้อดินและความอุดมสมบูรณ์จะแตกต่างกันไปตามหินต้นกำเนิด พื้นที่ส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยป่าไม้ เช่น ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรังหรือป่าดงดิบ

ชั้น ซึ่งเป็นป่าต้นน้ำตามธรรมชาติ พื้นที่ในบริเวณนี้จึงไม่เหมาะกับการใช้ประโยชน์ทางการเกษตร (กรมพัฒนาที่ดิน, ม.ป.ป.-a)

3.2.3 ลักษณะทางอุทกวิทยา

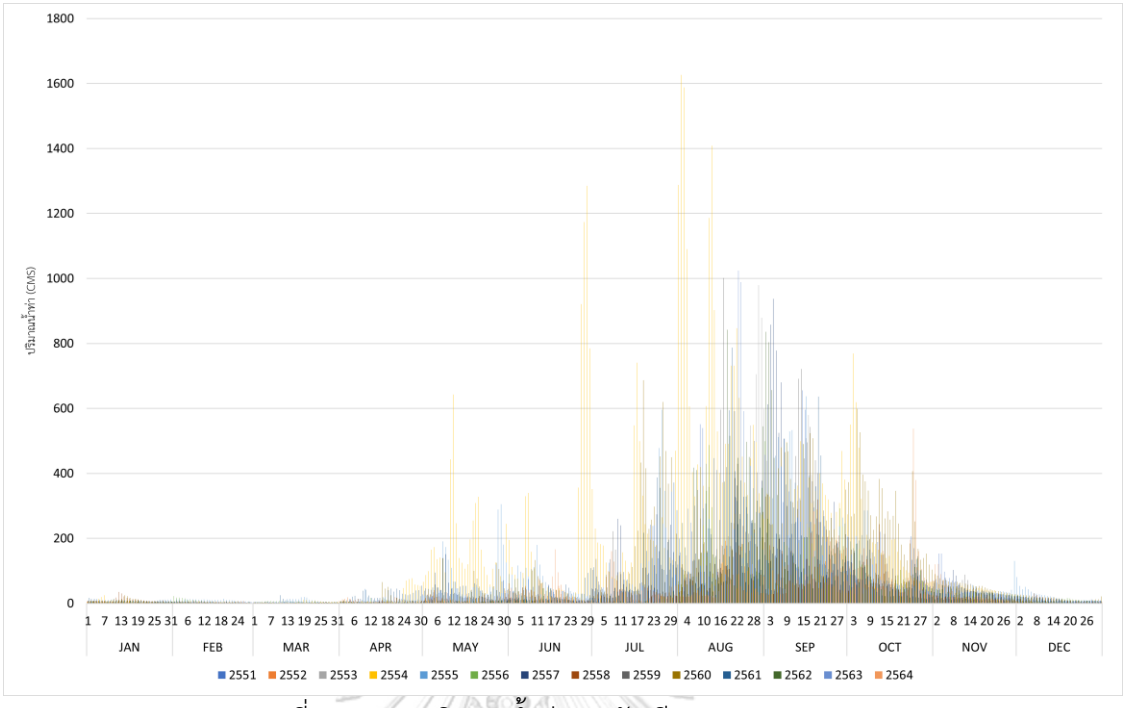
แม่น้ำยม เกิดจากต้นน้ำลำธารขนาดเล็กของเทือกเขาในเขตอำเภอปง จังหวัดพะเยา ลำน้ำสายเล็กทั้งหลายไหลรวมกัน และผ่านที่ราบของอำเภอเชียงม่วนมายังอำเภอสอง จังหวัดแพร่ (องค์การบริหารส่วนจังหวัดแพร่, 2550)

เนื่องจากจังหวัดแพร่มีสถานีตรวจวัดระดับน้ำแม่น้ำยมหลายสถานี ในการศึกษานี้เลือกใช้ข้อมูลจากสถานี Y.1C ที่อยู่บริเวณบ้านน้ำโค้ง ต.ป่าแมต อ.เมือง จ.แพร่ (ภาพที่ 41) เนื่องจากเป็นสถานีที่ใกล้กับพื้นที่ศึกษามากที่สุด และใช้สถิติจากช่วงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2564 เนื่องจากข้อมูลสถิติย้อนหลังที่เก่ากว่า พ.ศ. 2551 มีความไม่สมบูรณ์ เช่น ข้อมูลปริมาณน้ำท่ามีไม่ครบตามจำนวนวันและเดือน จึงเลือกใช้ช่วงเวลาดังกล่าวเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทั้งปริมาณน้ำ ระดับน้ำ และปริมาณน้ำฝน ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกันได้



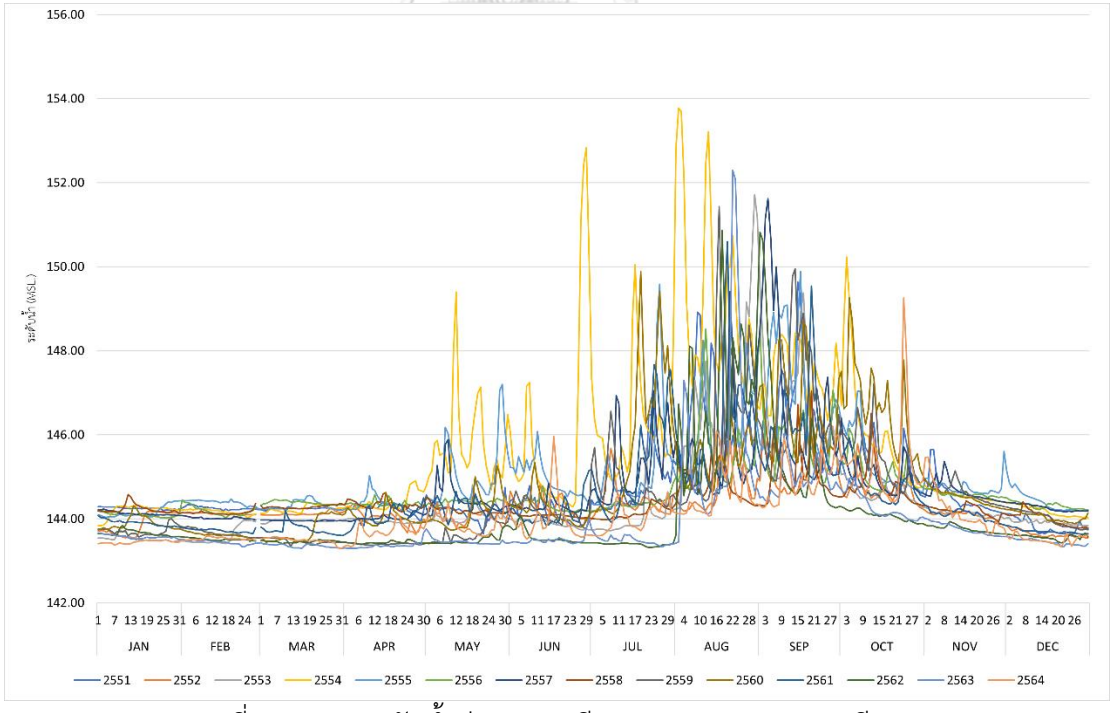
ภาพที่ 41 ตำแหน่งสถานี Y.1C

ดัดแปลงจาก กรมชลประทาน (ม.ป.ป.)



ภาพที่ 42 กราฟปริมาณน้ำท่ารายวัน ปี พ.ศ. 2551-2564

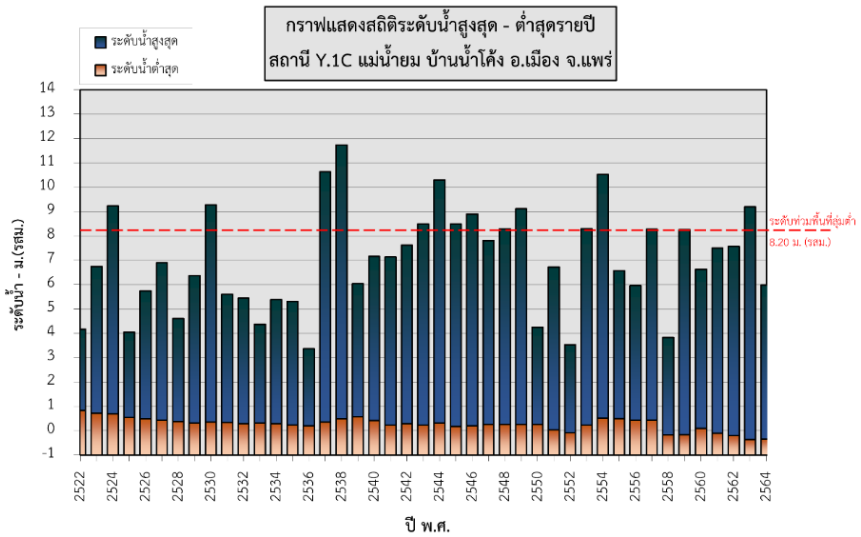
ดัดแปลงจาก ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน (2565b)



ภาพที่ 43 กราฟระดับน้ำท่า (รทก.) ปี พ.ศ. 2551-2564 สถานี Y.1C

ดัดแปลงจาก ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน (2565b)

จากกราฟปริมาณน้ำฝนรายวัน (ภาพที่ 38) จะเห็นว่าฝนมากที่สุดรายวันอยู่ในเดือนสิงหาคมของปี พ.ศ.2563 ส่วนปริมาณน้ำท่าสูงสุดและระดับน้ำสูงที่สุดอยู่ในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2554 ข้อมูลทั้งจากปริมาณน้ำท่าและน้ำฝนรายวัน ทำให้เห็นถึงลักษณะพลวัตของน้ำในแต่ละปี ซึ่งในทุก ๆ ปี ปริมาณน้ำท่าจะมีมากในช่วงฤดูฝน โดยมากที่สุดคือช่วงเดือนสิงหาคม และปริมาณน้ำลดลงในช่วงปลายฤดูที่จะเข้าสู่ช่วงฤดูหนาว

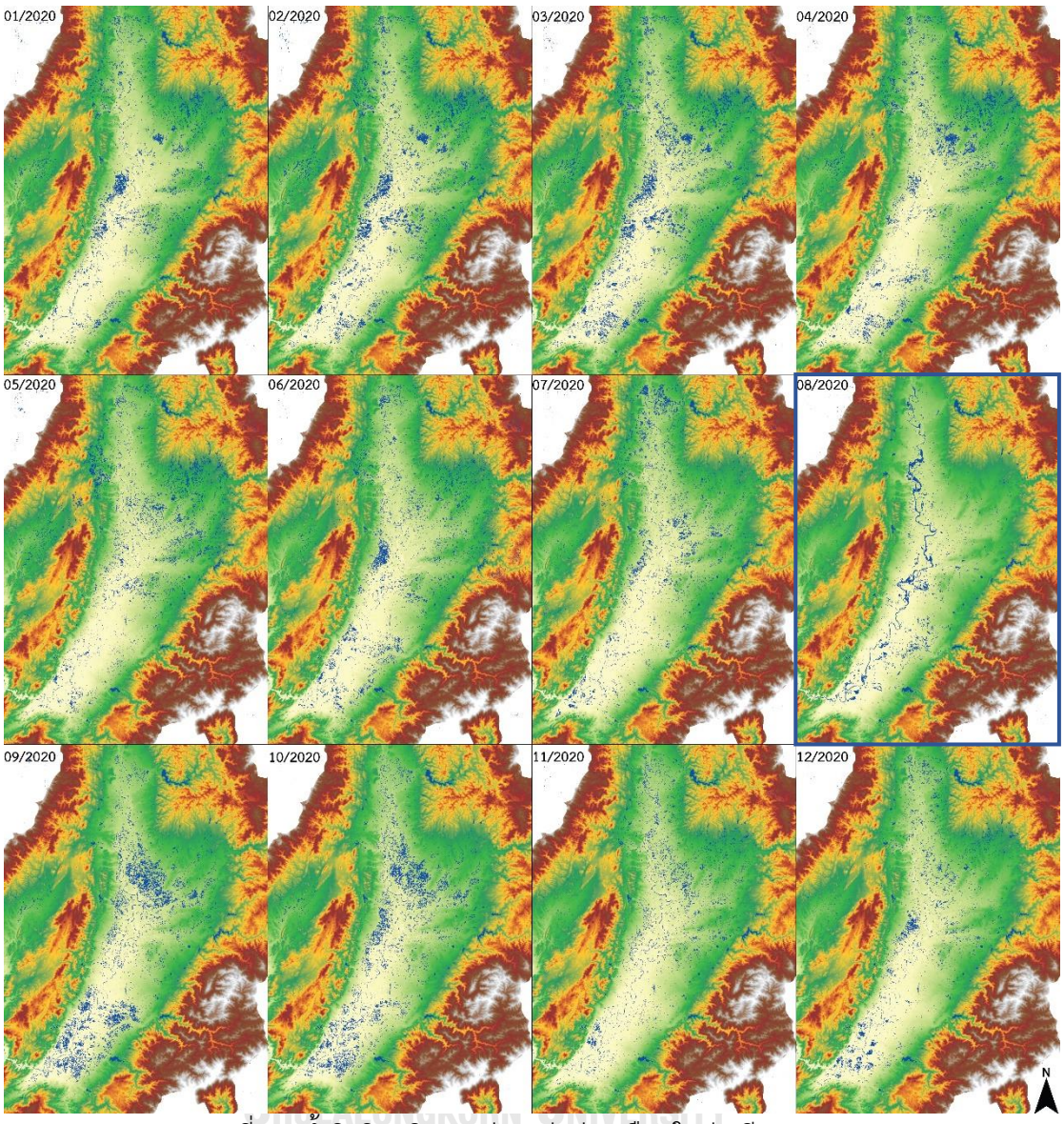


ภาพที่ 44 กราฟสถิติระดับน้ำสูงสุด-ต่ำสุดรายปี สถานี Y.1C
ดัดแปลงจาก ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน (2565b)

จากรูปทรงของกราฟระดับน้ำท่า (ภาพที่ 43) สามารถอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นพลวัตของแม่น้ำ โดยในแต่ละปีจะมีช่วงวันที่ระดับน้ำขึ้นสูงและลดต่ำลงภายในระยะเวลาน้อย เช่น ปีที่ระดับน้ำสูงสุด พ.ศ. 2554 แสดงให้เห็นถึงกระบวนการปกติของการระบายน้ำหรือการไหลของน้ำสู่ช่วงปลายน้ำ โดยไม่ค่อยมีการหลากขังในพื้นที่ติดต่อกันเป็นเวลานาน (สังเกตจากภาพที่ 45)

นอกจากนี้สถิติจากกราฟระดับน้ำท่าจะนำไปใช้ในการคัดเลือกภาพถ่ายดาวเทียมในช่วงวันที่ตรงหรือใกล้เคียงกับข้อมูลระดับน้ำมากสุด-ต่ำสุดของปีที่ทำการศึกษา และนำไปใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบกับข้อมูลเชิงพื้นที่ รวมถึงการระบุขอบเขตองค์ประกอบของแม่น้ำ

เมื่อได้สถิติข้อมูลน้ำจากกรมชลประทานแล้ว จึงนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลดาวเทียม Sentinel 1 ที่ทำการแยกข้อมูลน้ำ (Extract Data) ซึ่งทำให้เห็นพลวัตน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงปี (ภาพที่ 45) โดยเลือกใช้ข้อมูลในปี พ.ศ. 2563 ซึ่งเป็นปีที่มีปริมาณน้ำมากที่สุด นับจากช่วงปี พ.ศ. 2557 ถึงปัจจุบัน เนื่องจากข้อมูลดาวเทียม Sentinel 1 ไม่สามารถย้อนหลังไปได้เกินกว่าปี. พ.ศ. 2557



ภาพที่ 45 น้ำผิวดินบริเวณแอ่งแพร่แต่ละเดือนในช่วงปี พ.ศ.2563

สร้างและดัดแปลงจาก ภาพถ่ายดาวเทียม (ASF, 2020) และFABDEM (Hawker & Neal, 2021)

จากภาพที่ 45 ทำให้เห็นว่าบริเวณแอ่งแพร่นั้นไม่ได้มีน้ำหลากท่วมพื้นที่มาก เนื่องจากแม่น้ำในบริเวณนี้เป็นช่วงเปลี่ยนผ่านของแม่น้ำตามยาว ซึ่งน้ำยังคงมีความเร็วในการไหลและมีการกัดเซาะทางลึก ทำให้ในช่วงเดือนที่น้ำมากที่สุดคือ เดือนสิงหาคม มองเห็นเพียงน้ำในร่องน้ำที่ชัดเจน ไม่หลากท่วมออกจากที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งสอดคล้องกับกราฟระดับน้ำรายวันที่กราฟจะขึ้นสูงสุดและลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 43) เป็นพลวัตของน้ำในแต่ละปีของพื้นที่บริเวณนี้

3.2.4 ความเป็นมาและประวัติศาสตร์ของเมืองแพร่

ประวัติศาสตร์เมืองแพร่

เมืองแพร่ หรือ เมืองแป้ เกิดขึ้นเมื่อประมาณพุทธศตวรรษที่ 13-14 โดยพัฒนามาจากชุมชนริมฝั่งแม่น้ำแคมและแม่สาย (ลำน้ำสาขาที่ไหลสู่แม่น้ำยม) (องค์การบริหารส่วนจังหวัดแพร่, 2550) ตามประวัติศาสตร์ด้านการเมืองการปกครอง เมืองแพร่เป็นพื้นที่ทำสงครามอยู่บ่อยครั้ง โดยถูกรวมเข้ากับอาณาจักรล้านนาบ้าง อยู่ภายใต้อิทธิพลของอาณาจักรสุโขทัยบ้าง เป็นเสมือนเมืองหน้าด่านของทั้งสองอาณาจักร ซึ่งมีสาเหตุมาจากตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของจังหวัด (องค์การบริหารส่วนจังหวัดแพร่, 2550) และเนื่องด้วยความไม่สงบของสถานการณ์บ้านเมืองจึงเป็นเหตุให้เมืองแพร่ไม่สามารถพัฒนาไปได้อย่างเต็มที่ ต่อมาเมื่อสงครามสิ้นสุดลง เมืองแพร่จึงมีบทบาทในการเป็นเมืองค้าไม้สักที่สำคัญของภูมิภาค เนื่องจากมีทรัพยากรป่าไม้สักที่สมบูรณ์ประกอบกับพื้นที่ตั้งอยู่ใกล้แม่น้ำยมที่ใช้เป็นเส้นทางติดต่อค้าขายได้ (องค์การบริหารส่วนจังหวัดแพร่, 2550) นอกจากการค้าไม้สักแล้ว เมืองแพร่ยังมีฐานะของผู้ผลิตในอุตสาหกรรมยาสูบที่ขยายตัวมากในทางการเกษตร เกษตรกรปลูกยาสูบเพื่อส่งให้โรงงาน ทำให้เมืองเริ่มมีเศรษฐกิจที่ดีขึ้น (องค์การบริหารส่วนจังหวัดแพร่, 2550)

บทบาทของเมืองแพร่ในช่วงเวลาดังกล่าวคือ การมีทรัพยากรธรรมชาติที่สมบูรณ์ สามารถทำการเกษตร หรือการทำธุรกิจไม้สัก ซึ่งล้วนแต่ต้องใช้น้ำเป็นทรัพยากรหลัก รวมถึงความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ดิน

พัฒนาการของเวียงแพร่

“เวียง” หมายถึง เมืองที่มีการขุดคูน้ำคันดินล้อมรอบ ซึ่งคนภายในเวียงแพร่จะเฉพาะเจาะจงถึง “แนวคูน้ำ” (วลัยลักษณ์ ทรงศิริ, 2561) องค์การบริหารส่วนจังหวัดแพร่ (2550) อธิบายว่า มีการค้นพบเมืองหรือชุมชนโบราณกระจายอยู่ตามพื้นที่ต่าง ๆ ในจังหวัดแพร่ เช่น เวียงแพร่ เวียงตั้ง ในอำเภอเมืองแพร่ เวียงสอง เวียงเทพ ที่อำเภอสอง เป็นต้น โดยมีหลักฐานของคันดินและคูน้ำขนาดต่าง ๆ ปรากฏตามเมืองโบราณ ซึ่งแต่ละแห่งมีลักษณะคล้ายคลึงกันคือ ตั้งอยู่บนฝั่งของแม่น้ำหรือลำห้วย มีขนาดของเวียงอยู่ที่ 120-250 ไร่ และเวียงที่มีความสำคัญจะตั้งอยู่บนฝั่งของแม่น้ำยม หรือไม่ห่างออกจากแม่น้ำยมมากนัก แสดงถึงการใช้งานแม่น้ำยมเพื่อเป็นเส้นทางในการคมนาคม (องค์การบริหารส่วนจังหวัดแพร่, 2550)

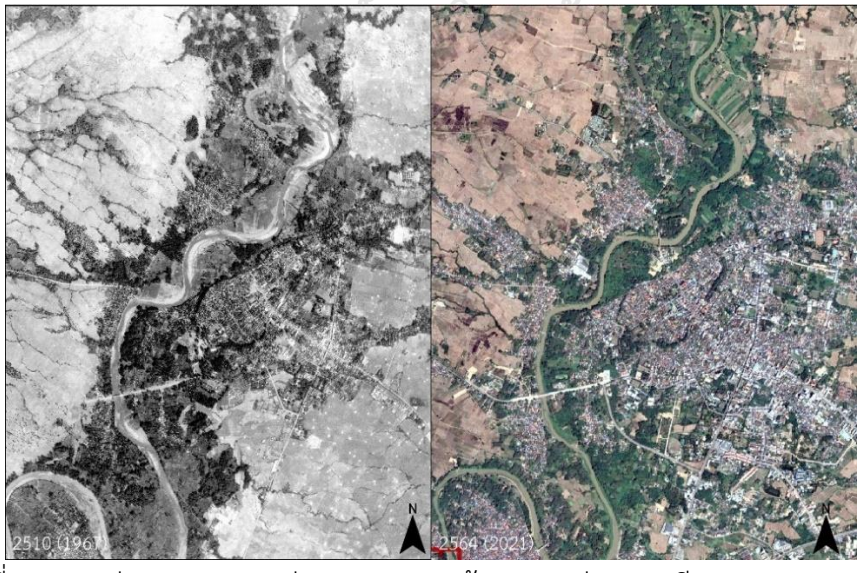
ภูมินิเวศเมืองแพร่

จังหวัดแพร่ อยู่ในเขตอิทธิพลของลุ่มน้ำยม มีลักษณะทางภูมิประเทศเป็น แอ่งและหุบ (Basin and Valley) มีภูเขาขนาบทั้งด้านตะวันออกและตะวันตก (ศรีศักร วัลลิโภดม และวลัยลักษณ์ ทรงศิริ, 2551) โดยภูเขาที่สำคัญอยู่ทางทิศตะวันออกคือ ดอยช้างผาด่าน ที่เป็นแหล่งต้นน้ำสาย

สำคัญที่ไหลสู่ตัวเมือง ตำแหน่งของศูนย์กลางเมืองอยู่บริเวณที่ราบตะพักริมน้ำ ซึ่งสูงขึ้นมาจากแนวแม่น้ำยมและแนวที่ราบน้ำท่วมถึง การตั้งถิ่นฐานในบริเวณนี้จึงมีแม่น้ำยมและลำน้ำสาขาเป็นแหล่งทรัพยากรน้ำที่สำคัญ นอกเหนือจากทรัพยากรทางน้ำแล้ว บริเวณแอ่งแพร่ยังมีความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้บนแนวเขา และความอุดมสมบูรณ์ของผืนดินที่ทำให้คนสามารถใช้ในการเพาะปลูกหรือหาอาหารในการดำรงชีวิตได้เป็นอย่างดี (ศรีศักร วัลลิโภดม และวลัยลักษณ์ ทรงศิริ, 2551)

ศรีศักร วัลลิโภดม และวลัยลักษณ์ ทรงศิริ (2551) กล่าวถึงการตั้งถิ่นฐานและการกระจายตัวของประชากรว่า คนแพร่ตั้งถิ่นฐานอยู่บริเวณเชิงเขาในเขตเมืองป่าแดง-ช่อแฮ ก่อนที่จะขยายตัวไปสู่ที่ราบลุ่มใกล้แม่น้ำยม (ตำแหน่งเมืองในปัจจุบัน) เนื่องจากบริเวณเชิงเขามีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรที่เหมาะสมกับชุมชนในสมัยนั้นมากกว่า ทั้งน้ำจากลำห้วยและการดำรงชีวิตแบบหาของป่าล่าสัตว์ เมื่อมีประชากรเพิ่มมากขึ้น ชุมชนขยายใหญ่ขึ้นจึงเคลื่อนย้ายไปสู่พื้นที่ราบที่มีขนาดพื้นที่มากกว่า ซึ่งเคยเป็นพื้นที่สำหรับทำการเกษตรเดิม

ต่อมาเมื่อสภาพการเมืองมีความสงบ เมืองแพร่พัฒนามากขึ้น จำนวนประชากรจึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยในปี พ.ศ. 2445 แพร่มีประชากรอยู่ประมาณ 60,000 คน จนในปี พ.ศ. 2476 มีการประมาณจำนวนประชากรจากการเลือกตั้งผู้แทนราษฎรว่า มีประชากรอยู่ประมาณ 120,000-130,000 คน ส่งผลให้เกิดการขยายพื้นที่เพาะปลูกข้าวและพืชผลอื่น ๆ เพื่อรองรับการเติบโตของประชากร พื้นที่จึงถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่สำหรับเกษตรกรรมมากขึ้น (องค์การบริหารส่วนจังหวัดแพร่, 2550) และในปี พ.ศ. 2565 จังหวัดแพร่มีจำนวนประชากรอยู่ที่ประมาณ 430,669 คน (สำนักบริหารการทะเบียน, 2565) ซึ่งจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมของปี พ.ศ. 2564 (Google Earth, 2021) (ภาพที่ 46) จะเห็นได้ว่า พื้นที่เมืองมีการขยายตัวมากขึ้น สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร



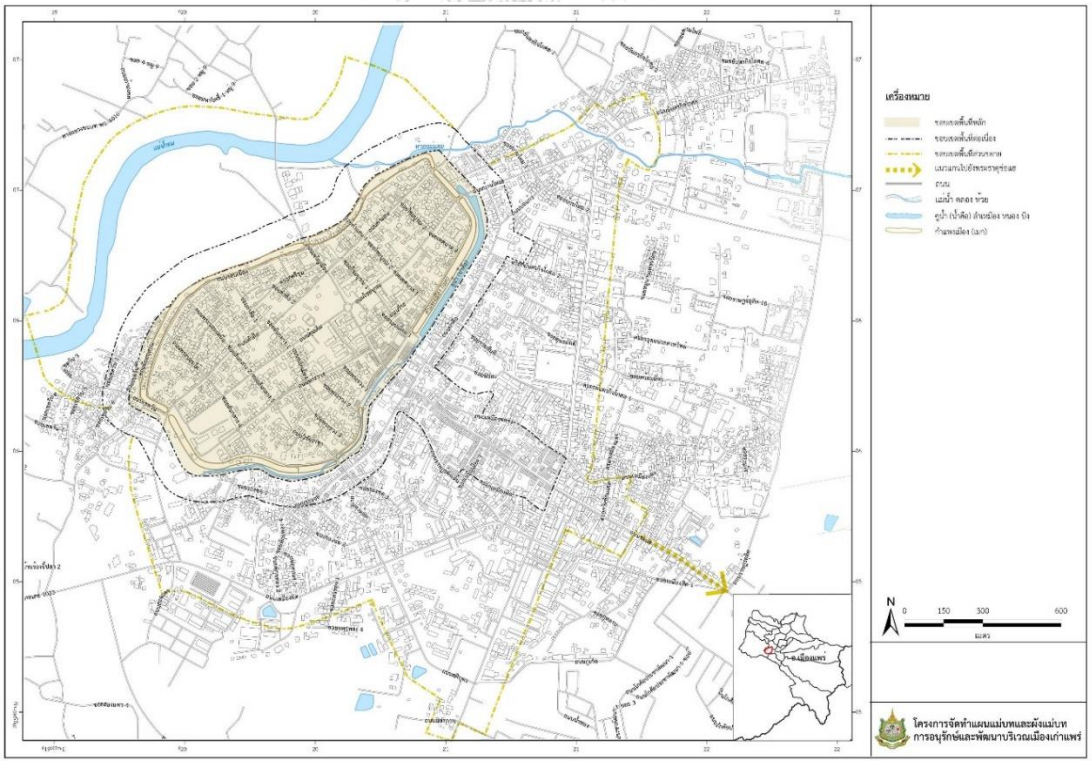
ภาพที่ 46 ภาพถ่ายทางอากาศเก่า พ.ศ. 2510 (ซ้าย) ภาพถ่ายดาวเทียม พ.ศ. 2564 (ขวา)
ดัดแปลงจาก กรมแผนที่ทหาร (ม.ป.ป.-b) และ Google Earth (2021)

โครงการที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา

1) โครงการจัดทำแผนแม่บทและผังแม่บทการอนุรักษ์และพัฒนาบริเวณเมืองเก่าแพร่ โดย บริษัท ซิตี้ แพลน โปรเฟสชันนอล จำกัด (2562a)

เนื่องมาจากมีมติเห็นชอบจากคณะรัฐมนตรีในวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2558 ถึงการกำหนดขอบเขตพื้นที่เมืองเก่าแพร่และกำหนดกรอบแนวทางในการอนุรักษ์และพัฒนาเมืองเก่า จึงมีการดำเนินการจัดทำแผนแม่บทและผังแม่บทอนุรักษ์และพัฒนาเมืองเก่าแพร่ กำหนดแนวทางและแผนปฏิบัติงาน ให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เพื่อให้เป็นมรดกทางวัฒนธรรมและประโยชน์ในด้านการท่องเที่ยว เศรษฐกิจและสังคมต่อไปอย่างยั่งยืน (บริษัท ซิตี้ แพลน โปรเฟสชันนอล จำกัด, 2562b) โดยมีหลักการสำคัญในการอนุรักษ์และพัฒนาเมืองเก่าแพร่ คือ

- การบูรณาการ “เมืองเก่าแพร่” ที่เป็นมรดกทางวัฒนธรรม เข้ากับ “แอ่งเวียงแพร่” ที่เป็นมรดกทางธรรมชาติ
- การอนุรักษ์อดีตเพื่อนำอดีตมาเป็นฐานรองรับการพัฒนาในปัจจุบันและอนาคต
- เชื่อมเมืองเก่าแพร่กับเมืองใหม่เข้าด้วยกัน ด้วยกระบวนการอนุรักษ์และพัฒนาที่นำไปสู่การวางแผนและผังแม่บท
- ใช้กลยุทธ์ “อนุรักษ์ สืบสาน และสร้างสรรค์”



ภาพที่ 47 ผังแสดงเส้นแนวขอบเขตพื้นที่โครงการ

ที่มา บริษัท ซิตี้ แพลน โปรเฟสชันนอล จำกัด (2562a)

วัตถุประสงค์ของโครงการคือ การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งทางประวัติศาสตร์และข้อมูลทางกายภาพ เพื่อวิเคราะห์และสรุปผล และจัดทำแผนที่แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมและทางธรรมชาติ โดยมีแผนแม่บทและผังแม่บทในการอนุรักษ์เป็นผลสุดท้ายของโครงการ โครงการมีการกำหนดขอบเขตของพื้นที่โครงการเอาไว้ 3 ส่วนคือ พื้นที่หลัก (สีครีม) พื้นที่ต่อเนื่อง (เส้นประสีดำ) และพื้นที่ส่วนขยาย (เส้นประสีเหลือง) (ภาพที่ 47)

ในรายงานมีการประกาศคุณค่าความสำคัญของเมืองแพร่ และการประเมินคุณค่าของมรดกต่าง ๆ ทั้งทางวัฒนธรรมและทางธรรมชาติ ซึ่งจะแบ่งเป็นมรดกที่จับต้องได้และจับต้องไม่ได้ การประกาศคุณค่าความสำคัญของเมืองเก่าแพร่

(1) เมืองเก่าแพร่เมืองภูมิทัศน์ศักดิ์สิทธิ์แห่งอาณาจักรล้านนาตะวันออก ความสำคัญและความศักดิ์สิทธิ์ทางกายภาพ ที่มีทั้งมรดกทางวัฒนธรรมและมรดกทางธรรมชาติ ถูกเชื่อมโยงด้วยสายน้ำสำคัญคือ แม่แคมและแม่สาย

(2) เมืองมรดกอุตสาหกรรมไม้สักทองที่ดีที่สุดในโลก

(3) เมืองสร้างสรรค์ต่อยอด ชุมชนมรดกวัฒนธรรมและชุมชนมรดกธรรมชาติ จากความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะป่าไม้สักทอง มีกระบวนการทำไม้แบบตะวันตกที่นำมาซึ่งผู้คนหลากหลาย มีการสร้างสรรค์ใหม่ เกิดการตั้งถิ่นฐานใหม่รอบเวียง มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบอาคาร ภูมิทัศน์ และการพัฒนาถ่ายทอดวิทยาการโดยเฉพาะด้านสถาปัตยกรรม

ตัวอย่างมรดกทางวัฒนธรรมและมรดกทางธรรมชาติ แบ่งเป็น

(1) มรดกที่จับต้องได้ ใน*พื้นที่หลัก* (ในเวียง) เช่น

- คุ้ม (วัง) เช่น จวนผู้ว่าราชการเมืองแพร่
- วัด เช่น วัดศรีชุม วัดหลวง
- เรือนคหบดี เช่น บ้านวงศ์บุรี
- อาคารสาธารณะ เช่น อาคารพิพิธภัณฑ์ป่าไม้
- แม่น้ำ ห้วย คูคลอง เช่น คูเมือง-คูน้ำ ห้วยแม่แคม
- เมก (กำแพงเมือง ประตูเมือง)

(2) มรดกที่จับต้องได้ ใน*พื้นที่ส่วนขยายนอกเวียง* เช่น

- วัด เช่น วัดพระธาตุช่อแฮ
- ศาลหลักเมือง ศาลเจ้า
- แม่น้ำ ห้วย คูคลอง ได้แก่ แม่น้ำยม
- ดอย หุบเขา ภูเขาสำคัญ เช่น ดอยช้างผาด่าน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นอกจากนี้ยังมีมรดกสำคัญของเมืองแพร่ในอดีต แต่บางส่วนสูญหายไปเหลือเพียงหลักฐานทางประวัติศาสตร์ คำบอกเล่าหรือตำนาน (บริษัท ซิตี้ แพลน โปรเฟสชันนอล จำกัด, 2562b) เช่น

- โครงข่ายลำน้ำจากต้นน้ำสู่เวียง โครงข่ายลำน้ำสำคัญ 2 สายจากฝั่งตะวันออกไหลไปสู่ตะวันตกและลงสู่แม่น้ำยม
- โครงข่ายร่องน้ำ คันถนน และสันเวียง
- บึงเหนือ-บึงใต้ บึงน้ำขนาดใหญ่ใช้จัดการน้ำในเวียงที่ถูกเชื่อมกันด้วยระบบร่องน้ำและสันเวียง
- เมี่ยง และการทำไม้สัก
- ป่าห้อม พบได้ตามป่าที่ชุ่มชื้น ชาวบ้านใช้เกี่ยวกับการย้อมผ้า

มรดกต่าง ๆ ใช้การประเมินคุณค่าองค์ประกอบเมืองเก่าแพร่เพื่อจัดทำแผนที่มรดก และเพื่อจัดลำดับความสำคัญในการวางแผนการจัดการอนุรักษ์ฟื้นฟู รวมถึงนำไปต่อยอดในการพัฒนา (บริษัท ซิตี้ แพลน โปรเฟสชันนอล จำกัด, 2562b) มีการกำหนดเกณฑ์ในการประเมินด้านต่าง ๆ ดังนี้

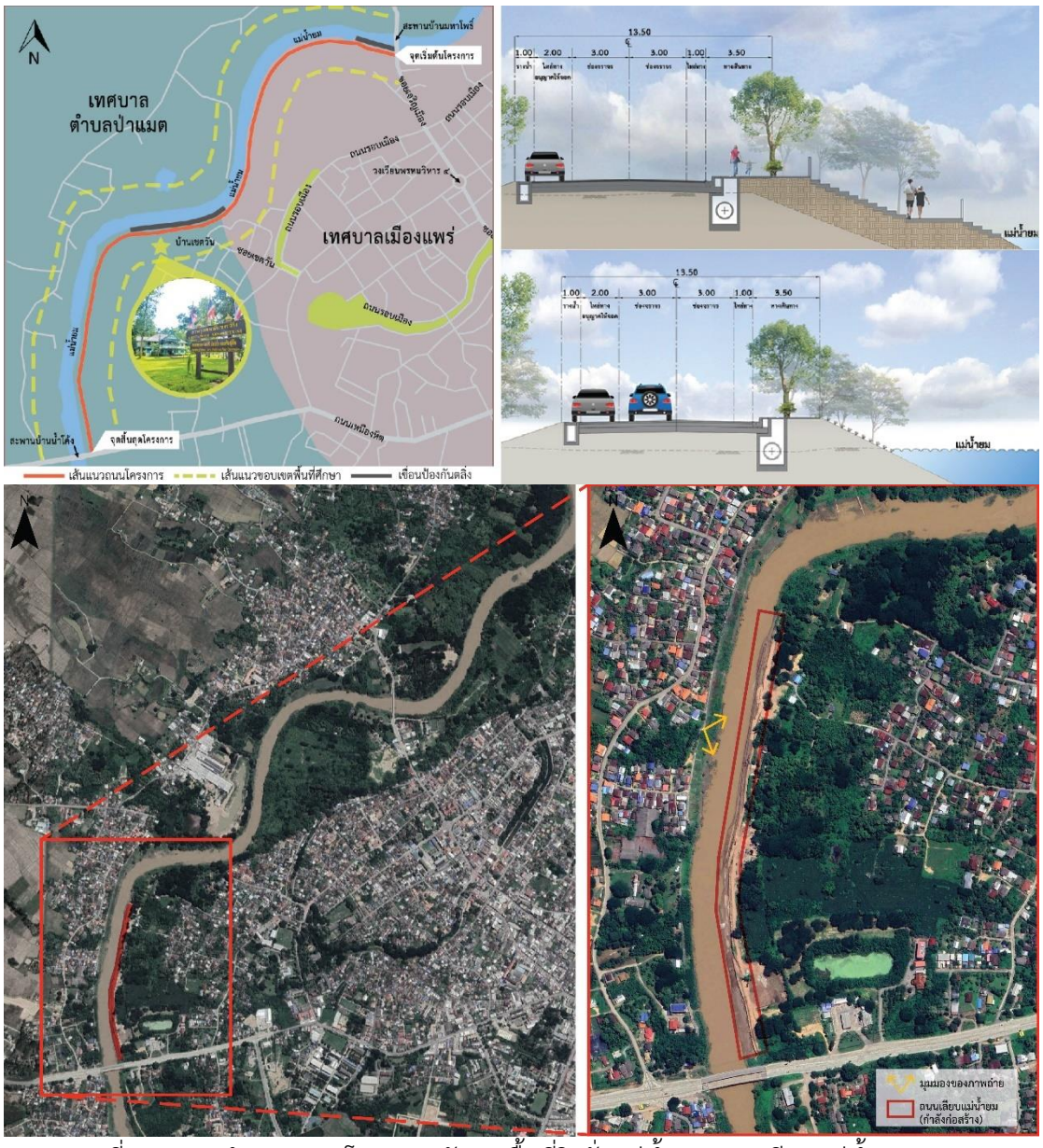
- คุณค่าด้านประวัติศาสตร์และโบราณคดี
- คุณค่าด้านอายุ
- คุณค่าด้านสถาปัตยกรรมและศิลปกรรม
- คุณค่าด้านองค์ประกอบของเมืองและ
- คุณค่าด้านสภาพปัจจุบัน

2) โครงการพัฒนาพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำยมตามผังเมืองรวมเมืองแพร่ การพัฒนาพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำยมบริเวณสะพานบ้านมหาโพธิ์-สะพานน้ำโค้ง

เป็นแนวคิดในการพัฒนาพื้นที่ริมตลิ่งแม่น้ำยมบริเวณตำบลป่าแมต อำเภอเมืองแพร่ ที่ประกอบด้วยสวนสาธารณะและการปรับปรุงภูมิทัศน์ถนนเลียบแม่น้ำยม เป็นการก่อสร้างถนนเลียบแม่น้ำยมเป็นระยะทาง 2.83 กิโลเมตร ความกว้างถนน 8-16 เมตร (บริษัท ซิตี้ แพลน โปรเฟสชันนอล จำกัด, 2562a; บริษัท ดีไว พลัส จำกัด, 2562) รวมถึงแนวเขื่อนป้องกันตลิ่ง ครอบคลุมพื้นที่ลำน้ำและตลิ่งขนาด 250 เมตร ทั้ง 2 ฝั่ง โดยมีวัตถุประสงค์ (บริษัท ดีไว พลัส จำกัด, 2562) คือ

(1) เพื่อพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศและวัฒนธรรมริมแม่น้ำยม
(2) เพิ่มประสิทธิภาพในการเดินทางเชื่อมโยงระหว่างชุมชนริมแม่น้ำยมและเมืองเก่าแพร่
(3) เพื่อลดความเสียหายของตลิ่งและเป็นการใช้ประโยชน์พื้นที่ริมแม่น้ำยม
(4) เพื่อเป็นพื้นที่นันทนาการแก่เมืองและอนุรักษ์พื้นที่ริมแม่น้ำจากการก่อสร้างรุกล้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 48 แบบนำเสนอของโครงการพัฒนาพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำยม ถนนเลียบแม่น้ำ (ภาพบน)
ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณพื้นที่โครงการ (ล่างซ้าย)
และภาพขยายบริเวณถนนเลียบแม่น้ำแสดงมุมมองภาพถ่ายในพื้นที่ (ล่างขวา)
ดัดแปลงจาก บริษัท ดีไว พลัส จำกัด (2562) และ Google Earth (2022)

จากการสำรวจพื้นที่ศึกษาในวันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ. 2565 ทำให้เห็นถึงความคืบหน้าของโครงการดังกล่าว ซึ่งเริ่มมีการก่อสร้างลงในแม่น้ำยมแล้วตามภาพที่ 49 ในบริเวณใกล้กับสะพานบ้านน้ำโค้ง ทางทิศใต้ของตัวเมืองเก่าแพร่ เป็นโครงสร้างดาดแข็งขนาดใหญ่ของโครงการวางตัวอยู่ในร่องน้ำของแม่น้ำยม

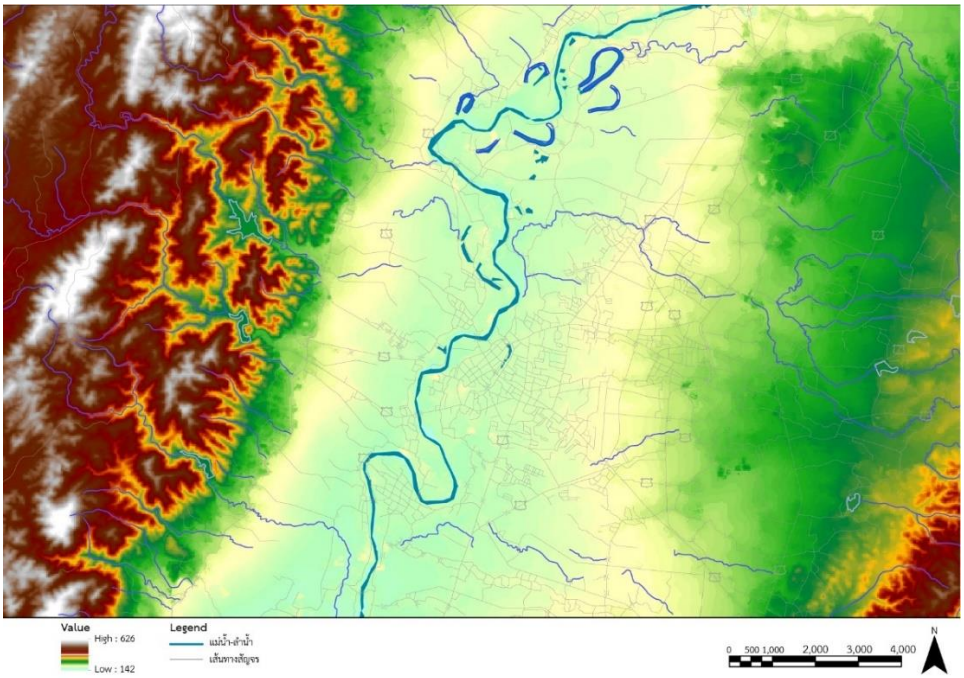
ภาพที่ 49 ภาพถ่ายจากฝั่งตรงข้ามโครงการ (ตำแหน่งของภาพถ่ายจากภาพขยายภาพที่ 48)
ที่มา ผู้วิจัย, 14 สิงหาคม 2565

3.3 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

3.3.1 ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข

ในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) ในการวิเคราะห์เชิงสัณฐาน เพื่อระบุขอบเขตของแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ โดยเลือกใช้แบบจำลองความสูงเชิงเลข FABDEM (Forest And Buildings removed Copernicus DEM) ซึ่งเป็นแบบจำลอง

ความสูงเชิงเลขที่มีการปรับแก้ข้อมูลด้วยเทคนิคทางระบบคอมพิวเตอร์ (Machine Learning Techniques) โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานจาก COPDEM30 ค.ศ. 2019 ปรับแก้ด้วยการนำต้นไม้และพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง ซึ่งเป็นสิ่งปกคลุมผิวดินทางกายภาพออก (Hawker et al., 2022) ทำให้ได้ข้อมูลระดับพื้นผิวจริง โดยมีความละเอียดในการบันทึกที่ 30x30 เมตร



ภาพที่ 50 ตัวอย่างข้อมูล FABDEM บริเวณเมืองแพร่
ดัดแปลงจาก FABDEM (Hawker & Neal, 2021)

เนื่องจากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลขที่ไม่ได้มีการปรับแก้เอาสิ่งปกคลุมทางกายภาพออก จะมีปัญหาในการนำมาใช้วิเคราะห์ลักษณะพื้นที่ โดยเฉพาะด้านอุทกวิทยา (Hawker et al., 2022) รวมถึงธรณีสัณฐาน ดังนั้นจึงใช้ FABDEM ในการวิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างและองค์ประกอบของแนวแม่น้ำ รวมถึงลักษณะธรณีสัณฐานของพื้นที่ศึกษา ด้วยการนำมาทำรูปตัดภูมิประเทศ (Topographic Cross-Section) ที่ทำให้เห็นความสูง-ต่ำและลักษณะของแม่น้ำและพื้นที่ศึกษา

3.3.2 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากแต่ละแหล่งมีความแตกต่างกันของความละเอียด และชั้นข้อมูลที่จะนำมาใช้ประมวลผล โดยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์มี 3 ประเภท คือ

(1) ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5, 7 และ 8

(2) ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1

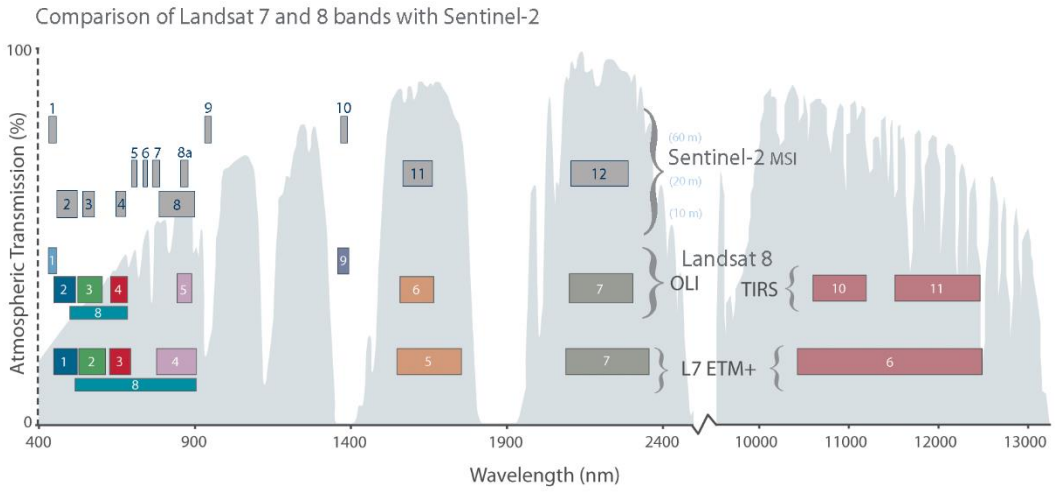
(3) ภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google Earth

โดยดาวเทียมแต่ละชนิดให้ข้อมูลที่มีข้อจำกัดและศักยภาพในการวิเคราะห์แตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ในการศึกษาวิจัย ดังนี้

1) ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5,7 และ 8

เป็นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมให้ภาพที่มีความละเอียดภาคพื้นดินและแถบของสเปกตรัม (USGS., n.d.) ข้อมูลภาพจาก Landsat เป็นภาพสำรวจระยะไกลรายละเอียดปานกลาง (30 เมตร) และชั้นของข้อมูลที่รวบรวมจากจุดต่าง ๆ ทั้งสเปกตรัมที่มองเห็นและมองไม่เห็น (Fort Collins Science Center, 2016) โดยคลังข้อมูล Landsat สามารถย้อนหลังไปได้ถึงปี พ.ศ.2516 (ค.ศ.1973) จึงสามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินได้ ซึ่งการเข้าถึงข้อมูลสามารถทำได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย (Fort Collins Science Center, 2016) โดยสามารถดาวน์โหลดข้อมูลได้จากเว็บไซต์ earthexplorer.usgs.gov ทั้งนี้ข้อมูล Landsat มีข้อจำกัดคือ ภาพที่ได้อาจถูกรบกวนด้วยสภาพภูมิอากาศ ภาพที่จะนำมาใช้จึงต้องเลือกส่วนที่ถูกเมฆปกคลุมน้อยที่สุด เพื่อความถูกต้องของข้อมูล (เกษมพันธุ์ แก้วธำรงค์, 2561)

ในวิทยานิพนธ์นี้เลือกใช้ข้อมูล 2 ช่วงเวลาของแต่ละปี โดยพิจารณาในช่วงน้ำมากประมาณเดือนกันยายนถึงตุลาคม และช่วงน้ำแล้ง ประมาณเดือนธันวาคม ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดของข้อมูลและสภาพน้ำของแต่ละปี โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ พ.ศ. 2564 (Landsat 8) และย้อนหลังทุกช่วงประมาณ 10 ปี ดังนี้ พ.ศ. 2554 (Landsat 5, 7) พ.ศ. 2542 (Landsat 7) จนถึง พ.ศ. 2534 (Landsat 5) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของภูมินิเวศแม่น้ำ



ภาพที่ 51 แผนภูมิเปรียบเทียบแบนด์ของ Landsat 7, 8

ที่มา EROS Center (2019)

2) ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1

เป็นข้อมูลการสำรวจระยะไกลที่ให้ภาพที่มีรายละเอียดสูงและระยะเวลาของข้อมูลต่อครั้งสั้น มีความครอบคลุมทางด้านภูมิศาสตร์ และเผยแพร่ข้อมูลรวดเร็ว (ESA, n.d.) Sentinel-1 เป็นดาวเทียมสำรวจระยะไกลแบบใช้พลังงานในตัวเอง (Active Remote Sensing) ทำให้สามารถเก็บข้อมูลผิวโลกได้ตลอดเวลาทั้งกลางวันและกลางคืน โดยไม่ต้องคำนึงถึงสภาพอากาศและสภาพแวดล้อม ข้อมูลที่ได้จึงไม่ถูกบดบังด้วยเมฆ โดยความละเอียดในเชิงพื้นที่จะขึ้นอยู่กับโหมดและระดับการประมวลผล (ESA, n.d.) ดาวเทียม Sentinel-1 เริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 (ค.ศ. 2014) จะเก็บข้อมูลทุก ๆ 6 วัน และมีความละเอียดหลายประเภท เลือกใช้ข้อมูลในโหมดการทำงานแบบ Interferometric Wide Swath (IW) มีความละเอียดที่ 5 x 20m (ASF's Sentinel, n.d.) สามารถดาวน์โหลดข้อมูลได้จากเว็บไซต์ของ The Alaska Satellite Facility (ASF)

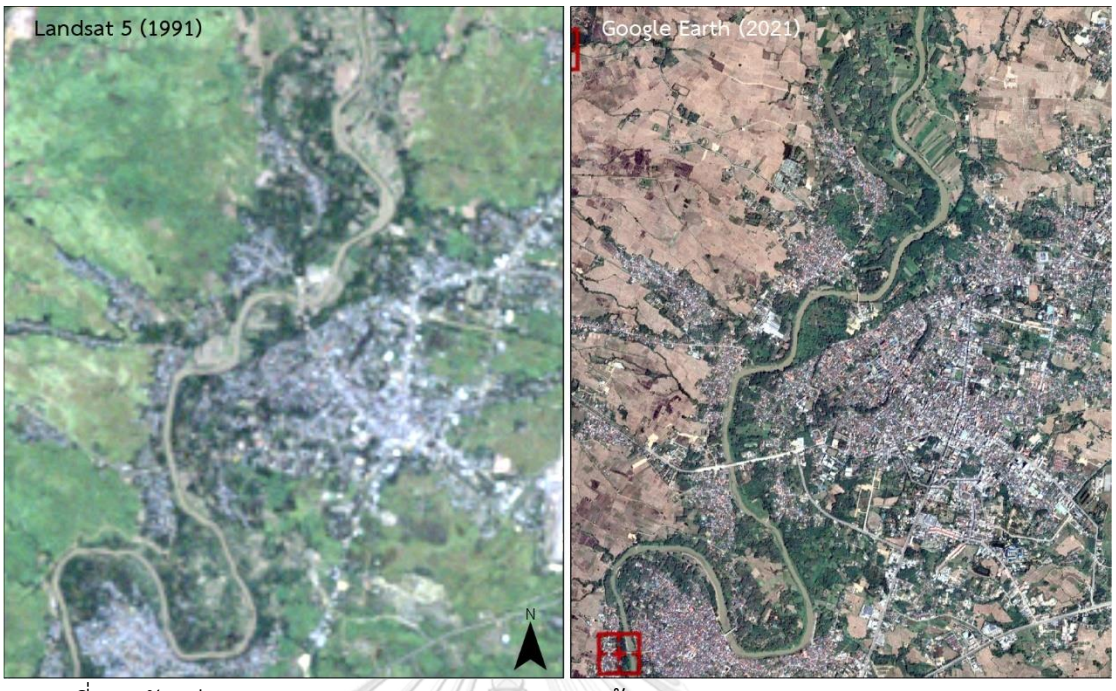
ในวิทยานิพนธ์นี้เลือกใช้ข้อมูลของช่วงปี พ.ศ. 2563 ทั้ง 12 เดือน (ภาพที่ 45) เนื่องจากเป็นช่วงปีที่มีปริมาณน้ำมากที่สุด (จากกราฟปริมาณน้ำในภาพที่ 44) นับจากช่วงระยะเวลาที่ดาวเทียมเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพลวัตน้ำตลอดทั้งปี

3) ภาพถ่ายดาวเทียม Google Earth

ภาพถ่ายจาก Google Earth เป็นการรวมเอาภาพถ่ายจำนวนมากจากดาวเทียมที่โคจรรอบโลกของบริษัทดาวเทียมหลายแห่งมาประกอบรวมกัน (Mosaic) ในหลายช่วงเวลาทั้งวัน เดือนและปี จนเป็นภาพที่อยู่ใน Google Earth (Google Earth, n.d.) ภาพที่นำมาใช้เป็นภาพที่ได้จากการดาวน์โหลด และไม่มีชั้นข้อมูลแต่มีความละเอียดของภาพสูง แตกต่างจากข้อมูลที่ได้จากดาวเทียม Landsat หรือ Sentinel โดยมีข้อจำกัดคือข้อมูลย้อนหลังมีจำนวนน้อยในแต่ละปี หรือบางปีไม่มีข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ได้

ในวิทยานิพนธ์นี้เลือกใช้ภาพถ่ายของปี พ.ศ. 2564 ที่ใกล้เคียงกับช่วงเวลาปัจจุบันและใกล้เคียงกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ที่นำใช้ในการวิเคราะห์และจำแนกเพื่อที่จะสามารถเปรียบเทียบกันได้ตามช่วงเวลา โดยภาพถ่ายที่นำมาใช้ได้มาจากดาวเทียมของบริษัท Maxar Technologies (Google Earth, 2021)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 52 ตัวอย่างภาพจาก Landsat 5 พ.ศ. 2534 (ซ้าย) และ Google Earth พ.ศ. 2564 (ขวา)
ที่มา USGS. (1991) และ Google Earth (2021)

3.3.3 ข้อมูลแผนที่และภาพถ่ายทางอากาศ

ข้อมูลแผนที่ชุด

ข้อมูลแผนที่ทางภูมิศาสตร์เก่ามาตราส่วน 1:50,000 จากกรมแผนที่ทหาร ครอบคลุมบริเวณพื้นที่เมืองเก่าแพร่และปริมณฑล เป็นแผนที่ที่จำแนกจากภาพถ่ายทางอากาศร่วมกับการสำรวจภาคสนามให้ข้อมูลที่มีรายละเอียดมากขึ้น เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบประเภทสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน

CHULALONGKORN UNIVERSITY

- แผนที่ชุด L708 ปี พ.ศ. 2502 ที่จำแนกจากข้อมูลภาพถ่ายปี พ.ศ. 2497 ระวางที่ 50653 กับ 50654
- แผนที่ชุด L7018 ปี พ.ศ. 2552 ที่จำแนกจากข้อมูลภาพถ่ายที่รวบรวมถึงปี พ.ศ. 2550 ระวางที่ 50453

ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ

กรมแผนที่ทหาร (ม.ป.ป.-a) ได้มีการทำแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศที่สามารถนำมาใช้ได้ครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2493 โดยได้รับความร่วมมือจากสหรัฐอเมริกา และเริ่มมีการถ่ายภาพให้ครอบคลุมทั้งประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2509 -2512 ซึ่งเป็นภาพถ่ายชุดที่กรมแผนที่ทหารนำไปสร้างแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 (เสด็จ เขียวแดง, ม.ป.ป.)

ในวิทยานิพนธ์นี้ใช้ภาพถ่ายทางอากาศเก่าที่มีความละเอียดเพียงพอและช่วงเวลาที่สามารถเทียบเคียงกับข้อมูลอื่นได้ เพื่อการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของแม่น้ำยมและเมืองแพร่ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศเก่าบริเวณเมืองแพร่ ปี พ.ศ. 2497 และ พ.ศ. 2510 จากกรมแผนที่ทหาร

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่มีชื่อว่า ArcMap เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูล FABDEM และข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ โปรแกรมดังกล่าวสามารถจัดการกับชั้นข้อมูลและแสดงผลร่วมกันได้ โดยมีรายละเอียดของโปรแกรมดังนี้

ArcMap 10.8.1

เป็นโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการข้อมูลทั้งข้อมูลประเภทกราฟฟิก (Spatial Data) และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟฟิก (Attribute Data) (สุเพชร จิรขจรกุล, 2560) เช่น ข้อมูลระดับความสูงเชิงเลข (DEM) ที่เป็นข้อมูลราสเตอร์ (Raster) และข้อมูลเวกเตอร์ (Vector) ที่นำไปวิเคราะห์เชิงพื้นที่ และสามารถจัดการชั้นข้อมูล จำแนกข้อมูล แปลงข้อมูลให้เป็นดิจิทัล (Digitize) รวมถึงประมวลผลจากข้อมูลประเภทต่าง ๆ

ในวิทยานิพนธ์นี้ใช้โปรแกรม ArcMap เป็นโปรแกรมหลักในการดำเนินการวิจัย โดยใช้ในการระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำ ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล FABDEM และการแสดงผลชั้นข้อมูลต่าง ๆ รวมถึงการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดินจากการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม และสามารถทำการผสมสีเท็จ (False Color) การเน้นข้อมูลช่วงคลื่น เพื่อนำไปใช้เปรียบเทียบการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
วิธีการวิจัย

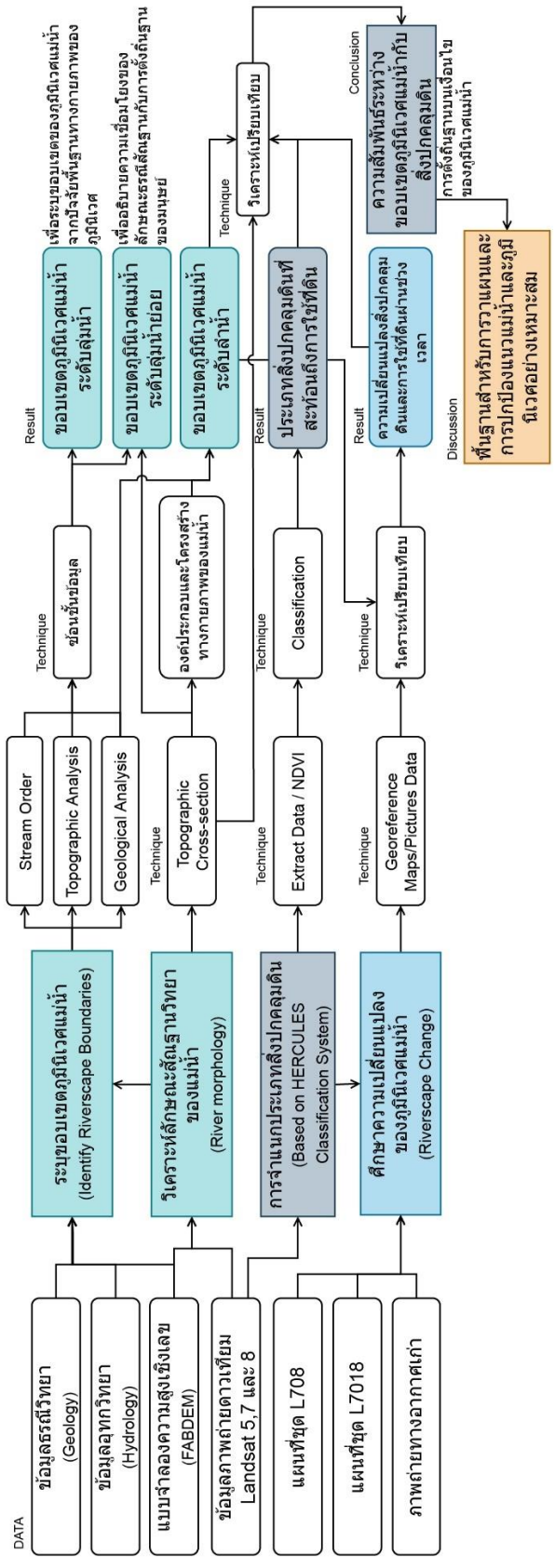
วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำยม ที่สามารถบ่งชี้ได้จากโครงสร้าง กระบวนการและการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบภูมินิเวศ และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศ รวมถึงสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินของเมืองแพร่ ที่แสดงออกถึงความสัมพันธ์ระหว่างภูมินิเวศแม่น้ำกับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์

ภูมินิเวศแม่น้ำมีขนาดหรือมีขอบเขตที่ใหญ่มากกว่าแม่น้ำ มีมิติและความซับซ้อนมากกว่า ในการศึกษาเกี่ยวกับแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำจึงต้องศึกษาในหลายระดับ (Erős & Lowe, 2019; Fausch et al., 2002; Torgersen et al., 2021; Wiens, 2002) โดยการวิจัยนี้แบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 2 ส่วนคือ

1) การระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำ ในแต่ละระดับ เพื่อศึกษาลักษณะของโครงสร้าง และกระบวนการของแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำทั้ง 3 ระดับ ที่จะนำไปสู่ความเข้าใจในเงื่อนไขของภูมินิเวศต่อการตั้งถิ่นฐาน
2) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ จากการจำแนกสิ่งปกคลุมดินในระดับพื้นที่ศึกษา เพื่อทำความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างภูมินิเวศแม่น้ำกับการขยายตัวของเมือง ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากอดีตถึงปัจจุบัน

วิธีในการดำเนินการวิจัย รวมถึงข้อมูลและเครื่องมือในการศึกษา สามารถอธิบายเป็นภาพไดอะแกรมได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 53 แผนภาพขั้นตอนในการดำเนินการศึกษา

4.1 การระบุขอบเขตแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ

การระบุขอบเขตแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำเป็นการบ่งชี้ขอบเขตและอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของภูมินิเวศที่มีอิทธิพลต่อโครงสร้างและกระบวนการของภูมินิเวศแม่น้ำ โดยเฉพาะปัจจัยทางด้านกายภาพ ได้แก่ ลักษณะธรณีวิทยาและธรณีสัณฐาน ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางอุทกวิทยา ภายในขอบเขตนั้น ๆ

การระบุขอบเขตเป็นขั้นตอนแรกของวิธีดำเนินการวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้ เนื่องจากการรู้ถึงขอบเขตจะสามารถเชื่อมโยงหรืออธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกิดขึ้นในขอบเขตนั้นได้ เช่น ขอบเขตของวัสดุทางธรณีวิทยาที่เป็นแนวตะกอนน้ำพาเกิดจากกระบวนการและพัฒนาการทางธรณีวิทยา ซึ่งเป็นวัสดุที่เอื้อประโยชน์ให้กับการทำการเกษตรของมนุษย์ เป็นต้น

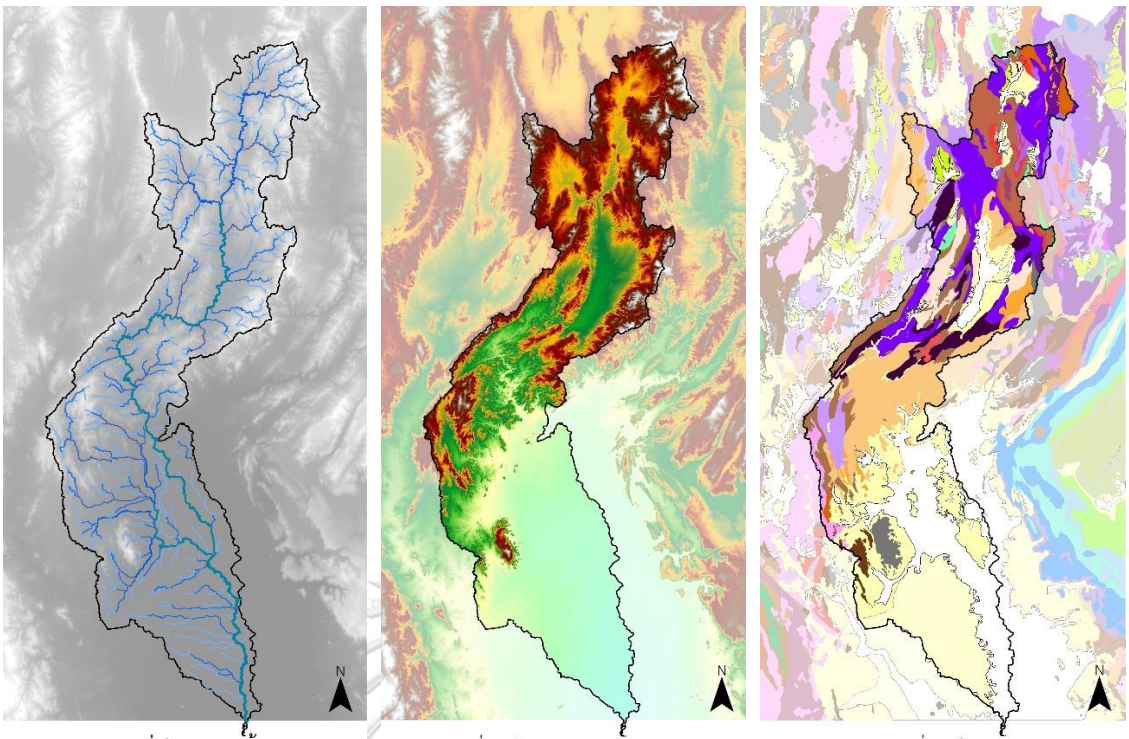
ในการระบุขอบเขตใช้การซ้อนทับของชั้นข้อมูล (Overlay Mapping Method) หรือองค์ประกอบที่ประกอบกันเกิดเป็นภูมินิเวศแม่น้ำ ซึ่งจะแตกต่างกันตามระดับในการศึกษา โดยการระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำแบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้

1) ระดับลุ่มน้ำ ใช้ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะธรณีวิทยาและลักษณะอุทกวิทยา มาซ้อนทับเพื่อระบุขอบเขตอิทธิพลของภูมินิเวศแม่น้ำยม
2) ระดับลุ่มน้ำย่อย ใช้ข้อมูลลักษณะธรณีวิทยาและธรณีสัณฐานของพื้นที่แอ่งแพร่ รวมถึงลักษณะภูมิประเทศที่สัมพันธ์กับกระบวนการไหลของแม่น้ำ
3) ระดับพื้นที่ศึกษา ใช้ขอบเขตของแนวแม่น้ำยมและลักษณะทางธรณีสัณฐานของแม่น้ำ รวมถึงประเภทสิ่งปกคลุมดิน

4.1.1 การระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำยมในระดับลุ่มน้ำ

เพื่อศึกษารูปแบบโครงสร้างของภูมินิเวศแม่น้ำยม ด้วยการซ้อนทับกันของข้อมูลองค์ประกอบของภูมินิเวศเชิงกายภาพ ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยาและอุทกวิทยา โดยใช้ (1) แผนที่ธรณีวิทยาของประเทศไทย (2) แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศที่ได้มาจากข้อมูล FABDEM และ (3) แผนที่เส้นทางลำน้ำ แสดงข้อมูลเส้นทางน้ำและลำธารของลุ่มน้ำ มาซ้อนทับกันเพื่อวิเคราะห์ถึงลักษณะที่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ

แผนที่เส้นทางลำน้ำ ได้มาจากการวิเคราะห์ข้อมูล FABDEM ด้วยการจำแนกลำดับลำน้ำจากลักษณะภูมิประเทศที่มีความสูงต่ำแตกต่างกัน ตามทฤษฎีในการลำดับลำน้ำของ Strahler (1957) อ้างถึงใน FISRWG (1998) ลำน้ำลำดับแรกจะไหลจากแนวสันปันน้ำ และไหลลงสู่แม่น้ำยมซึ่งเป็นลำน้ำลำดับสุดท้ายของพื้นที่ นอกจากนี้เส้นทางลำน้ำที่ต่อเนื่องกันเป็นเครือข่ายลำน้ำแสดงให้ถึงอิทธิพลของกระบวนไหลของน้ำที่มีต่อลักษณะภูมิประเทศและธรณีวิทยาด้วย



แผนที่เส้นทางลำน้ำ แผนที่ระดับความสูงภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยา

ภาพที่ 54 แผนที่ปัจจัยพื้นฐานที่จะนำไปซ้อนทับเพื่อวิเคราะห์ขอบเขตในระดับลุ่มน้ำ สร้างและดัดแปลงจาก FABDEM (Hawker & Neal, 2021) และแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย (กรมทรัพยากรธรณี, 2559)

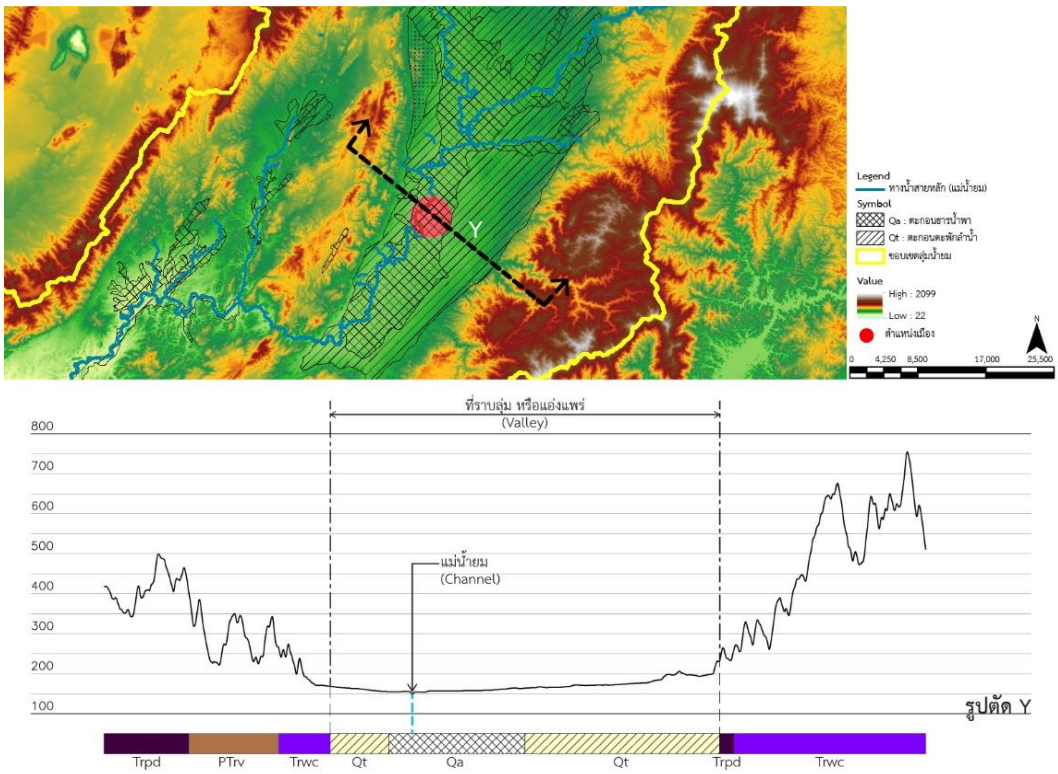
แนวขอบเขตลุ่มน้ำที่ได้จากแต่ละข้อมูล (ภาพที่ 54) มีความสอดคล้องกับแนวขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำยมที่กำหนดโดย สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (2564) ที่ใช้แนวของสันปันน้ำของภูเขาสูงเป็นแนวขอบเขต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1.2 การระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำยมในระดับลุ่มน้ำย่อยหรือระดับแอ่ง

ขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำในระดับลุ่มน้ำย่อย สามารถอธิบายได้จากความเชื่อมโยงกันของข้อมูลทางธรณีวิทยาที่ประกอบด้วย หิน ดิน แร่ธาตุ และวัสดุอื่น (กรมทรัพยากรธรณี, 2549) กับกระบวนการทางธรณีสัณฐานที่ทำให้เกิดรูปแบบสัณฐานของแม่น้ำและลักษณะภูมิประเทศ โดยใช้ (1) แผนที่ธรณีวิทยาของจังหวัดแพร่ให้ครอบคลุมพื้นที่แอ่งแพร่ เนื่องจากเป็นพื้นที่ซึ่งมีวัสดุทางธรณีวิทยาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการของน้ำ และ (2) รูปตัดภูมิประเทศที่แสดงลักษณะภูมิประเทศแบบแอ่งของพื้นที่ศึกษา

เมื่อนำข้อมูลทั้งสองส่วน มาเปรียบเทียบจะสามารถอธิบายความเชื่อมโยงขององค์ประกอบที่ทำให้ระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำยมในระดับลุ่มน้ำย่อยได้



ภาพที่ 55 ตัวอย่างการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของลักษณะภูมิประเทศกับลักษณะทางธรณีวิทยาของแอ่งแพร่
สร้างจาก FABDEM (Hawker & Neal, 2021)

เนื่องจากข้อมูลทางธรณีวิทยานั้นต้องใช้เวลามากในการก่อตัวหรือเปลี่ยนแปลง เป็นกระบวนการที่ผ่านช่วงเวลายาวนาน แผนที่ธรณีวิทยาจึงสามารถนำมาใช้อ้างอิงได้ โดยพิจารณาวัสดุที่เป็นดินตะกอนทั้งตะกอนตะพักลำน้ำและตะกอนน้ำพา ซึ่งเป็นวัสดุที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการของน้ำโดยตรง

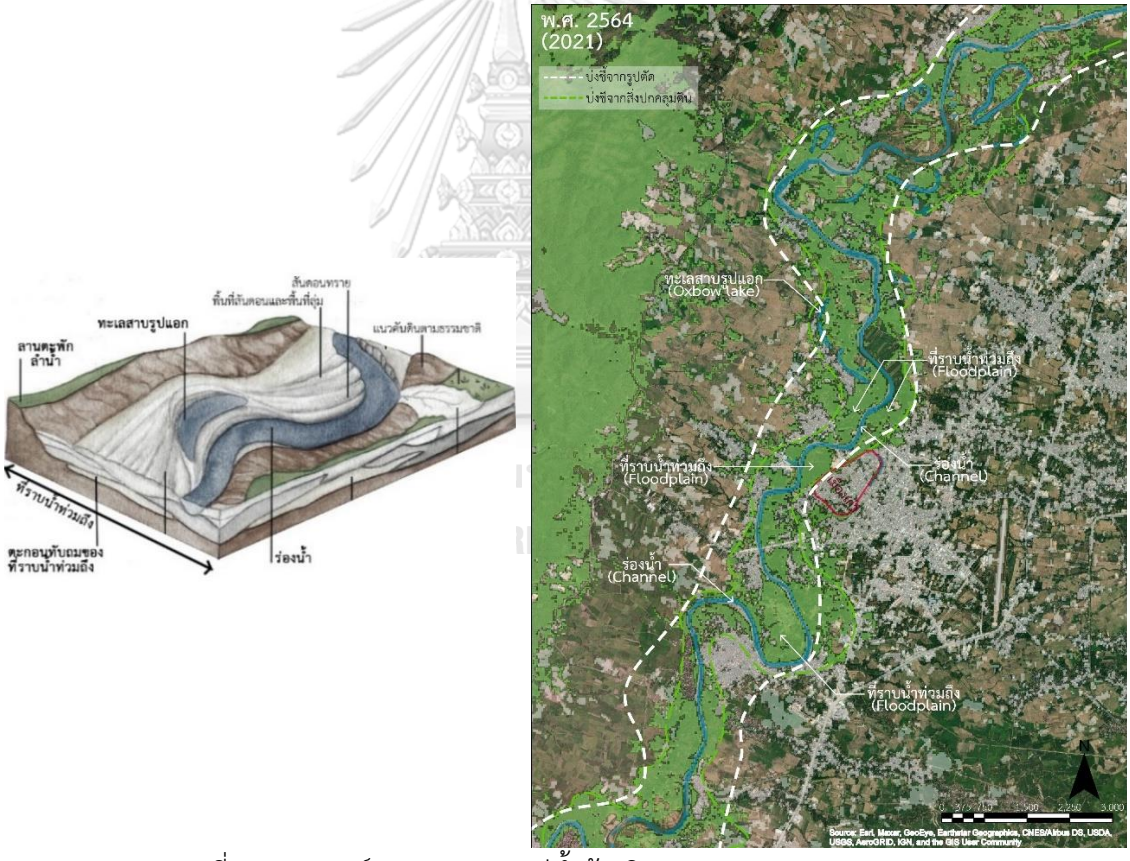
จากนั้นนำข้อมูล FABDEM มาทำรูปตัดภูมิประเทศผ่านบริเวณแอ่งแพร่และจังหวัดแพร่ เพื่ออธิบายถึงลักษณะภูมิประเทศที่สัมพันธ์กับลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ และใช้ข้อมูลเส้นทางลำน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์ลำดับลำน้ำจากข้อมูล FABDEM นำมาซ้อนชั้นข้อมูล เพื่ออธิบายถึงรูปแบบและกระบวนการขององค์ประกอบที่ใช้ในการระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำ

นอกจากนี้ เมื่อนำชั้นข้อมูลของเส้นทางคมนาคมมาซ้อนทับเพิ่มเติม จะทำให้สามารถอธิบายขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำในระดับลุ่มน้ำย่อยได้ชัดเจนมากขึ้น และเป็นการบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยทางด้านกายภาพที่เป็นเงื่อนไขให้กับการเลือกทำเลในการตั้งถิ่นฐานของเมืองแพร่

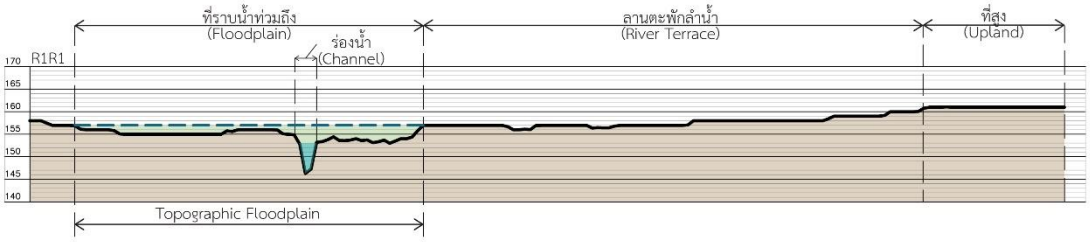
4.1.3 การระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำยมในระดับพื้นที่ศึกษา

ในระดับพื้นที่ศึกษา ขอบเขตของแม่น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการระบุขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำ (Fausch et al., 2002) ดังนั้นจึงต้องทำความเข้าใจในพื้นฐานของแนวแม่น้ำและองค์ประกอบของแม่น้ำจากการทบทวนวรรณกรรม เพื่อให้สามารถบ่งชี้ถึงลักษณะเฉพาะทางธรณีสัณฐานของแม่น้ำและภูมินิเวศ ที่จะใช้ในการอธิบายถึงขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำยมในระดับนี้

การระบุแนวขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำในระดับนี้ใช้ (1) แนวแม่น้ำยมและพื้นที่ต่อเนื่องของแม่น้ำในบริเวณเมืองเก่าแพร่ เพื่อระบุองค์ประกอบของแนวแม่น้ำกับภูมินิเวศโดยรอบ โดยใช้รูปตัดจากข้อมูล FABDEM ในการวิเคราะห์ภูมิประเทศและลักษณะธรณีสัณฐานของแนวแม่น้ำ ประกอบกับ (2) ใช้การบ่งชี้แนวที่ราบน้ำท่วมถึงด้วยการสังเกตประเภทสิ่งปกคลุมดินจากภาพถ่ายดาวเทียม (ภาพที่ 56)

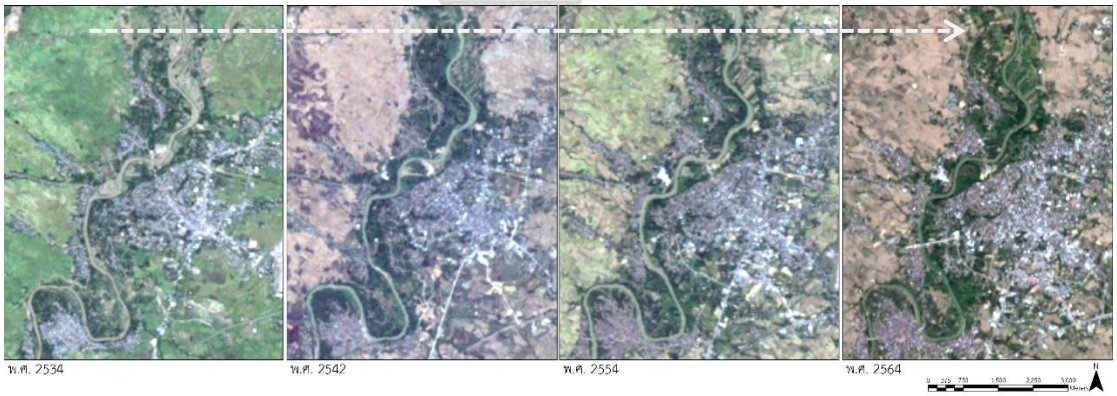


ภาพที่ 56 ระบุองค์ประกอบแนวแม่น้ำอ้างอิงจากการทบทวนวรรณกรรม
ดัดแปลงจาก Opperman et al. (2017, p. 33) และ Esri (2022); USGS. (2021)



ภาพที่ 57 รูปตัดอธิบายองค์ประกอบแนวแม่น้ำยม
สร้างจาก FABDEM (Hawker & Neal, 2021)

เนื่องจากแม่น้ำและภูมินิเวศมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ จึงทำการศึกษาขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำในระดับพื้นที่ศึกษาย้อนหลัง เพื่อสังเกตถึงแนวขอบเขตของแม่น้ำยมว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร โดยใช้ (3) การระบุองค์ประกอบแนวแม่น้ำจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมย้อนหลังในทุกช่วงประมาณ 10 ปี ดังนี้ ปี พ.ศ. 2564; พ.ศ. 2554; พ.ศ. 2542 และ พ.ศ. 2534 ซึ่งช่วงเวลาย้อนหลังนี้มีความใกล้เคียงกับช่วงเวลาของการกำหนดผังเมืองรวมเมืองแพร่ ที่เริ่มมีการกำหนดและประกาศใช้ฉบับแรกเมื่อปี พ.ศ. 2531; ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2542; ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2554 และฉบับปัจจุบัน (ร่าง) พ.ศ. 2562



ภาพที่ 58 ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศในพื้นที่ศึกษาผ่านช่วงเวลาประมาณ 30 ปี
ดัดแปลงจาก USGS. (1991), USGS. (1999), USGS. (2011) และ USGS. (2021)

ทั้งนี้เนื่องจากการระบุขอบเขตด้วยสายตาบนภาพถ่ายดาวเทียมอาจให้ข้อมูลไม่ชัดเจนเท่าที่ควร จึงใช้การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งเป็นวิธีการวิจัยในหัวข้อถัดไป มาแสดงผลซ้อนบนภาพถ่ายดาวเทียมด้วย เพื่อความชัดเจนในการระบุขอบเขตแนวแม่น้ำ

4.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างภูมินิเวศแม่น้ำยมกับเมืองแพร่ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยอาศัยการวิเคราะห์จากสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินของมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา เปรียบเทียบกับขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำที่ได้จากการศึกษาในขั้นแรก

ผลที่ได้จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์จะสามารถนำไปเป็นพื้นฐานในการประยุกต์ใช้ด้านการจัดการ การวางแผนภูมินิเวศแม่น้ำในอนาคต ให้เป็นไปอย่างสอดคล้องกับปัจจัยเชิงนิเวศได้

โดยแบ่งขั้นตอนในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

4.2.1 การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน

การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินในวิทยานิพนธ์นี้ อ้างอิงหลักเกณฑ์จากระบบ HERCULES (Cadenasso et al., 2007) แต่มีการปรับเปลี่ยนประเภทตามวิธีที่ใช้ในการจำแนกและข้อมูลที่นำมาใช้ รวมถึงประเด็นในการศึกษา โดยจะแบ่งประเภทสิ่งปกคลุมดินออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

ตารางที่ 5 ประเภทสิ่งปกคลุมดินที่ใช้ในการจำแนก

วิทยานิพนธ์	ระบบ HERCULES
(1) ต้นไม้ใหญ่	(1) ต้นไม้ใหญ่
(2) ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน	(2) ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน
(3) ดินเปล่า / พื้นที่เกษตร	(3) ดินเปล่า
	(4) พื้นดาดแข็ง
(4) สิ่งปลูกสร้าง	(5) อาคาร
	(6) กลุ่มอาคาร
(5) น้ำผิวดิน	(7) น้ำผิวดิน

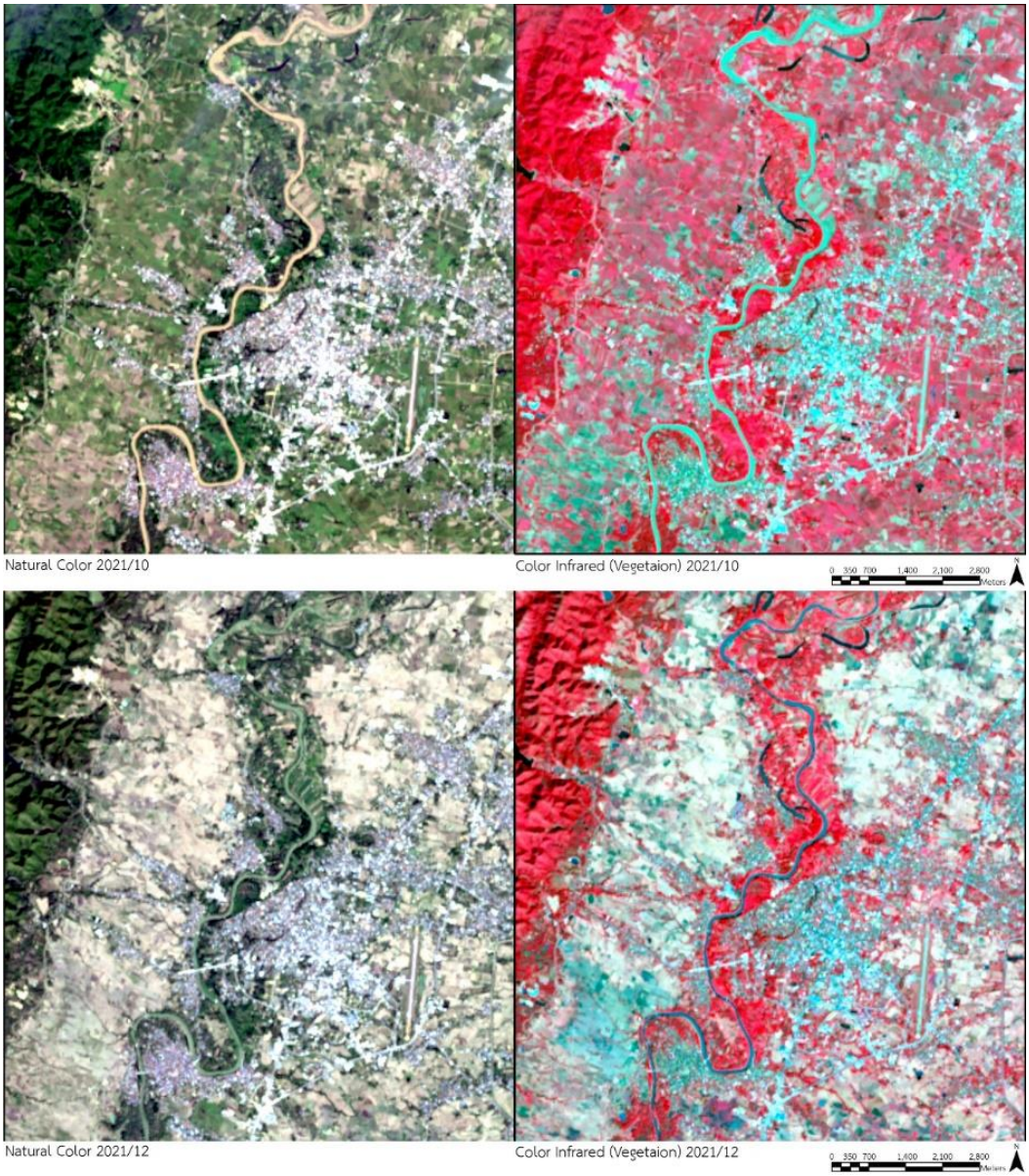
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินใช้การเน้นข้อมูลช่วงคลื่นโดยการคำนวณหาค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) ที่มีสูตรคำนวณ (Weier & Herring, 2000 อ้างถึงใน มิ่งขวัญ นันทวิสัย, 2559) คือ

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

ค่าที่ได้จากการคำนวณจะอยู่ที่ -1 ถึง 1 ซึ่งค่า -1 ถึง 0 หมายถึงสิ่งปกคลุมดินที่เป็นน้ำ ส่วนค่าจาก 0 ถึง 1 หมายถึงความหนาแน่นของพืชพรรณ (ภาพที่ 28) โดยค่าระหว่าง 0 - 1 จะแบ่งช่วงแตกต่างกันไปตามข้อมูลและความหนาแน่นของพืชพรรณ

เมื่อนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat มาจำแนกด้วย NDVI ร่วมกับการอ่านและแปลความจากภาพสีผสมเท็จเน้นพืชพรรณ (ภาพที่ 59) เพื่อให้สามารถจำแนกประเภทได้ตรงกับข้อมูลภาพถ่ายมากที่สุด เป็นการตรวจสอบด้วยสายตา (Visual reference) (ดนัย ทายตะคุ, 2566, การสื่อสารส่วนบุคคล) ในการจำแนกจากภาพผสมสีเพื่อหาค่าจุดตัดของ NDVI

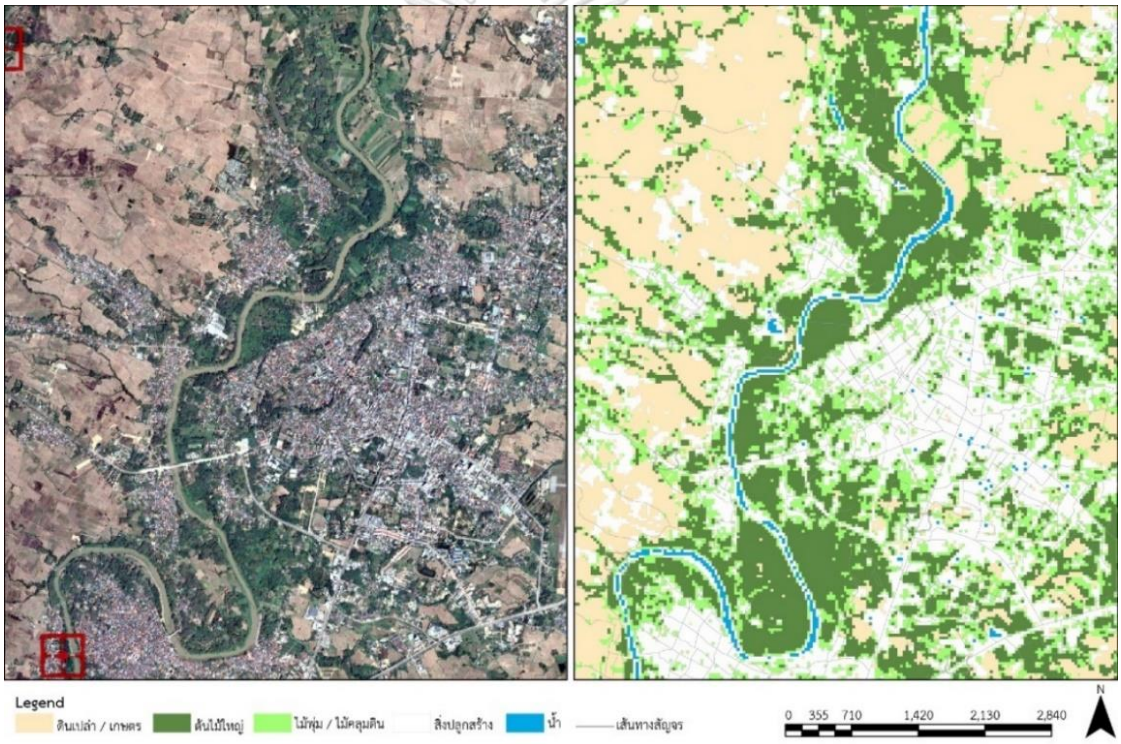


ภาพที่ 59 ตัวอย่างภาพผสมสีเท็จแบบ Color Infrared (Vegetation) ใน 2 ช่วงเวลาปี พ.ศ 2564 ดัดแปลงจาก ภาพถ่ายดาวเทียม (USGS., 2021)

ในวิทยานิพนธ์นี้ทำการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินทั้งหมด 4 ปี ตามการระบุขอบเขตได้แก่ พ.ศ. 2564; พ.ศ. 2554; พ.ศ. 2542 และพ.ศ. 2534 โดยใช้ข้อมูลจาก 2 ช่วงเวลาของแต่ละปี

เนื่องจากข้อจำกัดจากค่าที่ได้จากการประมวลผล จึงใช้การซ้อนทับกันของผลที่ได้จากทั้ง 2 ช่วงเวลา เพื่อให้ได้ประเภทสิ่งปกคลุมดินตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยช่วงเวลาที่ใช้คือ ช่วงน้ำมาก (ประมาณเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม) สังเกตจากสีเขียวของพื้นที่เกษตร และช่วงน้ำน้อย (ประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม) สังเกตจากพื้นที่เกษตรที่เก็บเกี่ยวแล้ว

เมื่อได้ค่าจุดตัดจากดัชนีพืชพรรณ จะนำมาแปลงเป็นประเภทสิ่งปกคลุมดินตามการจำแนก ซึ่งบางข้อมูลจะต้องนำมาหักลบกัน หรือบวกรวมกัน เช่น ค่าที่จะแปลงเป็นพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง อาจต้องใช้การหักลบกันของทั้ง 2 ช่วงเวลา เนื่องจากบางส่วนจะถูกอ่านค่าเป็นที่ดินเปล่า หรือบางส่วนของพื้นที่เกษตรอาจถูกรวมเข้ากับไม้พุ่มไม้คลุมดินในช่วงน้ำมาก ซึ่งต้องใช้การซ้อนทับข้อมูลจากช่วงน้ำน้อย เพื่อให้ได้ผลการจำแนกตามที่ต้องการ



ภาพที่ 60 ตัวอย่างภาพที่ได้จากการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินปี พ.ศ. 2564
ดัดแปลงจาก ภาพถ่ายดาวเทียม (Google Earth, 2021) และ (USGS., 2021)

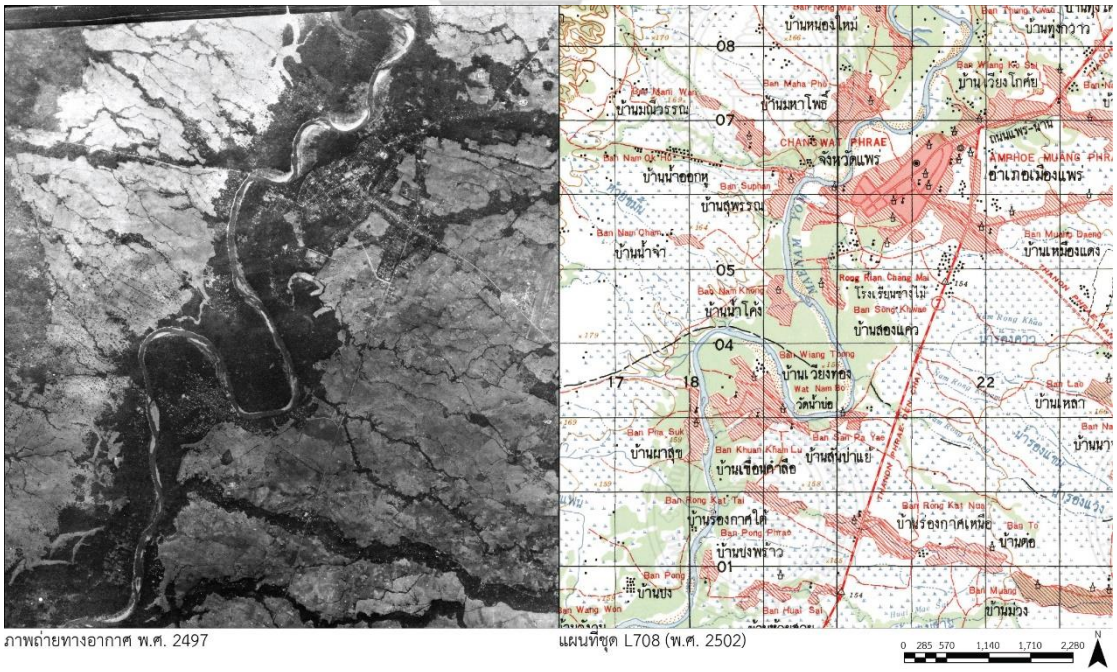
ผลที่ได้จากการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินจะนำไปใช้ในการศึกษาเรื่องขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำในระดับพื้นที่ศึกษา และนำไปเปรียบเทียบกับรูปตัดภูมิประเทศ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งปกคลุมดินกับลักษณะทางธรณีสัณฐานของภูมินิเวศ นอกจากนี้ประเภทของสิ่งปกคลุมดินที่จำแนกนั้นยังสามารถสะท้อนถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ จึงทำให้สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินกับโครงสร้างและบทบาทของภูมินิเวศแม่น้ำ

4.2.2 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำ

เมื่อได้ผลจากการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินแล้ว จะสามารถนำศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำผ่านช่วงเวลาได้ โดยใช้ (1) ผลจากการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินของแต่ละปี (2) รูปตัดภูมิประเทศจากข้อมูล FABDEM (3) แผนที่ชุด L708 (กรมแผนที่ทหาร, 2502) และ L7018 (กรมแผนที่ทหาร, 2552) ที่มีการจำแนกสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน และ (4) ภาพถ่ายดาวเทียมหรือภาพถ่ายทางอากาศเก่า

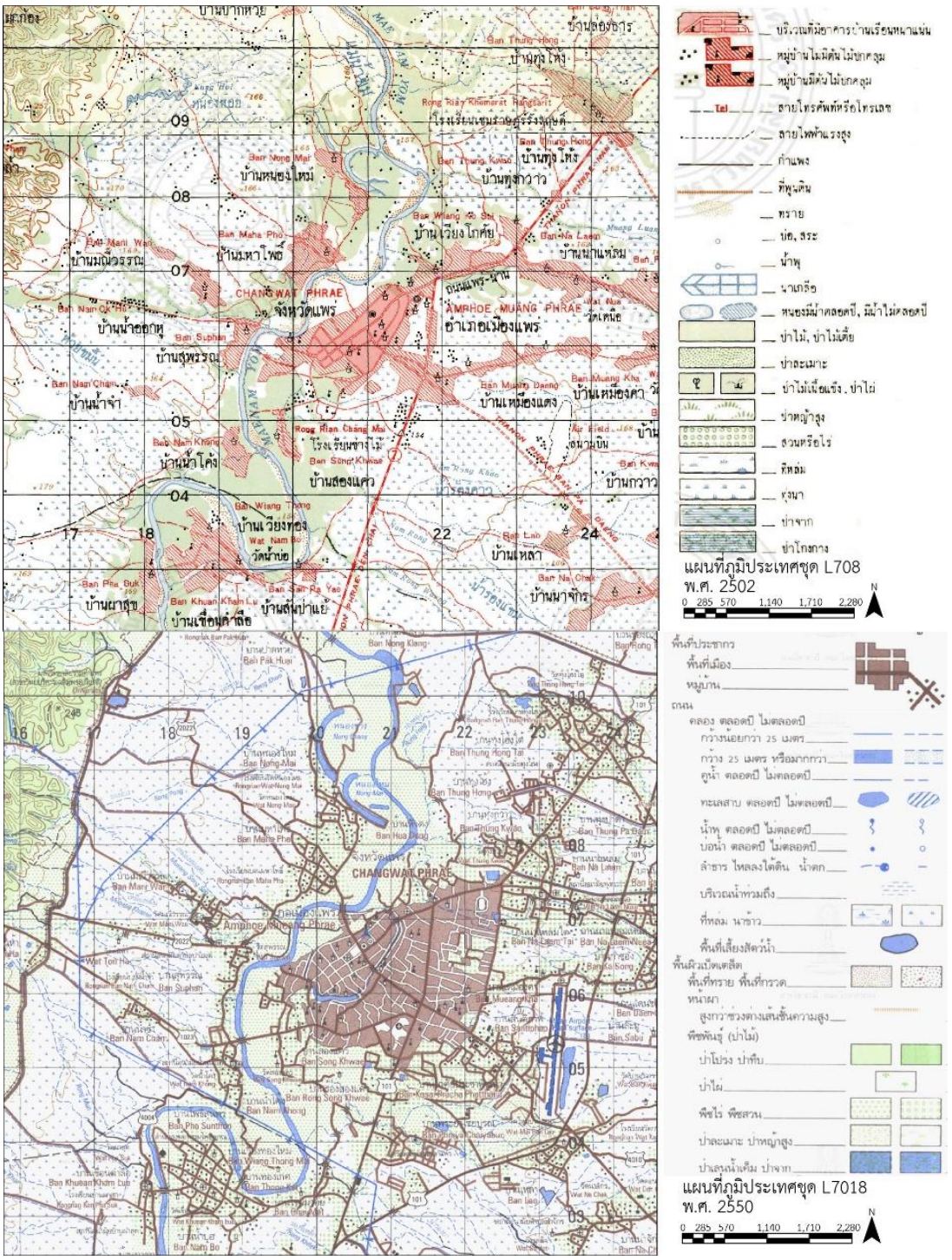
ด้วยการเปรียบเทียบข้อมูลต่าง ๆ จะทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินของเมืองแพร่ สามารถอธิบายได้ถึงความเชื่อมโยงกันระหว่างสิ่งปกคลุมดินกับลักษณะทางธรณีสัณฐานของภูมินิเวศแม่น้ำยม รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำยมผ่านช่วงเวลา

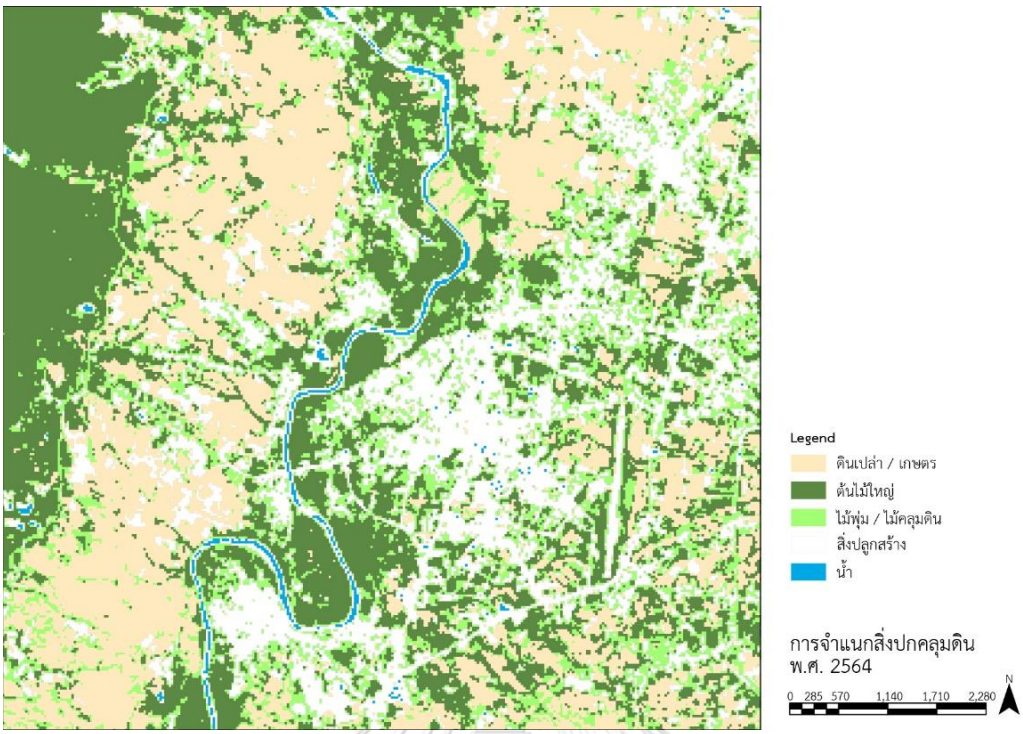
ข้อมูลแผนที่ชุด L708 (พ.ศ. 2502) และ L7018 (พ.ศ. 2552) เป็นแผนที่ที่มีการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินจากกรมแผนที่ทหาร โดยแผนที่ชุด L708 (ภาพที่ 61) เป็นแผนที่ที่ทำขึ้นในช่วงแรกที่มีการทำแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศประกอบกับการสำรวจภาคสนาม ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่พื้นที่เมืองยังไม่ขยายตัว ประชากรส่วนใหญ่ทำการเกษตรและทำนา อาศัยและพึ่งพาแม่น้ำและภูมินิเวศ และพื้นที่ตามธรรมชาติยังคงไม่ถูกรบกวนเท่าในปัจจุบัน ข้อมูลในแผนที่จึงมีความชัดเจนในการระบุความหมายของพื้นที่ต่าง ๆ



ภาพที่ 61 เปรียบเทียบภาพถ่ายทางอากาศ พ.ศ. 2497 ที่เป็นฐานข้อมูลในการจำแนกแผนที่ L708 ดัดแปลงจาก ภาพถ่ายทางอากาศ (กรมแผนที่ทหาร, ม.ป.ป.-b) และแผนที่ L708 (กรมแผนที่ทหาร, 2502)

ทั้งนี้เนื่องจากแผนที่ชุด L708 และ L7018 เป็นแผนที่ที่มีการจำแนกประเภทและสัญลักษณ์ที่ให้ความหมายแตกต่างกัน จึงนำแผนที่มาแสดงเพื่ออธิบายความหมายและสัญลักษณ์ที่ใช้ประกอบในแผนที่ ดังภาพที่ 62





ภาพที่ 62 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทของแต่ละแผนที่
ดัดแปลงจาก แผนที่ชุด L708 (กรมแผนที่ทหาร, 2502), L7018 (กรมแผนที่ทหาร, 2552) และ ภาพถ่ายดาวเทียม (USGS., 2021)

ประเภทสิ่งปกคลุมดินจากการจำแนก สามารถสะท้อนให้เห็นถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ ทำให้สามารถนำมาใช้เปรียบเทียบกับแผนที่ชุด L708 และ L7018 ที่มีการจำแนกทั้งสิ่งปกคลุมและการใช้ประโยชน์ที่ดินจากช่วงอดีต การเปรียบเทียบจึงทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงและความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางธรณีสัณฐานของแม่น้ำกับการตั้งถิ่นฐานของเมือง และอธิบายถึงสัมพันธ์ของการขยายตัวของพื้นที่เมืองกับขอบเขตแนวแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ

ผลที่ได้จากการวิจัยนี้จะทำให้สามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นต่อภูมินิเวศแม่น้ำยม เพื่อเป็นพื้นฐานในการเสนอแนวทางสำหรับการวางแผนและการจัดการ เพื่ออยู่ร่วมกับแม่น้ำยมในอนาคต

บทที่ 5
ผลการวิจัย

จากวิธีการวิจัยที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำในแต่ละระดับ การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน และการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศ รวมถึงการนำผลที่ได้จากวิธีการวิจัยมาเปรียบเทียบกันเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างภูมินิเวศแม่น้ำยมกับเมืองแพร่ สามารถวิเคราะห์และตอบคำถามการศึกษาได้ ดังนี้

1) ขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำยมคืออะไร และสัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานของเมืองแพร่อย่างไร

ผลการศึกษาที่สามารถตอบคำถามข้อ 1 ได้คือ ขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำยมสามารถระบุได้จากองค์ประกอบของภูมินิเวศทั้งในเชิงโครงสร้าง กระบวนการและการเปลี่ยนแปลง โดยปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ ธรณีวิทยาและธรณีสัณฐาน ลักษณะภูมิประเทศ และเครือข่ายลำน้ำ ซึ่งแตกต่างกันในแต่ละระดับ

ขอบเขตในระดับลุ่มน้ำยมที่เกิดจากปัจจัยทั้ง 3 ซึ่งเป็นปัจจัยเชิงนิเวศนั้นสอดคล้องกับขอบเขตที่กำหนดโดยสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (2564) โดยมีแนวสันปันน้ำเป็นแนวขอบเขตที่สำคัญในการระบุ ส่วนขอบเขตในระดับลุ่มน้ำย่อย สามารถใช้แนวของลักษณะทางธรณีวิทยาได้แก่ ดินตะกอนน้ำพาและตะกอนตะพักลำน้ำ ซึ่งเชื่อมโยงกับลักษณะภูมิประเทศและธรณีสัณฐานของ “แอ่งแพร่” จากปัจจัยนี้เองสามารถอธิบายต่อเนื่องไปถึงขอบเขตในระดับพื้นที่ศึกษาได้ โดยใช้ขอบเขตที่ราบน้ำท่วมถึงและลานตะพักแม่น้ำยม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแนวแม่น้ำยมในการระบุ และเป็นภูมิประเทศที่เอื้อประโยชน์ต่อการตั้งถิ่นฐานของเมืองแพร่ด้วย สามารถดูรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ได้ที่หัวข้อ 5.1

2) แม่น้ำยมและภูมินิเวศแม่น้ำยมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรที่สัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดินและการขยายตัวของเมือง

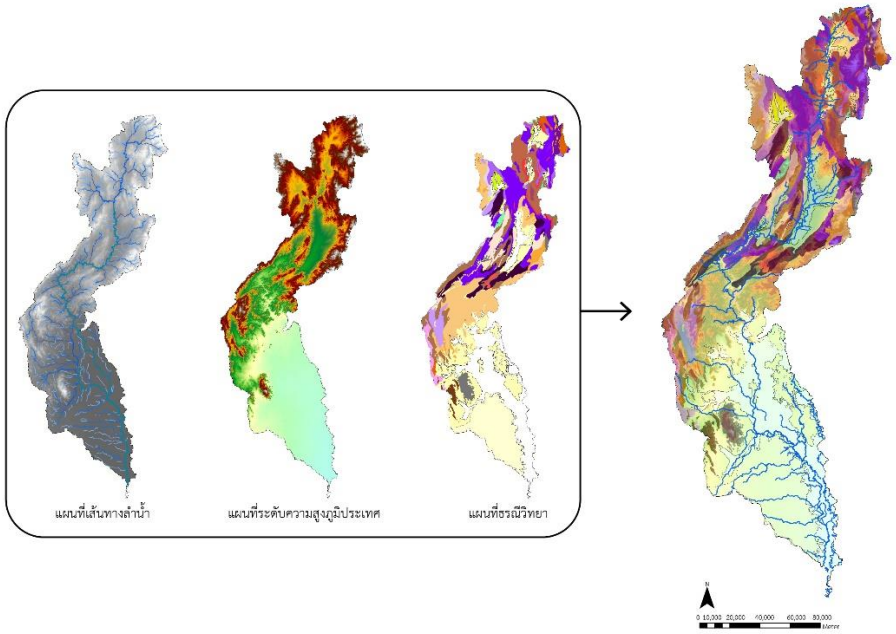
จากการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน และแนวขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำ รวมถึงการเปรียบเทียบรูปตัดภูมิประเทศและภาพถ่ายดาวเทียม ทำให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินของเมืองแพร่ ที่เปลี่ยนจากพื้นที่ตามธรรมชาติและพื้นที่เกษตร กลายเป็นพื้นที่เมือง ซึ่งการขยายตัวของเมืองมีมากขึ้นอย่างชัดเจนในช่วงที่ทำการศึกษาในช่วงประมาณ 30 ปี บางส่วนขยายตัวไปสู่ที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งแต่เดิมตัวเมืองเก่าแพร่ตั้งอยู่บนลานตะพักแม่น้ำยมที่แสดงถึงความเข้าใจในเงื่อนไขของแม่น้ำ แต่ปัจจุบันการขยายตัวที่รุกล้ำแนวแม่น้ำจะส่งผลกระทบและปัญหากับทั้งระบบนิเวศและเมืองแพร่ สามารถดูรายละเอียดได้ที่หัวข้อ 5.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.1 ขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำในแต่ละระดับ

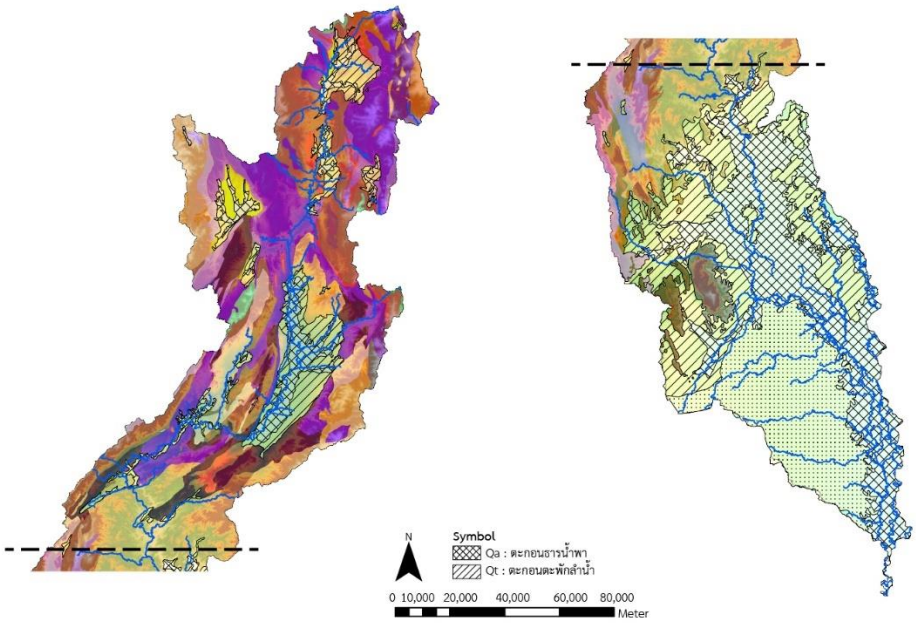
5.1.1 ขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำระดับลุ่มน้ำ

จากการซ้อนทับของข้อมูลแผนที่ลักษณะภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยา และเครือข่ายลำน้ำของลุ่มน้ำยม (ภาพที่ 63) ทำให้เห็นขอบเขตของพื้นที่ลุ่มน้ำที่ระบุได้จากแนวของลักษณะภูมิประเทศที่เป็นภูเขาสูงและแนวสันปันน้ำ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของลำดับลำน้ำของลุ่มน้ำยม และทำให้เกิดเครือข่ายลำน้ำต่อเนื่องไปจนถึงช่วงปลายน้ำ จึงใช้แนวเส้นดังกล่าวนี้เป็นแนวขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำระดับลุ่มน้ำยม



ภาพที่ 63 ขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำยมในระดับลุ่มน้ำ แสดงด้วยการซ้อนทับกันของข้อมูล
สร้างจาก FABDEM (Hawker & Neal, 2021) และแผนที่ธรณีวิทยา (กรมทรัพยากรธรณี, 2559)

ผลจากการวิจัยทำให้มองเห็นความเชื่อมโยงกันของรูปแบบโครงสร้างและกระบวนการทางกายภาพขององค์ประกอบภูมินิเวศที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ โดยมีกระบวนการธารน้ำเป็นกระบวนการที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ของทั้ง 3 ปัจจัย ได้แก่ การไหลของน้ำจากพื้นที่ลาดชัน ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของวัสดุและตะกอน รวมถึงการกัดเซาะทับถมที่ทำให้เกิดรูปแบบภูมิประเทศที่แสดงคุณลักษณะเฉพาะของภูมินิเวศตามการเชื่อมต่อตามยาวของแม่น้ำ ดังนั้นจึงสามารถใช้แนวขอบเขตที่ได้จากการซ้อนทับกันนี้เป็นแนวขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำยมในระดับลุ่มน้ำได้ (ภาพที่ 64)



