การวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศกับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์และการขยายตัวของเมือง กรณีศึกษาเปรียบเทียบเมืองเก่าสุโขทัยและตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบัน

น.ส.สุพิชญา โอสถศิลป์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรม ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ANALYSIS OF LANDSCAPE STRUCTURE ON HUMAN SETTLEMENT AND URBAN EXPANSION : A COMPARISON BETWEEN THE ANCIENT AND PRESENT SUKHOTHAI CITY

Miss Supichaya Osothsilp

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 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศกับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์และการขยายตัวของเมือง กรณีศึกษา เปรียบเทียบเมืองเก่าสุโขทัยและตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบัน
โดย	น.ส.สุพิชญา โอสถศิลป์
สาขาวิชา	ภูมิสถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดร.ดนัย ทายตะคุ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์นิลุบล คล่องเวสสะ)

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

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

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สุพิชญา โอสถศิลป์ : การวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศกับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์และการขยายตัวของเมือง กรณีศึกษา เปรียบเทียบเมืองเก่าสุโขทัยและตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบัน. (ANALYSIS OF LANDSCAPE STRUCTURE ON HUMAN SETTLEMENT AND URBAN EXPANSION : A COMPARISON BETWEEN THE ANCIENT AND PRESENT SUKHOTHAI CITY) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ดร.ดนัย ทายตะคุ

ภูมินิเวศเป็นเงื่อนไขของการตั้งถิ่นฐานและข้อจำกัดของการขยายตัวของเมือง ที่ราบภาคกลางตอนบนเป็นภูมินิเวศเกิดจากการกระทำของน้ำที่ทำให้เกิดโครงสร้างภูมิสัณฐานของตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงซึ่งส่งผลต่อคุณลักษณะของภูมินิเวศ ที่ตั้งของเมืองเก่าสุโขทัยในที่ราบภาคกลางตอนบนช่วงพุทธศตวรรษที่ 18 เป็นการตั้งถิ่นฐานบนตะพักลำน้ำ ส่วนตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันเป็นการขยายตัวของการตั้งถิ่นฐานของชุมชนบนคันดินธรรมชาติริมแม่น้ำยมในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำความเข้าใจภูมินิเวศที่เป็นเงื่อนไขของการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมืองโดยทำการศึกษาโครงสร้างภูมินิเวศและความสัมพันธ์ของเงื่อนไขภูมินิเวศต่อการตั้งถิ่นฐานโดยทำการศึกษาเปรียบเทียบเมืองเก่าสุโขทัยและตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันในที่ราบภาคกลางตอนบน เพื่อวิเคราะห์เงื่อนไขภูมินิเวศและลักษณะการตั้งถิ่นฐานที่แตกต่างกันโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการรับรู้ระยะไกลเพื่อจำแนกโครงสร้างและพลวัตเพื่อการระบุเงื่อนไขภูมินิเวศของพื้นที่ศึกษาและทำการวิเคราะห์ลักษณะการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมืองในภูมินิเวศ

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าโครงสร้างภูมินิเวศของที่ตั้งที่แตกต่างกันส่งผลต่อเงื่อนไขข้อจำกัดของเมือง เมืองเก่าสุโขทัยเป็นการตั้งถิ่นฐานเดิมบนตะพักลำน้ำที่เป็นที่สูงแต่มีข้อจำกัดในด้านความแล้งของพื้นที่ทางด้านของตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันบริเวณริมแม่น้ำยมมีข้อจำกัดของพื้นที่คันดินธรรมชาติ ปัญหาอุทกภัยในพื้นที่เริ่มขึ้นจากการขยายตัวของเมืองออกจากพื้นที่คันดินธรรมชาติไปในที่ลุ่มต่ำ การพัฒนาเมืองและโครงข่ายถนนรวมทั้งการจัดการน้ำที่ไม่เข้าใจลักษณะภูมินิเวศก่อให้เกิดการกีดขวางการระบายน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งนอกจากจะทำให้เกิดปัญหาปัญหาน้ำท่วมขังในพื้นที่แล้วยังส่งผลกระทบต่อกระบวนการเชิงนิเวศของพื้นที่

CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา	ภูมิสถาปัตยกรรม	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2564	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6173370025 : MAJOR LANDSCAPE ARCHITECTURE

KEYWORD: Landscape Ecology, Human Settlement, Urban Settlement, Upper Central Plain, Sukhothai

Supichaya Osothsilp : ANALYSIS OF LANDSCAPE STRUCTURE ON HUMAN SETTLEMENT AND URBAN EXPANSION : A COMPARISON BETWEEN THE ANCIENT AND PRESENT SUKHOTHAI CITY. Advisor: DANAI THAITAKOO, Ph.D.

Landscape has an impact on the settlement and the expansion of a city. The Upper Central Plains are formed by the fluvial process that caused the geomorphological structure of river terrace and floodplains, which affected the features of the landscape. The ancient settlement of Sukhothai in the Upper Central Plain situated on the river terrace while the present Sukhothai city is located in the floodplain area along the Yom River.

This study aims to explore the landscape and its characteristics that influence the human's settlement and the urban expansion by comparing between ancient and present areas of Sukhothai. Geographic information system and remote sensing are applied to specify the landscape structures and conditions, as well as, correlation to the settlements.

The results of this study reveal that the settlement location of the two cities led to different conditions and limitations due to their landscape structures. The ancient Sukhothai city situated on the river terrace in order to avoid flood but settling on the foothills thus having drawbacks of flash flood, and water deficient during drought season. On the other hand, the present Sukhothai city has expanded beyond the natural levee into floodplain area that blocks the natural drainage. The lack of understanding in landscape ecological conditions and water management led to flood risk and other environmental problems.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:	Landscape Architecture	Student's Signature .....
Academic Year:	2021	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉนันนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ ต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร. ดนัย ทายตะคุ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้ความรู้ การชี้แนะ และความช่วยเหลือข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบพระคุณ รศ. นิลุบล คล่องเวสสะ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร. ชัยสิทธิ์ ด่านกิตติกุล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาเพื่อประเมินและให้คำแนะนำในการพัฒนาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สุพิชญา โอสถศิลป์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 20

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 20

1.2 คำถามการวิจัย 21

1.3 วัตถุประสงค์ 21

1.4 ขอบเขตการวิจัย 21

1.5 สมมุติฐานการวิจัย 24

1.6 ระเบียบวิธีวิจัย 25

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 26

1.8 นิยามคำศัพท์ 26

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 29

2.1 ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานในการศึกษาภูมินิเวศ 31

2.1.1 ทฤษฎีภูมินิเวศวิทยา (Landscape Ecology) 31

2.1.2 ทฤษฎีมานุษยนิเวศ 55

2.2 ทฤษฎีในการดำเนินการวิจัย 58

2.2.1 ทฤษฎีในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ 58

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.2 การวิเคราะห์ด้วยการรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing) 60
2.3 ทฤษฎีเพื่อนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ 62
2.3.1 ทฤษฎีในการวางผังภูมินิเวศ (Ecological Planning) 62
2.3.2 ทฤษฎีโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวและน้ำเงิน (Blue - Green Infrastructure) 64
2.3.3 ทฤษฎีการพัฒนาเมืองร่วมกับพลวัตของน้ำ (Waterscape Urbanism) 65
2.3.4 ทฤษฎีในการอธิบายผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศโดยมนุษย์ 66
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 70
2.4.1 กรณีศึกษา : การบ่งชี้ภูมินิเวศและการเปลี่ยนแปลงของมนุษย์จากโครงสร้างพืชพรรณ 70
2.4.2 กรณีศึกษา : การศึกษาน้ำท่วมแม่น้ำคงคาบริเวณรัฐอุตตรประเทศในเดือนกันยายน พ.ศ. 2553 : การวิเคราะห์ด้วยข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลด้วยดาวเทียม 72
2.5 สรุปทฤษฎีและกรอบในการวิจัย 76
บทที่ 3 ข้อมูลและรายละเอียดพื้นที่ศึกษา 77
3.1 ข้อมูลพื้นที่ศึกษา 77
3.1.1 ลักษณะทางภูมิศาสตร์ 77
3.1.2 สภาพภูมิอากาศและลักษณะทางอุทกวิทยา 81
3.2 ที่ตั้งเมืองสุโขทัย 84
3.2.1 ลักษณะทางกายภาพ 85
3.2.2 การตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมือง 88
บทที่ 4 การดำเนินการวิจัย 92
4.1 การวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบน 94
4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย 100
4.3 การดำเนินการวิจัย 100
4.3.1 การวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบน 100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3.2 การวิเคราะห์พลวัตเพื่อระบุเงื่อนไขภูมินิเวศในที่ราบภาคกลางตอนบน 120
4.3.3 การวิเคราะห์เงื่อนไขภูมินิเวศต่อการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมือง..... 132
4.4 สรุปการดำเนินการวิจัย..... 145
บทที่ 5 ผลการวิจัย..... 146
5.1 โครงสร้างภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบน..... 146
5.2 พลวัตที่เป็นเงื่อนไขภูมินิเวศในที่ราบภาคกลางตอนบน 153
5.3 การวิเคราะห์เงื่อนไขภูมินิเวศต่อการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมือง 159
5.4 สรุปผลการวิจัย..... 167
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 168
6.1 สรุปผลการวิจัย..... 168
6.1.1 โครงสร้างภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบนและความสัมพันธ์ต่อการตั้งถิ่นฐานเมืองสุโขทัย..... 168
6.1.2 พลวัตของภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบนและความสัมพันธ์ต่อการตั้งถิ่นฐานเมืองสุโขทัย..... 172
6.1.3 เงื่อนไขภูมินิเวศต่อการขยายตัวของเมือง..... 175
6.2 อภิปรายผลการวิจัย..... 178
6.3 ข้อเสนอแนะ..... 182
6.3.1 การวางผังภูมินิเวศ..... 183
6.3.2 แนวคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวในการจัดการน้ำ 184
6.3.3 การพัฒนาเมืองร่วมกับพลวัตของน้ำ..... 185
6.4 ข้อจำกัดในการวิจัย..... 186
6.5 การศึกษาในลำดับถัดไป..... 186
บรรณานุกรม..... 188
ประวัติผู้เขียน..... 194

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงพันธุ์ข้าวและชนิดการปลูกในอำเภอเมืองจังหวัดสุโขทัย 48

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา 22
ภาพที่ 2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาระดับภูมิภาค : พื้นที่ราบภาคกลางตอนบน 23
ภาพที่ 3 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาระดับภูมินิเวศ : ที่ราบน้ำท่วมถึง 23
ภาพที่ 4 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาระดับเมือง 24
ภาพที่ 5 กระบวนการการวิจัย 28
ภาพที่ 6 กรอบทางทฤษฎีในการศึกษาและทบทวนวรรณกรรม 30
ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของภูมินิเวศ (Land-forming Factor) 32
ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ของโครงสร้างภูมินิเวศทางราบและทางตั้ง 33
ภาพที่ 9 องค์ประกอบของภูมินิเวศและความสัมพันธ์ทางราบและทางตั้ง 34
ภาพที่ 10 โครงสร้างธรณีสัณฐานจากกระบวนการธารน้ำสามารถแบ่งเป็น 3 ส่วนตามกระบวนการหลักที่เกิดในแต่ละพื้นที่ประกอบด้วย ส่วนต้นกำเนิด ส่วนพัดพาและส่วนทับถม 36
ภาพที่ 11 ลานตะพักลำน้ำเรียงลำดับตามการเกิดของตะพัก 37
ภาพที่ 12 ลักษณะการสะสมตัวของเนินตะกอนน้ำพารูปพัด 37
ภาพที่ 13 โครงสร้างและองค์ประกอบที่ราบน้ำท่วมถึง 38
ภาพที่ 14 โครงสร้างและองค์ประกอบที่ราบน้ำท่วมถึงในพื้นที่แม่น้ำที่การไหลมีความรุนแรงปานกลาง (a) และในบริเวณที่แม่น้ำไหลช้า (b) 39
ภาพที่ 15 ขอบเขตภูมิภาคของประเทศไทยจำแนกตามลักษณะทางกายภาพ 40
ภาพที่ 16 โครงสร้างที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา 42
ภาพที่ 17 รูปตัดแสดงลักษณะภูมิประเทศที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา 43
ภาพที่ 18 ลักษณะภูมิประเทศแนวตัดขวางที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา 44
ภาพที่ 19 แผนที่แสดงพื้นที่ตะกอนยุคควอเทอร์นารีในที่ราบภาคกลาง 45
ภาพที่ 20 รูปตัดตามยาว ความกว้างและความจุของแม่น้ำยม 46

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 21 รูปตัดแนวขวางแสดงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำและชนิดพันธ์ข้าว 49
ภาพที่ 22 เส้นกราฟของลักษณะการเปลี่ยนแปลงในภูมินิเวศ ประกอบด้วยแนวโน้มทั่วไป 52
ภาพที่ 23 เส้นกราฟลักษณะความสมดุลรูปแบบต่างๆในภูมินิเวศ 52
ภาพที่ 24 แผนภาพแนวคิดลักษณะการเชื่อมต่อจากต้นไปปลายน้ำและการเชื่อมต่อแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง 54
ภาพที่ 25 แผนภาพวัฏจักรของการแลกเปลี่ยนสารอาหารและพลังงานในที่ราบน้ำท่วมถึง 54
ภาพที่ 26 ภาพจำลองความสัมพันธ์ของฐานภูมินิเวศต่อระบบสังคมเศรษฐกิจและวัฒนธรรมมนุษย์ 55
ภาพที่ 27 แผนภูมิแสดงความยาวช่วงคลื่นของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 61
ภาพที่ 28 เปรียบเทียบระหว่างแม่น้ำธรรมชาติและแม่น้ำที่มีการดัดแปลงทางวิศวกรรม 67
ภาพที่ 29 แผนภูมิแสดงการตัดขาดการเชื่อมต่อของแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงจากโครงสร้างป้องกันน้ำท่วม 68
ภาพที่ 30 รูปตัดเปรียบเทียบระหว่างแม่น้ำธรรมชาติและแม่น้ำที่มีการสร้างคันกั้นน้ำ 69
ภาพที่ 31 การเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศแม่น้ำตอนบนในยุโรปกลางในช่วง 2000 ปีที่ผ่านมา 71
ภาพที่ 32 การเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศแม่น้ำตอนล่างในยุโรปกลางในช่วง 2000 ปีที่ผ่านมา 72
ภาพที่ 33 ภาพจากการจำแนกข้อมูลผิวน้ำจากการทำภาพสีผสมเท็จอินฟราเรด 74
ภาพที่ 34 การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ผิวน้ำในช่วงระดับน้ำที่แตกต่างกัน 74
ภาพที่ 35 รูปตัดขวางของขอบที่ราบน้ำท่วมถึงบริเวณ Gumatiya, Ankinghat, Kanpur และ Dalamau 75
ภาพที่ 36 พื้นที่ศึกษา 77
ภาพที่ 37 ลักษณะทางภูมิศาตร์ที่ราบภาคกลาง 78
ภาพที่ 38 ตะกอนยุคควอเทอร์นารีในที่ราบภาคกลาง 79
ภาพที่ 39 แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย 81
ภาพที่ 40 แผนภูมิแสดงปริมาณน้ำฝนรายวันปี พ.ศ. 2523-2560 82
ภาพที่ 41 แผนภูมิแสดงข้อมูลปริมาณน้ำท่าสถานี Y.4 ปี พ.ศ. 2549 83
ภาพที่ 42 แผนภูมิแสดงข้อมูลระดับน้ำสถานี Y.4 ปี พ.ศ. 2549 84

ภาพที่ 43 รูปตัดขวางแม่น้ำยม (Y.4) อำเภอเมือง สุโขทัย และระดับน้ำในรอบปี พ.ศ. 2549 84
ภาพที่ 44 พื้นที่ศึกษาระดับภูมิภาค..... 85
ภาพที่ 45 พื้นที่ศึกษาระดับภูมินิเวศ 86
ภาพที่ 46 พื้นที่ศึกษาระดับเมือง..... 87
ภาพที่ 47 แผนผังสังเขปแสดงตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัยและสภาพที่ตั้ง..... 89
ภาพที่ 48 แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50000 ชุด L708..... 90
ภาพที่ 49 แผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินผังเมืองรวมจังหวัดสุโขทัย พ.ศ. 2560 91
ภาพที่ 50 แผนภูมิแสดงการดำเนินการวิจัย 93
ภาพที่ 51 แผนที่ข้อมูลความสูงเชิงตัวเลข 95
ภาพที่ 52 แผนที่ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม..... 95
ภาพที่ 53 แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50000 ชุด L708..... 96
ภาพที่ 54 แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50000 ชุด L7018..... 96
ภาพที่ 55 พื้นที่ตะพัก-เนินตะกอนรูปพัดที่ลาดเชิงเขาและที่ราบน้ำท่วมถึงจากงานศึกษาของ Takaya (1987)..... 97
ภาพที่ 56 ลักษณะตะกอนยุคควอเทอร์นารีในที่ราบภาคกลางตอนบนจากงานศึกษาของ Dhreeradilok (1995) 97
ภาพที่ 57 แผนที่เส้นทางน้ำ พื้นที่ผิวน้ำและขอบเขตลุ่มน้ำ..... 98
ภาพที่ 58 แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย..... 99
ภาพที่ 59 แผนภูมิแสดงการดำเนินการวิจัยเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบน 100
ภาพที่ 60 แผนที่ข้อมูลความสูงเชิงตัวเลขและระดับความสูงของภูมิประเทศ 102
ภาพที่ 61 แผนที่การจำแนกความชันจากข้อมูลความสูงเชิงตัวเลข FABDEM 102
ภาพที่ 62 แผนที่ธรณีวิทยาจำแนกตามองค์ประกอบทางธรณีสัณฐานวิทยา..... 103
ภาพที่ 63 แผนที่เส้นทางน้ำ พื้นที่ผิวน้ำและขอบเขตลุ่มน้ำ..... 104
ภาพที่ 64 กระบวนการสร้างแผนที่โครงสร้างภูมินิเวศ..... 104

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 65 แสดงรูปตัดแนวตะวันตก-ตะวันออกของที่ราบภาคกลางตอนบน..... 105
ภาพที่ 66 รูปตัด 1A-1A’ แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม 106
ภาพที่ 67 รูปตัด 2A-2A’ แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม 106
ภาพที่ 68 รูปตัด 3A-3A’ แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม 106
ภาพที่ 69 รูปตัด 4A-4A’ แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม 107
ภาพที่ 70 รูปตัด 5A-5A’ แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม 107
ภาพที่ 71 รูปตัด 6A-6A’ แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม 107
ภาพที่ 72 รูปตัด 7A-7A’ แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม 108
ภาพที่ 73 รูปตัด 8A-8A’ แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม 108
ภาพที่ 74 รูปตัด 9A-9A’ แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม 108
ภาพที่ 75 รูปตัด 10A-10A’ แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม 109
ภาพที่ 76 รูปตัด 11A-11A’ แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม 109
ภาพที่ 77 รูปตัด 12A-12A’ แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม 109
ภาพที่ 78 รูปตัด 13A-13A’ แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม 110

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 79 รูปตัด 14A-14A’ แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม 110
ภาพที่ 80 รูปตัด 15A-15A’ แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม 110
ภาพที่ 81 รูปตัด 16A-16A’ แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม 111
ภาพที่ 82 แผนที่สิ่งปกคลุมผิวดินปี พ.ศ. 2502 112
ภาพที่ 83 แผนที่สิ่งปกคลุมผิวดินปี พ.ศ. 2554 113
ภาพที่ 84 ภาพสีผสมเท็จอินฟราเรด ฤดูน้ำแล้งปี พ.ศ. 2537 114
ภาพที่ 85 การจำแนกตามชนิดของพืชพรรณ ฤดูน้ำแล้งปี พ.ศ. 2537 115
ภาพที่ 86 แนวตัดแสดงลักษณะภูมิประเทศและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย 116
ภาพที่ 87 รูปตัด 1C-1C’ แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างภูมินิเวศและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย 116
ภาพที่ 88 รูปตัด 2C-2C’ แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างภูมินิเวศและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย 117
ภาพที่ 89 รูปตัด 3C-3C’ แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างภูมินิเวศและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย 117
ภาพที่ 90 รูปตัด 4C-4C’ แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างภูมินิเวศและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย 117
ภาพที่ 91 รูปตัด 5C-5C’ แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างภูมินิเวศและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย 118
ภาพที่ 92 รูปตัด 6C-6C’ แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างภูมินิเวศและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย 118
ภาพที่ 93 รูปตัด 7C-7C’ แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างภูมินิเวศและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย 119
ภาพที่ 94 รูปตัด 8C-8C’ แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างภูมินิเวศและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย 119
ภาพที่ 95 แผนภูมิการดำเนินการวิจัยเพื่อวิเคราะห์พลวัตเพื่อระบุเงื่อนไขภูมินิเวศในที่ราบภาคกลางตอนบน 120
ภาพที่ 96 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและระดับน้ำในรอบปี พ.ศ. 2549 - พ.ศ. 2550 121
ภาพที่ 97 ข้อมูลพื้นที่น้ำหลากจากการสกัดค่าผิวน้ำจากภาพถ่ายดาวเทียมในรอบปี พ.ศ. 2549 - พ.ศ. 2550 123

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 98 ตารางเปรียบเทียบ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและระดับน้ำ ภาพสีผสมเท็จจากภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลพื้นที่น้ำหลากเดือน เม.ย. พ.ศ. 2549 – เดือน ก.ย. พ.ศ. 2549 124

ภาพที่ 99 ตารางเปรียบเทียบ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและระดับน้ำ ภาพสีผสมเท็จจากภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลพื้นที่น้ำหลากเดือน ต.ค. พ.ศ. 2549 – เดือน มี.ค. พ.ศ. 2550 125

ภาพที่ 100 แสดงขอบเขตพื้นที่น้ำหลากช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคมกับลักษณะภูมิประเทศ 126

ภาพที่ 101 แสดงขอบเขตพื้นที่น้ำหลากช่วงเดือนสิงหาคมถึงพฤษจิกายนกับลักษณะภูมิประเทศ. 126

ภาพที่ 102 รูปตัด 1B-1B’ แสดงลักษณะภูมิประเทศและพื้นที่ตะกอนยุคควอเทอร์นารี 127

ภาพที่ 103 รูปตัด 2B-2B’ แสดงลักษณะภูมิประเทศและพื้นที่ตะกอนยุคควอเทอร์นารี 127

ภาพที่ 104 รูปตัด 3B-3B’ แสดงลักษณะภูมิประเทศและพื้นที่ตะกอนยุคควอเทอร์นารี 127

ภาพที่ 105 รูปตัด 4B-4B’ แสดงลักษณะภูมิประเทศและพื้นที่ตะกอนยุคควอเทอร์นารี 128

ภาพที่ 106 ลักษณะพืชพรรณในรอบ 1 ปี ของพื้นที่ศึกษา..... 129

ภาพที่ 107 ตารางเปรียบเทียบ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและระดับน้ำ ภาพสีผสมเท็จจากภาพถ่ายดาวเทียมเดือนเมษายน พ.ศ. 2549 – เดือนกันยายน พ.ศ. 2549 130

ภาพที่ 108 ตารางเปรียบเทียบ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและระดับน้ำ ภาพสีผสมเท็จจากภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลพื้นที่น้ำหลากเดือน ต.ค. พ.ศ. 2549 – เดือน มี.ค. พ.ศ. 2550 131

ภาพที่ 109 แผนภูมิการดำเนินการวิจัยเพื่อวิเคราะห์เงื่อนไขภูมินิเวศต่อการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมือง 132

ภาพที่ 110 ลักษณะการตั้งถิ่นฐานและความสัมพันธ์กับเงื่อนไขภูมินิเวศระดับภูมิภาค..... 133

ภาพที่ 111 รูปตัดแสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบน ขอบเขตพื้นที่ศึกษาระดับที่ราบน้ำท่วมถึงและระดับเมือง ตำแหน่งแม่น้ำสายหลักและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม 133

ภาพที่ 112 ลักษณะการตั้งถิ่นฐานและความสัมพันธ์กับเงื่อนไขภูมินิเวศที่ราบน้ำท่วมถึง 134

ภาพที่ 113 รูปตัดแสดงลักษณะภูมิสัณฐานตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย..... 134

ภาพที่ 114 แนวตัด 5C-5C’ ถึง 7C-7C 135

ภาพที่ 115 รูปตัด 5C-5C’ แสดงที่ลุ่มหลังคันดินและคันดินธรรมชาติบริเวณตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบัน 136

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 116 รูปตัด 6C-6C’ แสดงที่ลุ่มหลังคันดินและคันดินธรรมชาติบริเวณตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบัน 136

ภาพที่ 117 รูปตัด 7C-7C’ แสดงที่ลุ่มหลังคันดินและคันดินธรรมชาติบริเวณตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบัน 137

ภาพที่ 118 ชุมชนและตัวเมืองสุโขทัยปี พ.ศ. 2502 138

ภาพที่ 119 ชุมชนและตัวเมืองสุโขทัยปี พ.ศ. 2554 138

ภาพที่ 120 ชุมชนและตัวเมืองสุโขทัยปี พ.ศ. 2560 139

ภาพที่ 121 กระบวนการสร้างแผนที่จากการซ้อนทับข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานและการตั้งถิ่นฐาน ปี พ.ศ. 2502 กับแผนที่โครงสร้างภูมินิเวศ 140

ภาพที่ 122 กระบวนการสร้างแผนที่จากการซ้อนทับข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานและการตั้งถิ่นฐาน ปี พ.ศ. 2554 กับแผนที่โครงสร้างภูมินิเวศ 140

ภาพที่ 123 แนวตัด 1D-1D’ ถึง 3D-3D’ 141

ภาพที่ 124 รูปตัด 1D-1D’ ประกอบกับข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2502 142

ภาพที่ 125 รูปตัด 1D-1D’ ประกอบกับข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2554 142

ภาพที่ 126 รูปตัด 1D-1D’ ประกอบกับข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2560 142

ภาพที่ 127 รูปตัด 2D-2D’ ประกอบกับข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2502 143

ภาพที่ 128 รูปตัด 2D-2D’ ประกอบกับข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2554 143

ภาพที่ 129 รูปตัด 3D-3D’ ประกอบกับข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2502 144

ภาพที่ 130 รูปตัด 3D-3D’ ประกอบกับข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2554 144

ภาพที่ 131 รูปตัด 3D-3D’ ประกอบกับข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2560 144