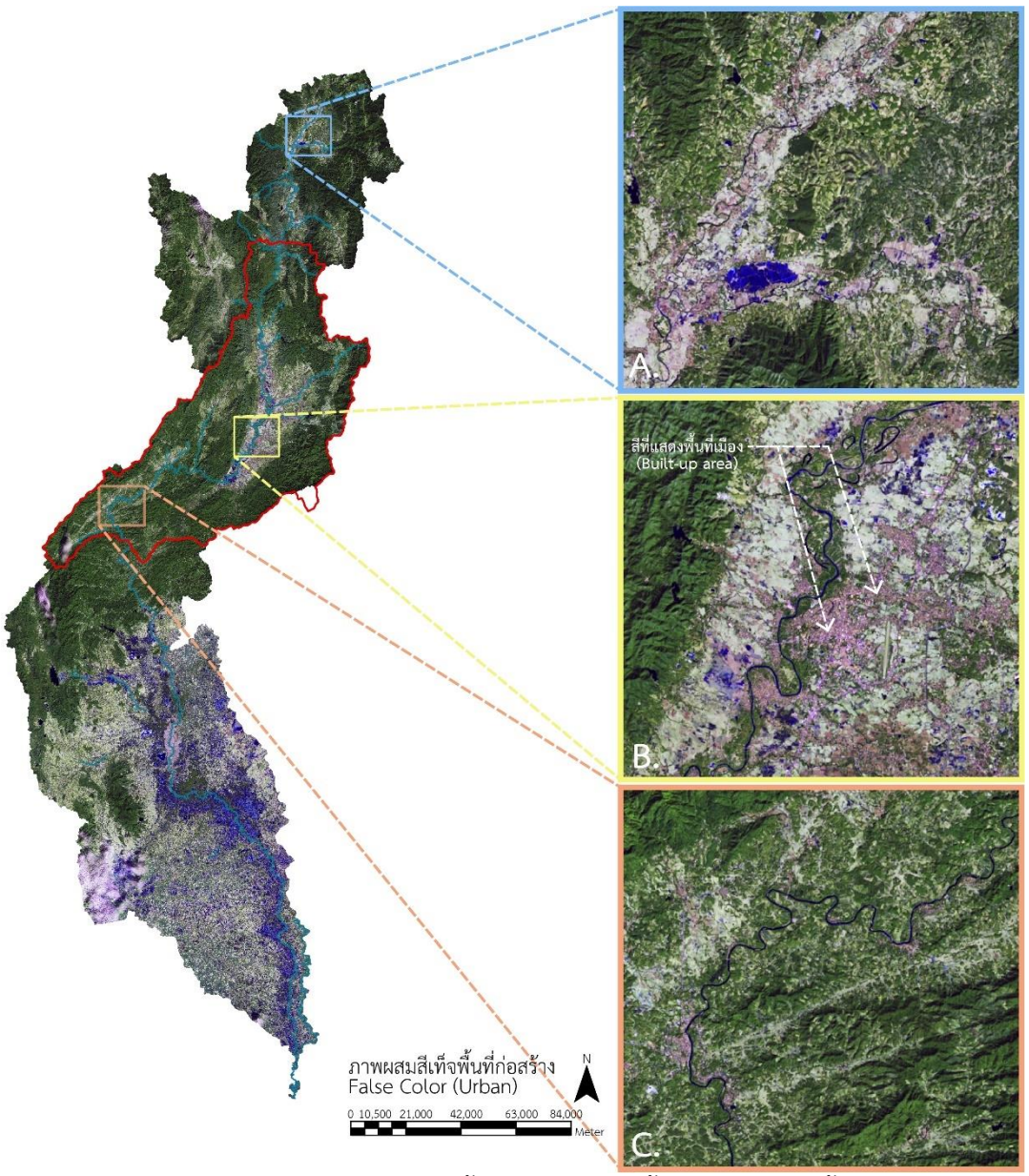
ภาพที่ 64 ภาพขยายพื้นที่ลุ่มน้ำยมแสดงความเกี่ยวโยงกันของธรณีวิทยาที่เป็นตะกอนกับเครือข่ายลำน้ำและลักษณะภูมิประเทศ

สร้างจาก FABDEM (Hawker & Neal, 2021) และแผนที่ธรณีวิทยา (กรมทรัพยากรธรณี, 2559)

จากภาพที่ 64 สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของแผนที่ธรณีวิทยา ลักษณะภูมิประเทศและเครือข่ายลำน้ำของลุ่มน้ำยม ทำให้เห็นลักษณะของคุณลักษณะทางธรณีวิทยาตั้งแต่ส่วนตอนบนของลุ่มน้ำที่เป็นภูเขาสูง มีวัสดุเป็นหินประเภทต่าง ๆ ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของลำน้ำที่ไหลลงสู่ลำน้ำลำดับท้าย คือ แม่น้ำยม ไหลต่อเนื่องตามยาว และทำให้เกิดลักษณะรูปแบบภูมิประเทศและลักษณะธรณีสัณฐานที่เป็นแอ่งในที่ราบลุ่ม ที่เรียกว่า แอ่งแพร่ ซึ่งเป็นที่ราบกว้างใหญ่ที่สุดในบริเวณตอนกลางของลุ่มน้ำยม ส่วนบริเวณตอนล่างมีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มกว้างใหญ่ในบริเวณจังหวัดสุโขทัย ที่เกิดจากการสะสมทับถมของตะกอนที่พัดพามากับแม่น้ำยมและลำน้ำสาขา

ขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำกับการตั้งถิ่นฐาน

พื้นที่บริเวณแอ่งแพร่และพื้นที่ตอนล่างของลุ่มน้ำยม มีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มความชันน้อยซึ่งประกอบด้วยดินตะกอนที่เกิดจากแม่น้ำและลำน้ำไหลผ่านเป็นจำนวนมาก ทำให้ลักษณะและคุณสมบัติของดินมีความหลากหลายในแต่ละพื้นที่ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้เป็นเงื่อนไขให้กับการอยู่อาศัยและการตั้งถิ่นฐานของเมืองแพร่ ที่ต้องการทรัพยากรและพื้นที่ที่เหมาะสมในการดำรงชีวิต



ภาพที่ 65 ภาพถ่ายดาวเทียมผสมสีเท็จแสดงพื้นที่ก่อสร้างและพื้นที่เมืองของลุ่มน้ำยม พ.ศ. 2564 ดัดแปลงจาก ภาพถ่ายดาวเทียม (USGS., 2021)

จากภาพที่ 65 สามารถบ่งชี้พื้นที่เมือง พื้นที่สีเขียว และพื้นที่เกษตรได้ชัดเจนมากขึ้น จากการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมผสมสีเท็จ (False Color) ประเภทสิ่งปลูกสร้าง ทำให้เห็นว่าพื้นที่ลุ่มน้ำยมมีลักษณะภูมินิเวศที่แตกต่างกันในแต่ละส่วน

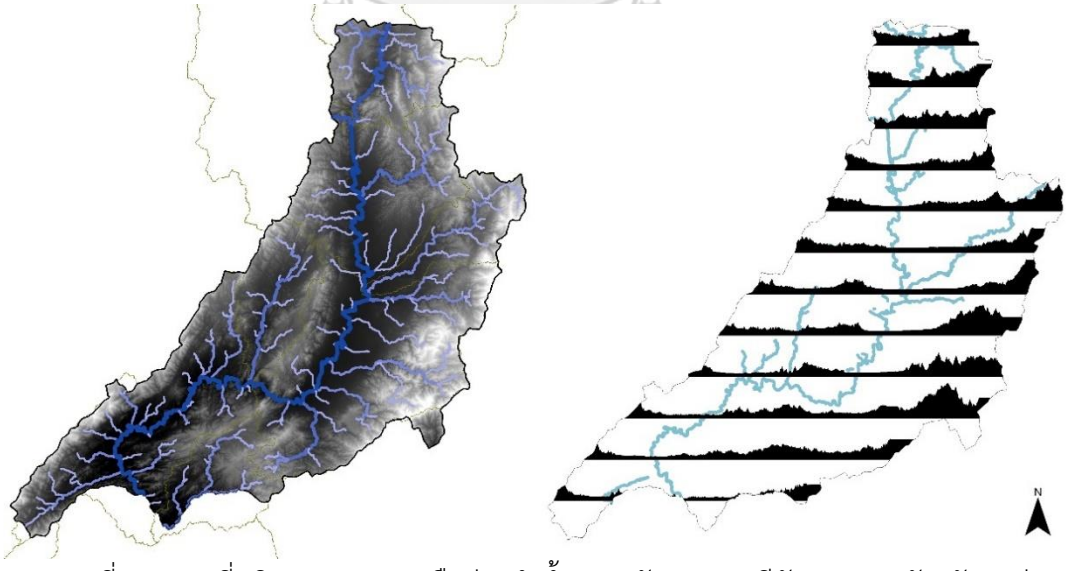
- พื้นที่ส่วน A. มีพื้นที่ราบขนาดจำกัดซึ่งเป็นส่วนที่แม่น้ำยมไหลผ่าน ปรากฏพื้นที่เมืองหรือชุมชนในปริมาณน้อย เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่มีความลาดชัน

- พื้นที่ส่วน B. อยู่ในบริเวณแอ่งแพร่ ปรากฏความหนาแน่นของพื้นที่เมืองและพื้นที่เกษตรกรรม เนื่องมาจากลักษณะสัณฐานเป็นที่ราบลุ่มขนาดกว้างกว่าส่วนอื่นในตอนกลางของลุ่มน้ำยม ทำให้มีการตั้งถิ่นฐานของชุมชนและเมืองในปริมาณมาก
- ส่วนพื้นที่ C. เป็นแอ่งหรือหุบอีกแห่งภายในพื้นที่จังหวัดแพร่ แต่มีที่ราบขนาดแคบและจำกัดกว่าพื้นที่แอ่งแพร่ ปรากฏพื้นที่ชุมชนและเมืองเพียงบางส่วนในบริเวณริมแม่น้ำยม

ดังนั้นจากภาพที่ 65 จึงเป็นการนำมิติที่เกี่ยวข้องกับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ เช่น การขยายตัวของพื้นที่เมือง ตำแหน่งของพื้นที่ชุมชน และพื้นที่สิ่งปลูกสร้างของมนุษย์ ซึ่งซ้อนทับอยู่บนภูมินิเวศ มาใช้ร่วมกับปัจจัยเชิงนิเวศในการระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำ และทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการตั้งถิ่นฐานกับภูมินิเวศ เช่น การที่ชุมชนมักจะตั้งอยู่ในที่ราบบริเวณริมแม่น้ำ ความหนาแน่นของชุมชนและเมืองในแอ่งแพร่ เป็นต้น แสดงให้เห็นถึงการเป็นเงื่อนไขของปัจจัยทางกายภาพของภูมินิเวศแม่น้ำต่อการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์

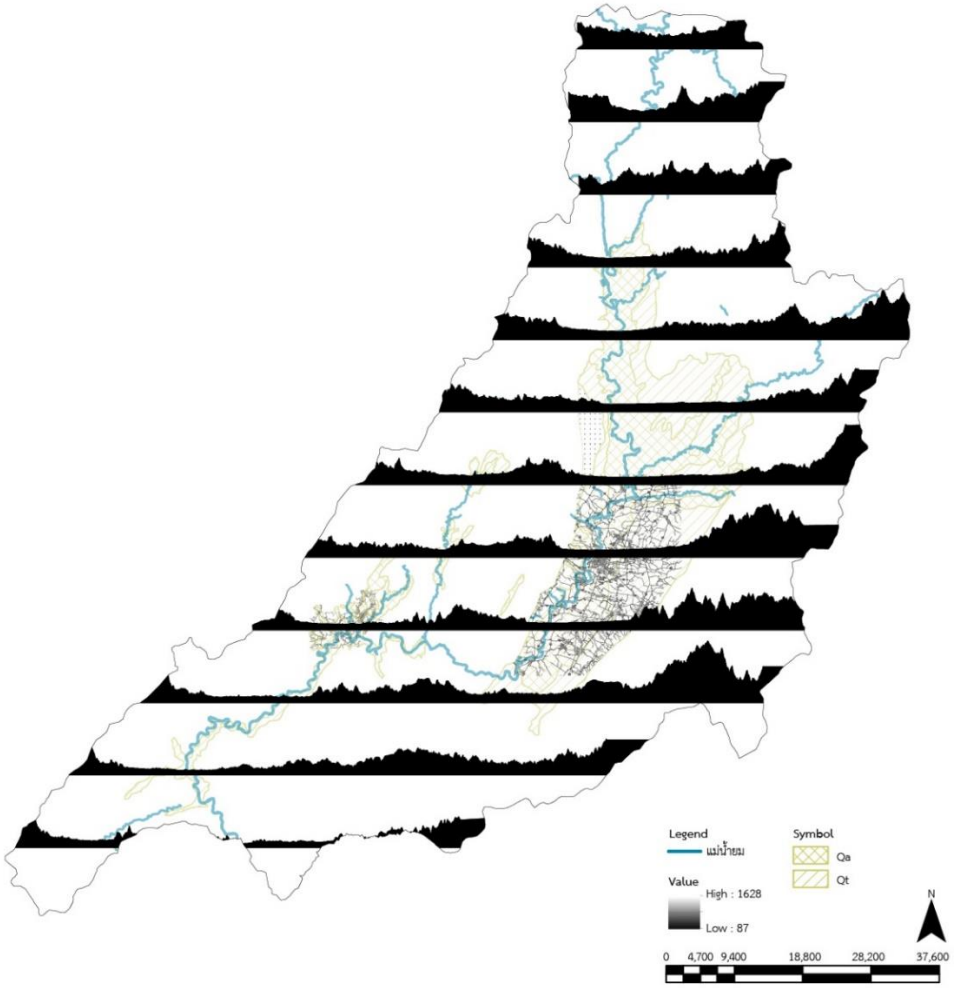
5.1.2 ขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำระดับลุ่มน้ำย่อย

การระบุขอบเขตในระดับนี้ ใช้การวิเคราะห์พื้นที่จังหวัดแพร่ซึ่งครอบคลุมลุ่มน้ำย่อยหลายลุ่มที่มีความหลากหลายของลักษณะธรณีวิทยาและธรณีสัณฐาน โดยใช้แผนที่ธรณีวิทยา และรูปตัดภูมิประเทศจากข้อมูล FABDEM ครอบคลุมพื้นที่ทั้งจังหวัด และนำมาซ้อนทับกับข้อมูลเส้นทางลำน้ำที่ลดทอนการแสดงผลให้เหลือเพียงลำน้ำลำดับท้าย ได้แก่ แม่น้ำยม



ภาพที่ 66 แผนที่ภูมิประเทศและเครือข่ายลำน้ำแสดงลักษณะธรณีสัณฐานของจังหวัดแพร่
ลักษณะภูมิประเทศ (ซ้าย) และรูปตัดภูมิประเทศ (ขวา)
สร้างจาก FABDEM (Hawker & Neal, 2021)

จากภาพที่ 66 ลักษณะของภูมิประเทศจากรูปตัดที่ซ้อนทับด้วยแม่น้ำยม ทำให้เห็นถึงลักษณะธรณีสัณฐานของภูมินิเวศในจังหวัดแพร่ได้ชัดเจนขึ้น เนื่องจากรูปตัดภูมิประเทศให้มุมมองของรูปแบบภูมิประเทศได้ละเอียดมากกว่าข้อมูลเชิงพื้นที่ 2 มิติ



ภาพที่ 67 รูปตัดภูมิประเทศของแอ่งแพร่ที่มีองค์ประกอบเมืองตั้งอยู่ภายในแอ่ง
สร้างจาก FABDEM (Hawker & Neal, 2021) และแผนที่ธรณีวิทยา (กรมทรัพยากรธรณี, 2559)

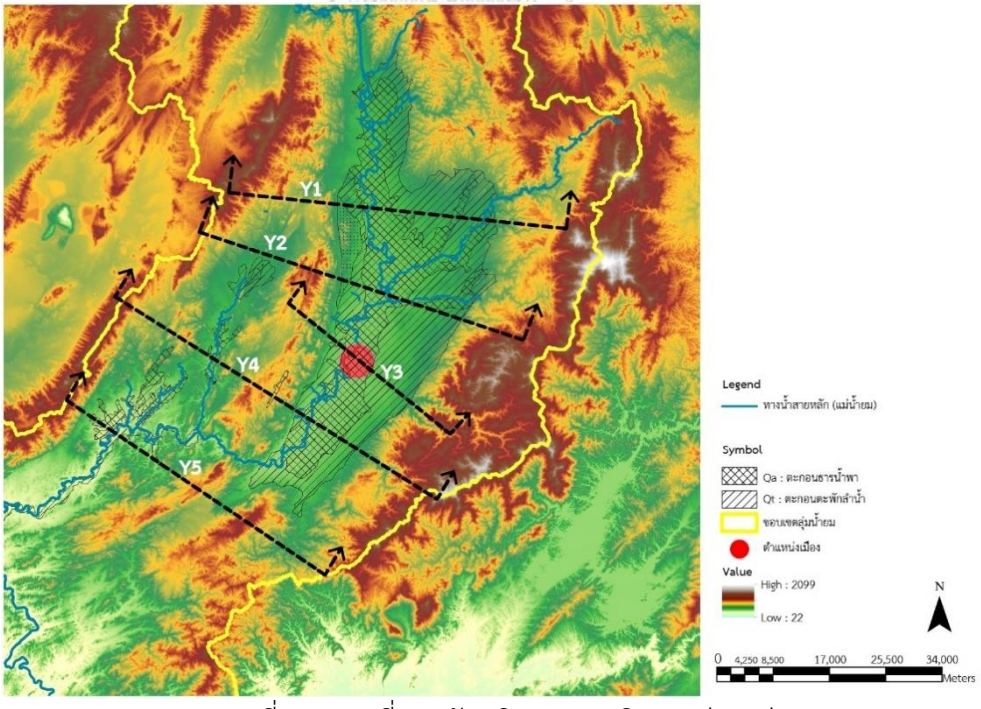
เมื่อนำข้อมูลธรณีวิทยาของจังหวัดแพร่ โดยเฉพาะส่วนที่เป็นดินตะกอนมาซ้อนกับรูปตัดและแม่น้ำยม รวมถึงชั้นข้อมูลของพื้นที่เมืองแพร่ (ภาพที่ 67) ทำให้เห็นความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยดังนี้

- แนวขอบเขตดินตะกอนจากชั้นแผนที่ธรณีวิทยาอยู่ในส่วนที่ราบลุ่มแอ่งแพร่ ซึ่งเป็นภูมิประเทศที่ลาดชันน้อยในระดับใกล้เคียงกันทั้งแอ่ง จนไปถึงแนวภูเขาหินสูงล้อมรอบจึงเปลี่ยนเป็นระดับลาดชันมาก แอ่งแพร่เป็นบริเวณที่แม่น้ำยมไหลผ่านจากทิศเหนือไปสู่ทิศใต้

- มีแอ่งหรือหุบขนาดเล็กอยู่ทางทิศตะวันตกของจังหวัด ซึ่งเป็นที่ราบที่แม่น้ำยมไหลผ่านเช่นกัน แต่พื้นที่มีดินตะกอนน้อยกว่าแอ่งแพร่ และจำกัดอยู่เพียงบริเวณแม่น้ำเท่านั้น มีชุมชนหรือถิ่นฐานในปริมาณน้อย
- ความเชื่อมโยงของลักษณะทางกายภาพที่เกิดขึ้นจากปัจจัยเชิงนิเวศกับตำแหน่งของพื้นที่ชุมชนหรือพื้นที่เมือง มีอยู่ในพื้นที่แอ่งแพร่มากกว่าพื้นที่ในส่วนอื่นของจังหวัด แม้ในส่วนอื่นจะมีแม่น้ำยมไหลผ่านเช่นกัน แต่ความเหมาะสมของลักษณะทางกายภาพอื่น มีน้อยกว่า เช่น ขนาดความกว้างของที่ราบ คุณลักษณะของดินและหิน ความสูงและความชันของภูมิประเทศ เป็นต้น

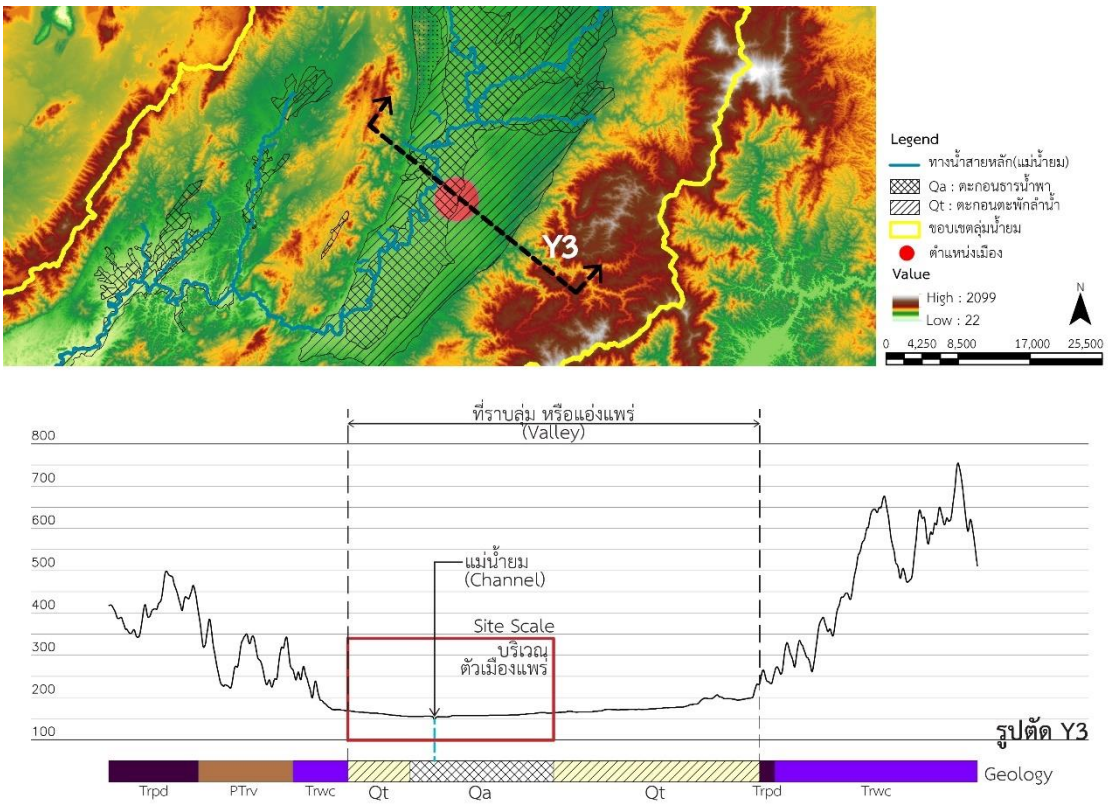
จากการซ้อนทับของข้อมูลรูปตัด แผนที่ดินตะกอน รวมถึงชั้นข้อมูลของพื้นที่เมืองแพร่ตามภาพที่ 67 ทำให้เห็นแนวขอบเขตความเชื่อมโยงของแต่ละปัจจัยซึ่งมีแม่น้ำเป็นตัวกำหนดรูปแบบภูมินิเวศที่เกิดขึ้น

ทั้งนี้ได้ขยายส่วนรายละเอียดเฉพาะของพื้นที่แอ่งแพร่ โดยใช้รูปตัดภูมิประเทศที่แสดงผลละเอียดมากขึ้น เปรียบเทียบกับลักษณะทางธรณีวิทยา เพื่ออธิบายถึงความเชื่อมโยงของแนวขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำในระดับนี้ (ภาพที่ 68 - ภาพที่ 70)



ภาพที่ 68 แผนที่แนวตัดภูมิประเทศบริเวณแอ่งแพร่

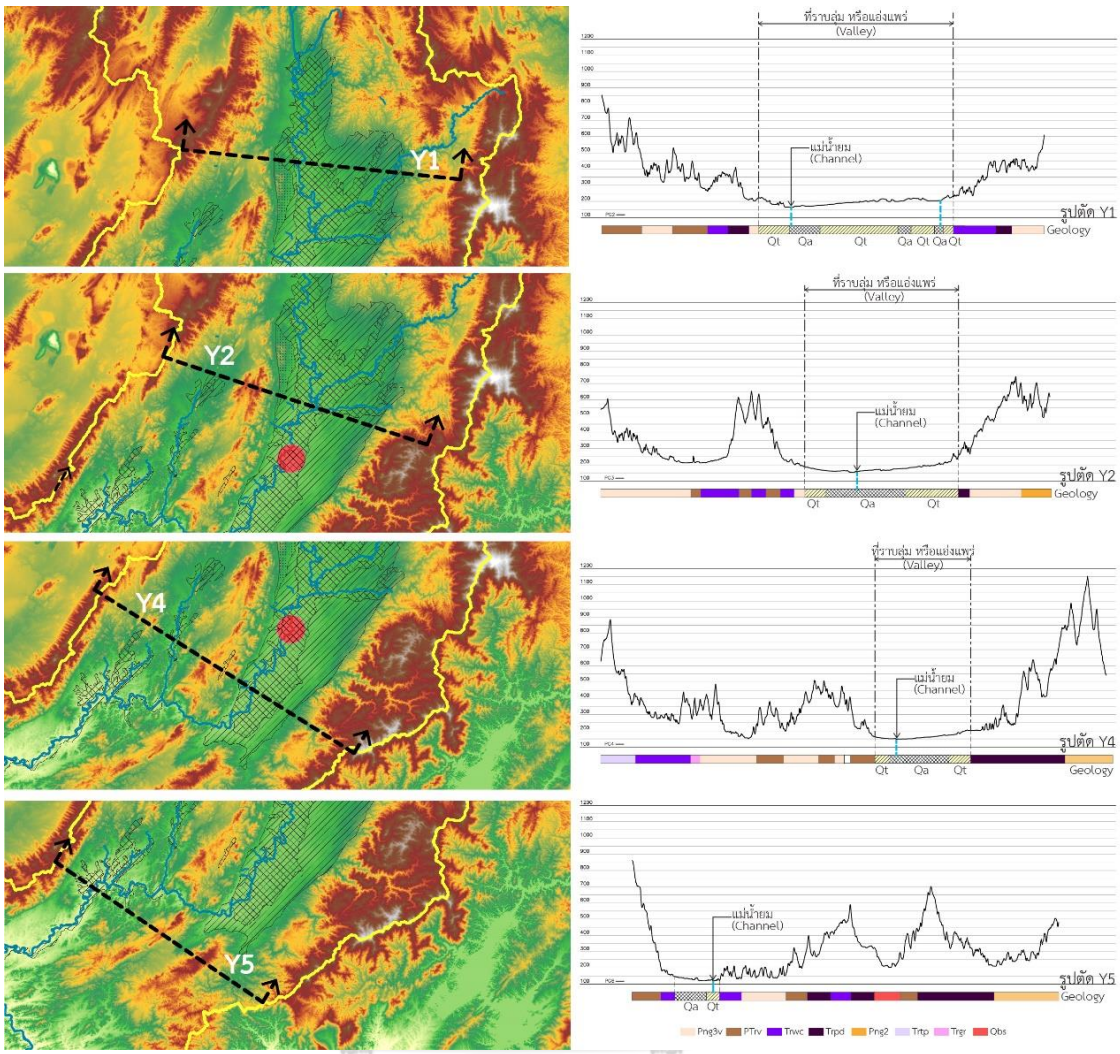
ดัดแปลงจาก FABDEM (Hawker & Neal, 2021) และ กรมทรัพยากรธรณี (2559)



ภาพที่ 69 รูปตัด Y3 ลักษณะภูมิประเทศแอ่งแพร่เปรียบเทียบกับข้อมูลธรณีวิทยา
สร้างจาก FABDEM (Hawker & Neal, 2021) และแผนที่ธรณีวิทยา (กรมทรัพยากรธรณี, 2559)

รูปตัด Y3 (ภาพที่ 69) และ Y1-Y4 (ภาพที่ 70) แสดงลักษณะภูมิประเทศบริเวณแอ่งที่มีแม่น้ำยมไหลผ่านอยู่ในพื้นที่ราบดินตะกอน โดยมีภูเขาลาดชันที่เกิดจากชั้นหินเป็นแนวขอบเขตของแอ่ง แอ่งแพร่ประกอบด้วยดินตะกอนน้ำพา (Quaternary Alluvium: Qa) และตะกอนตะพักลำน้ำ (Terrace Deposits: Qt) มีขนาดพื้นที่กว้างใหญ่ ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการเพาะปลูกและรองรับประชากร พื้นที่ตัวเมืองแพร่ (จุดสีแดงในภาพที่ 69) จึงอยู่ในพื้นที่แอ่งแพร่

รูปตัด Y5 (ภาพที่ 70) แสดงแนวตัดผ่านบริเวณคล้ายหุบเขาหรือแอ่งขนาดเล็กทางฝั่งตะวันตก ซึ่งมีแม่น้ำยมไหลผ่าน มีขนาดพื้นที่แคบและมีดินตะกอนทั้งตะกอนน้ำพาและตะกอนตะพักลำน้ำจำกัด ดังนั้นในบริเวณแอ่งแพร่มีขนาดที่ราบลุ่มดินตะกอนกว้าง มีวัสดุทางธรณีวิทยาที่สามารถเอื้อประโยชน์ได้มากกว่า จึงเป็นเงื่อนไขให้คนมาตั้งถิ่นฐานในบริเวณแอ่งแพร่



ภาพที่ 70 รูปตัด Y1, Y2, Y4 และ Y5 ลักษณะภูมิประเทศแอ่งแพร่เปรียบเทียบกับข้อมูลธรณีวิทยา สร้างจาก FABDEM (Hawker & Neal, 2021) และแผนที่ธรณีวิทยา (กรมทรัพยากรธรณี, 2559) (ดูภาพขยายที่ภาคผนวก)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากรูปตัดทั้ง 5 ภาพ แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างวัสดุทางธรณีวิทยากับลักษณะของภูมิประเทศ ที่เกิดจากกระบวนการของธารน้ำ กล่าวคือ ลำน้ำหรือแม่น้ำมีการกัดเซาะพัดพาของตะกอนซึ่งเป็นวัสดุที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามกระบวนการ ทำให้เกิดรูปแบบของภูมิประเทศแบบที่ราบ ซึ่งหินหรือวัสดุอื่น รวมถึงความลาดชันของธรณีสัณฐานจึงเป็นขอบเขตของกระบวนการธารน้ำที่เกิดขึ้นบนภูมินิเวศ

แอ่งแพร่กับทำเลที่ตั้งเมืองแพร่

นอกจากนี้ ในการศึกษาขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำในระดับนี้ ยังสามารถบ่งชี้ถึงความเหมาะสมในการเป็นเงื่อนไขสำหรับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์จากปัจจัยทางกายภาพของภูมินิเวศ ซึ่งแอ่งแพร่มีลักษณะที่สอดคล้องกับการเลือกทำเลที่ตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ 2 รูปแบบ (Rashid, 2020) คือ

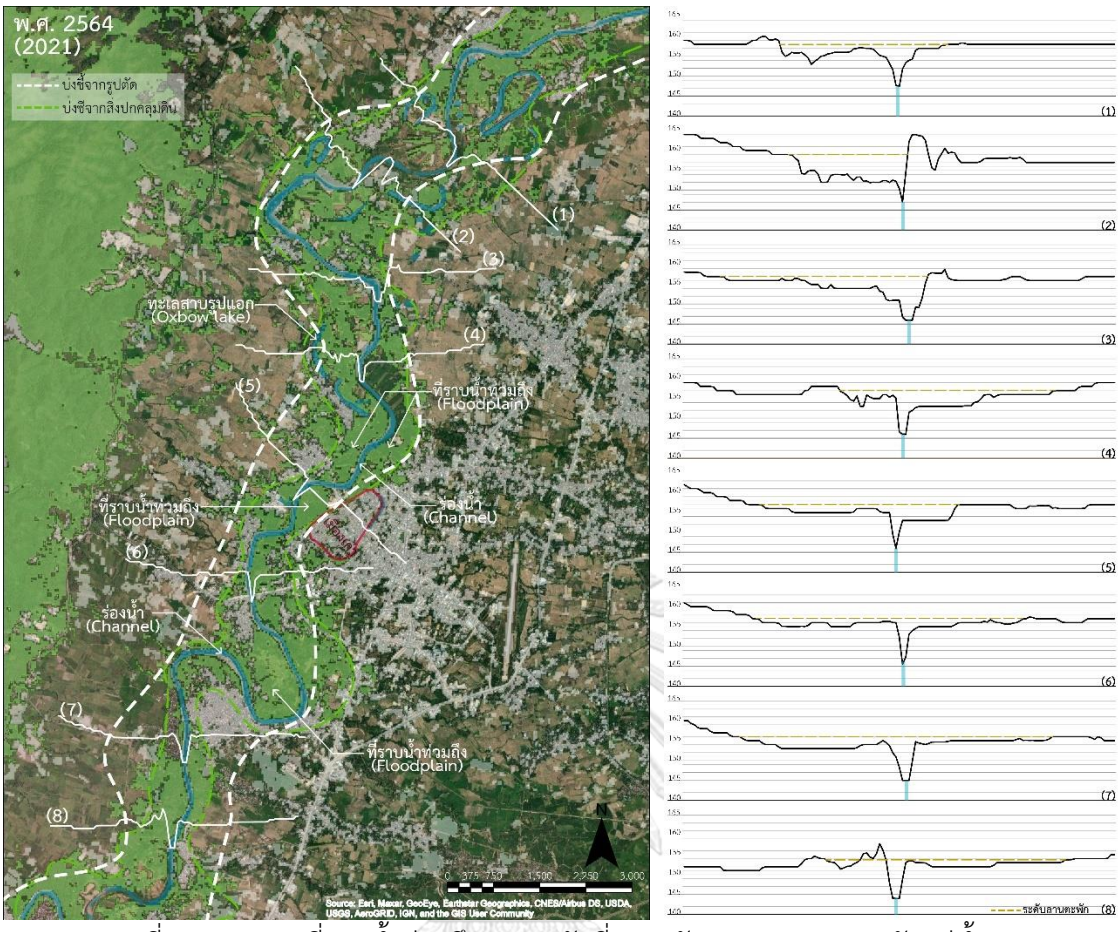
(1) พื้นที่ตั้งที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางอุทกศาสตร์: บทบาทของแม่น้ำต่อการใช้งานของมนุษย์ ทั้งการบริโภคและการขนส่งคมนาคม เช่น เมืองแพร่ยังมีชื่อเสียงด้านธุรกิจค้าไม้สัก ทั้งด้านการขนส่งและการมีแหล่งไม้สักตามธรรมชาติ (องค์การบริหารส่วนจังหวัดแพร่, 2550) เมืองแพร่ใช้แม่น้ำยมเป็นแม่น้ำสายสำคัญในการขนส่งไม้สัก

(2) พื้นที่ตั้งที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพ นอกเหนือไปจากระบบน้ำแล้วยังต้องคำนึงถึงความอุดมสมบูรณ์ของที่ดินด้วย เพราะประชากรต้องการทรัพยากรที่เพียงพอต่อการเติบโตของชุมชนและถิ่นฐาน เช่น ทำเลที่ตั้งของเมืองแพร่อยู่ในแอ่งแพร่ ที่มีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มดินตะกอนขนาดกว้างใหญ่ ซึ่งมีความเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชพรรณ รวมถึงการเพาะปลูกเพื่อเพิ่มผลผลิตที่จะเป็นทรัพยากรให้กับชุมชน ดังนั้นพื้นที่ในแนวขอบเขตแอ่งแพร่จึงมีศักยภาพเพียงพอต่อการตั้งถิ่นฐานและการอยู่อาศัยของประชากร

5.1.3 ขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำยมในระดับพื้นที่ศึกษา

แม่น้ำหรือแนวแม่น้ำ ประกอบด้วยลักษณะทางกายภาพหลายรูปแบบ เช่น ร่องน้ำ ที่ราบน้ำท่วมถึง ทะเลสาบรูปแอก ซึ่งลักษณะเฉพาะเหล่านี้ใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงขอบเขตโครงสร้างและกระบวนการของแม่น้ำ ที่แตกต่างกันตามโซนในการเชื่อมต่อตามยาวของแม่น้ำ โดยบริเวณพื้นที่ศึกษามีลักษณะเฉพาะของลำน้ำเช่น เป็นโซนที่รับตะกอนและวัสดุจากต้นน้ำ ร่องน้ำมีความคดเคี้ยว และยังคงมีความลาดชันและความเร็วในการไหล (FISRWG, 1998)

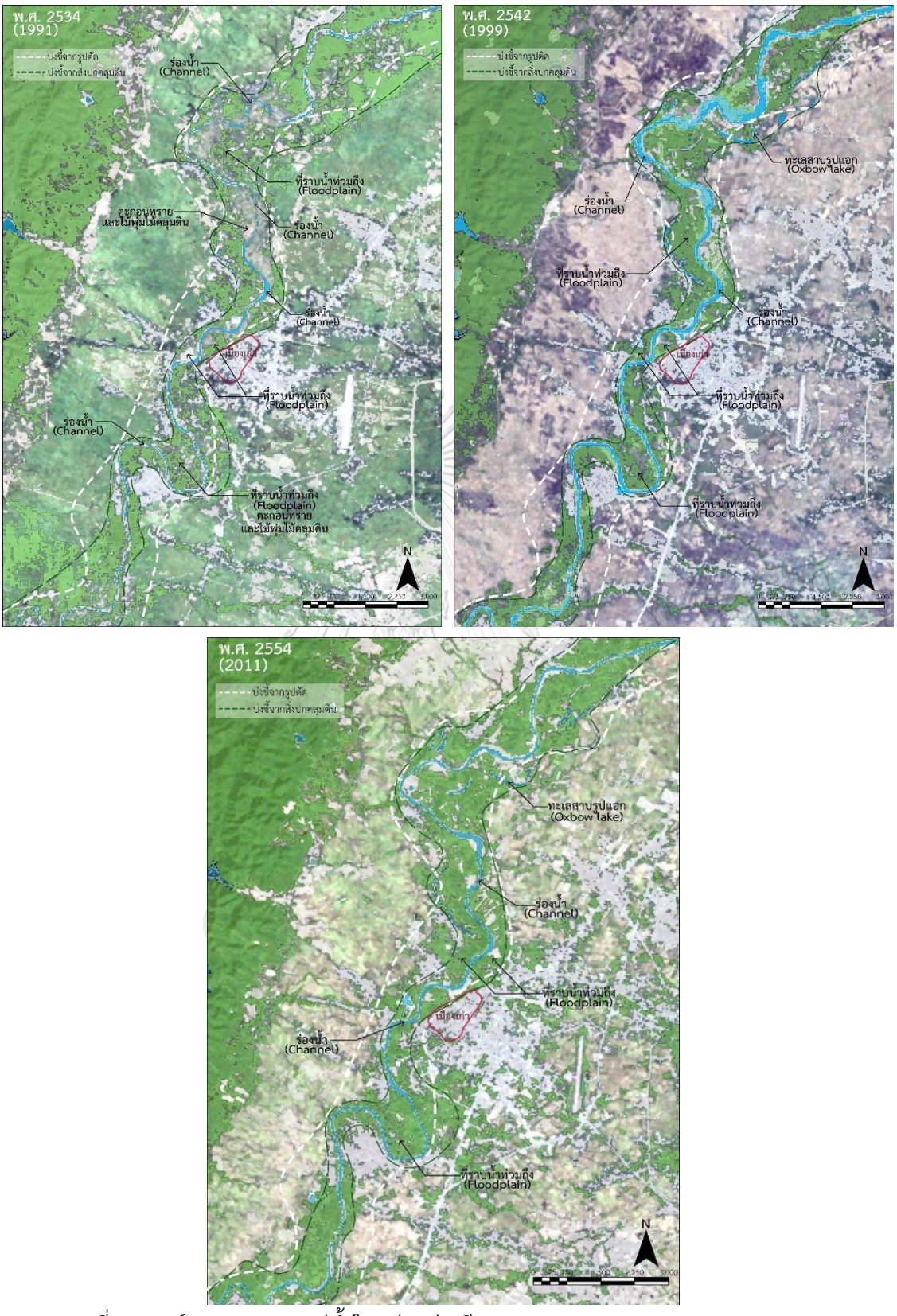
การทำรูปตัดจากข้อมูล FABDEM ในระดับนี้ทำให้สามารถบ่งชี้แนวลานตะพักแม่น้ำยมได้ เมื่อทราบถึงแนวลานตะพักแม่น้ำ จะสามารถบ่งชี้ขอบเขตที่ราบน้ำท่วมถึงได้เช่นกัน ดังนั้นจึงทำรูปตัดแนวขวางแม่น้ำในขอบเขตพื้นที่ศึกษา เพื่อใช้ประกอบในการบ่งชี้ขอบเขตที่ราบน้ำท่วมถึงร่วมกับแนวพืชพรรณริมน้ำที่ได้จากการสังเกตและการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน เพื่อให้การบ่งชี้เป็นไปได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น