ภาพที่ 132 แผนที่ภูมิสัณฐานแสดงระดับภูมิประเทศและขอบเขตโครงสร้างธรณีสัณฐาน 147

ภาพที่ 133 รูปตัดแสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม 147

ภาพที่ 134 ขอบเขตโครงสร้างลานตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงในที่ราบภาคกลางตอนบนและตำแหน่งที่ตั้งเมือง 148

ภาพที่ 135 รูปตัดแสดงลักษณะภูมิสัณฐานลานตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง 149

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 136 แผนที่ลักษณะภูมิประเทศ ขอบเขตทางธรณีวิทยาและขอบเขตของเมือง 150

ภาพที่ 137 รูปตัดแสดงความสัมพันธ์โครงสร้างภูมินิเวศและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย 150

ภาพที่ 138 โครงสร้างภูมินิเวศจากการวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศ สิ่งปกคลุมผิวดินและลักษณะพืชพรรณ 152

ภาพที่ 139 การซ้อนทับข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานและตำแหน่งเมือง ปี พ.ศ. 2502 กับแผนที่โครงสร้างภูมินิเวศ 153

ภาพที่ 140 ตารางเปรียบเทียบ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและระดับน้ำ ภาพสีผสมเท็จจากภาพถ่ายดาวเทียมและข้อมูลพื้นที่น้ำหลากเดือน เม.ย. พ.ศ. 2549 – เดือน ก.ย. พ.ศ. 2549 154

ภาพที่ 141 ตารางเปรียบเทียบ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและระดับน้ำ ภาพสีผสมเท็จจากภาพถ่ายดาวเทียมและข้อมูลพื้นที่น้ำหลาก ต.ค. พ.ศ. 2549 – เดือน มี.ค. พ.ศ. 2550 155

ภาพที่ 142 พื้นที่น้ำหลากช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคมและลักษณะภูมิประเทศ 156

ภาพที่ 143 พื้นที่น้ำหลากช่วงเดือนสิงหาคมถึงพฤษจิกายนและลักษณะภูมิประเทศ 157

ภาพที่ 144 รูปตัด 1B-1B’ แสดงลักษณะภูมิสัณฐานลานตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง 158

ภาพที่ 145 รูปตัด 2B-2B’ แสดงลักษณะภูมิสัณฐานลานตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง 158

ภาพที่ 146 รูปตัด 3B-3B’ แสดงลักษณะภูมิสัณฐานลานตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง 158

ภาพที่ 147 รูปตัด 4B-4B’ แสดงลักษณะภูมิสัณฐานลานตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง 159

ภาพที่ 148 แผนที่โครงสร้างภูมินิเวศ ขอบเขตเมืองและการกระจายตัวของชุมชนและหมู่บ้านปี พ.ศ. 2502 จากแผนที่ L708 กับ แผนที่โครงสร้างภูมินิเวศ 159

ภาพที่ 149 การขยายตัวของชุมชนและตัวเมืองสุโขทัย 161

ภาพที่ 150 รูปตัด 1D-1D’ การขยายตัวเมืองสุโขทัยและการเปรียบเทียบสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2502 และ 2554 163

ภาพที่ 151 รูปตัด 2D-2D’ การขยายตัวเมืองสุโขทัยและการเปรียบเทียบสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2502 และ 2554 164

ภาพที่ 152 รูปตัด 3D-3D’ การขยายตัวเมืองสุโขทัยและการเปรียบเทียบสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2502 และ 2554 165

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 153 แสดงแผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินผังเมืองรวมจังหวัดสุโขทัย พ.ศ. 2560 ประกอบกับเส้นทางน้ำและขอบเขตที่ราบน้ำท่วมถึง 166

ภาพที่ 154 แผนที่ชั้นความสูงและลักษณะทางธรณีสัณฐานประกอบกับรูปตัดที่ราบภาคกลางตอนบน 169

ภาพที่ 155 ขอบเขตโครงสร้างลานตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงในที่ราบภาคกลางตอนบนและตำแหน่งที่ตั้งเมือง..... 170

ภาพที่ 156 แผนที่และรูปตัดแสดงโครงสร้างภูมินิเวศและขอบเขตของเมือง 171

ภาพที่ 157 พื้นที่น้ำหลากและลักษณะทางธรณีสัณฐานช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม 173

ภาพที่ 158 พื้นที่น้ำหลากและลักษณะทางธรณีสัณฐานช่วงเดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน 174

ภาพที่ 159 การขยายตัวของชุมชนและตัวเมืองสุโขทัย 176

ภาพที่ 160 รูปตัดแสดงการขยายตัวเมืองสุโขทัยและการเปรียบเทียบสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2502 และ 2554..... 177

ภาพที่ 161 การเปรียบเทียบสิ่งปกคลุมผิวดินปี พ.ศ. 2502 และ ปี พ.ศ. 2554 180

ภาพที่ 162 รูปตัดแสดงลักษณะภูมิสัณฐานและการเปรียบเทียบสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2502 และ ปี พ.ศ. 2554..... 180

ภาพที่ 163 โครงสร้างถนนและทางน้ำ 181

ภาพที่ 165 การกำหนดระยะถอยร่นของคันกั้นน้ำออกมาจากแม่น้ำเพื่อป้องกันผลกระทบต่อนิเวศชายน้ำ..... 185

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภูมินิเวศเป็นเงื่อนไขของการตั้งถิ่นฐานและข้อจำกัดของการขยายตัวของเมือง ที่ราบภาคกลางตอนบนเป็นภูมินิเวศเกิดจากกระบวนการธารน้ำ โดยกระบวนการธารน้ำทำให้เกิดโครงสร้างภูมิสัณฐานของตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง (Takaya, 1987) ซึ่งส่งผลต่อคุณลักษณะของภูมินิเวศ ที่ราบภาคกลางตอนบนมีการตั้งถิ่นฐานของชุมชนบริเวณที่ลาดเชิงเขาตั้งแต่ 1500 ปีก่อนและเติบโตขึ้นเป็นเมืองสุโขทัยในช่วงพุทธศตวรรษที่ 18 (สุจิตต์ วงษ์เทศ, 2562) ด้านของตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันเป็นการขยายตัวของการตั้งถิ่นฐานชุมชนบนคันดินธรรมชาติริมแม่น้ำยมในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง

การตั้งถิ่นฐานเป็นการปรับตัวของมนุษย์ตามลักษณะภูมินิเวศของพื้นที่และปรับเปลี่ยนพื้นที่เพื่อรองรับความต้องการของมนุษย์โดยมีฐานจากลักษณะโครงสร้างภูมิสัณฐานและความสามารถในการรองรับของระบบนิเวศ (Thaitakoo, 2017) การขยายตัวของถิ่นฐานมีพื้นฐานมาจากการเข้าถึงทรัพยากรที่เพียงพอที่จะรองรับการเพิ่มขึ้นของประชากร รวมทั้งเป็นปัจจัยตั้งต้นในการผลิตสินค้าและบริการที่เป็นฐานในการพัฒนาเศรษฐกิจ (Bowen and Gleeson, 2019) ภูมินิเวศเป็นเงื่อนไขที่ไม่สามารถแยกออกจากเมืองได้ แต่การพัฒนาในปัจจุบันไม่ได้คำนึงถึงภูมินิเวศเป็นพื้นฐานทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศ ปัญหาภัยธรรมชาติตั้งแต่อุทกภัยไปจนถึงความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมมาจากการพัฒนาที่ไม่เข้าใจภูมินิเวศทั้งสิ้น (เดชา บุญค้ำ, 2554)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำความเข้าใจภูมินิเวศที่ส่งผลต่อเงื่อนไขของการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมือง โดยทำการศึกษาโครงสร้างภูมินิเวศและความสัมพันธ์ของเงื่อนไขภูมินิเวศต่อการตั้งถิ่นฐาน โดยศึกษาและเปรียบเทียบเมืองเก่าสุโขทัยและตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันในที่ราบภาคกลางตอนบน เพื่อวิเคราะห์เงื่อนไขภูมินิเวศและลักษณะการตั้งถิ่นฐานที่แตกต่างกันด้วยการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อจำแนกโครงสร้างภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบนเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการระบุเงื่อนไขภูมินิเวศ การแปลตีความหมายภาพถ่ายดาวเทียมและการคำนวณดัชนีเชิงคลื่นเพื่อการระบุเงื่อนไขภูมินิเวศจากพลวัตและลักษณะทางอุทกศาสตร์ของพื้นที่ ประกอบกับข้อมูลด้านอื่น ๆ เช่น ข้อมูลประวัติศาสตร์ บันทึก และข้อมูลสถิติ เพื่อทำการวิเคราะห์ลักษณะการตั้งถิ่นฐานและเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ของมนุษย์กับภูมินิเวศ

1.2 คำถามการวิจัย

1.2.1 โครงสร้างภูมินิเวศของที่ราบภาคกลางตอนบนเป็นอย่างไร

1.2.2 เงื่อนไขภูมินิเวศในการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมืองสุโขทัยในที่ราบภาคกลางตอนบนสามารถอธิบายได้อย่างไร

1.2.3 การขยายตัวของเมืองสุโขทัยในภูมินิเวศส่งผลกระทบอย่างไร

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อทำความเข้าใจโครงสร้างภูมินิเวศของที่ราบภาคกลางตอนบน

1.3.2 เพื่ออธิบายเงื่อนไขภูมินิเวศที่ส่งผลต่อที่ตั้งเมืองสุโขทัยและการขยายตัวของเมือง

1.3.3 เพื่อบ่งชี้ผลกระทบจากการขยายตัวของเมืองในภูมินิเวศ

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตเชิงเนื้อหา

ในการดำเนินการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำความเข้าใจโครงสร้างภูมินิเวศของที่ตั้งเมืองสุโขทัย เพื่อระบุเงื่อนไขภูมินิเวศในการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมืองสุโขทัย เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาพื้นที่ขนาดใหญ่ จึงดำเนินการวิจัยโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการรับรู้ระยะไกลในการศึกษา โดยขอบเขตในการศึกษาเนื้อหาประกอบด้วย

1.4.1.1 ทฤษฎีเพื่อกำหนดกรอบความคิดในการวิจัย

1) ทฤษฎีภูมินิเวศ
   - โครงสร้างภูมินิเวศ
   - บทบาทภูมินิเวศ
   - การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศ
2) ทฤษฎีมานุษยนิเวศ
   - ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และภูมินิเวศ
   - ภูมิศาสตร์ประชากร
   - การตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมือง
   - ลักษณะของการตั้งถิ่นฐานในประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4.1.2 ทฤษฎีเพื่อกำหนดกรอบวิธีวิจัย

1) ทฤษฎีการวิเคราะห์เชิงพื้นที่

2) ทฤษฎีการรับรู้ระยะไกลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1.4.1.3 ทฤษฎีเพื่อนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้

1) ทฤษฎีการวางผังภูมินิเวศ

2) ทฤษฎีโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวและน้ำเงิน

3) การพัฒนาเมืองกับพลวัตของน้ำ

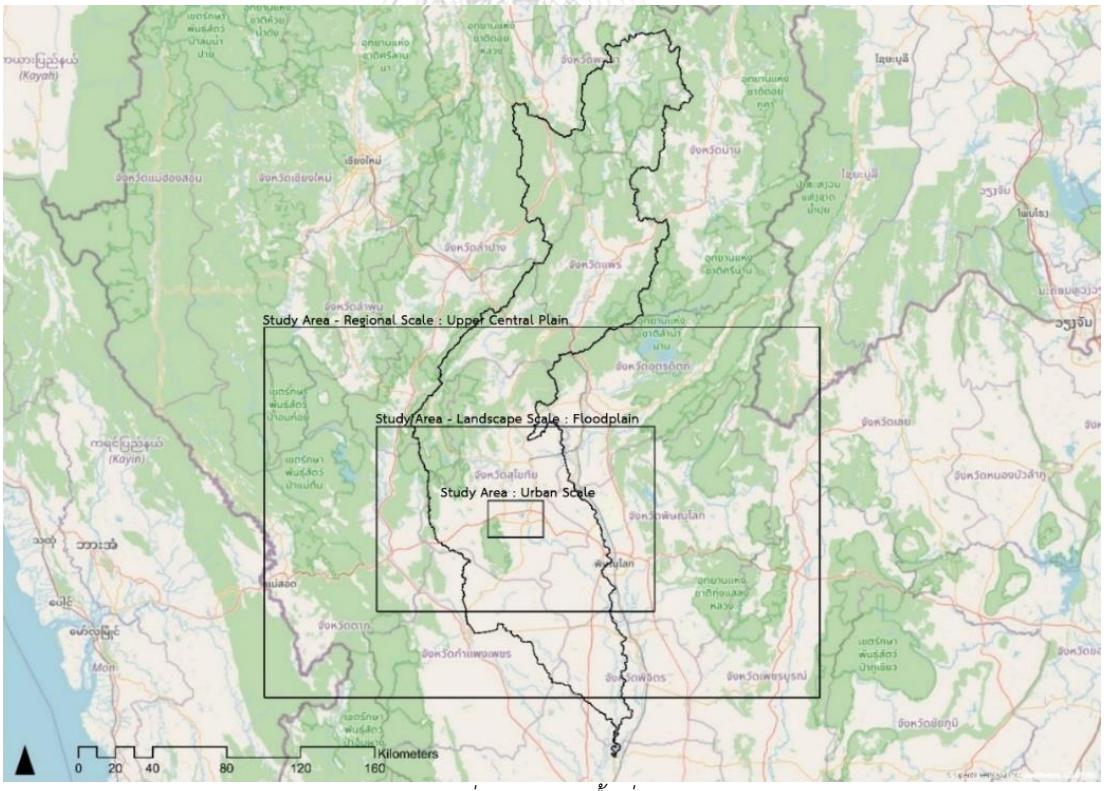
4) ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศ

1.4.2 ขอบเขตเชิงพื้นที่ศึกษา

การศึกษาวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศกับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์และการขยายตัวของเมืองสุโขทัยเป็นการศึกษาพื้นที่ในหลายมาตราส่วน โดยการใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศ การแปลตีความหมายข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งขอบเขตพื้นที่ศึกษาเพื่อศึกษาภูมินิเวศใน 4 มาตราส่วนดังนี้

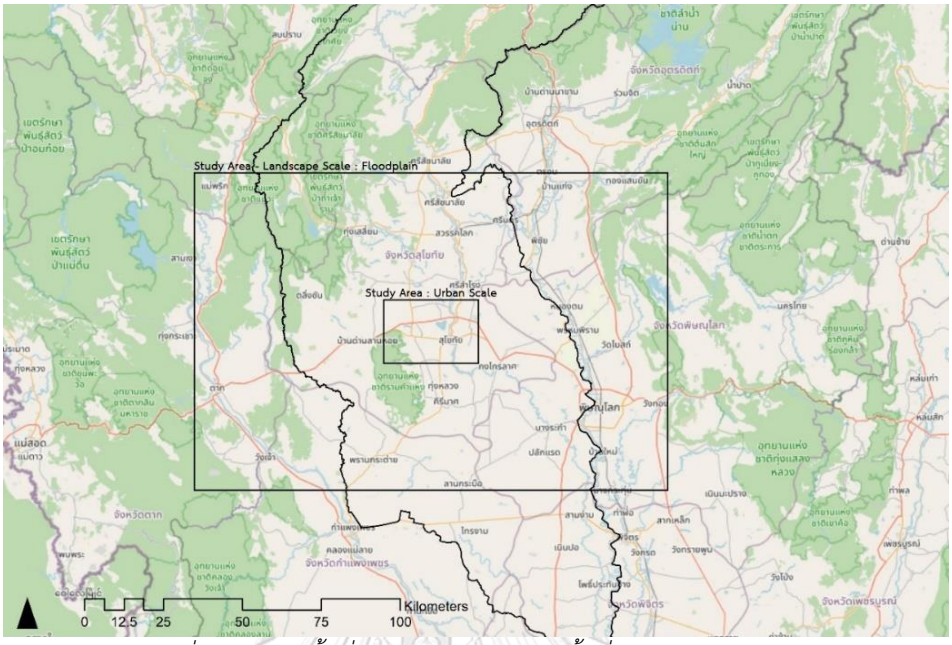
1. พื้นที่ลุ่มแม่น้ำยม เพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและทางอุทกวิทยา



ภาพที่ 1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

ที่มา: ดัดแปลงจาก OpenStreetMap contributors (2022)

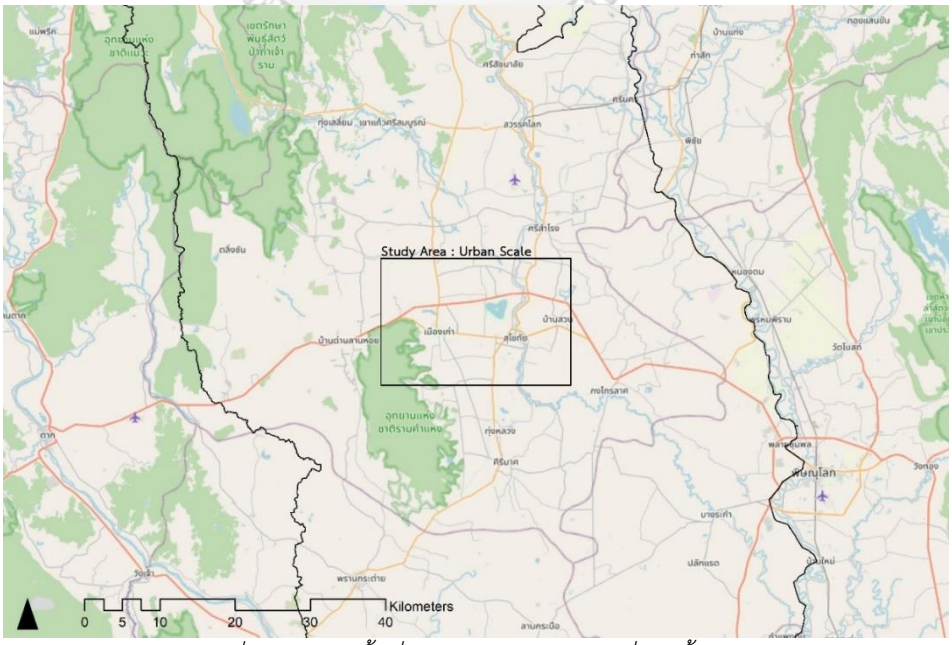
2. พื้นที่ราบภาคกลางตอนบน มีกรอบพื้นที่ศึกษาขนาด 300x200 กิโลเมตร ทำการศึกษาที่ราบภาคกลางตอนบน เพื่อทำการจำแนกโครงสร้างภูมินิเวศ



ภาพที่ 2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาระดับภูมิภาค : พื้นที่ราบภาคกลางตอนบน

ที่มา: ดัดแปลงจาก OpenStreetMap contributors (2022)

3. พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง มีกรอบพื้นที่ศึกษาขนาด 150x100 กิโลเมตร ทำการศึกษาลักษณะทางอุทกศาสตร์เพื่อระบุพลวัตและขอบเขตพื้นที่น้ำหลาก



ภาพที่ 3 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาระดับภูมินิเวศ : ที่ราบน้ำท่วมถึง

ที่มา: ดัดแปลงจาก OpenStreetMap contributors (2022)

4. พื้นที่ระดับเมือง มีกรอบพื้นที่ศึกษาขนาด 30x20 กิโลเมตร ทำการวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งและการขยายตัวของเมืองในภูมินิเวศ เพื่อระบุเงื่อนไขภูมินิเวศที่ส่งผลต่อที่ตั้งเมืองและผลกระทบจากการขยายตัวของเมืองในภูมินิเวศ

ภาพที่ 4 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาระดับเมือง

ที่มา: กรมแผนที่ทหาร (2554)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5 สมมุติฐานการวิจัย

สมมุติฐานของวิทยานิพนธ์นี้มี 2 ข้อ ได้แก่

1) ภูมินิเวศที่เป็นเงื่อนไขของการตั้งถิ่นฐานและข้อจำกัดในการขยายตัวของเมือง ที่ตั้งที่ต่างกันของเมืองเก่าและตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันทำให้เกิดเงื่อนไขภูมินิเวศที่ต่างกัน

2) การพัฒนาเมืองในปัจจุบันที่ไม่ได้คำนึงถึงภูมินิเวศเดิมของพื้นที่เป็นการขัดขวางกระบวนการเชิงนิเวศที่เป็นการทำลายความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ยังทำให้เกิดปัญหาภัยธรรมชาติและความเสื่อมโทรมสิ่งแวดล้อมที่ตามมา

1.6 ระเบียบวิธีวิจัย

1.6.1 ทบทวนวรรณกรรม

ศึกษาเอกสารที่เป็นข้อมูลพื้นฐาน รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างกรอบความคิดและกรอบในการดำเนินการศึกษา โดยสามารถแบ่งเนื้อหาการทบทวนออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

1) ทฤษฎีเพื่อกำหนดกรอบความคิด

2) ทฤษฎีเพื่อกำหนดวิธีวิจัย

3) ทฤษฎีเพื่อนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้

1.6.2 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อจำแนกโครงสร้างภูมินิเวศของพื้นที่ศึกษา ระบุขอบเขตที่ราบน้ำท่วมถึง และแสดงความสัมพันธ์ของภูมินิเวศกับตำแหน่งที่ตั้งและขอบเขตของเมือง โดยการจำลองแผนที่และตีความภาพถ่ายดาวเทียมด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศใช้ข้อมูลดังต่อไปนี้

- ข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข Shuttle Radar Topography Mission DEM 30 เมตรจาก NASA JPL (2013) และ ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลขแบบลบความสูงป่าและสิ่งปลูกสร้างออก (FABDEM) (Hawker and Neal, 2021) สำหรับวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่เพื่อการจำแนกโครงสร้างของพื้นที่ด้วยลักษณะทางกายภาพ

- ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย สำหรับการจำแนกโครงสร้างของพื้นที่ด้วยลักษณะทางธรณีวิทยา

- ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 TM และ LANDSAT 8 OLI จาก United States Geological Survey (2019) เพื่อระบุขอบเขตพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงโดยการแปลภาพถ่ายดาวเทียมและการคำนวณค่าดัชนีเชิงคลื่นเพื่อจำแนกพื้นที่ผิวน้ำในรอบปี

- ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ ชุด L708 พ.ศ. 2502 และ ชุด L7018 พ.ศ. 2554 จากกรมแผนที่ทหารเพื่อเปรียบเทียบสิ่งปกคลุมผิวดินในอดีตและปัจจุบัน

- ข้อมูลสถิติ ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ข้อมูลปริมาณน้ำท่าและข้อมูลระดับน้ำแม่น้ำยมจากศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง เพื่อใช้ประกอบกับข้อมูลเชิงพื้นที่ในการวิเคราะห์พลวัตของน้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.6.3 สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

ประมวลผลการวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศและพลวัตที่เป็นเงื่อนไขของพื้นที่ศึกษา แสดงความสัมพันธ์ของเงื่อนไขภูมินิเวศกับการตั้งถิ่นฐาน และบ่งชี้ผลกระทบจากการขยายตัวของเมืองในภูมินิเวศ เพื่อเป็นพื้นฐานในการวางผังภูมินิเวศ แผนพัฒนาเมืองที่สอดคล้องกับเงื่อนไขภูมินิเวศของพื้นที่

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ผลจากการศึกษาจะสร้างความเข้าใจโครงสร้างภูมินิเวศและเงื่อนไขภูมินิเวศที่ส่งผลต่อการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมืองที่จะเป็นพื้นฐานสำคัญในการออกแบบวางแผนผังภูมินิเวศแผนพัฒนาเมืองและการจัดการน้ำ

1.7.2 ข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการศึกษาจะเป็นประโยชน์ต่อองค์กรหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาพื้นที่ที่ราบภาคกลางตอนบนและเมืองสุโขทัย

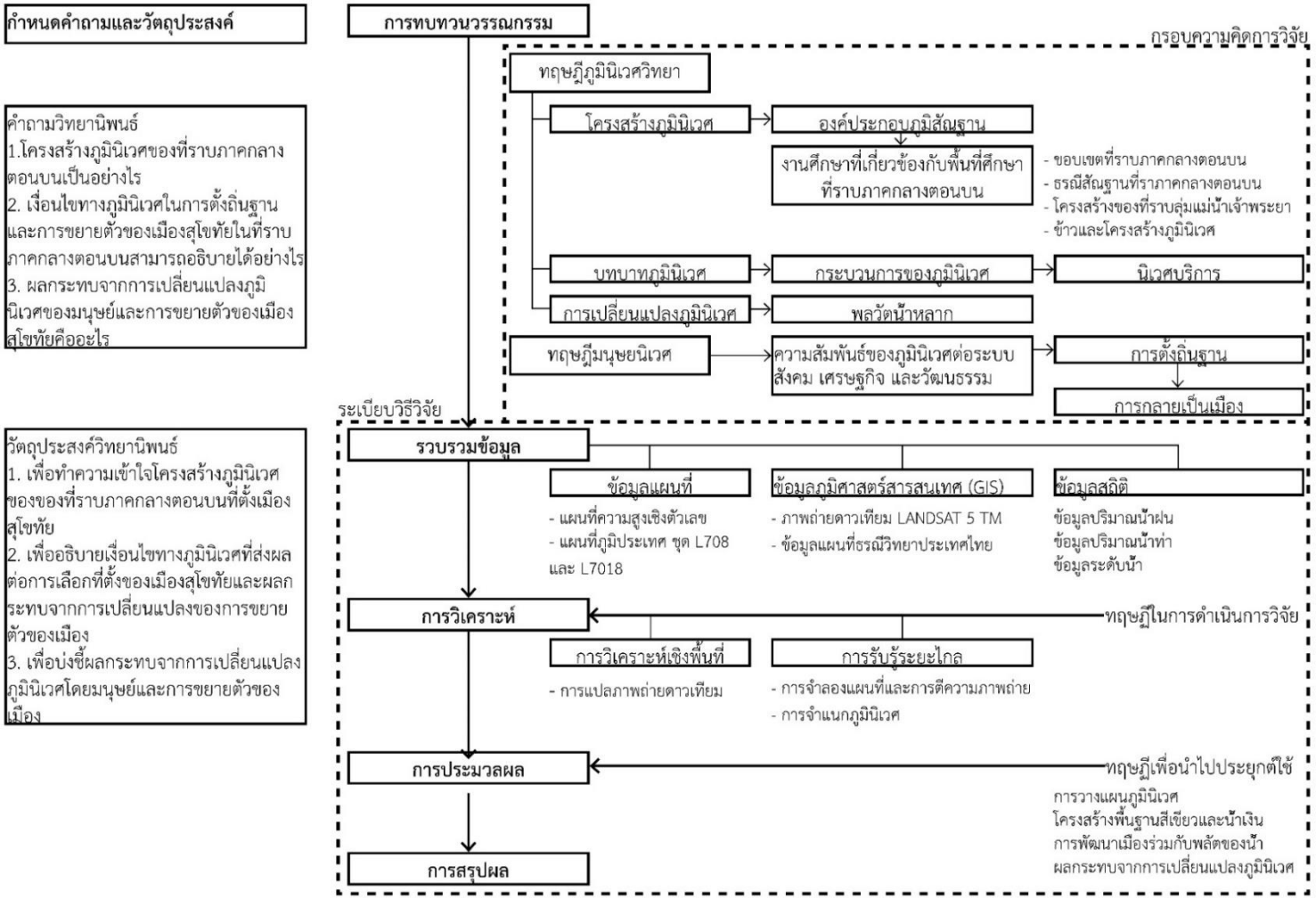
1.8 นิยามคำศัพท์

ภูมินิเวศ Landscape	คือ	ลักษณะโดยรวมของส่วนหนึ่งของพื้นผิวโลก หรือระบบนิเวศที่จับต้องได้ ทั้งสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตที่สามารถรับรู้ได้ด้วยการมองเห็นบนพื้นผิวโลก (von Humboldt อ้างถึงใน Zonneveld, 1989)
เงื่อนไขภูมินิเวศ	คือ	คุณลักษณะของภูมินิเวศมีผลมาจากลักษณะโครงสร้างภูมินิเวศของพื้นที่ เป็นตัวกำหนดข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ (Zonneveld, 1989)
กระบวนการธารน้ำ (Fluvial Process)	คือ	กระบวนการที่ทำให้เกิดธรณีสัณฐานวิทยาจากกระบวนการธารน้ำ (Fluvial Geomorphology) ประกอบด้วย การกัดเซาะ การพัดพาตะกอนและเศษหิน และการทับถม (Way, 1973)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ที่ราบน้ำท่วมถึง Flood Plain	คือ	เป็นพื้นที่ลุ่มต่ำใกล้ทางน้ำหลักของแม่น้ำ มีน้ำจากแม่น้ำเอ่อท่วมในฤดูน้ำหลากทำให้มีการสะสมตัวของตะกอนจากแม่น้ำ การพัดพาของน้ำและการทับถมของตะกอน ก่อให้เกิดลักษณะทางธรณีสัณฐานที่ราบน้ำท่วมถึง (Hamilton, 2009)
พลวัตน้ำหลาก Flood Pulse	คือ	ทฤษฎีการเชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำกับพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงตามฤดูกาล โดยเมื่อระดับน้ำในแม่น้ำเพิ่มขึ้นในฤดูน้ำมากจะเกิดการล้นตลิ่งเข้าท่วมที่ลุ่มข้างเคียง ทำให้เกิดการเชื่อมต่อกันในช่วงระยะเวลาหนึ่งเพื่อแลกเปลี่ยน โอนถ่าย ตะกอน แร่ธาตุ ระหว่างแม่น้ำและพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Junk et al., 1989)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 5 กระบวนการการวิจัย

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำความเข้าใจโครงสร้างภูมินิเวศของที่ตั้งเมืองสุโขทัย เพื่อระบุเงื่อนไขภูมินิเวศที่ส่งผลต่อการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมืองสุโขทัย และบ่งชี้ผลกระทบจากการขยายตัวในภูมินิเวศของเมืองสุโขทัย

การรวบรวมทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจากการศึกษาเอกสารที่เป็นพื้นฐาน รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างกรอบความคิดและกรอบในการดำเนินการศึกษา สามารถแบ่งเนื้อหาการทบทวนออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

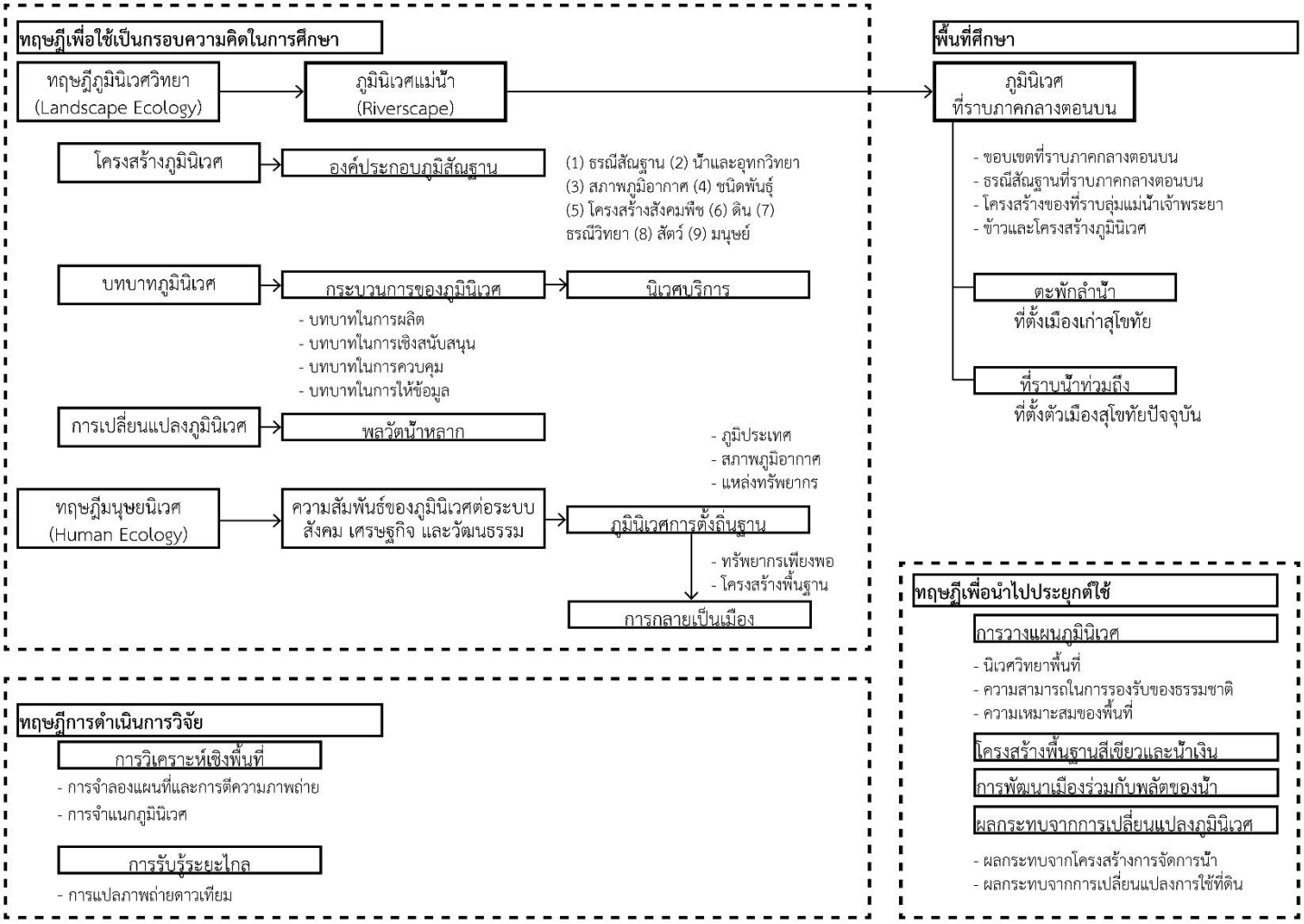
(1) ทฤษฎีเพื่อกำหนดกรอบความคิดในการวิจัย
เพื่อเป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจภูมินิเวศตามที่ได้ตั้งคำถามและวัตถุประสงค์การวิจัย งานวิจัยนี้มีทฤษฎีภูมินิเวศวิทยาเป็นกรอบความคิดในการศึกษา โดยทำการศึกษาร่วมกับทฤษฎีมานุษยวิทยา เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมนุษย์และภูมินิเวศเกิดจากกระบวนการธารน้ำหรือภูมินิเวศแม่น้ำในเชิงการตั้งถิ่นฐาน เพื่อนำไปสู่การอธิบายภูมินิเวศที่เป็นเงื่อนไขพื้นฐานในการตั้งเมือง

(2) ทฤษฎีเพื่อกำหนดวิธีการวิจัย
วิธีวิจัยในงานวิจัยนี้ใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เพื่อศึกษาและจำแนกโครงสร้างภูมินิเวศจากรูปแบบที่ปรากฏในพื้นที่เพื่อการระบุคุณลักษณะที่เป็นเงื่อนไขของภูมินิเวศ โดยใช้การรับรู้ระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการเก็บข้อมูล จัดการข้อมูล เพื่อจำแนก วิเคราะห์ ประมวลผลและแสดงผลการศึกษา

(3) ทฤษฎีเพื่อใช้สำหรับนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ผลการศึกษาที่ได้จากการวิจัยนี้ ประกอบด้วย ทฤษฎีการวางผังภูมินิเวศ ทฤษฎีโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวและน้ำเงิน ทฤษฎีในการพัฒนาเมืองร่วมกับพลวัตของน้ำ เพื่อใช้เป็นข้อเสนอแนะแนวทางในการวางแผนการพัฒนาเมืองร่วมกับภูมินิเวศ

โดยมีรายละเอียดเนื้อหาจากการทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 6 กรอบทางทฤษฎีในการศึกษาและทบทวนวรรณกรรม

2.1 ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานในการศึกษาภูมินิเวศ

จากคำถามและวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อทำความเข้าใจโครงสร้างภูมินิเวศของของที่ราบภาคกลางตอนบนที่เป็นที่ตั้งของเมืองสุโขทัย เพื่อทำการอธิบายเงื่อนไขภูมินิเวศที่ส่งผลต่อที่ตั้งของเมืองสุโขทัยในลำดับถัดไป โดยการศึกษาภูมินิเวศเริ่มจากการทำความเข้าใจว่าภูมินิเวศคืออะไรและมีความสัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์อย่างไร เพื่อเป็นพื้นฐานในดำเนินการวิจัยการวิเคราะห์พื้นที่ศึกษาในลำดับถัดไป

ทฤษฎีเพื่อกำหนดกรอบความคิดในการวิจัยประกอบด้วย

(1) ทฤษฎีภูมินิเวศวิทยา เพื่อการทำความเข้าใจโครงสร้าง บทบาท และพลวัตของภูมินิเวศ

(2) ทฤษฎีมานุษยวิทยา เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของมนุษย์กับภูมินิเวศในฐานะเงื่อนไขพื้นฐานของการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์และการขยายตัวของเมือง

โดยทฤษฎีเพื่อกำหนดกรอบความคิดในการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 ทฤษฎีภูมินิเวศวิทยา (Landscape Ecology)

ภูมินิเวศ คือ ลักษณะโดยรวมของส่วนหนึ่งของพื้นผิวโลก (von Humboldt อ้างถึงใน Naveh and Lieberman, 1993) หรือระบบนิเวศที่จับต้องได้ที่สามารถรับรู้ได้ด้วยการมองเห็นบนพื้นผิวโลก (von Humboldt อ้างถึงใน Zonneveld, 1989); ลักษณะทั้งหมดที่ปรากฏในเชิงพื้นที่ องค์รวมของลักษณะทางภูมิศาสตร์ ชีววิทยาและมนุษย์กับสิ่งประดิษฐ์ (Troll อ้างถึงใน Naveh and Lieberman, 1993); ส่วนหนึ่งของพื้นที่บนพื้นผิวโลกซึ่งประกอบด้วยระบบที่ซับซ้อนซึ่งเกิดขึ้นจากกระบวนการของหิน น้ำ อากาศ พืช สัตว์และมนุษย์ โดยมีลักษณะทางกายภาพที่เป็นเอกลักษณ์สามารถรับรู้ได้ (WLO 1975, อ้างถึงใน Zonneveld, 1989)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

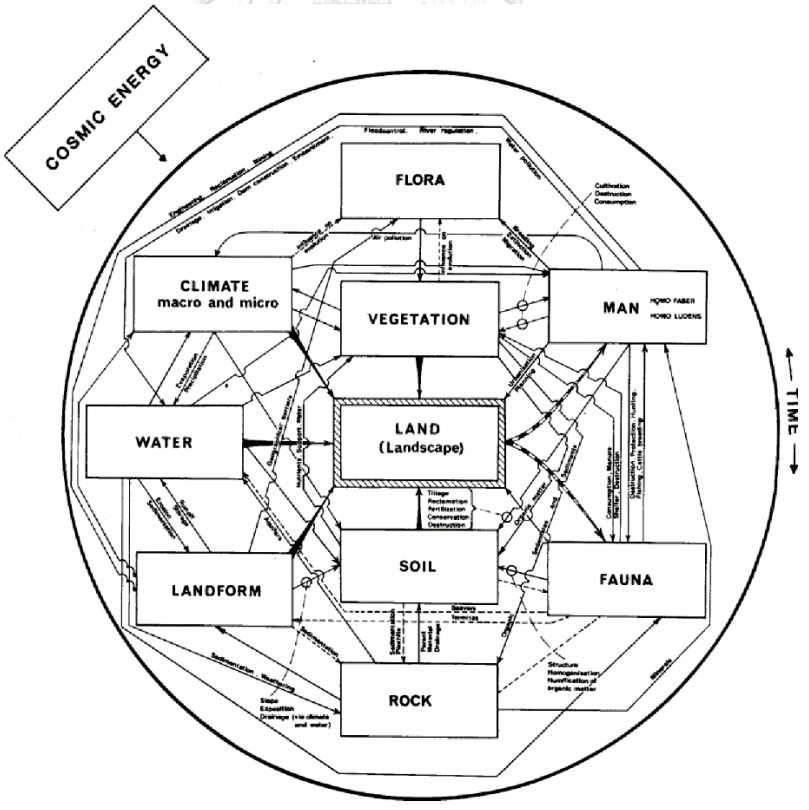
ภูมินิเวศวิทยา คือ การศึกษารูปแบบขององค์ประกอบที่ปรากฏในภูมิประเทศเพื่อศึกษากระบวนการในหลากหลายมิติทั้งเชิงพื้นที่และเวลา (Turner, 1989) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ทางกายภาพและชีวภาพที่เป็นเงื่อนไขของภูมิภาค (Troll, 1950; 1968; 1971 อ้างถึงใน Forman and Godron, 1986) รวมถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นระหว่างธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ ด้วยการทำความเข้าใจความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภูมินิเวศ การศึกษาภูมินิเวศมุ่งเน้นไปที่การทำความเข้าใจคุณลักษณะของภูมินิเวศ ได้แก่ โครงสร้าง (Structure) บทบาท (Function) และการเปลี่ยนแปลง (Change) (Forman and Godron, 1986)