ภาพที่ 71 แนวของที่ราบน้ำท่วมถึงและรูปตัดที่แสดงลักษณะของลานตะพักแม่น้ำยม
สร้างและดัดแปลงจาก USGS. (2021), Hawker and Neal (2021) และ (Esri, 2022)

จากภาพที่ 71 จะเห็นว่าขอบเขตที่ได้จากรูปตัด (เส้นประสีขาว) และขอบเขตที่ได้จากประเภทสิ่งปกคลุมดิน (เส้นประสีเขียว) มีความใกล้เคียงกัน แต่ไม่ตรงกันทั้งหมด (ดูภาพขยายที่ภาคผนวก) โดยรูปตัด (ภาพที่ 71ภาพขวา) ทำให้เห็นว่าระดับของลานตะพักแม่น้ำมีความแตกต่างกันในแต่ละตำแหน่ง บางตำแหน่งมีความลาดชันมาก บางตำแหน่งเป็นที่ราบลาดชันน้อย บางตำแหน่งมีคันดินธรรมชาติ หรือบางตำแหน่งมีลักษณะของลานตะพักหลายชั้น แต่สามารถมองเห็นแนวเขตที่ราบน้ำท่วมถึงในทุกแนวตัด ทำให้เห็นว่าที่ราบน้ำท่วมถึงนั้นเป็นพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง ทั้งการกัดเซาะและทับถมของตะกอน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระดับจากรูปตัดกับกราฟสถิติระดับน้ำท่ารายวัน (ภาพที่ 43) จะเห็นว่าระดับน้ำสูงสุดส่วนใหญ่ยังคงอยู่ภายในระดับของที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งต่ำกว่าระดับของลานตะพักแม่น้ำ แสดงให้เห็นถึงลักษณะของที่ราบที่เกิดน้ำหลากท่วมได้เป็นปกติ

เมื่อสามารถบ่งชี้องค์ประกอบและขอบเขตแนวแม่น้ำของช่วงปี พ.ศ. 2564 ได้แล้ว จึงนำขอบเขตที่ราบน้ำท่วมถึงที่ได้จากรูปตัดมาเป็นแนวเปรียบเทียบกับขอบเขตของแม่น้ำในอดีต (ภาพที่ 72)



ภาพที่ 72 องค์ประกอบแนวแม่น้ำในแต่ละช่วงปี พ.ศ. 2534 พ.ศ. 2542 และ พ.ศ. 2554 ดัดแปลงจาก USGS. (1991), USGS. (1999) และ USGS. (2011)

ผลที่ได้เป็นเช่นเดียวกับขอบเขตในปี พ.ศ. 2564 คือ ขอบเขตที่ได้จากประเภทสิ่งปกคลุมดิน (เส้นประสีเขียว) มีความใกล้เคียงกับแนวเส้นจากรูปตัด (เส้นประสีขาว) (ภาพที่ 72) บางส่วนมีพืชพรรณปกคลุมน้อยกว่าและเป็นตะกอนทรายทับถมของแม่น้ำ บางส่วนเป็นพื้นที่เกษตร รวมถึงเป็นพื้นที่ชุมชนเมือง

ปี พ.ศ.2534 ในที่ราบน้ำท่วมถึงมีความหนาแน่นของพืชพรรณริมน้ำไม่มาก แต่มีลักษณะของตะกอนทรายและไม้พุ่มไม้คลุมดิน ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงการได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำ โดยเมื่อเวลาผ่านไปตะกอนทรายหรือพื้นที่ดินเปล่าเหล่านี้อาจมีพืชพรรณจากกระบวนการตามธรรมชาติเติบโตขึ้นจนกลายเป็นพื้นที่สีเขียวหนาแน่น ต่อมาในปี พ.ศ. 2542 พื้นผิวน้ำเต็มปริมาณของร่องน้ำ รวมถึงที่ราบน้ำท่วมถึงที่มีพืชพรรณหนาแน่น จนสามารถบ่งชี้ที่ราบน้ำท่วมถึงได้ชัดเจน ส่วนปี พ.ศ. 2554 ขนาดและปริมาณของพื้นที่สีเขียวในที่ราบน้ำท่วมถึงนั้นใกล้เคียงกับของปี พ.ศ. 2542

จากการบ่งชี้ของทั้ง 4 ช่วงปี จะเห็นได้ว่าพืชพรรณในที่ราบน้ำท่วมถึงมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทั้งในด้านขนาดและปริมาณของพืชพรรณ รวมถึงพัฒนาการของการก่อตัวตะกอนแม่น้ำ ส่งผลให้แนวขอบเขตมีความไม่ชัดเจนด้วยการบ่งชี้จากสิ่งปกคลุมดินเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการนำรูปตัดแนวขวางมาประกอบรวมในการศึกษา จะสามารถบ่งชี้ถึงแนวขอบเขตที่ราบน้ำท่วมถึงและลานตะพักแม่น้ำยมได้แม่นยำขึ้น เนื่องจากรูปแบบทางธรณีสัณฐานของแม่น้ำนั้นอาศัยระยะเวลามากในการเปลี่ยนแปลงตามกระบวนการของธรรมชาติ โดยไม่มีการรบกวนจากมนุษย์ ขอบเขตของลานตะพักแม่น้ำยมที่สามารถบ่งชี้ขอบเขตที่ราบน้ำท่วมถึง จึงเป็นขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำในระดับพื้นที่ศึกษานี้

นอกจากนี้ จากการเปรียบเทียบแนวขอบเขตของรูปตัดกับภาพถ่ายดาวเทียมและประเภทสิ่งปกคลุมดิน ทำให้เห็นว่า พื้นที่แนวแม่น้ำถูกรบกวนโดยพื้นที่เมืองเรื่อยมา ชุมชนและเมืองบางส่วนอยู่บนที่ราบน้ำท่วมถึงมาตั้งแต่อดีต และบางส่วนกำลังเริ่มรุกล้ำมากขึ้นในปัจจุบัน การใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงไปจากการเป็นพื้นที่เกษตรสู่การขยายตัวของพื้นที่เมืองจึงเป็นการสร้างผลกระทบต่อภูมินิเวศแม่น้ำยมมากขึ้น

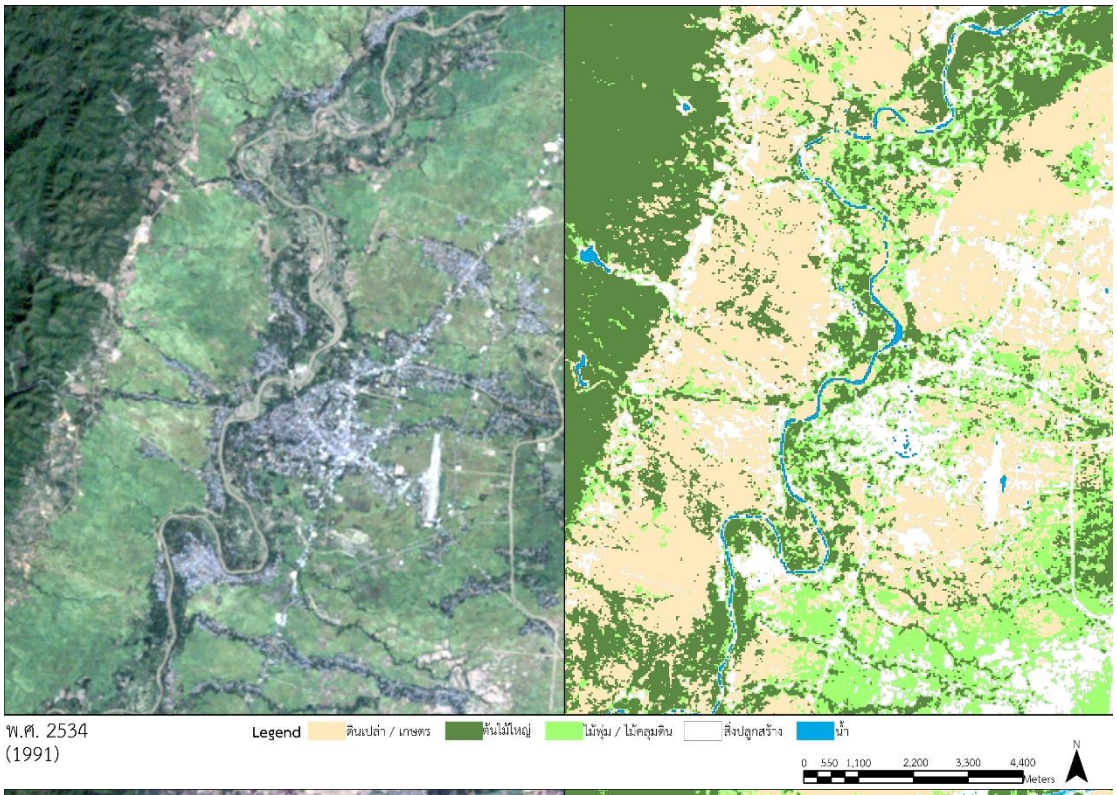
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ

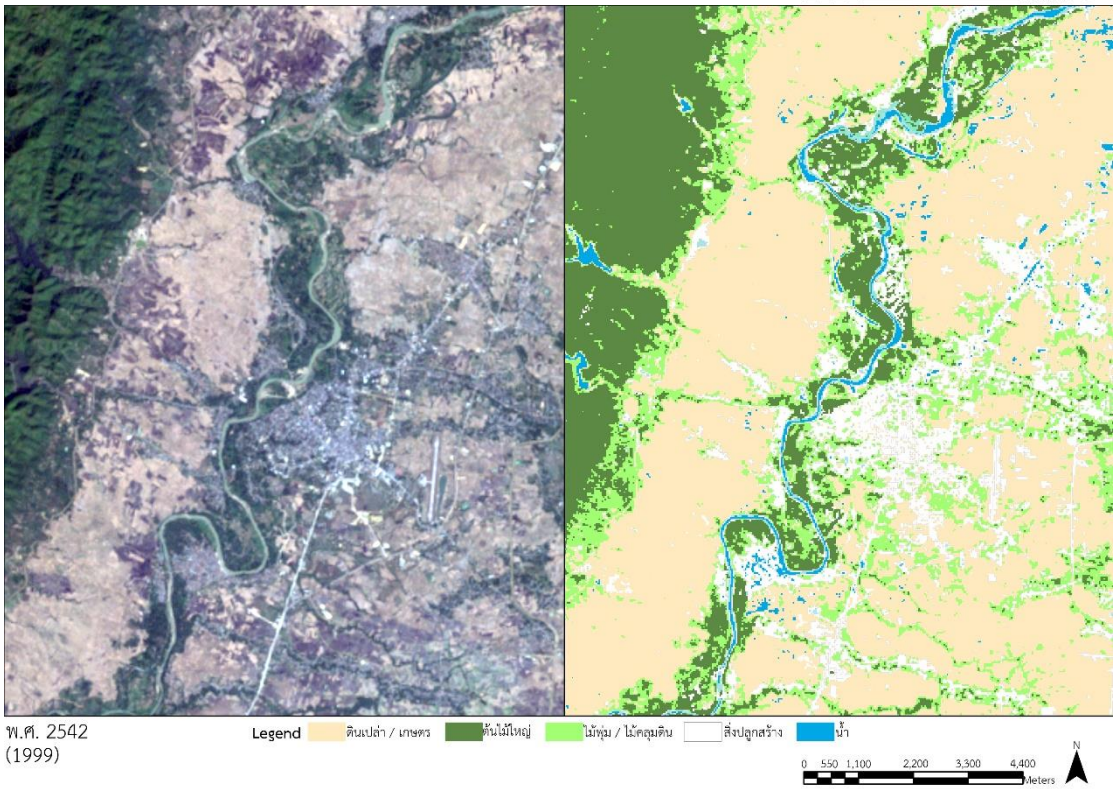
ภูมินิเวศแม่น้ำยมในบริเวณเมืองแพร่มีการเปลี่ยนแปลงเรื่อยมาตามช่วงเวลา โดยการเปลี่ยนแปลงที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนคือ การขยายตัวของพื้นที่เมือง จึงใช้การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน ในการศึกษาลักษณะของสิ่งปกคลุมดินที่มีการเปลี่ยนแปลง เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินกับขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำยมในระดับพื้นที่ศึกษา

5.2.1 ประเภทสิ่งปกคลุมดินจากการจำแนก

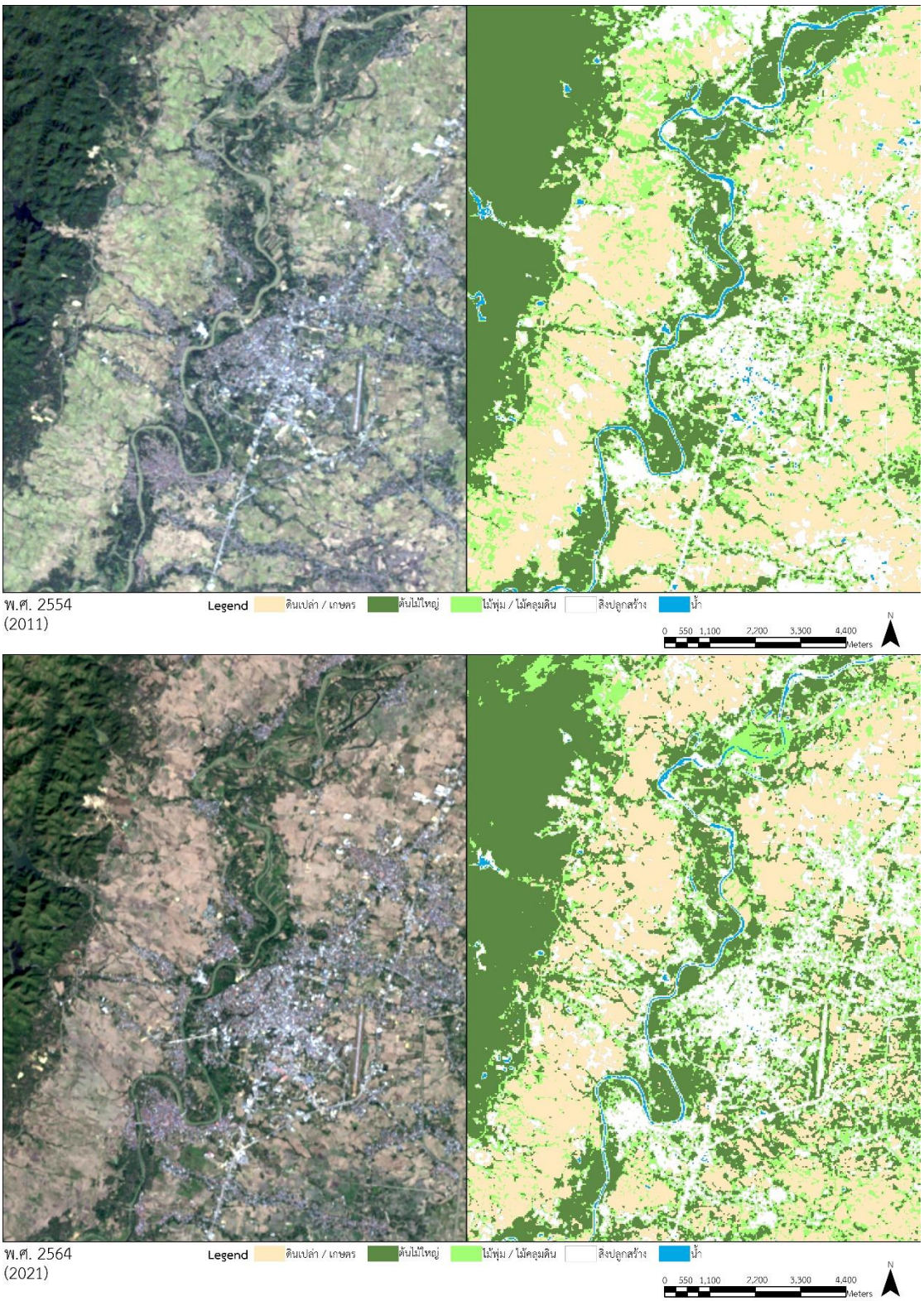
ผลจากการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินในแต่ละช่วงเวลาสามารถบ่งบอกถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินของเมืองแพร่ได้



พ.ศ. 2534
(1991)



พ.ศ. 2542
(1999)



ภาพที่ 73 ภาพเปรียบเทียบภาพถ่ายดาวเทียม (ภาพด้านซ้าย) กับการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน (ภาพด้านขวา) ของแต่ละช่วงเวลา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534 ถึง พ.ศ. 2564
ดัดแปลงจาก USGS. (1991), USGS. (1999), USGS. (2011) และ USGS. (2021)

ลักษณะสิ่งปกคลุมดินจากภาพที่ 73 ทำให้เห็นว่าเมืองมีการขยายตัวมากขึ้นตามลำดับ โดยมีแนวโน้มในการขยายตัวออกจากตำแหน่งตัวเมืองเก่า ขยายไปสู่ส่วนของพื้นที่เกษตรทางฝั่งตะวันออกของแม่น้ำยม ซึ่งมีความกว้างของที่ราบลุ่มมากกว่าฝั่งตะวันตกของแม่น้ำยม ทำให้ฝั่งตะวันตกยังคงเป็นพื้นที่เกษตร นอกจากนี้จะเห็นว่ามีพื้นที่ชุมชนหรือเมือง (ผืนภูมินิเวศสีขาว) กระจายอยู่ตามแนวแม่น้ำมาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2534 บางส่วนอยู่ในที่ราบน้ำท่วมถึงมาตั้งแต่อดีต แต่ส่วนใหญ่จะอยู่ที่บริเวณขอบของที่ราบน้ำท่วมถึง จนในปัจจุบันที่เมืองเริ่มรุกล้ำเข้าสู่ที่ราบน้ำท่วมถึงมากขึ้น

การจำแนกทำให้เห็นความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินบริเวณแนวแม่น้ำ ที่เป็นทั้งตะกอนทราย ไม้พุ่มไม้คลุมดิน พืชพรรณริมน้ำ รวมถึงทะเลสาบรูปแอกที่มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงปี ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการบ่งชี้แนวขอบเขตที่ราบน้ำท่วมถึงได้ (ภาพที่ 72)

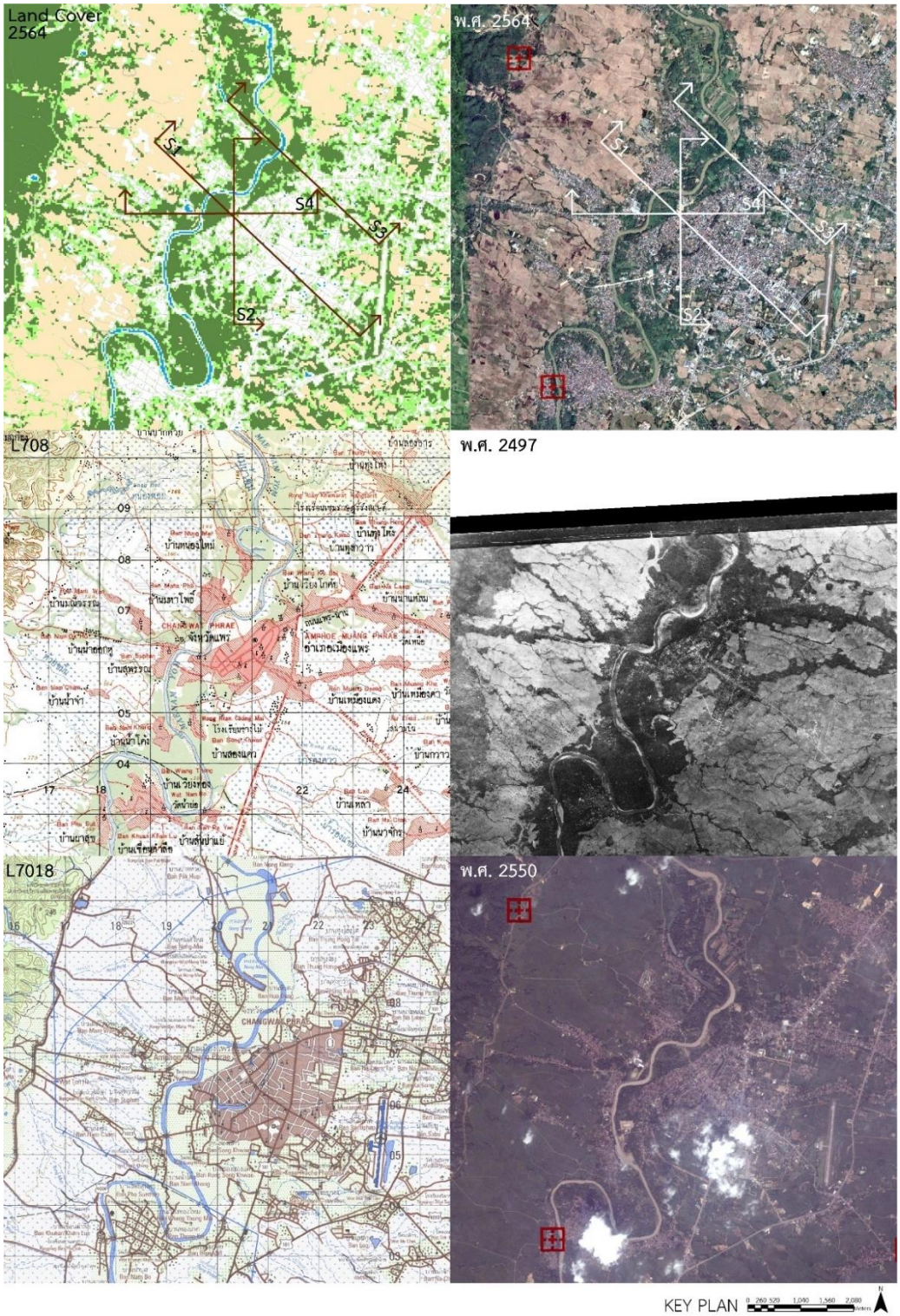
การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินจากอดีตจนถึงปัจจุบันนั้น เป็นการจัดกลุ่มข้อมูลที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงในเชิงปริมาณ เช่น การขยายตัวของพื้นที่เมืองที่มีปริมาณมากขึ้นอย่างชัดเจน และยังสามารถนำไปใช้ในการเปรียบเทียบเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งปกคลุมดินที่สะท้อนถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินกับลักษณะทางกายภาพของภูมินิเวศแม่น้ำ ซึ่งจะทำการศึกษาในหัวข้อต่อไป

5.2.2 การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ระหว่างขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำกับสิ่งปกคลุมดิน

เมื่อนำขอบเขตของแม่น้ำที่ได้จากการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับประเภทสิ่งปกคลุมดินจากการจำแนก จะสามารถบ่งชี้ได้ถึงอิทธิพลหรือเงื่อนไขของลักษณะธรณีสัณฐานของแม่น้ำและพื้นที่ต่อเนื่องที่มีต่อการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์

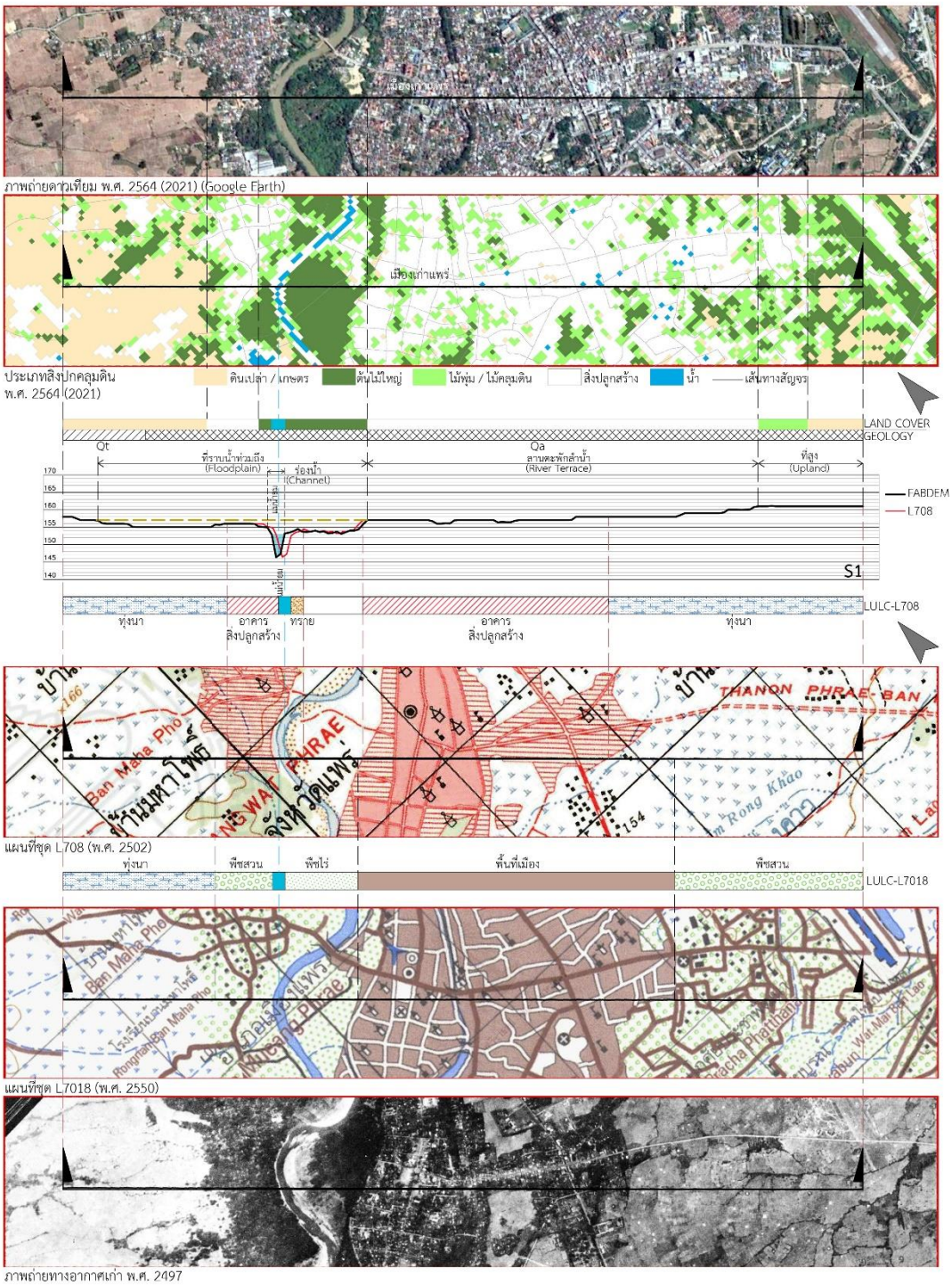
ข้อมูลที่นำมาใช้เปรียบเทียบให้รายละเอียดที่แตกต่างกันในขอบเขตพื้นที่ศึกษา การเปรียบเทียบข้อมูลที่มีการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในการใช้งานของภูมินิเวศของเมืองแพร่ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำยมด้วย ซึ่งเมื่อนำข้อมูลมาวางเรียงกันจะสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะธรณีสัณฐานของแม่น้ำและภูมินิเวศกับการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีการเปลี่ยนแปลงจากอดีต

โดยภาพที่ 74 เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหมดที่มีการตรึงพิกัดข้อมูล เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับรูปตัดภูมิประเทศจากข้อมูล FABDEM ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้ในการระบุที่ราบน้ำท่วมถึงและลานตะพักแม่น้ำยม โดยเฉพาะบริเวณที่ติดกับตัวเมืองแพร่



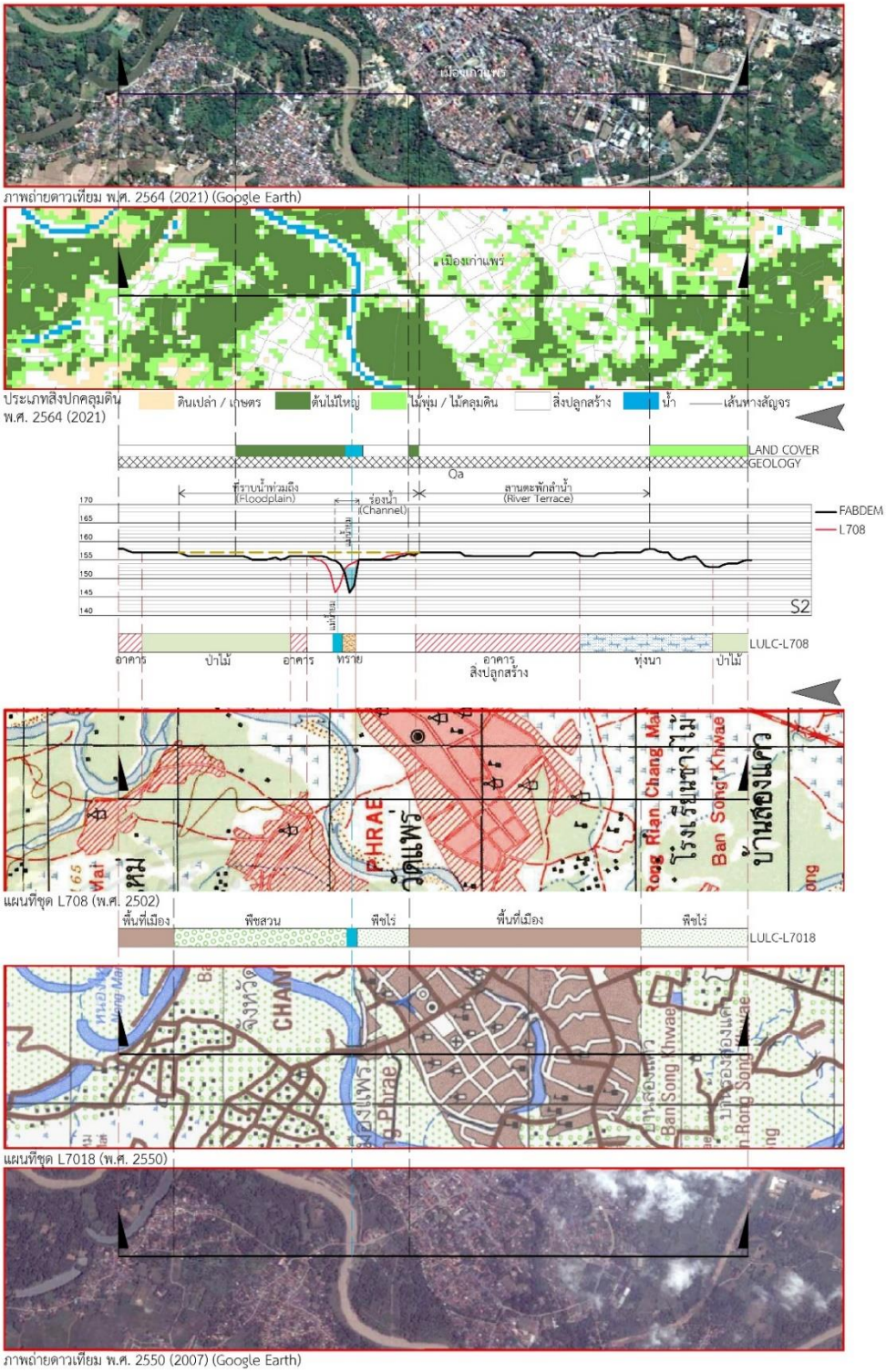
ภาพที่ 74 แนวรูปตัดภูมิประเทศตำแหน่งที่ใช้ในการเปรียบเทียบ (ภาพบน) และข้อมูลแผนที่ รวมถึงภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศเก่าบริเวณพื้นที่ศึกษา

ดัดแปลงจาก USGS. (2021), Google Earth (2021), กรมแผนที่ทหาร (2502), กรมแผนที่ทหาร (ม.ป.ป.-b), กรมแผนที่ทหาร (2552) และ Google Earth (2007)



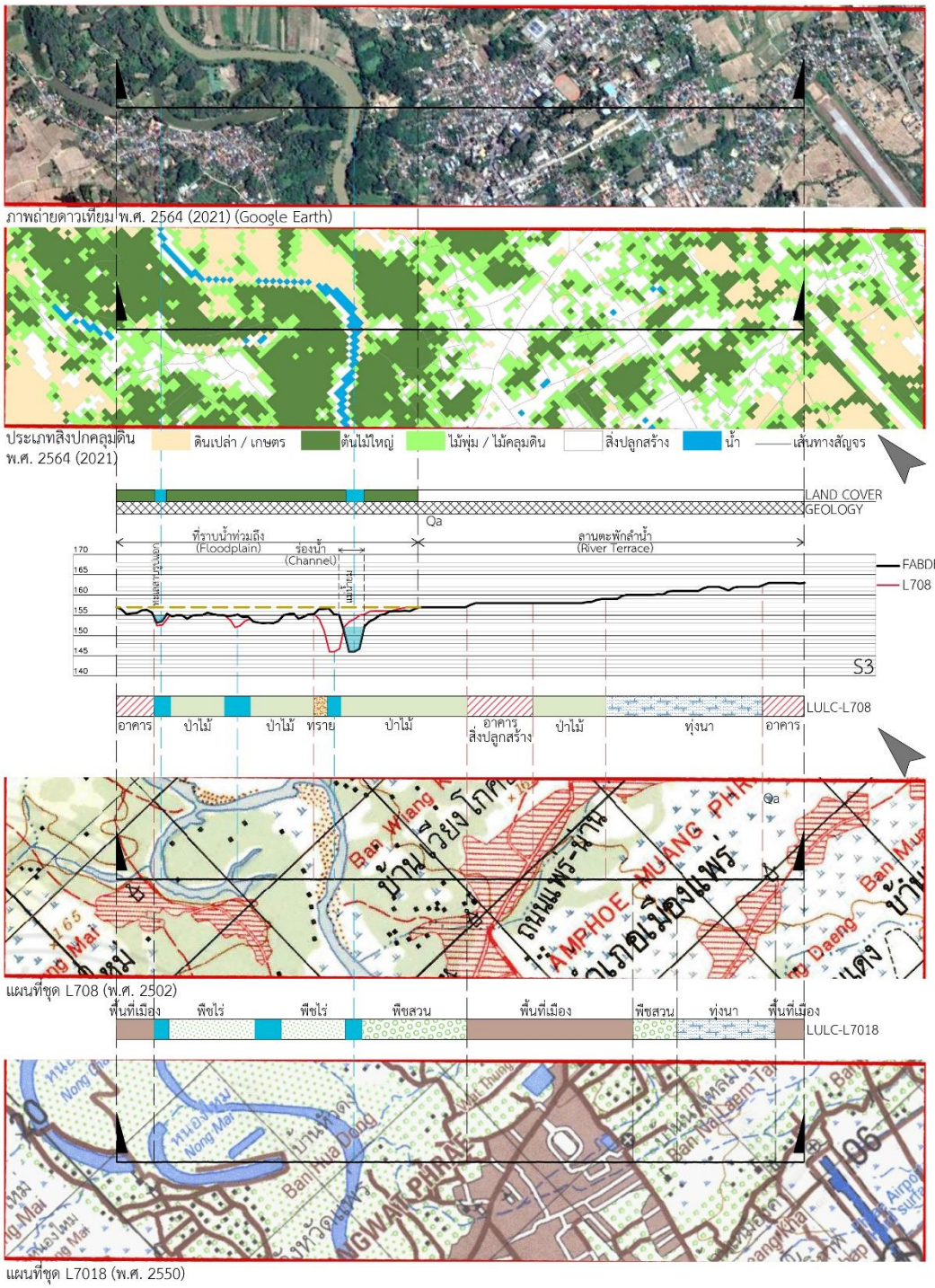
ภาพที่ 75 รูปตัด S1: เปรียบเทียบสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะธรณีสัณฐานของภูมินิเวศแม่น้ำ และภาพถ่ายดาวเทียม บริเวณตัวเมืองเก่าแพร่

สร้างและดัดแปลงจาก Google Earth (2021), USGS. (2021), Hawker and Neal (2021), กรมแผนที่ทหาร (2502), กรมแผนที่ทหาร (2552) และ กรมแผนที่ทหาร (ม.ป.ป.-b)



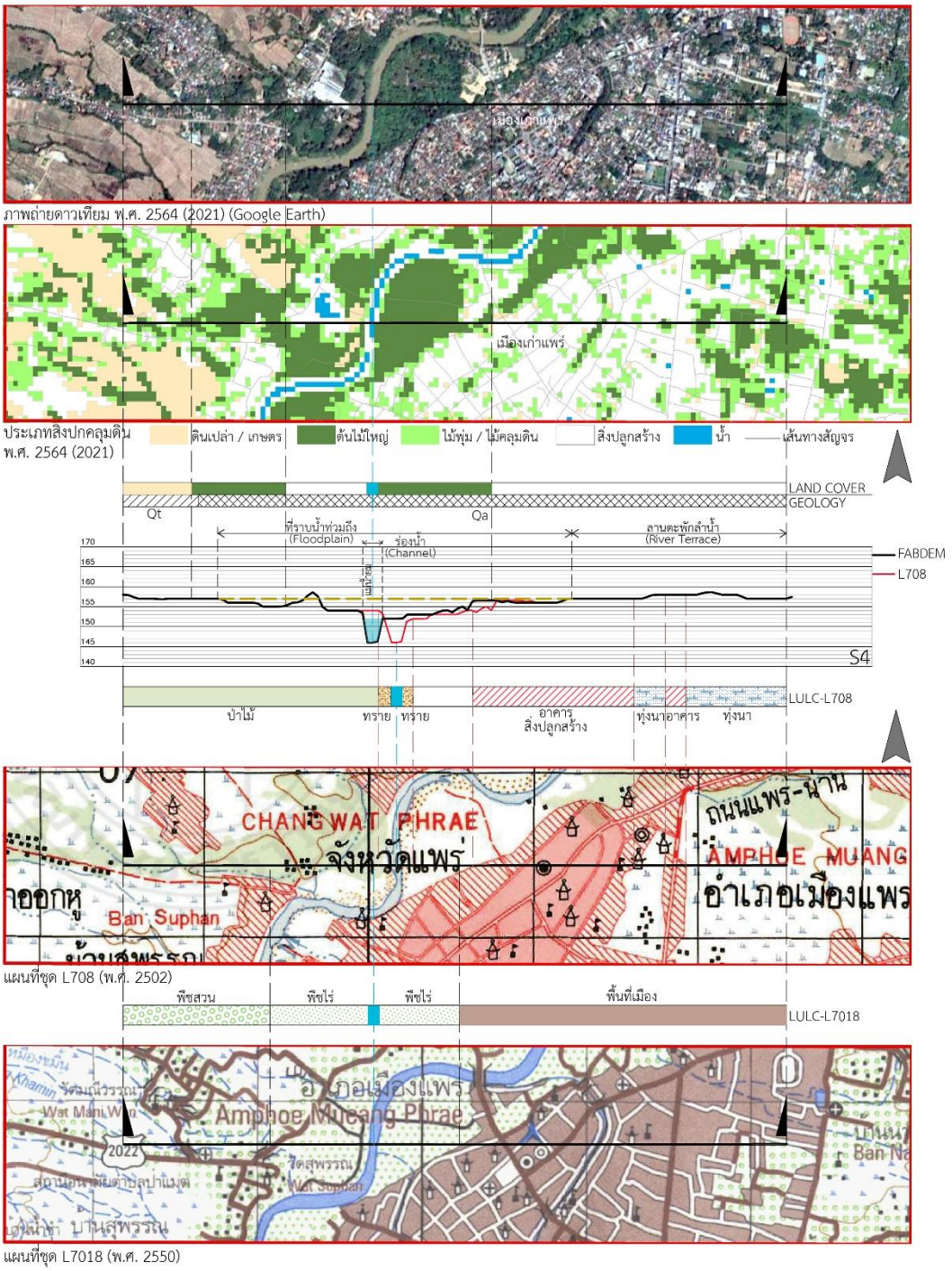
ภาพที่ 76 รูปตัด S2: เปรียบเทียบสิ่งปกคลุมดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะสัณฐานของภูมิประเทศ และภาพถ่ายดาวเทียม บริเวณตัวเมืองเก่าแพร่