2.1.1.1 โครงสร้างภูมินิเวศ (Landscape Structure)

โครงสร้างภูมินิเวศคือลักษณะทางกายภาพของภูมินิเวศ ที่ก่อให้เกิดความสัมพันธ์ในเชิงพื้นที่ระหว่างระบบนิเวศหรือแต่ละองค์ประกอบของภูมินิเวศ เกิดการกระจายของพลังงาน วัสดุ และชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในความสัมพันธ์กับ ขนาด รูปร่าง จำนวน ชนิด และการจัดเรียงขององค์ประกอบในระบบนิเวศ ซึ่งโครงสร้างภูมินิเวศนี้ส่งผลต่อบทบาทหรือกระบวนการภายในภูมินิเวศ ทำให้เกิดรูปแบบและเงื่อนไขภูมินิเวศ (Forman and Godron, 1986)

1) ทฤษฎีองค์ประกอบภูมินิเวศ (Land-forming Factor)

การศึกษาโครงสร้างภูมินิเวศจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยองค์ประกอบที่สร้างให้เกิดภูมินิเวศขึ้น ซึ่งโครงสร้างนี้เป็นเงื่อนไขหรือคุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไม่ได้ของภูมินิเวศ โดยมีองค์ประกอบหลัก คือ (1) ธรณีสัณฐาน (2) น้ำและอุทกวิทยา (3) สภาพภูมิอากาศ ทั้งมหภาคและจุลภาค (4) ชนิดพันธุ์ (5) โครงสร้างสังคมพืช (6) ดิน (7) ธรณีวิทยา (8) สัตว์ (9) มนุษย์ โดยแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันและมีมิติของเวลามาเกี่ยวข้อง (Zonneveld, 1989)



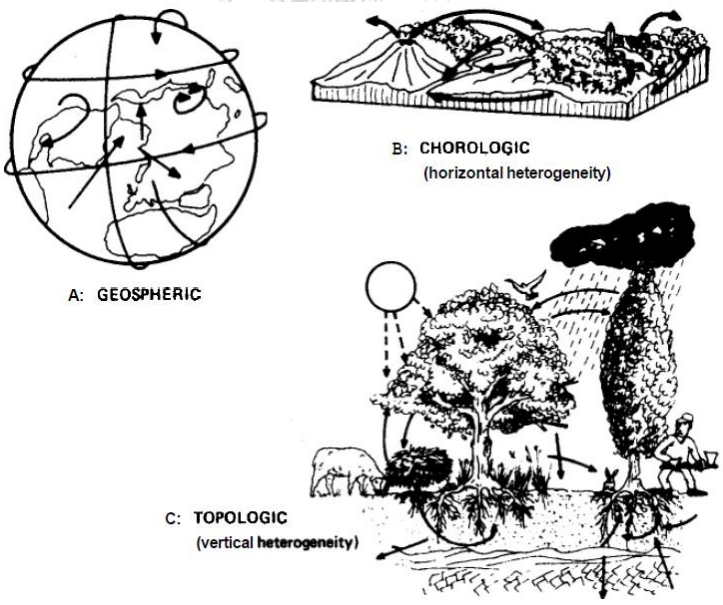
ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของภูมินิเวศ (Land-forming Factor)

ที่มา : Zonneveld (1989)

โครงสร้างภูมินิเวศสามารถจัดกลุ่มการศึกษาตามลักษณะความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ คือ องค์ประกอบโครงสร้างภูมินิเวศทางราบ (chorological structure) และ องค์ประกอบโครงสร้างภูมินิเวศทางตั้ง (topological structure) (Zonneveld, 1989)

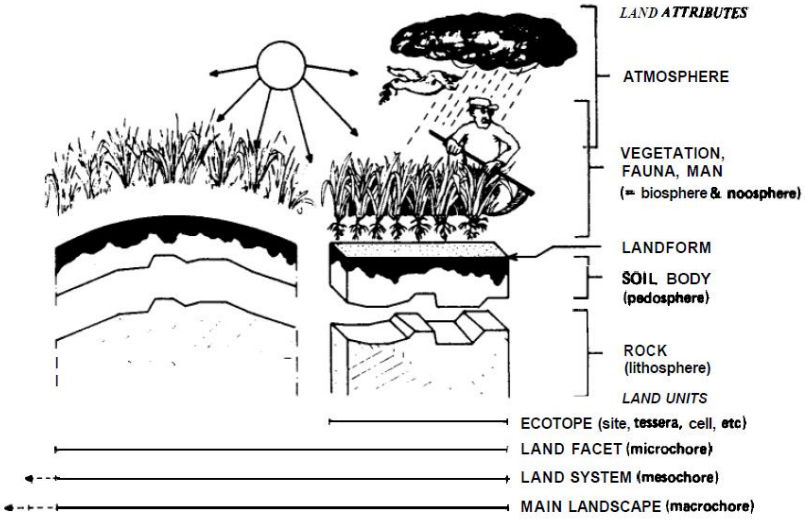
โครงสร้างภูมินิเวศทางราบ คือการศึกษาสิ่งที่ปรากฏบนผิวโลก ประกอบขึ้นจากการเรียงตัวขององค์ประกอบภูมินิเวศ ได้แก่ ผืนภูมิทัศน์ (Patches) และเส้นทางเชื่อมต่อ (Corridors) บนพื้นหลังภูมิทัศน์ (Background Matrix) ในลักษณะของสิ่งปกคลุมดิน เป็นองค์ประกอบที่สามารถจัดการดัดแปลงได้ (Forman and Godron, 1986)

โครงสร้างภูมินิเวศทางตั้ง (topological structure) ทำหน้าที่เป็นตัวกำหนด ควบคุม เงื่อนไขข้อจำกัดของภูมินิเวศ รวมทั้งความเหมาะสมและศักยภาพ เป็นคุณสมบัติของภูมินิเวศที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เป็นคุณลักษณะที่เกิดจากกระบวนการทางธรณีสัณฐานวิทยา อุทกวิทยา และภูมิอากาศ ที่ส่งผลต่อลักษณะทางธรณีวิทยาและพืชพรรณ (Zonneveld, 1989)



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ของโครงสร้างภูมินิเวศทางราบและทางตั้ง

ที่มา : Zonneveld (1989)



ภาพที่ 9 องค์ประกอบของภูมินิเวศและความสัมพันธ์ทางราบและทางตั้ง

ที่มา : Zonneveld (1989)

โครงสร้างภูมินิเวศเป็นผลจากกระบวนการพื้นฐานที่ทำให้เกิดภูมินิเวศ ในทางกลับกัน โครงสร้างภูมินิเวศเป็นตัวควบคุมและหรือมีอิทธิพลต่อการทำงานหรือกระบวนการภายในภูมินิเวศ ส่งผลต่อบทบาท พลวัตและการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศ ลักษณะเชิงพื้นที่ของโครงสร้างภูมินิเวศ การจัดเรียงของหน่วยภูมินิเวศ มีความสำคัญต่อการทำงานและการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศ (Forman and Godron, 1986)

ภูมินิเวศเป็นระบบที่ประกอบด้วยระบบย่อยที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในภูมินิเวศ (King, 1997 อ้างถึงใน Thaitakoo, 1998)

การจำแนกขอบเขตเชิงพื้นที่ของภูมินิเวศในระดับต่างๆ (Balser et al., 1981; Rubec และ Wiken, 1983 อ้างถึงใน Thaitakoo, 1998)

1. ระดับชีวนิเวศ (Biome) สภาพแวดล้อมทางกายภาพของพื้นผิวโลกที่ถูกกำหนดด้วยสภาพภูมิอากาศ ส่งผลต่อลักษณะทางภูมิศาสตร์ ลักษณะอุทกวิทยา ธรณีวิทยาของพื้นที่
2. ระดับภูมิภาค (Ecoregion) ภูมิภาคเป็นส่วนประกอบของชีวนิเวศ จำแนกพื้นที่ได้ตามลักษณะของโครงสร้างภูมินิเวศที่เป็นผลมาจากลักษณะทางภูมิศาสตร์ ลักษณะอุทกวิทยา ธรณีวิทยา เช่น ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำหลัก

3. ระดับขอบเขตภูมินิเวศ (Ecodistrict) เป็นส่วนหนึ่งของภูมิภาค สามารถจำแนกพื้นที่ได้ตามลักษณะที่ปรากฏ ประกอบด้วยลักษณะทางธรณีสัณฐานวิทยา กลุ่มชุดดิน ลักษณะแหล่งน้ำ โครงสร้างพืชพรรณและลักษณะของสิ่งมีชีวิต
4. ระดับส่วนประกอบของภูมินิเวศ (Ecosection) ขอบเขตพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย เป็นส่วนหนึ่งขอบเขตภูมินิเวศ มีรูปแบบของภูมิประเทศ ดิน แหล่งน้ำ พืชพรรณ และการใช้ประโยชน์ของสิ่งมีชีวิตในลักษณะเดียวกัน
5. ระดับที่ตั้งในภูมินิเวศ (Ecosite) ส่วนหนึ่งของระบบนิเวศที่มีต้นกำเนิดเดียวกันที่ส่งผลต่อลักษณะอุทกวิทยา ชนิดดิน และลักษณะพืชพรรณ การจัดเรียงตัวขององค์ประกอบภูมินิเวศที่ส่งผลต่อกัน ประกอบด้วย ผืนภูมิทัศน์ เส้นทางเชื่อมต่อ บนพื้นหลังภูมิทัศน์
6. ระดับองค์ประกอบภูมินิเวศ (Ecoelement) เป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศที่แสดงลักษณะเฉพาะ เช่นลักษณะดิน ลักษณะภูมิประเทศ พืชพรรณ และอุทกวิทยา ลักษณะสำคัญของพื้นที่ ผืนภูมิทัศน์ที่มีลักษณะเฉพาะ

การกำหนดลักษณะเชิงพื้นที่และเวลาในการศึกษาภูมินิเวศเป็นการสร้างกรอบแนวคิดในการกำหนดขอบเขตของภูมินิเวศสำหรับการศึกษาวิเคราะห์ไปจนถึงการวางแผนภูมินิเวศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) ทฤษฎีธรณีสัณฐานวิทยา

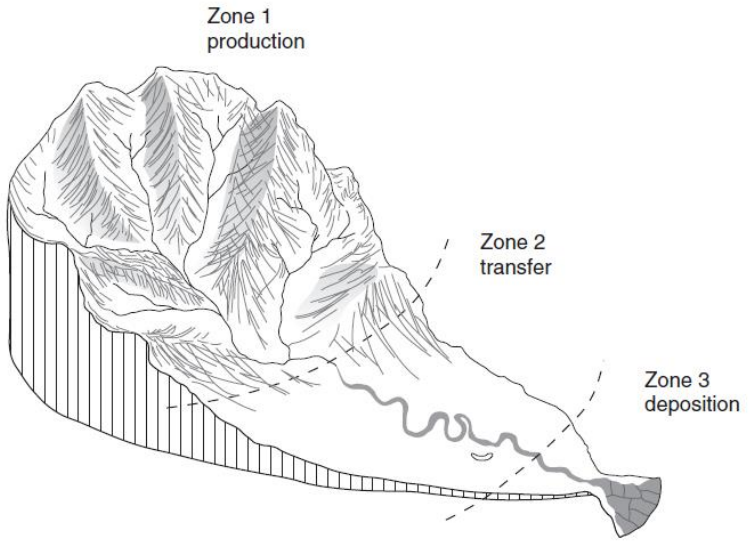
ธรณีสัณฐานวิทยา คือการศึกษาพื้นผิวโลกที่ทำการประมวลตั้งแต่ลักษณะทางกายภาพ กระบวนการก่อเกิดมาจนถึงกระบวนการที่ยังดำเนินไปในปัจจุบัน โดยตัวการทางธรณีสัณฐาน ได้แก่ น้ำ ลม ธารน้ำแข็ง เป็นต้น (มนตรี ชูวงษ์, 2554)

ธรณีสัณฐานเป็นผลพวงจากกระบวนการทางธรณีวิทยาตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน เป็นหนึ่งในปัจจัยองค์ประกอบของภูมินิเวศ (Forman and Godron, 1986) กระบวนการที่ทำให้เกิดภูมิประเทศเป็นกระบวนการที่กินเวลายาวนาน เช่น การเกิดธรณีสัณฐานที่จากกระบวนการธารน้ำ (มนตรี ชูวงษ์, 2554)

3) ธรณีสัณฐานจากกระบวนการธารน้ำ (Fluvial Geomorphology)

กระบวนการธารน้ำ (Fluvial Process) ประกอบด้วย การกัดเซาะ การพัดพาตะกอนและเศษหิน และการทับถม กระบวนการดังกล่าวทำให้เกิดธรณีสัณฐานวิทยาจากกระบวนการธารน้ำ (Way, 1973)

ธรณีสัณฐานวิทยาจากกระบวนการธารน้ำ คือการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบทางน้ำและกระบวนการที่เกี่ยวข้องในขอบเขตของพื้นที่และช่วงเวลา โดยอิทธิพลจากกระบวนการที่เกิดขึ้นในอดีตมีความสำคัญที่ส่งผลต่อรูปแบบของทางน้ำในปัจจุบัน (Charlton, 2008)

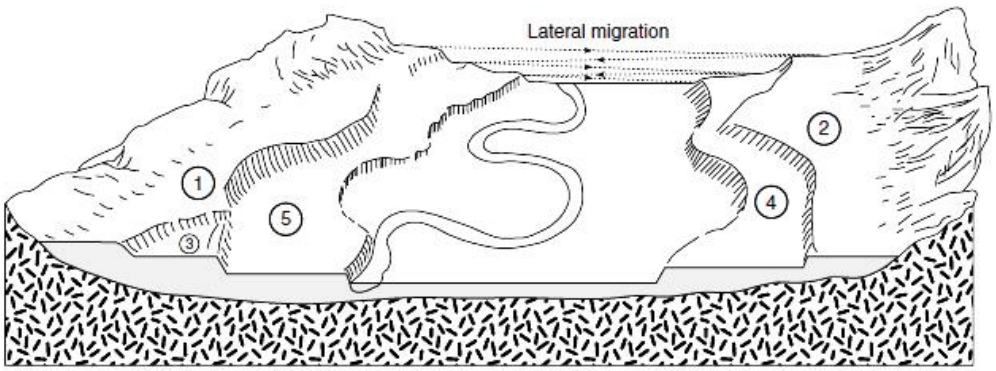


ภาพที่ 10 โครงสร้างธรณีสัณฐานจากกระบวนการธารน้ำสามารถแบ่งเป็น 3 ส่วนตามกระบวนการหลักที่เกิดในแต่ละพื้นที่ประกอบด้วย ส่วนต้นกำเนิด ส่วนพัดพาและส่วนทับถม

ที่มา : ดัดแปลงจาก Schumm, 1977 อ้างถึงใน Charlton (2008)

3.1) ธรณีสัณฐานจากการกัดกร่อนของแม่น้ำ

ลานตะพักลำน้ำ (River Terrace) หรือที่ราบขั้นบันไดของแม่น้ำ เกิดจากการกัดเซาะของแม่น้ำจากการไหลผ่านพื้นที่สะสมตะกอนที่เดิม การเปลี่ยนแปลงความเร็วของน้ำทำให้เกิดการกัดเซาะและการทับถมของตะกอนบนแนวกัดเซาะ เมื่อเกิดกระแสน้ำรุนแรงก็จะกัดเซาะพื้นที่ตรงกลางอีก ลักษณะนี้เมื่อเกิดขึ้นซ้ำๆ จะทำให้เกิดที่ราบขั้นบันไดลดหลั่นกันไปจนถึงริมฝั่งแม่น้ำ (Bowman, 2019)

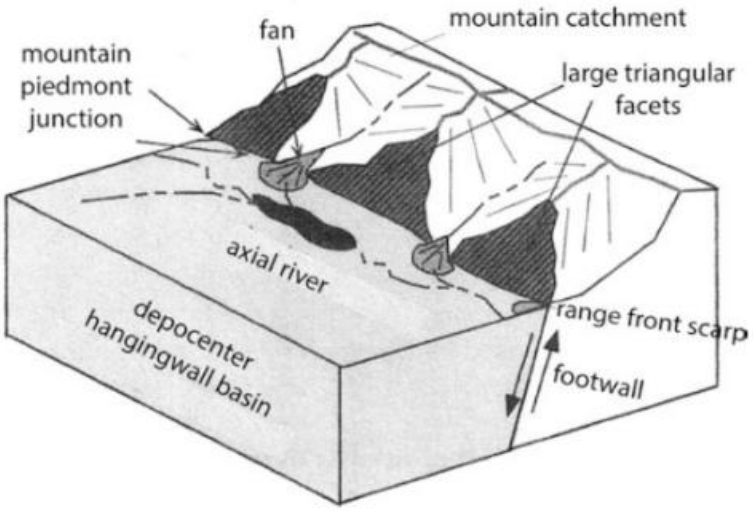


ภาพที่ 11 ลานตะพักลำน้ำเรียงลำดับตามการเกิดของตะพัก

ที่มา : ดัดแปลงจาก Huggett, 2003 อ้างถึงใน Charlton (2008)

3.2) ธรณีสัณฐานจากการทับถมของแม่น้ำ

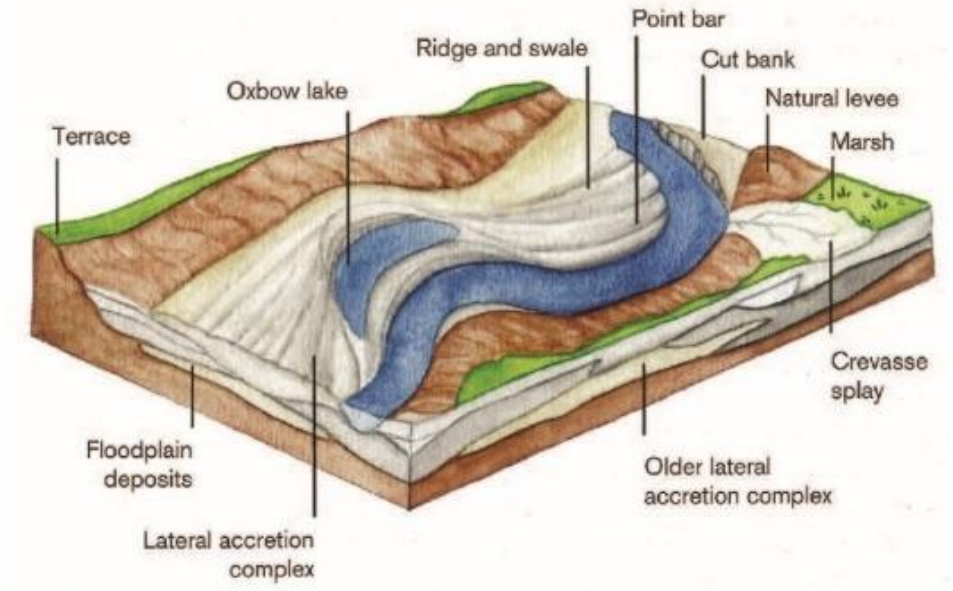
เนินตะกอนน้ำพารูปพัด (Alluvial Fan) เกิดขึ้นจากทางน้ำในหุบเขาที่มีความลาดชันและการกัดเซาะสูง การไหลของน้ำซึ่งพัดพาตะกอนจากการกัดเซาะจะมีความเร็วลงลดเมื่อเข้าสู่พื้นที่ราบเชิงเขา จึงเกิดการตกตะกอนของอนุภาคขนาดใหญ่สะสมบริเวณเชิงเขาในลักษณะกระจายออกรอบข้างเป็นรูปพัด ตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่าจะถูกพัดพาไกลออกไป โดยชนิดและความอุดมสมบูรณ์ของตะกอนเชื่อมโยงกับลักษณะทางธรณีวิทยาของภูเขาที่เป็นแหล่งกำเนิดตะกอน (Bowman, 2019)



ภาพที่ 12 ลักษณะการสะสมตัวของเนินตะกอนน้ำพารูปพัด

ที่มา : Bowman (2019)

ที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain) เป็นพื้นที่ลุ่มต่ำใกล้ทางน้ำหลักของแม่น้ำ การหลากของน้ำในฤดูน้ำหลากทำให้มีการสะสมตัวของตะกอนจากแม่น้ำ การพัดพาของน้ำและการทับถมของตะกอน ก่อให้เกิดลักษณะทางธรณีสัณฐานที่ราบน้ำท่วมถึง (Hamilton, 2009) การตกตะกอนจากในขณะที่เกิดการล้นตลิ่งทำให้เกิดคันดินธรรมชาติริมแม่น้ำ (Leopold et al., 1964) ที่ราบน้ำท่วมถึงมีลักษณะเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำที่มีพลวัต เกิดน้ำท่วมเป็นระยะจากการล้นตลิ่งของแม่น้ำ การไหลมารวมของลำน้ำสาขา ปริมาณน้ำฝน หรือระดับน้ำใต้ดิน เป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง (Opperman et al., 2017)



ภาพที่ 13 โครงสร้างและองค์ประกอบที่ราบน้ำท่วมถึง

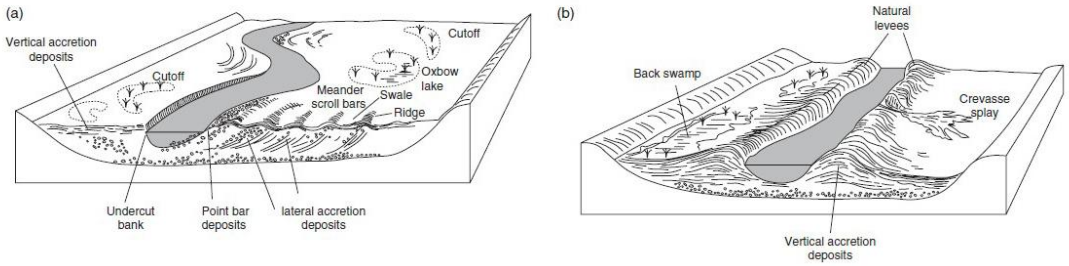
ที่มา : Opperman et al. (2017)

การเชื่อมต่อทางอุทกวิทยาของระบบแม่น้ำ (Riverine connectivity) ประกอบด้วย 1. การเชื่อมต่อในแนวยาว (Longitudinal connectivity) เป็นการไหลต่อเนื่องของน้ำในแม่น้ำจากต้นน้ำไปยังปลายน้ำ ซึ่งการไหลต่อเนื่องของแม่น้ำนี้ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายตะกอนแร่ธาตุจากต้นน้ำไปยังปลายน้ำ 2. การเชื่อมต่อด้านข้าง (Lateral connectivity) คือการเชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง และ 3. การเชื่อมต่อแนวดิ่ง (Vertical connectivity) คือการเชื่อมต่อระหว่างน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน (Opperman et al., 2017)

โครงสร้างที่ราบน้ำท่วมถึงประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก ดังต่อไปนี้ (Leopold et al., 1964)

1. ร่องน้ำหรือทางน้ำ (The river channel)
2. ทะเลสาบรูปแอกวัว (Oxbow lakes) เป็นส่วนที่ตัดขาดออกจากทางน้ำหลักเป็นผลมาจากการโค้งตวัดของลำน้ำ
3. สันดอนทราย (Point bars) การทับถมของตะกอนละเอียดที่ด้านนูนของโค้งน้ำ
4. รอยทางน้ำกวัดแกว่ง (Meander scrolls), คือพื้นที่ด้านในส่วนโค้งตะวัดที่มีชั้นตะกอนสะสมที่เกิดจากเปลี่ยนเส้นทางของน้ำ
5. พื้นที่หนองที่เกิดจากการตวัดของแม่น้ำ (Sloughs)
6. คันดินธรรมชาติ (Natural levees) มีลักษณะเป็นคันดินธรรมชาติที่เกิดจากการตกตะกอนจากน้ำที่เอ่อล้นตลิ่งเข้าท่วมพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงการทับถมของตะกอนบริเวณตลิ่งก่อตัวสันดอนริมแม่น้ำ
7. ที่ลุ่มหลังคันดิน (Back swamp) เป็นพื้นที่ต่ำถัดจากคันดินเป็นที่สะสมของตะกอนละเอียดจากแม่น้ำจึงเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์
8. ตะกอนทราย (Sand splays) การสะสมตัวของตะกอนในสภาพแวดล้อม แบบท้องร่องน้ำหรือธารน้ำใหม่ที่เกิดจากการล้นฝั่งของกระแสน้ำจนตัดขอบฝั่งให้เกิดเป็นทางน้ำใหม่ขึ้นมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