สร้างและดัดแปลงจาก Google Earth (2021), USGS. (2021), Hawker and Neal (2021), กรมแผนที่ทหาร (2502), กรมแผนที่ทหาร (2552) และGoogle Earth (2007)



ภาพที่ 77 รูปตัด S3: เปรียบเทียบสิ่งปกคลุมดิน การใช้ประโยชน์ที่ดินและลักษณะสัณฐานของภูมิประเทศบริเวณพื้นที่ศึกษา

สร้างและดัดแปลงจาก Google Earth (2021), USGS. (2021), Hawker and Neal (2021), กรมแผนที่ทหาร (2502) และ กรมแผนที่ทหาร (2552)



ภาพที่ 78 รูปตัด S4: เปรียบเทียบสิ่งปกคลุมดิน การใช้ประโยชน์ที่ดินและลักษณะสัณฐานของภูมิประเทศบริเวณพื้นที่ศึกษา

สร้างและดัดแปลงจาก Google Earth (2021), USGS. (2021), Hawker and Neal (2021), กรมแผนที่ทหาร (2502) และ กรมแผนที่ทหาร (2552)

ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบตามภาพที่ 75 ถึงภาพที่ 78 สามารถอธิบายเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1) การเปรียบเทียบข้อมูลจากการจำแนก
   - สิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินมีการเปลี่ยนแปลง พื้นที่เมืองมีปริมาณมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดจากปี พ.ศ. 2502 พ.ศ. 2550 จนถึงพ.ศ. 2564 พื้นที่เมืองขยายตัวไปในพื้นที่เกษตร รวมถึงในแนวของที่ราบน้ำท่วมถึงเมื่อเทียบกับรูปตัด (ภาพที่ 75)
   - การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรทั้งทุ่งนา พืชไร่และพืชสวน เป็นรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินหลักของเมืองแพร่ ก่อนจะกลายมาเป็นพื้นที่เมืองในช่วงยุคปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงจากแผนที่ L708 ไปสู่แผนที่ L7018 ที่สำคัญคือ พื้นที่ป่าไม้หรือพื้นที่ตามธรรมชาติที่เคยมีอยู่ในบริเวณเมืองแพร่และปริมณฑลที่นำมาศึกษาเปลี่ยนเป็นพื้นที่ทางการเกษตรทั้งหมด (ภาพที่ 77) แสดงให้เห็นว่ามีการจัดการและการปรับเปลี่ยนภูมินิเวศเพื่อเพิ่มผลผลิตมาตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ. 2550 โดยการเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นทั้งในขอบเขตและนอกแนวของที่ราบน้ำท่วมถึง ส่วนพื้นที่สิ่งปลูกสร้างในปี พ.ศ. 2550 ยังไม่ค่อยปรากฏในที่ราบน้ำท่วมถึง แต่มาปรากฏชัดเจนในปี พ.ศ. 2564
   - พื้นที่ภายในแนวขอบเขตที่ราบน้ำท่วมถึงที่สามารถบ่งชี้ได้จากรูปตัดและสิ่งปกคลุมดิน มีการเปลี่ยนแปลงเรื่อยมาเช่นกัน เช่น จากแผนที่ L708 ในบางภาพยังคงเห็นเป็นพื้นที่ป่าไม้และตะกอนทรายตามกระบวนการของแม่น้ำ (ภาพที่ 76 - ภาพที่ 78) โดยเฉพาะจากภาพถ่ายทางอากาศเก่าพ.ศ. 2497 (ภาพที่ 75) ที่มองเห็นร่องรอยของการทับถมตะกอนแม่น้ำหรือการกวัดแกว่งได้อย่างชัดเจน ส่วนจากแผนที่ L7018 ที่ราบน้ำท่วมถึงถูกใช้งานเป็นพื้นที่เกษตรทั้งหมด จนถึงปี พ.ศ. 2564 พื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ไม้ต้นหรือพื้นที่สีเขียวตามธรรมชาติ แต่มีบางส่วนที่เป็นการรุกล้ำของพื้นที่ปลูกสร้างของเมือง (ภาพที่ 76)

2) ลักษณะธรณีสัณฐานจากรูปตัดภูมิประเทศ
   - รูปตัดภูมิประเทศที่นำมาใช้สามารถบ่งชี้แนวลานตะพักแม่น้ำยมและที่ราบน้ำท่วมถึงได้ นอกจากนี้ยังเห็นรูปแบบทางธรณีสัณฐานอื่นขององค์ประกอบของแนวแม่น้ำด้วย ได้แก่ คันดินธรรมชาติ ทะเลสาบรูปแอก (ภาพที่ 77) ที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงภายในแนวแม่น้ำ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ยังเกิดการทับถมของตะกอนและการกัดเซาะพังทลาย

- การเปลี่ยนแปลงของร่องน้ำในแม่น้ำยม จากรูปตัดที่ใช้ข้อมูล FABDEM (เส้นสีดำ) ทำให้เห็นตำแหน่งของร่องน้ำและรูปแบบสัณฐานอื่นในปี พ.ศ. 2564 ซึ่งตรงกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่นำมาเปรียบเทียบ แต่เมื่อโยงเส้นเปรียบเทียบกับแผนที่ L7018 และแผนที่ L708 ที่ทำการตรึงพิกัดข้อมูลแผนที่แล้ว พบว่าแนวของร่องน้ำจากรูปตัดไม่ตรงกับแนวจากแผนที่ทั้งสอง จึงสันนิษฐานแนวรูปตัดจากแผนที่ L708 (เส้นสีแดง) เพื่อบ่งชี้ตำแหน่งของร่องน้ำ ทำให้เห็นว่าร่องน้ำมีการเคลื่อนตัวด้านข้างภายในที่ราบน้ำท่วมถึง รวมถึงทะเลสาบรูปแอกก็มีการเปลี่ยนแปลงได้จากการทับถมของตะกอนที่มากขึ้น (ภาพที่ 77)

3) ความสัมพันธ์ระหว่างรูปตัดภูมิประเทศกับชั้นข้อมูลอื่น

- จากการโยงตำแหน่งของข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ตรึงแนวพิกัดแล้วกับแนวลานตะพักแม่น้ำยมและที่ราบน้ำท่วมถึงจากรูปตัด ทำให้เห็นว่าพื้นที่ตัวเมืองแพร่อยู่บนลานตะพักแม่น้ำยม โดยเฉพาะตำแหน่งตัวเมืองเก่าวางตัวอยู่บนขอบของลานตะพักที่ชิดกับแนวที่ราบน้ำท่วมถึง แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในโครงสร้าง กระบวนการและพลวัตของแม่น้ำยมมาตั้งแต่ในอดีต แต่ใน พ.ศ. 2564 จะเห็นว่ามีสิ่งปลูกสร้างล้ำไปอยู่ในแนวที่ราบน้ำท่วมถึงบริเวณที่ติดกับตัวเมืองเก่าแพร่ (ภาพที่ 75 ภาพที่ 76 และภาพที่ 78) ที่เกิดจากการขยายตัวของพื้นที่เมือง
- มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่เกษตรในที่ราบน้ำท่วมถึง โดยเฉพาะข้อมูลจากแผนที่ L7018 โดยเมื่อเปรียบเทียบกับแนวที่ราบน้ำท่วมถึงของปีพ.ศ. 2554 และ 2564 จะเห็นว่าแนวขอบเขตที่ราบน้ำท่วมถึงใกล้เคียงกับแนวเดิม จึงสามารถอธิบายได้ว่า การทำเกษตรในที่ราบน้ำท่วมถึงนั้นไม่สร้างผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือขอบเขตของแนวแม่น้ำยม และเป็นการปรับตัวของคนแพร่หรือปรับการใช้งานพื้นที่ไปตามเงื่อนไขของกระบวนการและพลวัตของแม่น้ำยม อย่างไรก็ตามในปีพ.ศ. 2564 มีการรุกล้ำที่ราบน้ำท่วมถึงจากสิ่งปลูกสร้างแล้ว ซึ่งจะทำให้เกิดผลกระทบต่อโครงสร้างและกระบวนการของแนวแม่น้ำในอนาคตได้

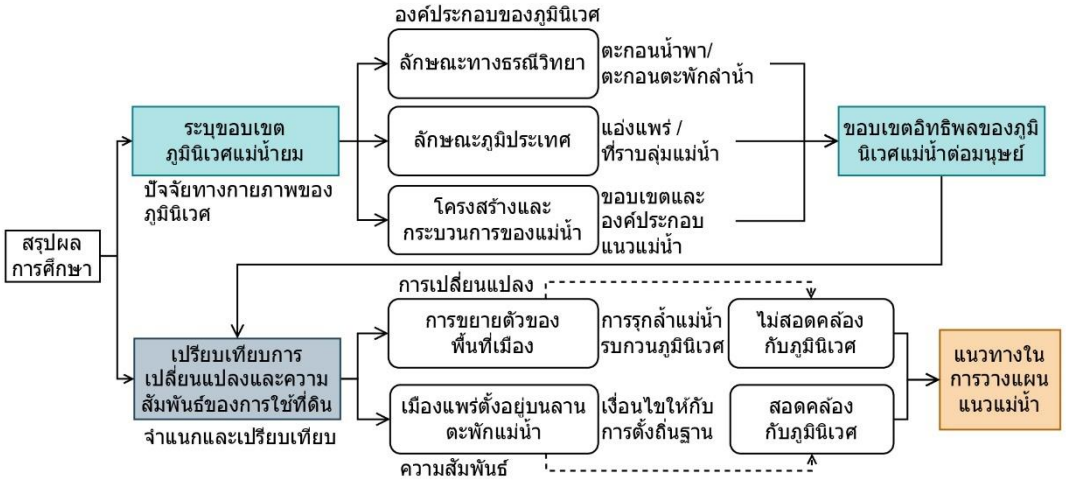
ผลที่ได้จากการวิจัยทั้ง 2 หัวข้อ ทำให้ทราบถึงการเป็นเงื่อนไขหรือปัจจัยเชิงนิเวศของแม่น้ำยมและภูมินิเวศแม่น้ำที่มีอิทธิพลต่อเมืองแพร่ ที่บ่งบอกได้จากตำแหน่งที่ตั้งของเมืองซึ่งสัมพันธ์กับแนวขอบเขตทางกายภาพของภูมินิเวศแม่น้ำ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันเมืองแพร่มีการขยายตัวมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการรบกวนพื้นที่แนวแม่น้ำยม ซึ่งจะเป็นปัญหาและผลกระทบต่อภูมินิเวศแม่น้ำยม

ดังนั้นผลการวิจัยนี้จะเป็นพื้นฐานสำหรับการอภิปรายและการเสนอแนวทางเพื่อการวางแผนแนวแม่น้ำโดยคำนึงถึงปัจจัยเชิงนิเวศของภูมินิเวศแม่น้ำในอนาคต ซึ่งจะกล่าวในบทถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 6
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การศึกษาในวิทยานิพนธ์นี้ สามารถวิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา เพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนแนวแม่น้ำ รวมถึงการจัดการในการอยู่ร่วมกับแม่น้ำ เพื่อให้เมืองแพร่สามารถวางแผนในการพัฒนาเมืองในอนาคตได้อย่างสอดคล้องกับแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ โดยมีรายละเอียดของข้อสรุปและข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้



ภาพที่ 79 แผนภาพสรุปผลการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.1 สรุปผลการศึกษา

ผลที่ได้จากการศึกษาสามารถสรุปได้เป็น 2 หัวข้อตามคำถามในการศึกษา คือ

1) ขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำยมในแต่ละระดับ บ่งบอกถึงอิทธิพลที่แม่น้ำและภูมินิเวศมีต่อมนุษย์ โดยเฉพาะปัจจัยทางด้านกายภาพขององค์ประกอบภูมินิเวศ ซึ่งวิธีที่ใช้ในการระบุขอบเขตและขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นองค์ความรู้พื้นฐานสำหรับการประยุกต์ใช้ในการวางแผนแนวแม่น้ำต่อไป
2) การใช้ประโยชน์ที่ดินของเมืองแพร่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบของภูมินิเวศ โดยมีปัจจัยทางกายภาพเป็นเงื่อนไขให้กับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่าง ๆ เช่น เมืองเก่าแพร่ที่ตั้งอยู่บนลานตะพักแม่น้ำยม ซึ่งภูมินิเวศแม่น้ำยมและเมืองมีการเปลี่ยนแปลงเรื่อยมา จนในปัจจุบันที่การขยายตัวของเมืองเริ่มส่งผลกระทบต่อแนวแม่น้ำโดยตรง กลายเป็นปัญหาที่นำไปสู่การเสนอแนะแนวทางเพื่อการแก้ไข

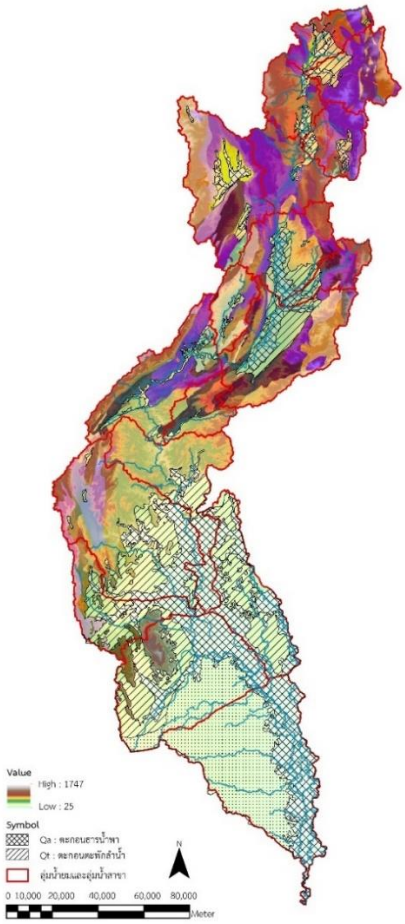
รายละเอียดของการสรุปผลการศึกษาและการอภิปราย สามารถอธิบายได้ดังนี้

6.1.1 ขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำยม และความสัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานของเมืองแพร่

ขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำยม เกิดจากกระบวนการธารน้ำ (Fluvial Process) โดยสามารถระบุได้จากองค์ประกอบของภูมินิเวศ ในวิทยานิพนธ์นี้ใช้ปัจจัยในเชิงกายภาพได้แก่ ลักษณะธรณีวิทยา ลักษณะภูมิประเทศ และเครือข่ายลำน้ำ รวมถึงโครงสร้างและกระบวนการของแม่น้ำ (ภาพที่ 79) ซึ่งการศึกษาเรื่องขอบเขตจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างภูมินิเวศแม่น้ำกับมนุษย์ที่ใช้อธิบายถึงการเป็นเงื่อนไขของการตั้งถิ่นฐานของเมือง ผลที่ได้แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

1) ระดับลุ่มน้ำ

ขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำระดับลุ่มน้ำยม สามารถระบุได้จาก (1) ลักษณะภูมิประเทศ ที่แสดงแนวสันปันน้ำ (2) ลักษณะทางธรณีวิทยา และ (3) เครือข่ายลำน้ำของทั้งลุ่มน้ำยม ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของภูมินิเวศ ขอบเขตที่ได้จากการศึกษานี้มีความสอดคล้องกับการกำหนดขอบเขตด้านการบริหารปกครองในระดับภูมิภาคโดย สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (2564)



ภาพที่ 80 ขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำยมและขอบเขตในการจัดการระดับลุ่มน้ำยม
สร้างจาก FABDEM (Hawker & Neal, 2021) แผนที่ธรณีวิทยา (กรมทรัพยากรธรณี, 2559) และขอบเขตลุ่มน้ำ (สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ, 2564)

จากองค์ประกอบของภูมินิเวศลุ่มน้ำยม ทั้งลักษณะภูมิประเทศที่มีแนวภูเขาสูงขนาบทั้งด้านตะวันออกและตะวันตกที่เป็นแหล่งต้นน้ำของลำน้ำทั้งเครือข่าย ประกอบกับลักษณะทางธรณีวิทยาและธรณีสัณฐานของลุ่มน้ำยม ทำให้เกิดกระบวนการของธารน้ำที่มีการเชื่อมต่อตามแนวยาวตลอดลุ่มน้ำยม ซึ่งทำให้เกิดภูมินิเวศรูปแบบต่าง ๆ ในขอบเขตลุ่มน้ำยม

โครงสร้างของภูมินิเวศมีผลต่อบทบาทในพื้นที่ที่แตกต่างกัน

- รูปแบบของเครือข่ายลำน้ำยมทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศและดินตะกอน ซึ่งเหมาะกับการเพาะปลูกหรือเกษตรกรรม รวมถึงการตั้งถิ่นฐาน
- ลักษณะทางธรณีวิทยาและธรณีสัณฐาน เป็นปัจจัยที่สามารถบ่งบอกได้ว่า ที่ราบลุ่มดินตะกอนเอื้อประโยชน์ต่อการตั้งถิ่นฐานของชุมชนมากกว่าพื้นที่ลาดชันหรือภูเขาหิน เนื่องจากมีขนาดพื้นที่และดินตะกอนที่ชุมชนสามารถใช้ประโยชน์ได้มากกว่า
- ลักษณะเฉพาะของภูมินิเวศที่เกิดจากรูปแบบโครงสร้างตามแนวยาวของแม่น้ำ ทั้งโซนต้นน้ำ โซนเปลี่ยนผ่าน และโซนปลายน้ำมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน เป็นเงื่อนไขของปัจจัยเชิงนิเวศ

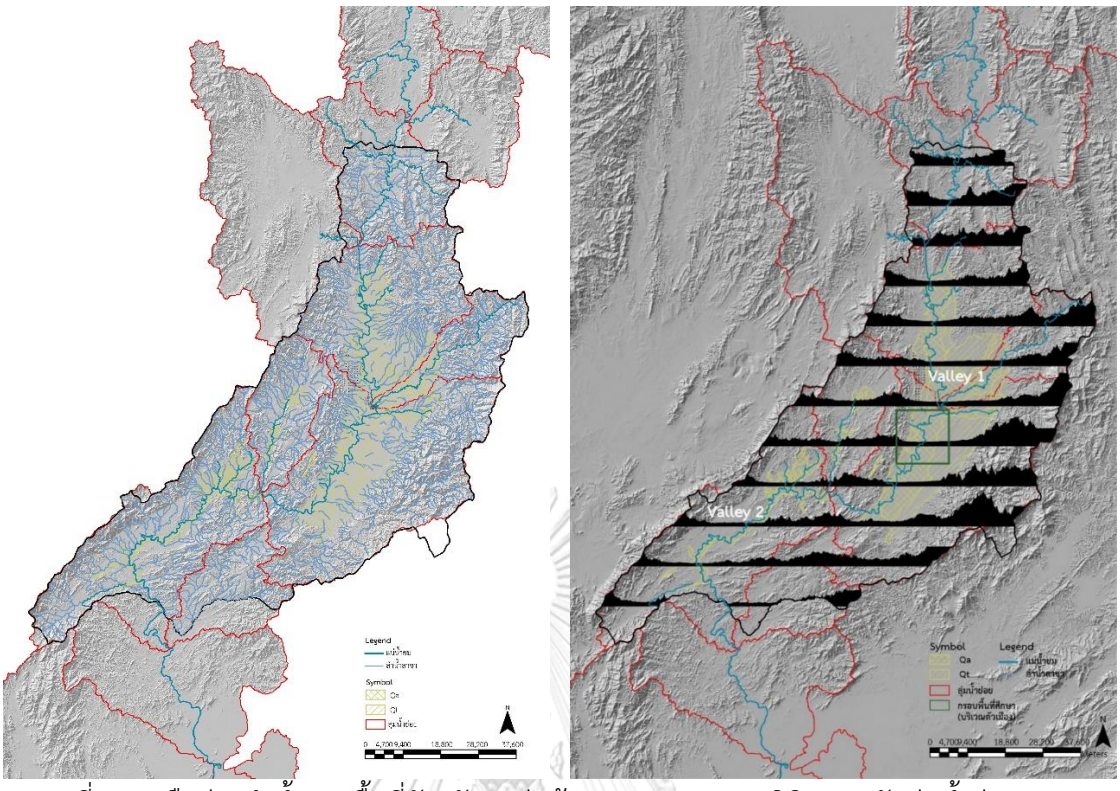
ในแต่ละพื้นที่จึงมีการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ซ้อนทับอยู่บนปัจจัยเชิงนิเวศที่แตกต่างกัน ในขอบเขตระดับลุ่มน้ำยมจะพบว่าพื้นที่แอ่งแพร่นั้นมีความหนาแน่นและการขยายตัวของชุมชนเมือง (ภาพที่ 65) เนื่องจากเป็นที่ราบลุ่มที่มีแม่น้ำยมไหลผ่าน ซึ่งเหมาะสมและเอื้อให้เกิดการตั้งถิ่นฐานตามแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของภูมินิเวศของ (Rashid, 2020)

2) ระดับลุ่มน้ำย่อย

ขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำในระดับลุ่มน้ำย่อย สามารถระบุได้จาก (1) ตะกอนน้ำพาและตะกอนตะพักลำน้ำจากแผนที่ธรณีวิทยา (2) ลักษณะภูมิประเทศแบบแอ่ง โดยใช้รูปตัดภูมิประเทศจากข้อมูล FABDEM ครอบคลุมพื้นที่ทั้งจังหวัด และ (3) ข้อมูลเส้นทางลำน้ำ โดยเฉพาะแม่น้ำยม ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อโครงสร้างภูมินิเวศในระดับนี้ จากภาพที่ 81 จะเห็นว่าพื้นที่จังหวัดแพร่ประกอบด้วยรูปแบบธรณีสัณฐานหลายรูปแบบที่เป็นโครงสร้างภูมินิเวศของจังหวัด แต่ละรูปแบบเกิดจากปัจจัยเชิงนิเวศซึ่งมีบทบาทที่แตกต่างกัน ดังนี้

- ลักษณะภูมิประเทศที่มีภูเขาสูงขนาบข้างเป็นตัวกำหนดรูปแบบการระบายน้ำ
- รูปแบบการระบายน้ำของเครือข่ายลำน้ำที่ไหลลงสู่แม่น้ำยมมีอิทธิพลต่อการเกิดพื้นที่แอ่งแพร่ การกัดเซาะ พัดพา และทับถมตะกอน ทำให้เกิดที่ราบลุ่ม
- วัสดุทางธรณีวิทยามีผลต่อลักษณะธรณีสัณฐานและกระบวนการของแม่น้ำ จากภาพที่ 81 จะเห็นถึงความแตกต่างของวัสดุและขนาดของแอ่งแพร่ กับแอ่งที่มีขนาดเล็กกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 81 เครือข่ายลำน้ำของพื้นที่จังหวัดแพร่ (ซ้าย) และขอบเขตภูมินิเวศระดับลุ่มน้ำย่อย (ขวา) สร้างจาก FABDEM (Hawker & Neal, 2021) แผนที่ธรณีวิทยา (กรมทรัพยากรธรณี, 2559) และขอบเขตลุ่มน้ำสาขา (สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ, 2564)

จากภาพที่ 81 พื้นที่หุบหรือแอ่งขนาดเล็กบริเวณ Valley 2 มีขนาดพื้นที่จำกัดและมีดินตะกอนแม่น้ำที่เป็นวัสดุทางธรณีวิทยาน้อยตามแนวแม่น้ำยม ส่วนพื้นที่ Valley 1 หรือแอ่งแพร่ เป็นที่ราบลุ่มขนาดกว้างใหญ่ที่เกิดจากดินตะกอนน้ำพาและตะกอนตะพักลำน้ำ มีความเหมาะสมและเอื้อให้เกิดการพัฒนาของพื้นที่มากกว่าตามแนวคิดในการตั้งถิ่นฐานของ Rashid (2020)

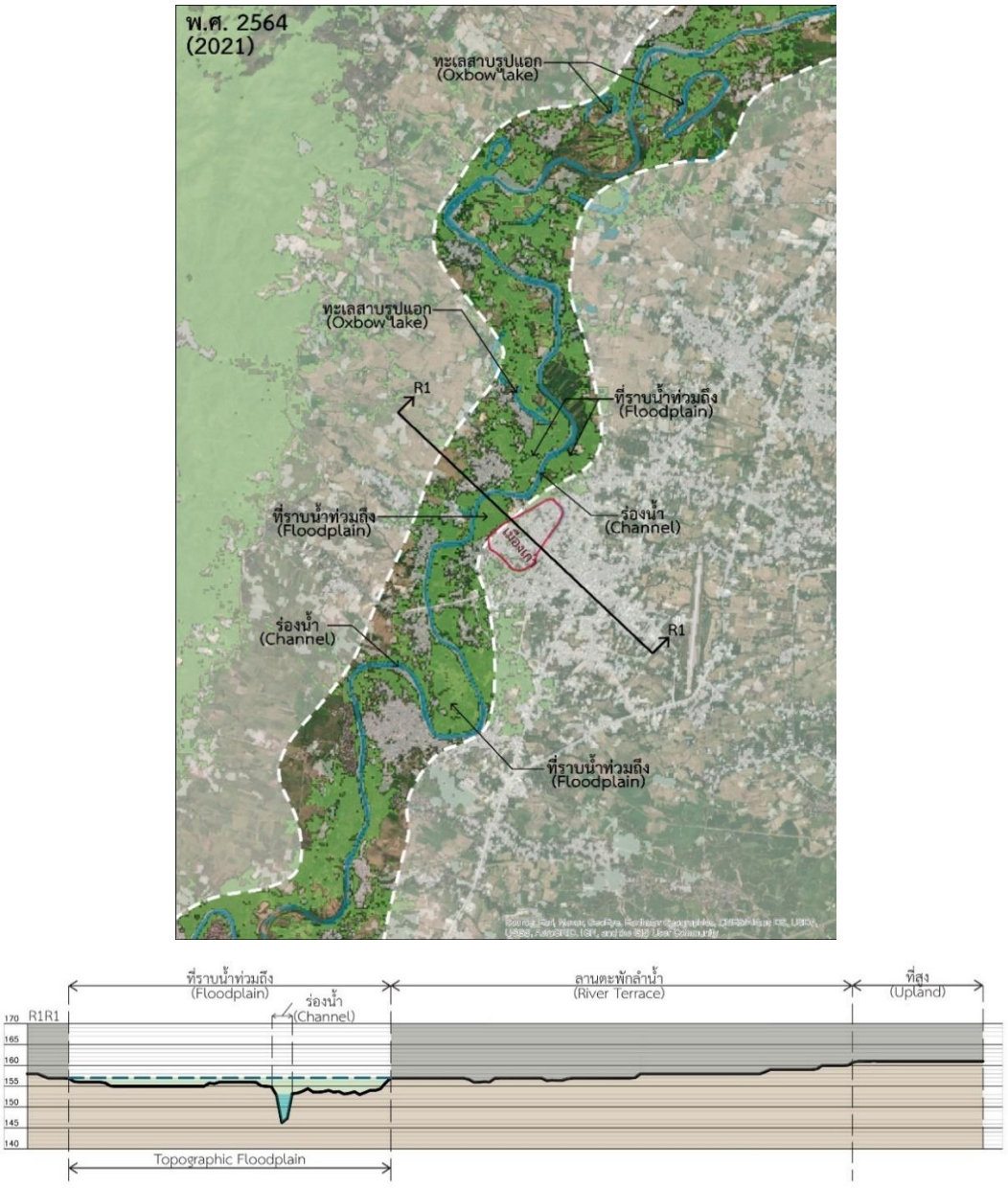
นอกจากนี้จากภาพถ่ายดาวเทียมผสมสีเท็จ (ภาพที่ 65) และแผนที่จากการจำแนก (ภาพที่ 73) ในอดีตจะเห็นว่าการตั้งถิ่นฐานจะเริ่มจากบริเวณริมหรือใกล้ชิดกับแม่น้ำยมก่อน และขยายตัวลึกเข้าไปในส่วนที่สูง ซึ่งแอ่งแพร่มีพื้นที่ดินเพียงพอสำหรับรองรับการขยายตัว แต่ใน Valley 2 นั้นจะเห็นการตั้งถิ่นฐานริมแม่น้ำ แต่ไม่สามารถขยายตัวได้ลึกเข้าไปด้านในที่สูงได้ ด้วยข้อจำกัดจากลักษณะภูมิประเทศและธรณีวิทยาของพื้นที่

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันการพึ่งพาทรัพยากรจากแม่น้ำโดยตรงนั้นมีลดลง เมืองที่ขยายตัวออกไปในปริมาณมากจึงเริ่มรุกล้ำเข้าสู่พื้นที่ในขอบเขตที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในระดับพื้นที่ศึกษา

3) ระดับพื้นที่ศึกษา

ขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำในระดับพื้นที่ศึกษา สามารถระบุได้จากขอบเขตแนวแม่น้ำ ที่ได้จากการบ่งชี้ขอบเขตลานตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง โดยใช้รูปตัดภูมิประเทศจากข้อมูล FABDEM และการบ่งชี้แนวพืชพรรณริมน้ำที่ได้จากการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน

ที่ราบน้ำท่วมถึง ทะเลสาบรูปแอก สันดอนทรายตามธรรมชาติ ลานตะพักลำน้ำ เป็นลักษณะสัณฐานที่บ่งบอกว่าพื้นที่เหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของแนวแม่น้ำ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงและยังคงได้รับอิทธิพลจากกระบวนการของน้ำและตะกอน



ภาพที่ 82 ขอบเขตแนวที่ราบน้ำท่วมถึงและลานตะพักแม่น้ำยม

ดัดแปลงและสร้างจาก ภาพถ่ายดาวเทียม (USGS., 2021) และ FABDEM (Hawker & Neal, 2021)

แม่น้ำยมในบริเวณพื้นที่ศึกษาอยู่ในโซนเปลี่ยนผ่านของพื้นที่ลุ่มน้ำ ทำให้โดยปกติปริมาณน้ำในร่องน้ำจะไม่ท่วมหลากในที่ราบน้ำท่วมถึงเป็นเวลานาน แต่ด้วยลักษณะทางกายภาพโดยเฉพาะลักษณะธรณีสัณฐานของแม่น้ำที่ได้จากรูปตัดและการเปรียบเทียบกับระดับน้ำท่า ทำให้สามารถบ่งชี้ที่ราบที่เกิดน้ำหลากท่วมในทุกปี และแนวลานตะพักแม่น้ำ ซึ่งเป็นขอบเขตแนวแม่น้ำยมได้ (ภาพที่ 82)

อย่างไรก็ตามขอบเขตของระบบนิเวศมีการแลกเปลี่ยนและเคลื่อนที่ของวัสดุและพลังงานตลอดเวลา (Stanford et al., 2017) แตกต่างจากขอบเขตที่ใช้ในการบริหารจัดการซึ่งกำหนดโดยภาครัฐ จากภาพที่ 72 แนวที่ราบน้ำท่วมถึงที่ทำการศึกษาย้อนหลัง แม้จะมีความใกล้เคียงกันแต่มีการเปลี่ยนแปลงที่บริเวณแนวขอบเขตและภายในที่ราบน้ำท่วมถึง เป็นการเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณ การถ่ายเทพัดพาของตะกอน และการเคลื่อนตัวด้านข้างของร่องน้ำ แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงไปตามกระบวนการและพลวัตของแม่น้ำ โดยการเปลี่ยนแปลงตามกระบวนการของแม่น้ำนี้อยู่ภายในที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งเป็นพื้นที่ระดับต่ำกว่าลานตะพักแม่น้ำยมที่บ่งชี้ได้จากลักษณะธรณีสัณฐาน

นอกจากนี้การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน ทำให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพอื่น เช่น ปริมาณและลักษณะของพืชพรรณ ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งภายในแนวแม่น้ำและภายนอก รวมถึงการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เมือง

ในระดับพื้นที่ศึกษามีปัจจัยหลายประการที่สามารถบ่งชี้ถึงแนวขอบเขตแม่น้ำได้ จึงทำการสรุปปัจจัยที่นำมาใช้ประกอบกันเพื่อระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำให้มีความแม่นยำมากขึ้น ดังนี้

- ลักษณะภูมิประเทศ รวมถึงลักษณะทางธรณีสัณฐานของแม่น้ำที่บ่งชี้ได้ในแนวแม่น้ำ เช่น ลานตะพักลำน้ำ ที่ราบน้ำท่วมถึง
- ตะกอนและกระบวนการธารน้ำ ที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงภายในที่ราบน้ำท่วมถึง
- ปริมาณและลักษณะของพืชพรรณ เช่น พืชพรรณชายน้ำ
- ประเภทสิ่งปกคลุมดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น ตะกอนทรายหรือพืชพรรณชายน้ำที่อยู่ติดริมแม่น้ำ แนวขอบเขตของพื้นที่เมืองหรือชุมชนซึ่งอยู่ในตำแหน่งนอกแนวแม่น้ำสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ได้เช่นกัน (ภาพที่ 82) รวมถึงสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินย้อนหลัง ซึ่งในปัจจุบันอาจมีการเปลี่ยนแปลงไป เช่น พื้นที่เมืองที่เคยอยู่นอกแนวที่ราบน้ำท่วมถึง แต่ในปัจจุบันมีการรุกล้ำเข้าไปในแนวเขตจึงสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ได้

ดังนั้นการระบุแนวขอบเขตแม่น้ำด้วยองค์ประกอบของภูมินิเวศ เป็นการศึกษาที่คำนึงถึงทั้งโครงสร้าง กระบวนการและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามปกติของแม่น้ำ และทำความเข้าใจในพื้นที่หรือขอบเขตที่สำคัญ เช่น ลานตะพักแม่น้ำที่เกิดจากกระบวนการทางธรณีสัณฐานซึ่งใช้เวลายาวนานในการก่อตัวและเปลี่ยนแปลง เป็นปัจจัยอ้างอิงสำหรับการประยุกต์ใช้ในการกำหนดและวางแผนแนว

แม่น้ำโดยคำนึงถึงกระบวนการตามธรรมชาติของแม่น้ำ ซึ่งไม่ใช่เพียงกำหนดแนวเส้นตามการบริหารการปกครอง

6.1.2 การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำยมที่สัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการขยายตัวของเมืองแพร่

1) การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำ

จากผลการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินในแต่ละช่วงเวลา แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของแนวเขตที่ราบน้ำท่วมถึง การเปลี่ยนแปลงของร่องน้ำของแม่น้ำยม รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยเมื่อเปรียบเทียบการจำแนกกับแผนที่ชุด L708 และ L7018 (ภาพที่ 75-ภาพที่ 78) รวมถึงภาพถ่ายดาวเทียมจะสามารถบ่งชี้ถึงลักษณะสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่เกษตรได้ในที่ราบน้ำท่วมถึง ทำให้เห็นว่าภายในที่ราบน้ำท่วมถึงซึ่งเป็นพื้นที่ที่ยังคงได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำ มีการใช้ประโยชน์เป็นพื้นที่เกษตร ทั้งพืชไร่และพืชสวน แสดงให้เห็นถึงการปรับตัวของมนุษย์ไปกับกระบวนการและพลวัตของแม่น้ำได้

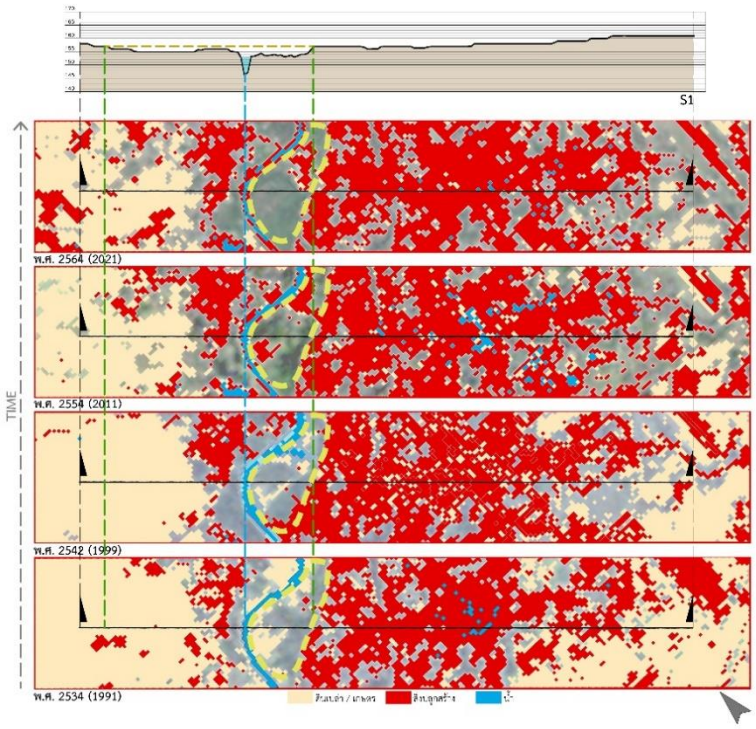
นอกจากนี้เมื่อทำการศึกษาเรื่องขอบเขตของที่ราบน้ำท่วมถึงในช่วงเวลาปัจจุบันหรือช่วงหลังจากแผนที่ชุด L7018 (พ.ศ.2550) ก็สามารถระบุขอบเขตได้ในแนวที่ใกล้เคียงกับแนวเดิม แสดงให้เห็นว่า การทำเกษตรในที่ราบน้ำท่วมถึงสามารถปรับตัวและยืดหยุ่นไปกับกระบวนการและพลวัตของแม่น้ำยมได้โดยไม่รบกวนหรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อโครงสร้างของแม่น้ำ และการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำอย่างเป็นพลวัตในแต่ละช่วงปีนั้นอยู่ในระดับที่มนุษย์ยังสามารถใช้ประโยชน์ได้ในบางกิจกรรม

2) การขยายตัวของเมืองแพร่

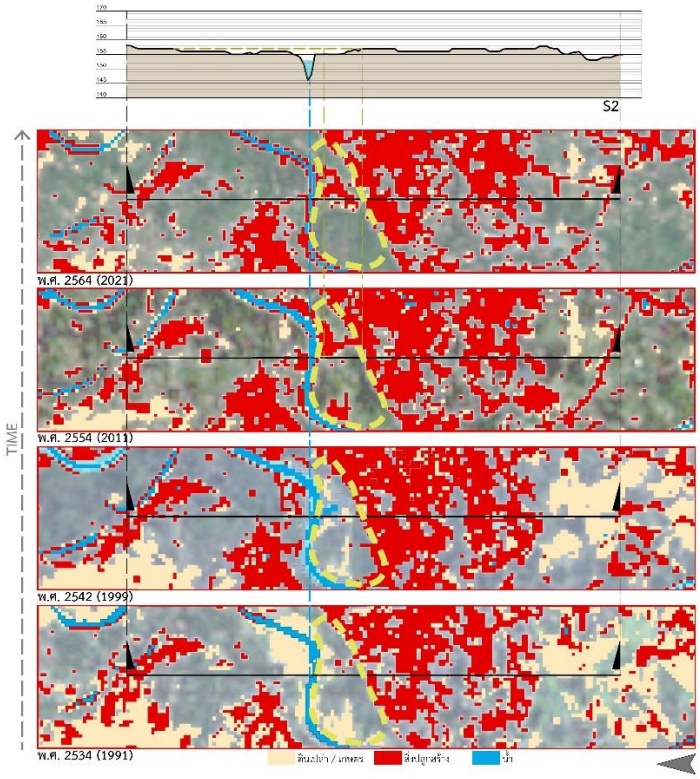
อย่างไรก็ตามในปัจจุบันพื้นที่เมืองมีการขยายตัวสู่ที่ราบน้ำท่วมถึงมากขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งปลูกสร้างที่ไม่สามารถปรับตัวหรือมีความยืดหยุ่นกับภูมินิเวศแม่น้ำได้ จึงใช้การจำแนกเฉพาะชั้นของพื้นที่สิ่งปลูกสร้างหรือความเป็นเมืองกับชั้นของพื้นที่เกษตร มาซ้อนลงบนภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อศึกษาสิ่งที่เกิดขึ้นและการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ศึกษา (ภาพที่ 83 - ภาพที่ 85)

จากการเปรียบเทียบการกระจายตัวของพื้นที่สิ่งปลูกสร้างใน 4 ช่วงเวลา ของแนวตัด S1-S3 จากภาพที่ 83 - ภาพที่ 85 ทำให้เห็นว่า พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง (สีแดง) เพิ่มปริมาณมากขึ้นตามช่วงเวลา โดยเฉพาะในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงที่ติดพื้นที่เมืองเก่า (เส้นประสีเหลือง) ที่เริ่มมีการรุกล้ำจากพื้นที่เมืองมากขึ้น แต่เดิมพื้นที่บริเวณเป็นที่ราบน้ำท่วมถึงตามธรรมชาติ ซึ่งสามารถบ่งชี้ได้จากทรายหรือตะกอนริมร่องน้ำ รวมถึงลักษณะของพืชพรรณตามธรรมชาติของที่ราบน้ำท่วมถึงที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา จนในช่วงปี พ.ศ. 2554 เริ่มมีผืนภูมินิเวศสีแดงอยู่ในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงและมีมากขึ้นใน พ.ศ. 2564

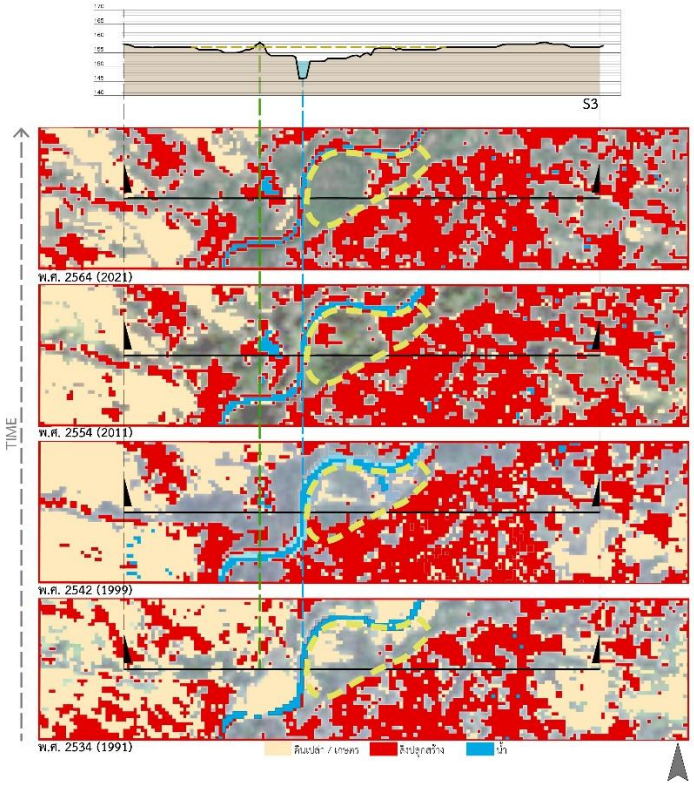
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 83 การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปลูกสร้างและพื้นที่เกษตร พ.ศ. 2534 - พ.ศ. 2564 (รูปตัด S1)
ดัดแปลงจาก USGS. (1991), USGS. (1999), USGS. (2011) และ USGS. (2021)



ภาพที่ 84 การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปลูกสร้างและพื้นที่เกษตร พ.ศ. 2534 - พ.ศ. 2564 (รูปตัด S2)
ดัดแปลงจาก USGS. (1991), USGS. (1999), USGS. (2011) และ USGS. (2021)

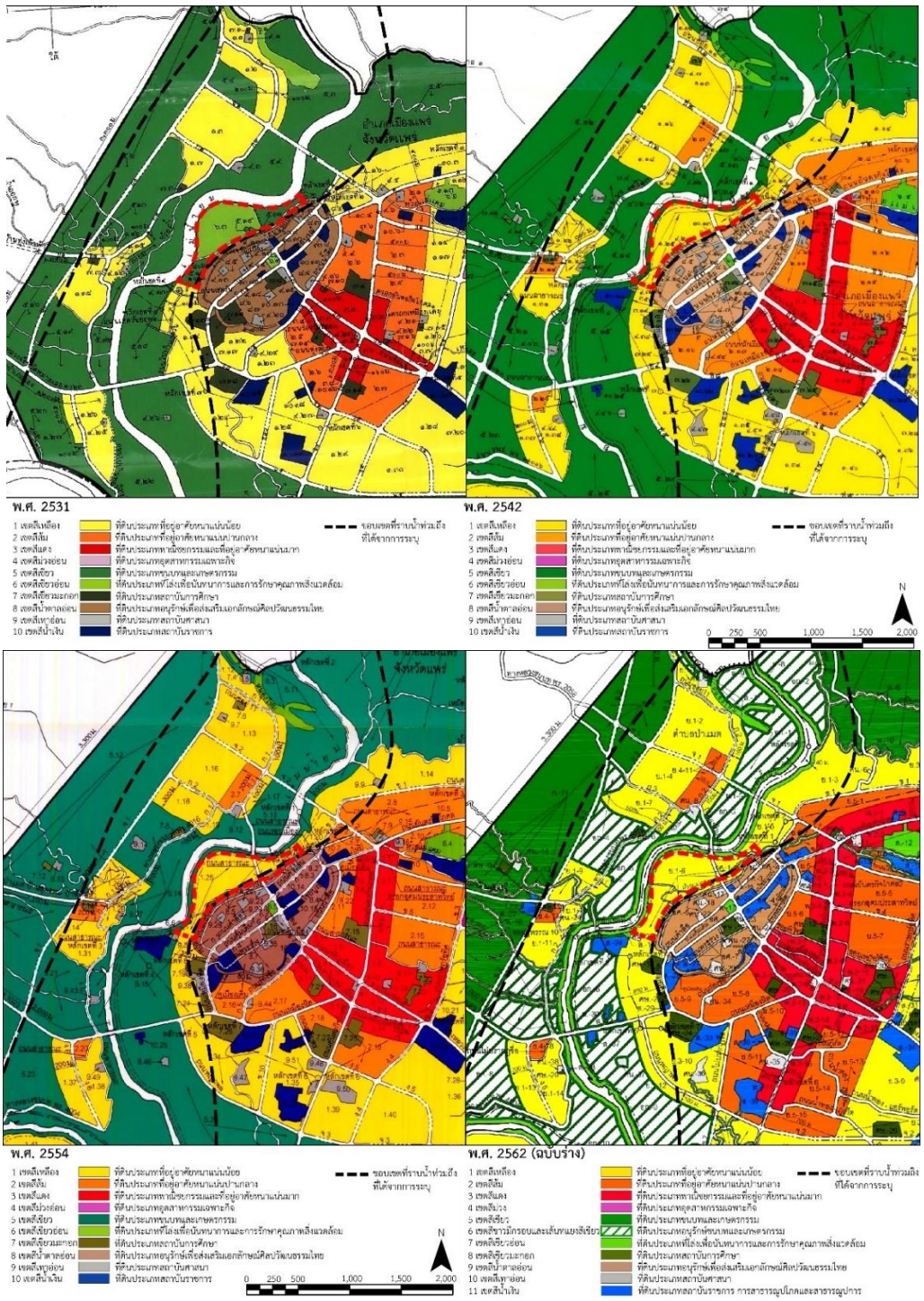


ภาพที่ 85 การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปลูกสร้างและพื้นที่เกษตร พ.ศ. 2534 - พ.ศ. 2564 (รูปตัด S3)
ดัดแปลงจาก USGS. (1991), USGS. (1999), USGS. (2011) และ USGS. (2021)

จากภาพที่ 83 ทำให้เห็นแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของมนุษย์ พื้นที่เมืองขยายตัวไปแทนที่พื้นที่เกษตร รวมถึงขยายตัวไปสู่ที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งเป็นพื้นที่ตามธรรมชาติ รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้สิ่งปกคลุมดินเปลี่ยนแปลง จากพื้นที่เกษตรที่มีความยืดหยุ่นหรือปรับการใช้งานไปตามช่วงเวลาได้ ถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่ดาดแข็งของสิ่งปลูกสร้างที่ไม่มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน ซึ่งหากพิจารณาในเรื่องความเสี่ยงจากกระบวนการและพลวัตของแม่น้ำ พื้นที่เกษตรอาจได้รับความเสียหายน้อยกว่าพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง รวมถึงการส่งผลกระทบกลับสู่โครงสร้างและกระบวนการแม่น้ำยม โดยเฉพาะสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ในที่ราบน้ำท่วมถึง

จากภาพที่ 85 รูปตัด S3 จะเห็นว่ามีพื้นที่สิ่งปลูกสร้างอยู่ในตำแหน่งของคันดินตามธรรมชาติทางฝั่งตะวันตกของแม่น้ำยม แสดงให้เห็นถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่สัมพันธ์กับลักษณะธรณีสัณฐาน

นอกจากนี้ จึงได้นำแผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน ให้ใช้บังคับผังเมืองรวมเมืองแพร่ที่เป็นการวางแนวทางในการพัฒนาพื้นที่เมือง มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำยมและการใช้ประโยชน์ที่ดินของเมือง (ภาพที่ 86)



ภาพที่ 86 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงและการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ออกเป็นกฎกระทรวงตามพระราชบัญญัติการผังเมืองในแต่ละปี

ดัดแปลงจาก แผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน ("กฎกระทรวง ฉบับที่ 45 พ.ศ. 2531 ออกตามความในพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ.2518," 2531, 20 พฤษภาคม), ("กฎกระทรวง ฉบับที่ 421 พ.ศ. 2542 ออกตามความในพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ.2518," 2542, 28 กันยายน), ("กฎกระทรวง ให้ใช้บังคับผังเมืองรวมเมืองแพร่ พ.ศ. 2554," 2554, 21 ตุลาคม) และ (บริษัท ซิตี้ แพลน โปรเฟสชันนอล จำกัด, 2562a)

โดยแผนผังฉบับแรกเริ่มคือปี พ.ศ. 2531 ("กฎกระทรวง ฉบับที่ 45 พ.ศ. 2531 ออกตามความในพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ.2518," 2531, 20 พฤษภาคม) และมีการปรับเปลี่ยนในทุก ๆ 5 ถึง 10 ปี ได้แก่ ฉบับปี พ.ศ. 2542 และ พ.ศ. 2554 รวมถึงฉบับร่าง พ.ศ. 2562 ทำให้เห็นว่าบริเวณพื้นที่ศึกษา (กรอบสีแดง) ในแผนผังปี พ.ศ. 2531 เคยเป็นพื้นที่สีเขียวอ่อนและสีเขียว (ที่ดินประเภทที่โล่งเพื่อนันทนาการและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม และที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม) ถูกเปลี่ยนให้เป็นพื้นที่สีเหลือง (ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย) ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2542 เรื่อยมาจนปัจจุบัน แต่จากภาพถ่ายดาวเทียมและการจำแนกสิ่งปกคลุมดินในบริเวณดังกล่าว (ภาพที่ 83) พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ภายในบริเวณนี้คือที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งยังคงมีความเป็นพื้นที่สีเขียวตามธรรมชาติอยู่ แม้ใน พ.ศ. 2564 จะเริ่มมีการรุกล้ำของสิ่งปลูกสร้างที่ชัดเจนมากขึ้น

แม้จะมีการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย แต่จะพบว่าสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณดังกล่าวยังคงไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิมมาก คนเมืองแพร่ยังคงไม่เข้าไปปลูกสร้างในพื้นที่นั้น อาจมีสาเหตุเพราะพื้นที่ดังกล่าวเป็นที่ราบน้ำท่วมที่ยังคงมีพลวัตของแม่น้ำยมซึ่งไม่เหมาะที่จะก่อสร้างอาคารถาวร จนเมื่อพื้นที่เมืองมีการขยายตัวมากขึ้นอย่างในปัจจุบัน ประกอบกับมีโครงการพัฒนาอื่น เช่น โครงการพัฒนาพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำยมตามผังเมืองรวมเมืองแพร่ (ภาพที่ 48) ที่เป็นการสร้างคันถนนเลียบแม่น้ำยม ซึ่งมีส่วนของโครงสร้างอยู่ในร่องน้ำ ถือเป็นการทำลายโครงสร้างของแม่น้ำ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดโครงการพัฒนาอื่นตามมา รวมถึงการพัฒนาเป็นที่อยู่อาศัยตามแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินที่จะส่งผลกระทบต่อแม่น้ำยม

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของการขยายตัวในที่ราบน้ำท่วมถึงกับการขยายตัวของพื้นที่เมืองทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา พบว่าปริมาณของพื้นที่เมืองในที่ราบน้ำท่วมถึงนั้นมีไม่มากนัก เนื่องจากลักษณะทางกายภาพและกระบวนการของแม่น้ำในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงไม่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาอาคารหรือสิ่งปลูกสร้าง ประกอบกับการศึกษาข้อมูลย้อนหลังที่ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงปี จึงทำให้สามารถบ่งชี้ได้ว่า คนเมืองแพร่เลือกตั้งถิ่นฐานโดยคำนึงถึงเงื่อนไขจากองค์ประกอบของภูมินิเวศ ซึ่งบริเวณที่สอดคล้องกับเงื่อนไขดังกล่าวคือ ลานตะพักแม่น้ำยม

อย่างไรก็ตามจากการขยายตัวของเมืองและการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินยังบ่งบอกได้อีกว่า ความต้องการหรือเงื่อนไขในการเลือกที่อยู่อาศัยของคนเมืองแพร่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาและยุคสมัย คนในปัจจุบันใช้ประโยชน์จากระบบสาธารณูปโภคและโครงสร้างพื้นฐานอื่น ซึ่งไม่ต้องพึ่งพาทรัพยากรจากแม่น้ำโดยตรง ส่งผลให้มีความใกล้ชิดกับแม่น้ำยมน้อยลง แต่การพัฒนาสิ่งต่าง ๆ อย่างไม่คำนึงถึงกระบวนการตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นพลวัตที่เกิดขึ้นทุกปีนั้น ทำให้มีความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายต่อพื้นที่อยู่อาศัย เช่น สิ่งปลูกสร้างหรือบ้านเรือนที่ตั้งอยู่ในที่ราบน้ำท่วมถึงจะถูกน้ำท่วมหลากในทุกปี ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของงบประมาณในการดูแลรักษา รวมถึงการจัดการและการ

ป้องกันพื้นที่เหล่านั้น ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำลายแม่น้ำยมทั้งทางตรงและทางอ้อม การขยายตัวของเมืองตามมาด้วยโครงสร้างทางวิศวกรรม ที่เป็นตัวขัดขวางและทำลายโครงสร้างของแม่น้ำ ทำให้กระบวนการและพลวัตตามปกติของแม่น้ำเปลี่ยนแปลง เช่น การดาดแข็งตลิ่งที่ส่งผลต่อกระบวนการของน้ำและตะกอน เมื่ออ้างอิงจากผลของการศึกษาทำให้เห็นว่า แม่น้ำยมไม่ใช่เพียงแค่ร่องน้ำเท่านั้น แต่มีองค์ประกอบอื่นที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบและเครือข่าย ที่ทำให้เกิดภูมินิเวศแม่น้ำยมซึ่งเป็นพื้นที่ตั้งของเมืองแพร่มาตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันและอนาคต ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับแม่น้ำยมจากการพัฒนาเมืองนั้นย่อมส่งผลไปยังภูมินิเวศอื่นด้วย โดยเฉพาะส่วนปลายน้ำที่ต่อเนื่องตามแนวยาวถัดไปจากเมืองแพร่

เพราะฉะนั้นในการพัฒนาเมืองแพร่หรือการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับเมืองแพร่ในอนาคตจำเป็นต้องมีการวางแผนการโดยอาศัยพื้นฐานที่คำนึงถึงปัจจัยเชิงนิเวศเป็นสำคัญ และควรเป็นนโยบายในระดับกว้างขวางครอบคลุมทั้งลุ่มน้ำโดยภาครัฐหรือส่วนกลาง เพื่อให้การจัดการเป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้งระบบ และได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วน

6.2 ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้

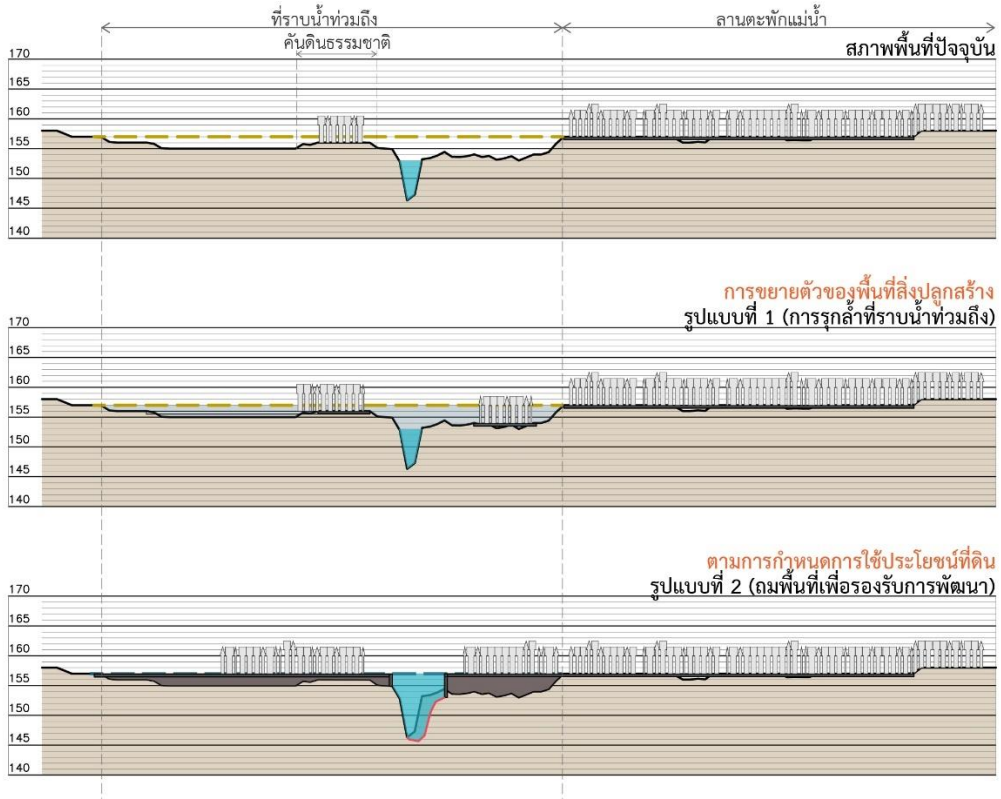
ในวิทยานิพนธ์นี้ใช้การสำรวจระยะไกลจากข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยใช้การจำแนกสิ่งปกคลุมดินจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat และการทำรูปตัดจากข้อมูล FABDEM มาประมวลผลเพื่อทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับแผนที่ชุด L708 และ L7018 ผลที่ได้จากการวิจัยคือ ขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำยมในแต่ละระดับ ซึ่งสัมพันธ์กับตำแหน่งของเมืองแพร่ที่ตั้งอยู่บนเงื่อนไขขององค์ประกอบของภูมินิเวศ โดยเมืองแพร่มีการขยายตัวจากตำแหน่งเมืองเก่าซึ่งตั้งอยู่บนลานตะพักแม่น้ำติดกับที่ราบน้ำท่วมถึงของแม่น้ำยม จนในปัจจุบันการขยายตัวของเมืองบางส่วนได้รุกล้ำสู่ที่ราบน้ำท่วมถึงที่เป็นส่วนหนึ่งของแนวแม่น้ำยม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากภาพที่ 87 เป็นภาพที่ใช้รูปตัดภูมิประเทศบริเวณเมืองเก่าแพร่มาจำลองสภาพพื้นที่ปัจจุบัน และรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ตามการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อศึกษาวิเคราะห์ถึงผลกระทบและแนวทางในการวางแผนจัดการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

สภาพพื้นที่ปัจจุบัน (ภาพที่ 87): พื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างของเมืองแพร่ตั้งอยู่บนลานตะพักแม่น้ำยม โดยมีบางส่วนอยู่ในแนวเขตที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งหากแม่น้ำยมมีน้ำท่วมหลากตามกระบวนการและพลวัตขึ้นสู่ที่ราบน้ำท่วมถึง พื้นที่เมืองที่อยู่ในแนวเขตนี้จะได้รับผลกระทบ แต่เนื่องจากสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ในที่ราบน้ำท่วมถึงนั้นตั้งอยู่บนแนวคันดินธรรชาติที่สูงกว่าระดับข้างเคียง

จึงอาจได้รับผลกระทบน้อยกว่าพื้นที่ส่วนอื่น อย่างไรก็ตามสิ่งปลูกสร้างนี้เป็นการรบกวนและจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการของน้ำและตะกอนของแม่น้ำยม



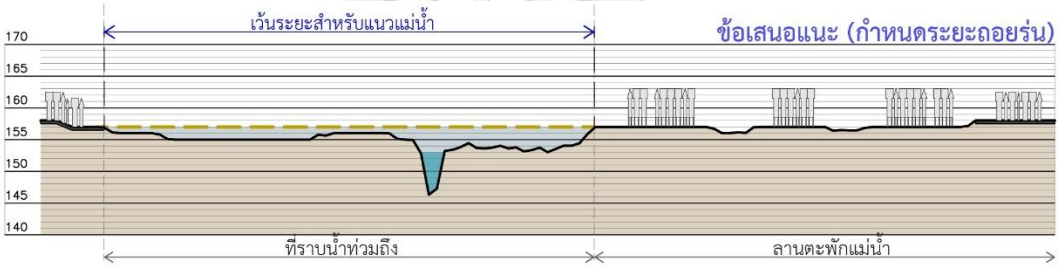
ภาพที่ 87 จำลองสภาพพื้นที่ปัจจุบันและรูปแบบการใช้ที่ดินตามแผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน สร้างจาก FABDEM (Hawker & Neal, 2021)

รูปแบบที่ 1 (ภาพที่ 87): การรุกล้ำของสิ่งปลูกสร้างถาวรบนที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งจากภาพถ่ายดาวเทียมและการจำแนกสิ่งปกคลุมดินในปัจจุบัน จะเห็นว่ามีอาคารสิ่งปลูกสร้างบางส่วนที่อยู่ในที่ราบน้ำท่วมถึงแล้ว รูปแบบนี้เป็นการเปลี่ยนพื้นที่ตามธรรมชาติเป็นพื้นที่ดาดแข็ง ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นคือ (1) เป็นการขัดขวางกระบวนการแลกเปลี่ยนตะกอนและการเชื่อมต่อของน้ำในที่ราบน้ำท่วมถึง (2) ความเสี่ยงต่อความเสียหายกับสิ่งปลูกสร้าง เนื่องจากอยู่ในระดับของที่ราบน้ำท่วมถึง และ (3) ผลกระทบต่อความสมดุลของน้ำและตะกอนที่ส่วนปลายลุ่มน้ำ (Thompson et al., 2017) รวมถึงปริมาณและความเสี่ยงของน้ำท่วมที่มากขึ้นจากการเพิ่มพื้นที่ดาดแข็งของเมือง (Feng et al., 2021)

รูปแบบที่ 2 (ภาพที่ 87): การถมที่ดินและเพิ่มโครงสร้างทางวิศวกรรมเพื่อรองรับการขยายตัวอย่างเต็มที่ของพื้นที่เมือง ตามการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินให้ใช้บังคับผังเมืองรวมเมืองแพร่ ผลกระทบที่เกิดขึ้นคือ (1) การกัดเซาะทางลึกของร่องน้ำ เนื่องจากการดาดแข็งขอบตลิ่งทำให้ร่องน้ำ

ไม่สามารถแลกเปลี่ยนตะกอนและเคลื่อนย้ายด้านข้างได้ จึงเป็นการเพิ่มความเร็วของน้ำและการกัดเซาะท้องแม่น้ำ (2) ระดับที่ราบน้ำท่วมถึงเปลี่ยนแปลงจากการถมและการสร้างคัน ทำให้น้ำไม่สามารถกระจายออกด้านข้างได้ ส่งผลให้ปริมาณน้ำในร่องน้ำมากขึ้น และระดับน้ำอาจสูงเกินระดับลานตะพักแม่น้ำ (3) การเชื่อมต่อของน้ำทั้งระบบ น้ำบนดินน้ำใต้ดินถูกตัดขาด (4) ความเสียหายต่ออาคารและเมืองที่มากขึ้นหากระดับน้ำสูงเกินระดับการถมหรือระดับคันกั้นน้ำ และ (5) การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำและระดับน้ำที่ส่วนปลายลุ่มน้ำ รวมถึงความถี่ในการเกิดน้ำท่วมหลาก (Thompson et al., 2017) และความเสี่ยงในการเกิดน้ำท่วมมากขึ้นจากการลดลงของพื้นที่ซึมน้ำได้ (Feng et al., 2021) ซึ่งจะส่งผลกระทบกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น การทำนา

ดังนั้นการขยายตัวของพื้นที่เมืองและการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินจึงเป็นการรบกวนและทำลายพื้นที่แนวแม่น้ำ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อทั้งภูมินิเวศแม่น้ำและเมืองแพร่



ภาพที่ 88 ข้อเสนอแนะสำหรับการวางแผนเพื่อปกป้องแนวแม่น้ำ
สร้างจาก FABDEM (Hawker & Neal, 2021)

ทั้งนี้จากการทบทวนวรรณกรรมและตัวอย่างกรณีศึกษาเกี่ยวกับการวางแผนแนวแม่น้ำ และการปกป้องแนวแม่น้ำในบทที่ 2.3 จึงเสนอให้มีการวางแผนแนวแม่น้ำโดยคำนึงถึงปัจจัยเชิงนิเวศเป็นสำคัญ โดยมีแนวคิดและข้อเสนอดังนี้

1) ระยะแรกเริ่ม: ห้ามมิให้มีการขยายตัวไปในที่ราบน้ำท่วมถึงเพิ่มเติม และพิจารณาการย้ายออกหรือรื้อถอนของอาคารที่ตั้งอยู่ในราบน้ำท่วมถึงเดิม รวมถึงโครงการพัฒนาพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำยม ซึ่งปัจจุบันดำเนินการก่อสร้างอยู่ (ตามภาพที่ 49) เพื่อคืนพื้นที่สำหรับโครงสร้างและกระบวนการของแม่น้ำยม
2) ระยะกลาง: กำหนดระยะถอยร่นและพื้นที่เพื่อการรักษาหรือปกป้องแนวแม่น้ำ (ภาพที่ 88) ตามหลักการจากกรณีศึกษา (ภาพที่ 31) โดยการเว้นระยะจะต้องคำนึงถึงขอบเขตแม่น้ำตามลักษณะของธรณีสัณฐาน เพื่อปล่อยให้กระบวนการของแม่น้ำสามารถทำงานได้ตามปกติ หรือสามารถมีการใช้งานอื่นได้ เช่น การทำเกษตรตามฤดูกาล การใช้เป็นพื้นที่เพื่อสาธารณะประโยชน์ โดยการใช้งานพื้นที่จะต้องไม่รบกวนกระบวนการและพลวัตของแม่น้ำ

เนื่องด้วยการปกป้องแนวแม่น้ำเป็นวิธีที่เหมาะสมมากกว่าการฟื้นฟู เพราะการฟื้นฟูเป็นวิธีการที่จะเกิดขึ้นหลังจากที่แม่น้ำถูกทำลายแล้ว ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยระยะเวลายาวนานเพื่อให้แม่น้ำกลับมาเป็นสภาพเดิมหรือไม่อาจกลับคืนสภาพเดิมได้

3) ระยะยาว: ควรมีการวางแผนการจัดการใช้ประโยชน์ที่ดินของเมืองแพร่ใหม่ โดยคำนึงถึงปัจจัยทางด้านนิเวศเป็นสำคัญ เช่น กำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงให้เป็นที่ดินประเภทการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม หรืออนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม สำหรับให้มีการใช้งานเป็นพื้นที่เกษตรและปศุสัตว์ได้ตามฤดูกาล ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ถาวรและมีความยืดหยุ่นในการใช้งานพื้นที่มากกว่าการก่อสร้าง สลับกับการปล่อยให้พื้นที่มีการฟื้นฟูตัวเองได้ตามธรรมชาติ รวมไปถึงการวางแผนแนวแม่น้ำให้ครอบคลุมทั้งระบบลุ่มน้ำยม เนื่องจากแม่น้ำเชื่อมต่อกันอย่างเป็นเครือข่าย ผลกระทบที่เกิดกับพื้นที่ต้นน้ำจะส่งผลถึงพื้นที่ปลายน้ำด้วยดังนั้น การจัดการแม่น้ำอย่างครอบคลุมจะต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายภาคส่วน ซึ่งเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปในทิศทางเดียวกัน มีความเข้าใจร่วมกันจึงต้องมีการจัดทำแผนแนวแม่น้ำ

จากผลการศึกษาในวิทยานิพนธ์นี้ชี้ให้เห็นว่าปัจจัยทางภูมินิเวศเป็นพื้นฐานสำคัญที่ควรต้องคำนึงถึงในการวางแผนการจัดการและการพัฒนาเมือง ซึ่งวิธีการวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาภูมินิเวศแม่น้ำอื่นได้ เนื่องจากภูมินิเวศในแต่ละแห่งมีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน การทำความเข้าใจในภูมินิเวศแม่น้ำแต่ละแห่งนั้นจะเป็นพื้นฐานสำคัญเพื่อการอยู่ร่วมกับแม่น้ำในอนาคต อย่างไม่รบกวนหรือทำลายลักษณะตามธรรมชาติของแม่น้ำและภูมินิเวศ

บริเวณเมืองแพร่และแม่น้ำยมเป็นตัวอย่างหนึ่งของภูมินิเวศแม่น้ำที่มีคุณลักษณะของโซนเปลี่ยนผ่านในช่วงกลางของพื้นที่ลุ่มน้ำ การเปลี่ยนแปลงและผลกระทบที่เกิดขึ้นกับพื้นที่บริเวณเมืองแพร่นั้นจะส่งผลกับพื้นที่ต้นน้ำและปลายน้ำของลุ่มน้ำยม ขณะเดียวกันการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบต่อภูมินิเวศแม่น้ำในโซนต้นน้ำและปลายน้ำ ก็จะส่งผลต่อเนื่องมาสู่โซนเปลี่ยนผ่านเช่นกัน ดังนั้นการวางแผนแนวแม่น้ำจึงจำเป็นต้องพิจารณาให้ครอบคลุมในทุกระดับของภูมินิเวศแม่น้ำ เพื่อให้เกิดการบริหารจัดการไปพร้อม ๆ กันทั้งลุ่มน้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะสำหรับขยายผล

(1) เนื่องจากวิธีการวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้ปัจจัยทางด้านกายภาพของภูมินิเวศ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ที่ใช้การอธิบายความและแปลความจากข้อมูลเชิงแผนที่เป็นหลัก แต่ในการศึกษาเกี่ยวกับภูมินิเวศยังสามารถศึกษาและใช้ข้อมูลปัจจัยด้านอื่นที่เป็นข้อมูลในเชิงปริมาณได้ เช่น ปัจจัยด้านทางเศรษฐกิจ รวมถึงนิเวศบริการอื่น ๆ ที่จะช่วยสนับสนุนการวิเคราะห์ในเชิงสถิติที่เป็นข้อมูลเชิง

ประจักษ์หรือใช้เป็นตัวชี้วัดได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งงานวิจัยเชิงปริมาณที่เกี่ยวกับภูมินิเวศยังมีผู้ศึกษาไม่มากนัก ประกอบกับข้อมูลเชิงปริมาณเป็นข้อมูลที่ต้องอาศัยเวลาและเงินทุนในการเก็บข้อมูลมาก จึงไม่ได้นำมาประยุกต์ใช้กับวิทยานิพนธ์นี้

(2) ด้วยวิทยานิพนธ์นี้ใช้การวิเคราะห์และศึกษาย้อนหลังในช่วงเวลาหลายปี เช่น ย้อนไปถึง พ.ศ. 2534 ซึ่งแหล่งข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่มีคลังข้อมูลย้อนหลังไปถึงช่วงเวลาดังกล่าวได้คือ ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ที่มีข้อจำกัดในเรื่องความละเอียดของข้อมูลอยู่ที่ 30x30 เมตร ทำให้บางรายละเอียดของพื้นที่ศึกษาไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ เช่น ข้อมูลลำน้ำขนาดเล็ก และเป็นดาวเทียมประเภทที่ไม่สามารถปล่อยรังสีด้วยตัวเองได้ (Passive Remote Sensing) ทำให้อาจมีเมฆบดบังในพื้นที่ศึกษาหรืออาจตรงกับช่วงวันที่ต้องการนำข้อมูลมาใช้ ทำให้ต้องปรับช่วงเวลาเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ได้

(3) ข้อจำกัดในการลงพื้นที่ศึกษาเพื่อเก็บข้อมูลรายละเอียดที่จำเป็นต้องอาศัยค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ รวมถึงความร่วมมือจากคนในพื้นที่ ซึ่งการลงพื้นที่จะทำให้ได้ข้อมูลที่ข้อมูลในเชิงแผนที่ไม่สามารถให้ได้ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับนิเวศบริการโดยตรงจากคนท้องถิ่น ข้อมูลเชิงกายภาพอื่นที่มีความละเอียดมากกว่าภาพถ่ายดาวเทียม เป็นต้น

(4) แม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้คนเลือกทำเลในการตั้งถิ่นฐาน ทั้งประโยชน์ในด้านทรัพยากร การคมนาคมขนส่ง ความเหมาะสมทางด้านกายภาพและอื่น ๆ เช่นเดียวกับเมืองเก่าแพร่ในอดีตซึ่งเลือกลานตะพักแม่น้ำยมเป็นพื้นที่ในการตั้งถิ่นฐาน เนื่องจากสามารถเข้าถึงแม่น้ำยมได้สะดวก และหลีกเลี่ยงผลกระทบจากกระบวนการของแม่น้ำได้ จึงมีข้อเสนอแนะในการขยายผลต่อเล่มรายงานโครงการจัดทำแผนแม่บทและผังแม่บทการอนุรักษ์และพัฒนาบริเวณเมืองเก่าแพร่ ซึ่งไม่ได้กล่าวถึงคุณค่าหรือความสำคัญเชิงนิเวศของภูมินิเวศโดยเฉพาะแม่น้ำ ที่เป็นปัจจัยสำคัญในการเกื้อกูลชีวิตมนุษย์ และเป็นเงื่อนไขให้กับระบบองค์รวมของเมือง ดังจะเห็นได้จากการกำหนดขอบเขตของโครงการ (ภาพที่ 47) ที่มีการขีดเส้นแม่น้ำยมและพื้นที่ถอยร่น แต่ไม่ได้มองถึงกระบวนการและพลวัตของแม่น้ำและภูมินิเวศ ซึ่งจะส่งผลต่อแนวทางในการกำหนดแผนอนุรักษ์และพัฒนาที่ไม่ยั่งยืนและอาจไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ตามที่โครงการได้วางไว้

บรรณานุกรม

รายการภาษาไทย

กฎกระทรวง ฉบับที่ 45 พ.ศ. 2531 ออกตามความในพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ.2518. (2531, 20 พฤษภาคม). ราชกิจจานุเบกษา, เล่ม *105* ตอนที่ *83* หน้า *50*.

กฎกระทรวง ฉบับที่ 421 พ.ศ. 2542 ออกตามความในพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ.2518. (2542, 28 กันยายน). ราชกิจจานุเบกษา, เล่ม *116* ตอนที่ *88* ก หน้า *9*.

กฎกระทรวง ให้ใช้บังคับผังเมืองรวมเมืองแพร่ พ.ศ. 2554. (2554, 21 ตุลาคม). ราชกิจจานุเบกษา, เล่ม *128* ตอนที่ *76* ก หน้า *19*.

กรมชลประทาน. (ม.ป.ป.). แผนที่สถานี *Y.1C*. ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน กรมชลประทาน,. Retrieved 2565, 5 สิงหาคม from https://www.hydro-1.net/Data/HD-01/mapstation/%E0%B8%AA%E0%B8%96%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%B5%20Y.1C.pdf

กรมทรัพยากรธรณี. (2549). ธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีจังหวัดแพร่ การจำแนกเขตและแนวทางการบริหารจัดการ. กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมทรัพยากรธรณี. (2550). แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดแพร่. Retrieved 2564, 8 กันยายน from http://www.dmr.go.th/download/pdf/North/Prea.pdf

กรมทรัพยากรธรณี. (2559). แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย [Shapefile].

กรมทรัพยากรน้ำ. (2565). ลุ่มน้ำสาขา *359* รวมเกาะ [*Shapefile]*. กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. Retrieved 2565, 1 ตุลาคม from https://webgis.dwr.go.th/downloads

กรมแผนที่ทหาร. (2502). แผนที่ภูมิศาสตร์มาตราส่วน *1:50,000* ชุด *L708* [แผนที่].

กรมแผนที่ทหาร. (2552). แผนที่ภูมิศาสตร์มาตราส่วน *1:50,000* ชุด *L7018* [แผนที่].

กรมแผนที่ทหาร. (ม.ป.ป.-a). ประวัติ กรมแผนที่ทหาร. Retrieved 2566, 4 พฤษภาคม from https://www.rtsd.mi.th/main/%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%84%E0%B9%8C%E0%B8%81%E0%B8%A3/%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%95%E0%B8%B4/

กรมแผนที่ทหาร. (ม.ป.ป.-b). ภาพถ่ายทางอากาศ [Image].

กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.-a). แผนที่กลุ่มชุดดิน (*Soil Map) [*แผนที่]. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. Retrieved 2566, 12 มกราคม from http://dinonline.ldd.go.th/

กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.-b). ข้อมูลชุดดิน (*Soil Series) [Shapefile]*. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. Retrieved 2566, 12 มกราคม from http://dinonline.ldd.go.th/

เกษมพันธุ์ แก้วธำรงค์. (2561). การระบุขอบเขตพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงและความสัมพันธ์ระหว่างพลวัตของภูมิทัศน์กับการปรับตัวของมนุษย์ : กรณีศึกษาลุ่มแม่น้ำมูลตอนกลาง [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. https://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/63242

ฉัตรชัย พงศ์ประยูร. (2536). การตั้งถิ่นฐานมนุษย์ทฤษฎีและแนวปฏิบัติ. ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดนัย ทายตะคุ. (2548). โครงสร้างเชิงปริภูมิของภูมิทัศน์ กับการวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลอง: การทบทวนทางทฤษฎีของกระบวนการเชิงปริมาณทางภูมินิเวศวิทยา. In วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ *2548-49* (pp. 97-124).

ดนัย ทายตะคุ. (2566, การสื่อสารส่วนบุคคล).

บริษัท ซิตี้ แพลน โปรเฟสชันนอล จำกัด. (2562a). โครงการจัดทำแผนแม่บทและผังแม่บทการอนุรักษ์และพัฒนาบริเวณเมืองเก่าแพร่ (รายงานฉบับสมบูรณ์). สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดแพร่.

บริษัท ซิตี้ แพลน โปรเฟสชันนอล จำกัด. (2562b). โครงการจัดทำแผนแม่บทและผังแม่บทการอนุรักษ์และพัฒนาบริเวณเมืองเก่าแพร่: แผนที่มรดกทางวัฒนธรรมเมืองเก่าแพร่.

บริษัท ดีไว พลัส จำกัด. (2562). โครงการศึกษาออกแบบปรับปรุงภูมิทัศน์ถนนเลียบแม่น้ำยม อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่ [แผ่นพับประชาสัมพันธ์]. บริษัท ดีไว พลัส จำกัด. Retrieved 2565, 19 พฤศจิกายน from https://www.dewiplus.com/pdf/%E0%B9%81%E0%B8%9C%E0%B9%88%E0%B8%99%E0%B8%9E%E0%B8%B1%E0%B8%9A_PP1_%E0%B9%81%E0%B8%9E%E0%B8%A3%E0%B9%88.pdf

พระราชกฤษฎีกา กำหนดลุ่มน้ำ พ.ศ. 2564. (2564, 11 กุมภาพันธ์). ราชกิจจานุเบกษา, เล่ม *138* ตอนที่ *12* ก หน้า *62*. https://dl.parliament.go.th/backoffice/viewer2300/web/viewer.php

ภัคเกษม ธงชัย และดนัย ทายตะคุ. (2564). การเปลี่ยนแปลงของภูมิทัศน์พลวัตน้ำหลากในลุ่มแม่น้ำยม กรณีศึกษา ชุมชนบ้านกง อ้าเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย. สาระศาสตร์, ฉบับที่*2/2564*, 341-357.

มนตรี ชูวงษ์. (2554). ธรณีสัณฐานวิทยาพื้นฐาน *Basic Geomorphology*. เทียนวัฒนาพริ้นติ้ง.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2561). เส้นลำน้ำ โครงการศึกษาทบทวนการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำที่เหมาะสมสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและผลกระทบจากการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำ [*Shapefile*]. กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. Retrieved 2565, 2 สิงหาคม from https://webgis.dwr.go.th/downloads

มิ่งขวัญ นันทวิสัย. (2559). การจำแนกและวิเคราะห์พืชพรรณในเมืองเพื่อหาความสัมพันธ์ของรูปแบบพืชพรรณในเมืองที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวพื้นของเมือง: กรณีศึกษา กรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. https://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/55218

วลัยลักษณ์ ทรงศิริ. (2561). “เมืองแพร่” และโครงสร้างทางกายภาพของเมืองโบราณที่มีชีวิต. Retrieved 2564, 12 ธันวาคม from https://suanleklek.wordpress.com/2018/07/16/veingphrae/

ศรีศักร วัลลิโภดม และวลัยลักษณ์ ทรงศิริ. (2551). นครแพร่ จากอดีตมาปัจจุบัน: ภูมินิเวศวัฒนธรรม ระบบความเชื่อและประวัติศาสตร์ท้องถิ่น (พิมพ์ครั้งที่ 1. ed.). มูลนิธิเล็ก-ประไพ วิริยะพันธุ์.

ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา. (2565). ภูมิอากาศจังหวัดแพร่. ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา. Retrieved 2565, 11 ตุลาคม from http://climate.tmd.go.th/data/province/%E0%B9%80%E0%B8%AB%E0%B8%99%E0%B8%B7%E0%B8%AD/%E0%B8%A0%E0%B8%B9%E0%B8%A1%E0%B8%B4%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A8%E0%B9%81%E0%B8%9E%E0%B8%A3%E0%B9%88.pdf

ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน. (2565a). ข้อมูลปริมาณฝนรายวัน [ข้อมูลสถิติและกราฟ]. ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน กรมชลประทาน. Retrieved 2565, 27 กรกฎาคม from https://www.hydro-1.net/

ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน. (2565b). สภาพน้ำท่า [ข้อมูลสถิติและกราฟ]. ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน กรมชลประทาน. Retrieved 2565, 27 กรกฎาคม from https://www.hydro-1.net/

สมพร สง่าวงศ์. (2552). การสำรวจจากระยะไกลในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินและการประยุกต์ (พิมพ์ครั้งที่ 1 ed.). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานจังหวัดแพร่. (2564). แผนพัฒนาจังหวัดแพร่ (พ.ศ. *2566 - 2570)*. สำนักงานจังหวัดแพร่ กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัด. http://phrae.go.th/file_strategic/strategic.php

สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ. (2564). *22* ลุ่มน้ำในประเทศไทย และพระราชกฤษฎีกากำหนดลุ่มน้ำ พ.ศ. *2564*. สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ. http://sonwr.onwr.go.th/wp-content/uploads/2021/07/22-basin-in-thailand.pdf

สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี. (2555). ธรณีวิทยาจังหวัดแพร่ และแหล่งเรียนรู้ทางธรณีวิทยา. สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี. http://www.dmr.go.th/download/teacher/Phrae/doc_phra.pdf

สำนักบริหารการทะเบียน. (2565). ประกาศสำนักทะเบียนกลาง เรื่อง จำนวนราษฎรทั่วราชอาณาจักร ตาหลักการทะเบียนราษฎร ณ วันที่ *31* ธันวาคม *2565*. สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง. Retrieved 2566, 17 มกราคม from https://stat.bora.dopa.go.th/stat/pk/pk_65.pdf

สิรินทรา สุมนวรางกูร. (2564). การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศแม่น้ำ: กรณีศึกษา แม่น้ำปิง บริเวณเขตเมืองและปริมณฑล จังหวัดเชียงใหม่ [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

สุเพชร จิรขจรกุล. (2560). เรียนรู้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรม *ArcGIS Desktop 10.5*. รองศาสตราจารย์ ดร.สุเพชร จิรขจรกุล.

เสด็จ เขียวแดง. (ม.ป.ป.). ป่าไม้กับภาพถ่ายทางอากาศ. Retrieved 2566, 4 พฤษภาคม from http://forprod.forest.go.th/forprod/meetingforest/pdf/meeting2/003.pdf

องค์การบริหารส่วนจังหวัดแพร่. (2550). ประวัติศาสตร์เมืองแพร่ ฉบับ พ.ศ. *2550 (*ปรับปรุงครั้งที่ *1)* (พิมพ์ครั้งที่ 1. ed.). องค์การบริหารส่วนจังหวัดแพร่.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการภาษาอังกฤษ

Alan Yeakley, J., Ervin, D., Chang, H., Granek, E. F., Dujon, V., Shandas, V., and Brown, D. (2016). Ecosystem services of streams and rivers. In *River Science* (pp. 335-352). https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781118643525.ch17

Alberti, M. (2008). *Advances in Urban Ecology. : Integrating Humans and Ecological Processes in Urban Ecosystems*. Springer US.

APFM. (2016). *Integrated Flood Management Tools Series: The Role of Land-use Planning in Flood Management* (Vol. 7). World Meteorological Organization. https://www.floodmanagement.info/publications/tools/APFM_Tool_07.pdf

ASF. (2020). *Copernicus Sentinel data* [Sentinel Data]. https://asf.alaska.edu/

ASF's Sentinel. (n.d.). *Sentinel-1*. The Alaska Satellite Facility. Retrieved 2022, November

8 from https://asf.alaska.edu/data-sets/sar-data-sets/sentinel-1/

Asnake, K., Worku, H., and Argaw, M. (2021). Integrating river restoration goals with urban planning practices: the case of Kebena river, Addis Ababa. *Heliyon, 7*, e07446. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07446

Barnes, T. (2000). Landscape Ecology and Ecosystems Management. *Cooperative Extension Service Publication FOR-76, University of Kentucky*(9-2000). http://www2.ca.uky.edu/agcomm/pubs/for/for76/for76.pdf

Bierman, P. R., and Montgomery, D. R. (2014). *Key concepts in geomorphology*. Freeman W.H. and company.

Bowen, W. M., and Gleeson, R. E. (2019). *The Evolution of Human Settlements : From Pleistocene Origins to Anthropocene Prospects* (1st ed. 2019. ed.). Springer International Publishing.

Cadenasso, M. L., Pickett, S. T. A., McGrath, B., and Marshall, V. (2013). Ecological Heterogeneity in Urban Ecosystems: Reconceptualized Land Cover Models as a Bridge to Urban Design. In S. T. A. Pickett, M. L. Cadenasso, & B. McGrath (Eds.), *Resilience in Ecology and Urban Design: Linking Theory and Practice for Sustainable Cities* (pp. 107-129). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5341-9_6

Cadenasso, M. L., Pickett, S. T. A., and 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. https://doi.org/https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[80:SHIUER]2.0.CO;2

Cambridge Dictionary. (2022). *settlement*. Retrieved 2022, April 7 from https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/settlement

Cengiz, B. (2013). *Urban River Landscapes*. IntechOpen. Retrieved 2022, July 23 from https://www.intechopen.com/chapters/45417

DMR. MNRE. (2014). *Geology of Thailand*. Department of Mineral Resources.

Douglas, I. (2015). Ecosystems and Human Well-Being. In *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. Elsevier. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09206-X

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Eastman, D. (2018). *The A to Z of Land Uses: Understanding Land-Use Specifics*. Retrieved 2022, November 1 from https://www.land.com/buying/guide-to-land-use-definitions/

ECRR. (n.d.). *Rivers in our Towns and Cities*. European Centre for River Restoration: ECRR. Retrieved 2022, October 6 from https://www.ecrr.org/River-Restoration/Urban-River-Restoration/fbclid/IwAR3YpEXhwUFUYjyWIPzHI-q33qK-Rg-zvD20lt0huk9tqcDuFXXfrcpr_Pw

EROS Center. (2019). *USGS EROS Archive - Sentinel-2 - Comparison of Sentinel-2 and Landsat* https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-sentinel-2-comparison-sentinel-2-and-landsat

Erős, T., and Lowe, W. H. (2019). The Landscape Ecology of Rivers: from Patch-Based to Spatial Network Analyses. *Current Landscape Ecology Reports, 4*(4), 103-112. https://doi.org/10.1007/s40823-019-00044-6

ESA. (n.d.). *Sentinel-1 SAR User Guide*. The European Space Agency. Retrieved 2022, November 8 from https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/user-guides/sentinel-1-sar

Esri. (2022). *"World Imagery" [basemap]* [World Imagery Map]. Esri. https://www.arcgis.com/home/item.html?id=10df2279f9684e4a9f6a7f08febac2a9

European Environment Agency. (2020). *Floodplains: a natural system to preserve and restore*. E. E. Agency. https://www.eea.europa.eu/publications/floodplains-a-natural-system-to-preserve-and-restore

Fausch, K. D., Torgersen, C. E., Baxter, C. V., and Li, H. W. (2002). Landscapes to Riverscapes: Bridging the Gap between Research and Conservation of Stream Fishes: A Continuous View of the River is Needed to Understand How Processes Interacting among Scales Set the Context for Stream Fishes and Their Habitat. *BioScience, 52*(6), 483-498. https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0483:LTRBTG]2.0.CO;2

Feng, B., Zhang, Y., and Bourke, R. (2021). Urbanization impacts on flood risks based on urban growth data and coupled flood models. *Natural Hazards, 106*(1), 613-627. https://doi.org/10.1007/s11069-020-04480-0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

FISRWG. (1998). *Stream corridor restoration : principles, processes, and practices*. [Washington, D.C.?] : Federal Interagency Stream Restoration Working Group, 1998. http://purl.access.gpo.gov/GPO/LPS2322

Folke, C., Biggs, R., Norström, A. V., Reyers, B., and Rockström, J. (2016). Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. *Ecology and Society, 21*(3), Article 41. https://doi.org/10.5751/ES-08748-210341

Forman, R. T. T. (2008). *Urban regions : Ecology and planning beyond the city*. Cambridge University Press.

Forman, R. T. T. (2014). *Urban ecology : science of cities*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139030472

Forman, R. T. T., and Godron, M. (1986). *Landscape ecology*. John Wiley & Sons.

Fort Collins Science Center. (2016). *Landsat Imagery: A Unique Resource*. USGS. Retrieved 2022, July 29 from https://www.usgs.gov/centers/fort-collins-science-center/science/landsat-imagery-unique-resource

Fraser Basin Council. (n.d.). *Land Use in Flood Hazard Areas*. The FloodWise,. Retrieved 2023, June 5 from https://floodwise.ca/reduce-the-risk/land-use-development/floodplain-land-use/

Friends of the Winooski River. (2012). *Living in Harmony with Streams: A Citizen's Handbook to How Streams Work*. Friends of the Winooski River. https://floodready.vermont.gov/sites/floodready/files/documents/Stream%20Guide%201-25-2012%20FINAL.pdf

Garde, R. J. (2006). *River Morphology*. New Age International (P) Ltd., Publishers.

Gary, J. B. (2020). *Finding the Voice of the River : Beyond Restoration and Management*. Palgrave Pivot.

GISGeography. (2022). *How To Create a Topographic Profile in ArcGIS*. Retrieved 2023, April 30 from https://gisgeography.com/topographic-profiles/

Google Earth. (2007). *Phrae. 18°08'25.80" N 100°08'18.60" E [Satellite Image]*. Google Earth Pro.

Google Earth. (2021). *Phrae. 18°08'25.80" N 100°08'18.60" E [Satellite Image]*. Google Earth Pro.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Google Earth. (2022). *Phrae. 18°08'25.80" N 100°08'18.60" E [Satellite Image]*. Google Earth Pro.

Google Earth. (n.d.). *Satellite Imagery in Google Earth*. Google Earth. Retrieved 2022, November 8 from https://earth.google.com/web/@10.7574218,34.78259653,695.2233457a,19577829d,35y,0h,0t,0r/data=Ci4SLBIgOGQ2YmFjYjU2ZDIzMTFlOThiNTM2YjMzNGRiYmRhYTAiCGxheWVyc18w

Gurnell, A., Lee, M., and Souch, C. (2007). Urban Rivers: Hydrology, Geomorphology, Ecology and Opportunities for Change. *Geography Compass, 1*(5), 1118-1137. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2007.00058.x

Han, Q., Wang, X., Li, Y., and Zhang, Z. (2022). River Ecological Corridor: A Conceptual Framework and Review of the Spatial Management Scope. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*, 7752. https://doi.org/10.3390/ijerph19137752

Haslam, S. M. (2008). *The Riverscape and the River*. Cambridge University Press. https://doi.org/https://doi.org/10.1017/CBO9780511542060

Hawker, L., and Neal, J. (2021). *FABDEM* https://doi.org/10.5523/bris.25wfy0f9ukoge2gs7a5mqpq2j7

Hawker, L., Uhe, P., Paulo, L., Sosa, J., Savage, J., Sampson, C., and Neal, J. (2022). A 30 m global map of elevation with forests and buildings removed. *Environmental Research Letters, 17*(2), 024016. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac4d4f

Jansen, L., and Di Gregorio, A. (2000). *Land Cover Classification System (LCCS): Classification Concepts and User Manual*.

Kline, M., and Cahoon, B. (2010). Protecting River Corridors in Vermont. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 46*(2), 227-236. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2010.00417.x

Knighton, D. (2014). *Fluvial forms and processes A New Perspective*. Routledge.

Leman, A. B. (1987). Human settlements: The second definition. *Ekistics, 54*(325/326/327), 243-248. http://www.jstor.org/stable/43623005

Marsh, W. M. (2005). *Landscape planning environmental applications* (4th ed. ed.).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

John Wiley & Sons.

Marsh, W. M., and Dozier, J. (1980). *Landscape : an introduction to physical geography*. Addison-Wesley.

McGaugh, M. E. (1970). *A Geography of Population And Settlement*. Wm. C. Brown Company Publishers.

Millennium Ecosystem Assessment. (2005a). *Ecosystems and Human Well-being*. Island Press.

Millennium Ecosystem Assessment. (2005b). *Ecosystems and Human Well-being Synthesis.* Island Press.

Millennium Ecosystem Assessment. (2005c). *Ecosystems and Human Well-being: Wetlands and Water Synthesis*. World Resources Institute.

Modi, A., Kapoor, V., and Tare, V. (2022). River space: A hydro-bio-geomorphic framework for sustainable river-floodplain management. *Science of The Total Environment, 812*, 151470. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151470

National Council of Educational Research and Training. (2021). *INDIA PEOPLE AND ECONOMY*. National Council of Educational Research and Training. https://ncert.nic.in/textbook.php?legy2=ps-12

National Park Service. (n.d.). *River Systems and Fluvial Landforms*. National Park Service. Retrieved 2022, October 31 from https://www.nps.gov/subjects/geology/fluvial-landforms.htm

Naveh, Z., and Lieberman, A. S. (1994). *Landscape Ecology: Theory and Application*. Springer, New York, NY. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4757-2331-1

Opperman, J. J., Moyle, P. B., Larsen, E. W., Florsheim, J. L., and Manfree, A. D. (2017). *Floodplains : processes and management for ecosystem services*. University of California Press.

Pettorelli, N., Schulte to Buehne, H., Shapiro, A., and Glover-Kapfer, P. (2018). *Conservation Technology Series Issue 4: SATELLITE REMOTE SENSING FOR CONSERVATION*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25962.41926

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Rashid, M. (2020). Factors Affecting Location and Siting of Settlements. *Journal of Southeast University (English Edition), 14*, 44–53.

Rhoads, B. L. (2020). *River Dynamics: Geomorphology to Support Management*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781108164108

Stanford, J., Alexander, L., and Whited, D. (2017). Riverscapes. In *Methods in Stream Ecology* (pp. 3-19). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416558-8.00001-9

State of Vermont. (n.d.). *Protect River Corridors and Floodplains*. Retrieved 2022, November 1 from https://floodready.vermont.gov/flood_protection/river_corridors_floodplains

Steiner, F. (1999). *The living landscape : An ecological approach to landscape planning* (2nd ed. ed.). McGraw-Hill.

Thaitakoo, D. (1998). *The Application and Integration of Landscape Spatial Structure Analysis and Modeling in the Planning and Design of Nature Reserves* (Publication Number 9923070) University of California, Berkeley].

The RRC. (n.d.). *River restoration in urban areas*. The River Restoration Centre. Retrieved 2022, October 6 from https://www.therrc.co.uk/sites/default/files/general/Training/esmee/river_restoration_in_urban_areas.pdf

Thompson, S., MacVean, L., and Sivapalan, M. (2017). A Stochastic Water Balance Framework for Lowland Watersheds. *Water Resources Research, 53*(11), 9564-9579. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/2017WR021193

Torgersen, C. E., Le Pichon, C., Fullerton, A. H., Dugdale, S. J., Duda, J. J., Giovannini, F., . . . Baxter, C. V. (2021). Riverscape approaches in practice: perspectives and applications. *Biological Reviews, n/a*(n/a). https://doi.org/https://doi.org/10.1111/brv.12810

USGS. (1991). *Landsat 5 TM C1 Level-1 Data Products*. U.S.Geological Survey. Retrieved 2022, October 21 from https://earthexplorer.usgs.gov/

USGS. (1999). *Landsat 7 ETM+ C1 Level-1 Data Products*. U.S.Geological Survey. Retrieved 2022, October 21 from https://earthexplorer.usgs.gov/

USGS. (2011). *Landsat 5 TM C1 Level-1 Data Products*. U.S.Geological Survey. Retrieved

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2022, October 21 from https://earthexplorer.usgs.gov/

USGS. (2021). *Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1 Data Products*. U.S.Geological Survey. Retrieved 2022, September 8 from https://earthexplorer.usgs.gov/

USGS. (n.d.). *What is the Landsat satellite program and why is it important?* Retrieved 2022, July 29 from https://www.usgs.gov/faqs/what-landsat-satellite-program-and-why-it-important

Vermont River Management Program. (2010). *Vermont Agency of Natural Resources River Corridor Planning Guide*. State of Vermont. https://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/rivers/docs/rv_rivercorridorguide.pdf

Wang, F., and Gao, C. (2020). Settlement–river relationship and locality of river-related built environment. *Indoor and Built Environment, 29*(10), 1331-1335. https://doi.org/10.1177/1420326X20976500

Ward, J. V. (1998). Riverine landscapes: Biodiversity patterns, disturbance regimes, and aquatic conservation. *Biological Conservation, 83*(3), 269-278. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0006-3207(97)00083-9

Weier, J., and Herring, D. (2000). *Measuring Vegetation Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*. NASA Goddard Space Flight. Retrieved 2022, November 7 from https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_2.php

Wiens, J. A. (2002). Riverine landscapes: taking landscape ecology into the water. *Freshwater Biology, 47*(4), 501-515. https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00887.x

WMO. (2012). *Conservation and Restoration of Rivers and Floodplains*. Global Water Partnership; World Meteorological Organization (WMO). https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=7332

Wohl, E. (2004). *Disconnected Rivers: Linking Rivers to Landscapes*. Yale University Press.

Wohl, E. (2014). *Rivers in the Landscape Science and Management*. JohnWiley & Sons,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Ltd.

Wohl, E. (2018). *Sustaining River Ecosystems and Water Resources*. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-319-65124-8

Yousefi, S., Moradi, H. R., Keesstra, S., Pourghasemi, H. R., Navratil, O., and Hooke, J. (2019). Effects of urbanization on river morphology of the Talar River, Mazandarn Province, Iran. *Geocarto International, 34*(3), 276-292. https://doi.org/10.1080/10106049.2017.1386722

Yue, J. (2012). Urban Rivers: A Landscape Ecological Perspective. *Hydrology Current Research*. https://doi.org/10.4172/2157-7587.1000125

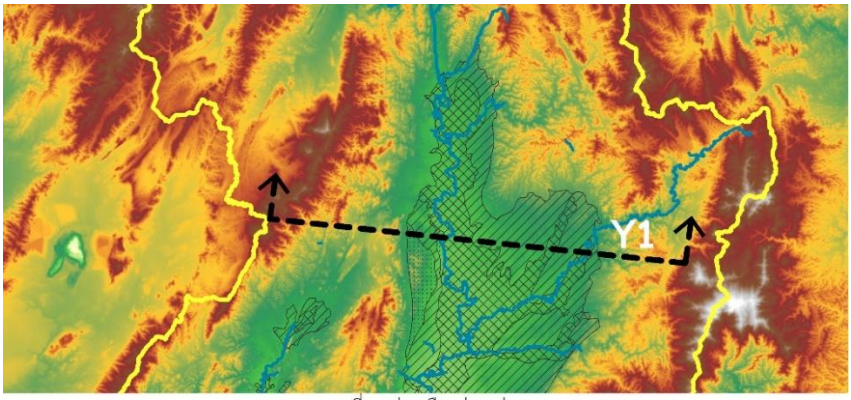
Zonneveld, I. S. (1995). *Land Ecology: An Introduction to Landscape Ecology as a Base for Land Evaluation, Land Management and Conservation*. SPB Academic Publishing.

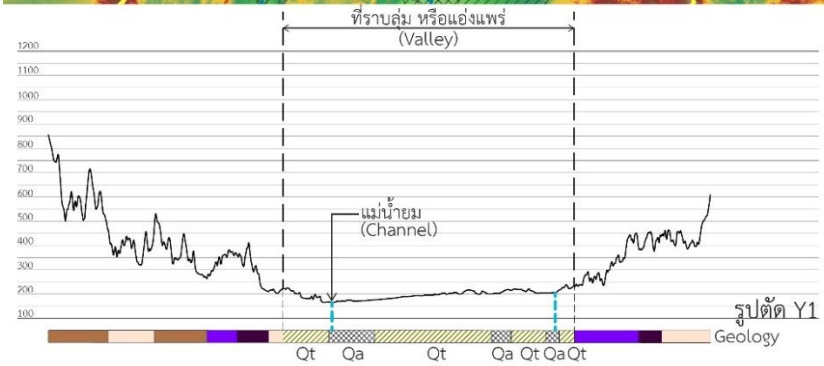
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

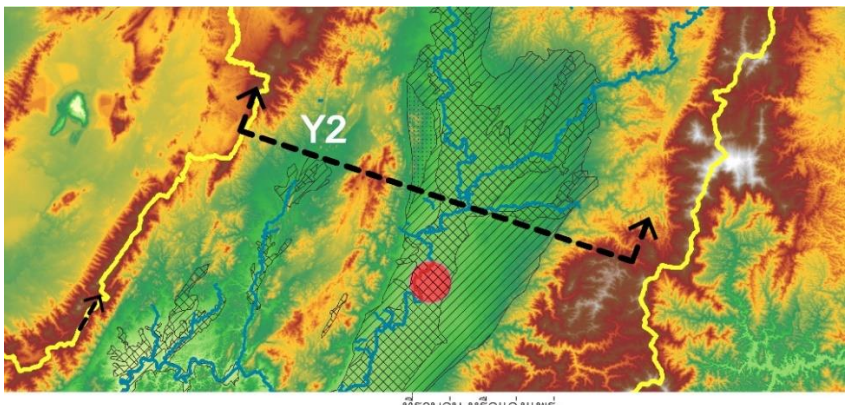
ภาคผนวก

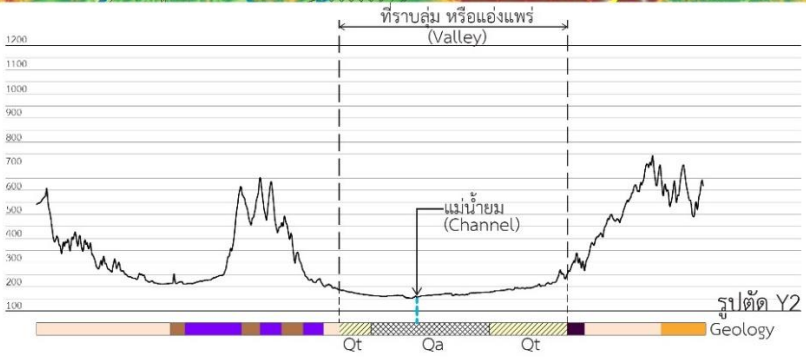
แผนที่และภาพขยาย

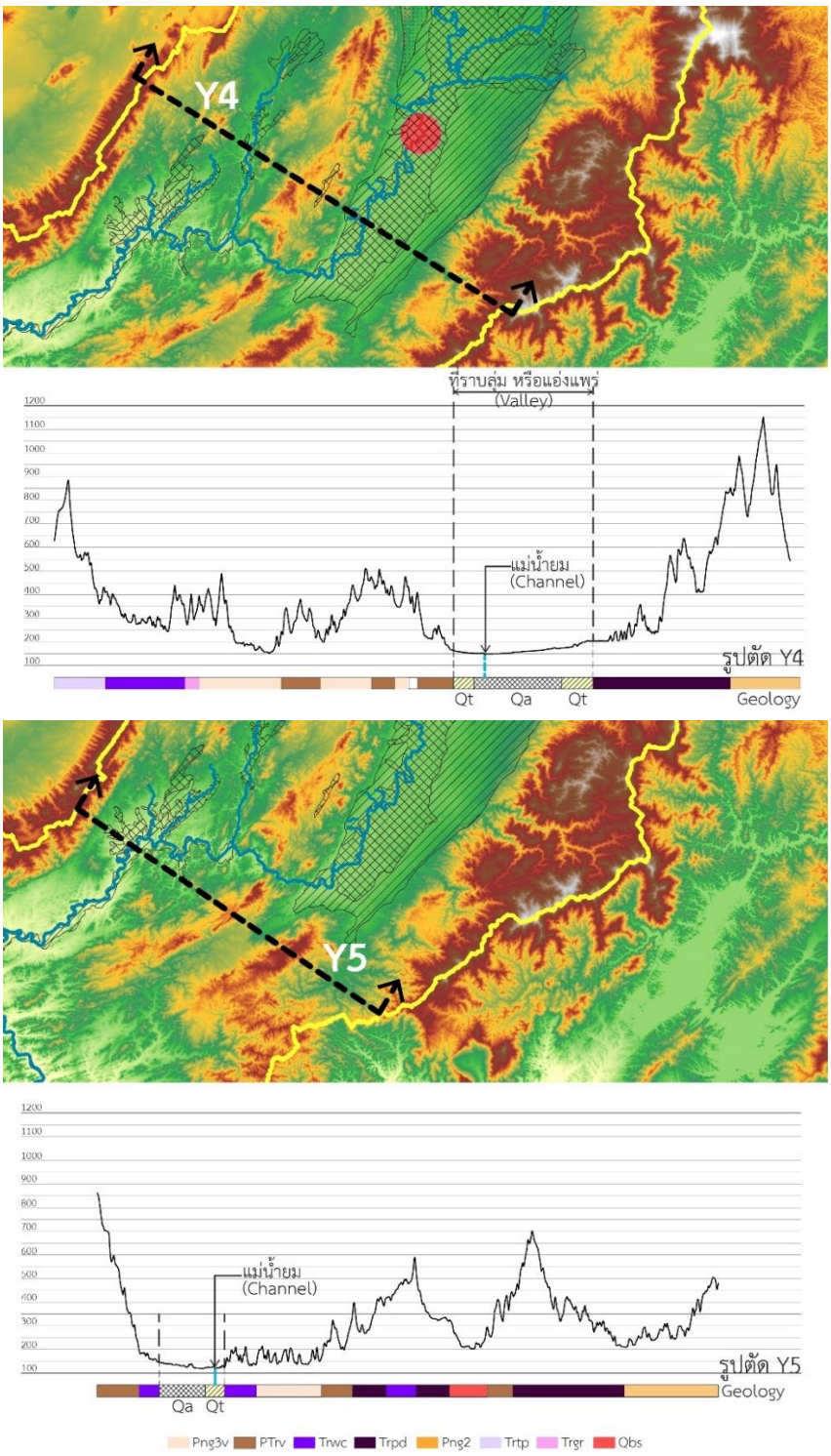
การเปรียบเทียบลักษณะภูมิประเทศจากรูปตัดกับข้อมูลธรณีวิทยาในระดับลุ่มน้ำย่อย (หัวข้อที่ 5.1.2)





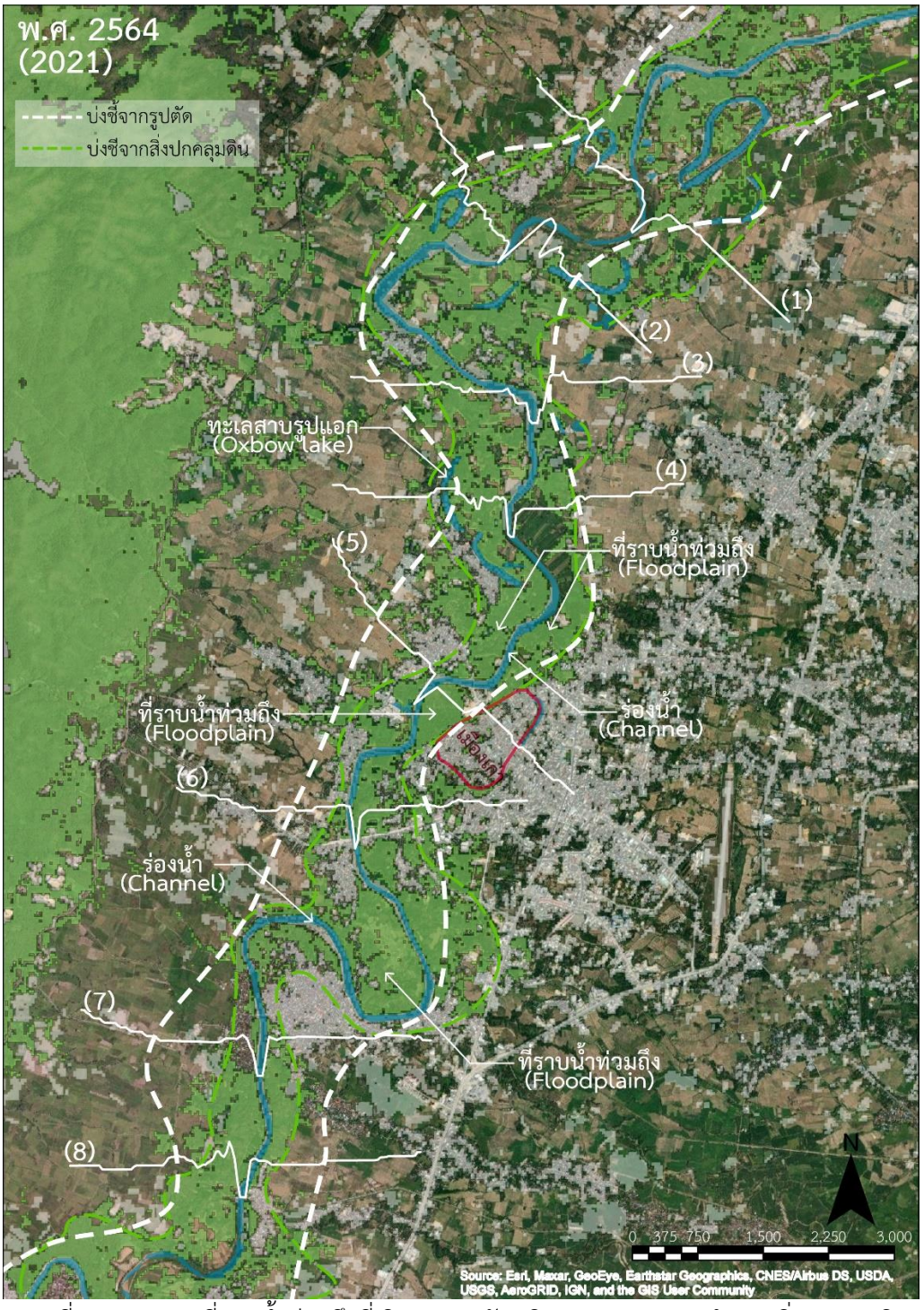




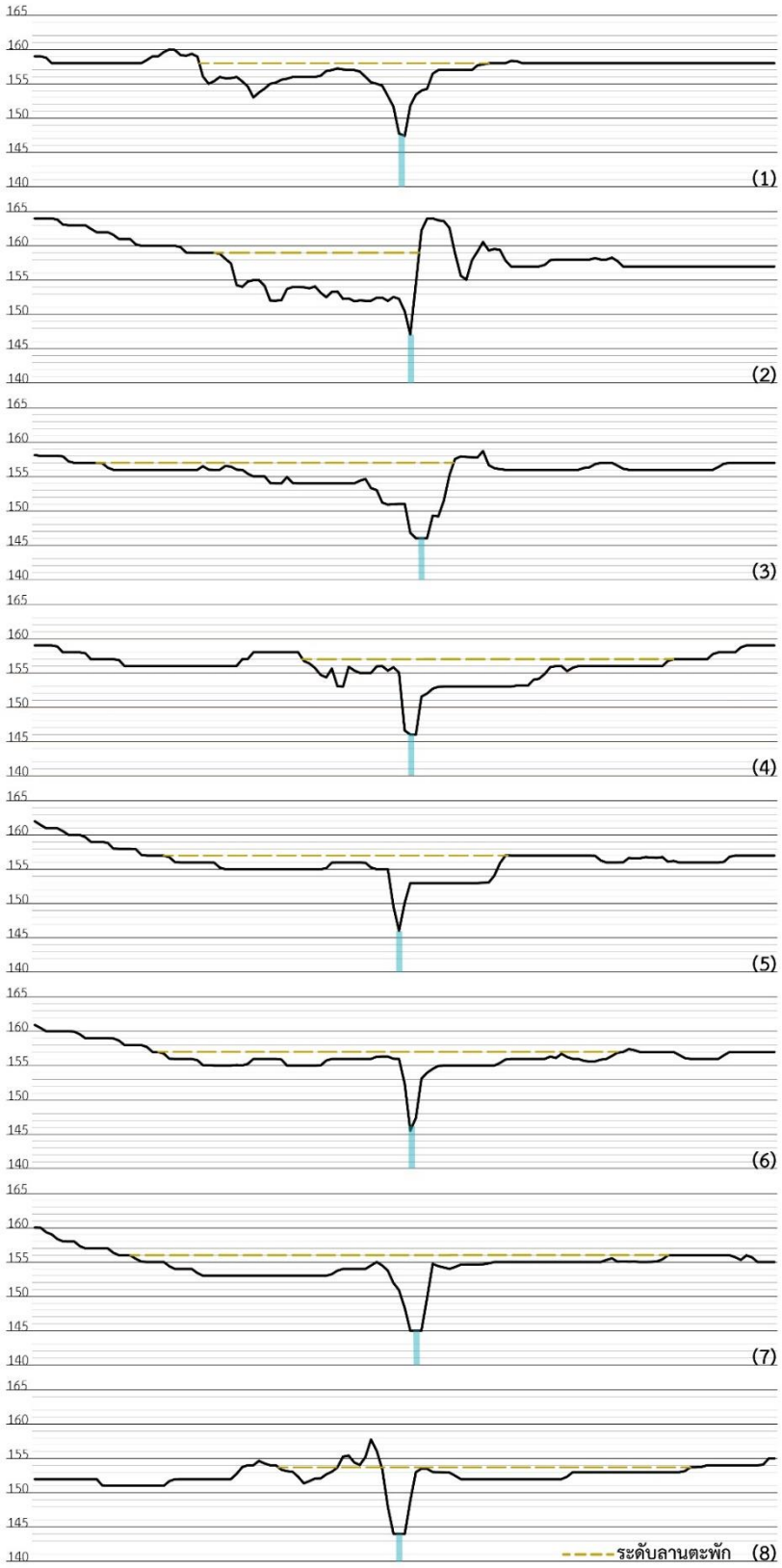


ภาพที่ 89 รูปตัดลักษณะภูมิประเทศแอ่งแพร่เปรียบเทียบกับข้อมูลธรณีวิทยา (Y1, Y2, Y4, Y5)

ภาพขยายแนวที่ราบน้ำท่วมถึงและรูปตัดที่แสดงลักษณะของลานตะพักแม่น้ำยม (หัวข้อที่ 5.1.3)



ภาพที่ 90 แนวของที่ราบน้ำท่วมถึงที่เกิดจากรูปตัดภูมิประเทศและการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน



ภาพที่ 91 รูปตัดภูมิประเทศในตำแหน่งต่าง ๆ ที่แสดงลักษณะของลานตะพักแม่น้ำยม

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ณัฐพงศ์ สิริสมพรคง
วัน เดือน ปี เกิด	14 ธันวาคม 2531
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	392/49 ซอยเพ็ญพัฒน์2 ถนนมหาราช แขวงพระบรมมหาราชวัง เขตพระนคร กทม. 10200

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University