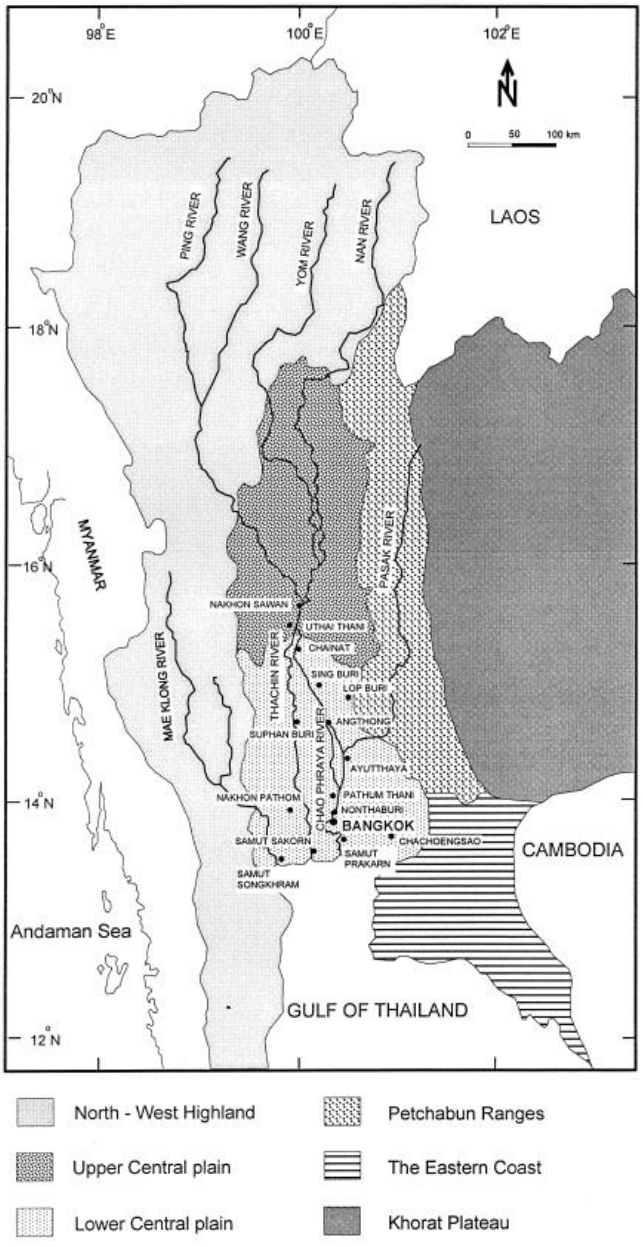


ภาพที่ 14 โครงสร้างและองค์ประกอบที่ราบน้ำท่วมถึงในพื้นที่แม่น้ำที่การไหลมีความรุนแรงปานกลาง (a) และในบริเวณที่แม่น้ำไหลช้า (b)

ที่มา : ดัดแปลงจาก Nanson and Croke, 1992 อ้างถึงใน Charlton (2008)

4) โครงสร้างภูมินิเวศที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา

Sinsakul (2000) ได้ทำการจำแนกขอบเขตภูมิภาคของประเทศไทยตามลักษณะทางกายภาพ ออกเป็น (1) เขตภูเขาภาคเหนือ-ตะวันตก (North – West Highland) (2) ที่ราบภาคกลางตอนบน (Upper Central Plain) (3) ที่ราบภาคกลางตอนล่าง (Lower Central) เทือกเขาเพชรบูรณ์ (Petchabun Ranges) (5) ชายฝั่งภาคตะวันออก (The Eastern Coast) (6) ที่ราบสูงโคราช (Khorat Plateau)



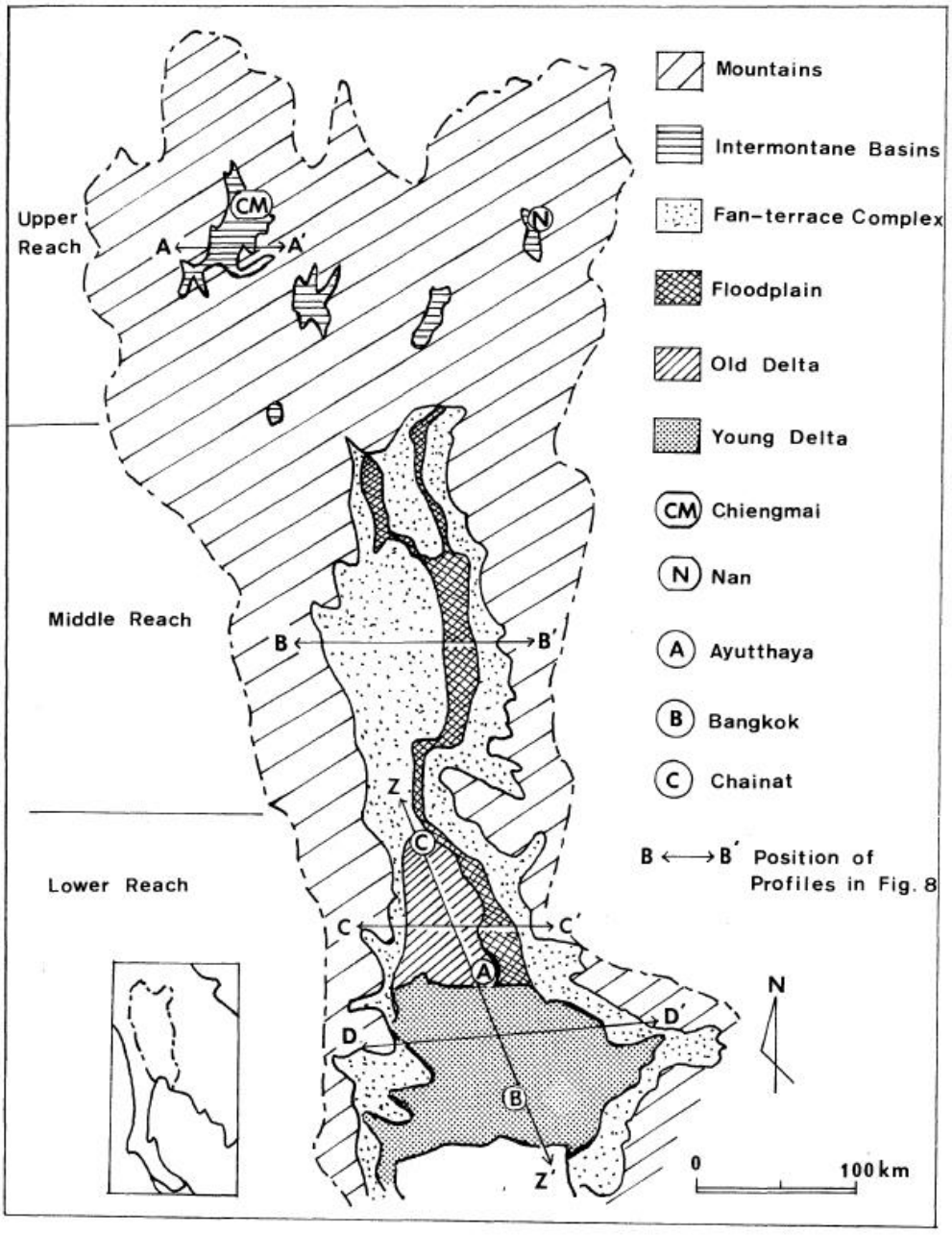
ภาพที่ 15 ขอบเขตภูมิภาคของประเทศไทยจำแนกตามลักษณะทางกายภาพ

ที่มา : Sinsakul (2000)

โครงสร้างของที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนตามลักษณะภูมิประเทศและลักษณะทางอุทกศาสตร์ (Takaya, 1987)

1. พื้นที่ตอนบน (Upper reach) พื้นที่ตอนบนของลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยามีลักษณะเป็นแอ่งที่ราบระหว่างภูเขา (Intermontane basin) ที่มีความลาดชัน แม่น้ำสายสั้นไหลจากต้นน้ำบนภูเขาไหลมารวมกันที่แอ่ง
2. พื้นที่ตอนกลาง (Middle reach) บริเวณตอนกลางของลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงของภูมิประเทศ ความลาดชันของพื้นที่น้อยลงไล่ตามลำดับจากขอบแอ่งซึ่งเป็นพื้นที่เชิงเขาประกอบด้วยตะพักลำน้ำและเนินตะกอนรูปพัดรูปพัดไล่ลงไปจนถึงบริเวณพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่มีลักษณะเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำ ในพื้นที่ตอนกลางของลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นบริเวณที่แม่น้ำมารวมกันเป็นสายหลักและในลักษณะที่เป็นธารน้ำประสานสาย
3. พื้นที่ตอนล่าง (Lower reach) พื้นที่ตอนล่างของลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยามีลักษณะแบนราบกว่าพื้นที่ตอนกลาง ทำให้แม่น้ำสายใหญ่เริ่มแยกออกเป็นแม่น้ำสายย่อย ด้วยลักษณะภูมิประเทศทำให้พื้นที่ตอนล่างนี้เป็นส่วนรับน้ำ (Flood-reception กระจายน้ำ (Flood-dispersion)

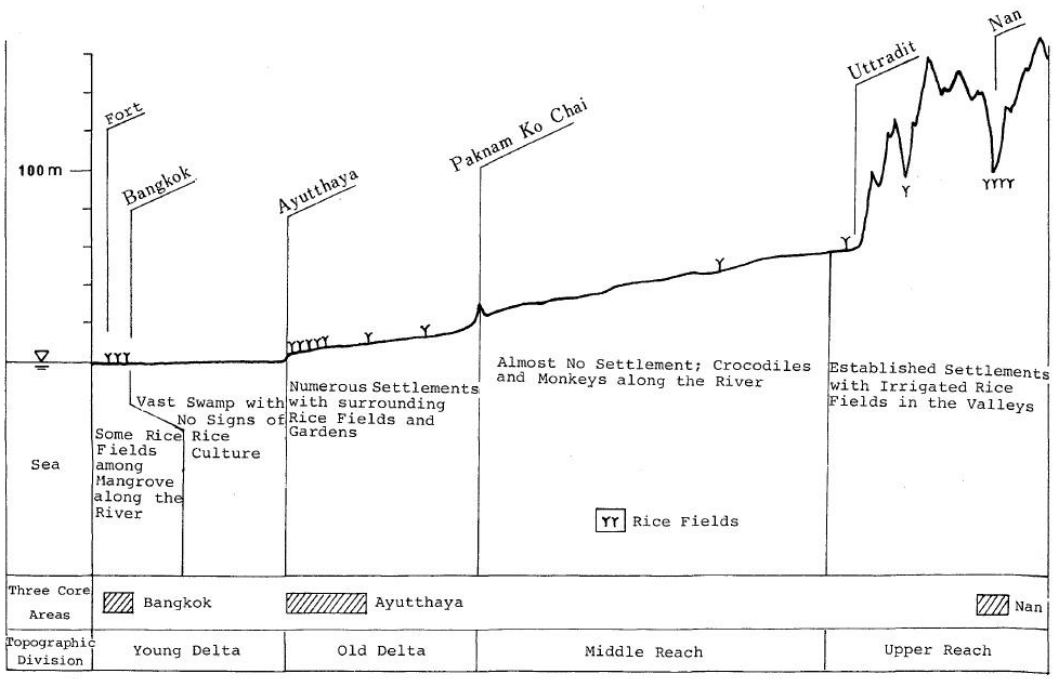
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 16 โครงสร้างที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา

ที่มา : Takaya (1987)

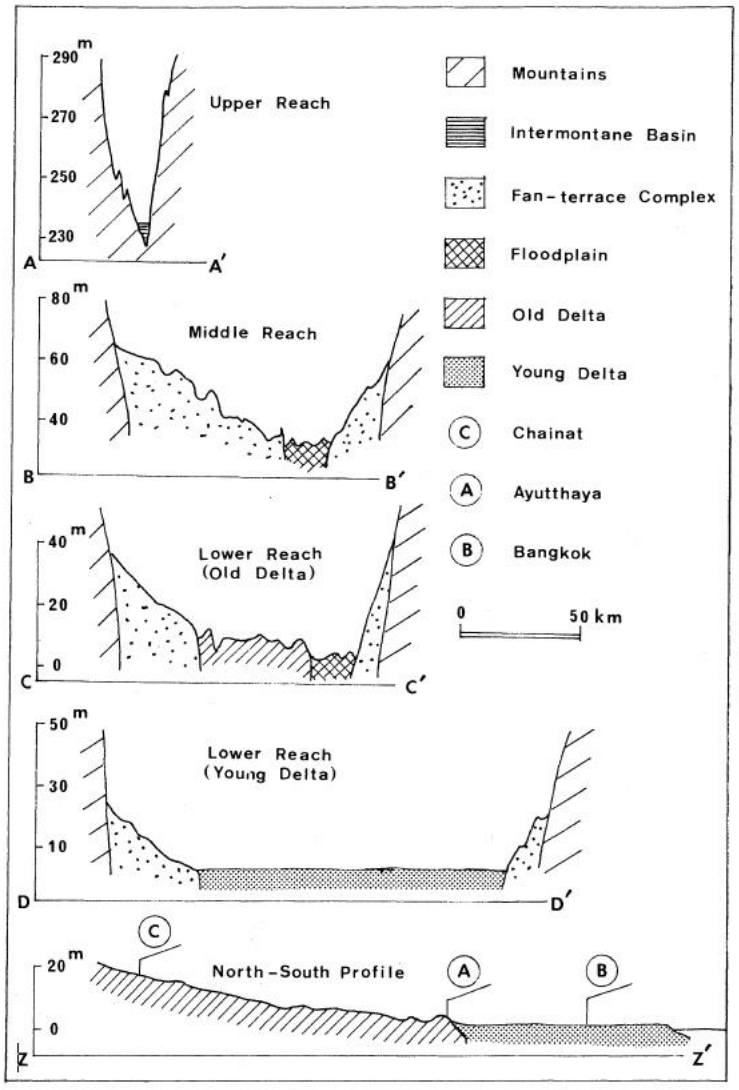
พื้นที่ตั้งเมืองสุโขทัยอยู่ในช่วงตอนกลางของลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณแม่น้ำยมเป็นช่วงที่แม่น้ำถูกขนาบด้วยที่ราบน้ำท่วมถึงที่มีความกว้างระหว่าง 5 – 10 กิโลเมตร มีพื้นที่ตะพักลำน้ำและเนินตะกอนรูปพัดเป็นขอบของแอ่ง (Takaya, 1987)



ภาพที่ 17 รูปตัดแสดงลักษณะภูมิประเทศที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา

ที่มา : Takaya (1987)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 18 ลักษณะภูมิประเทศแนวตัดขวางที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา

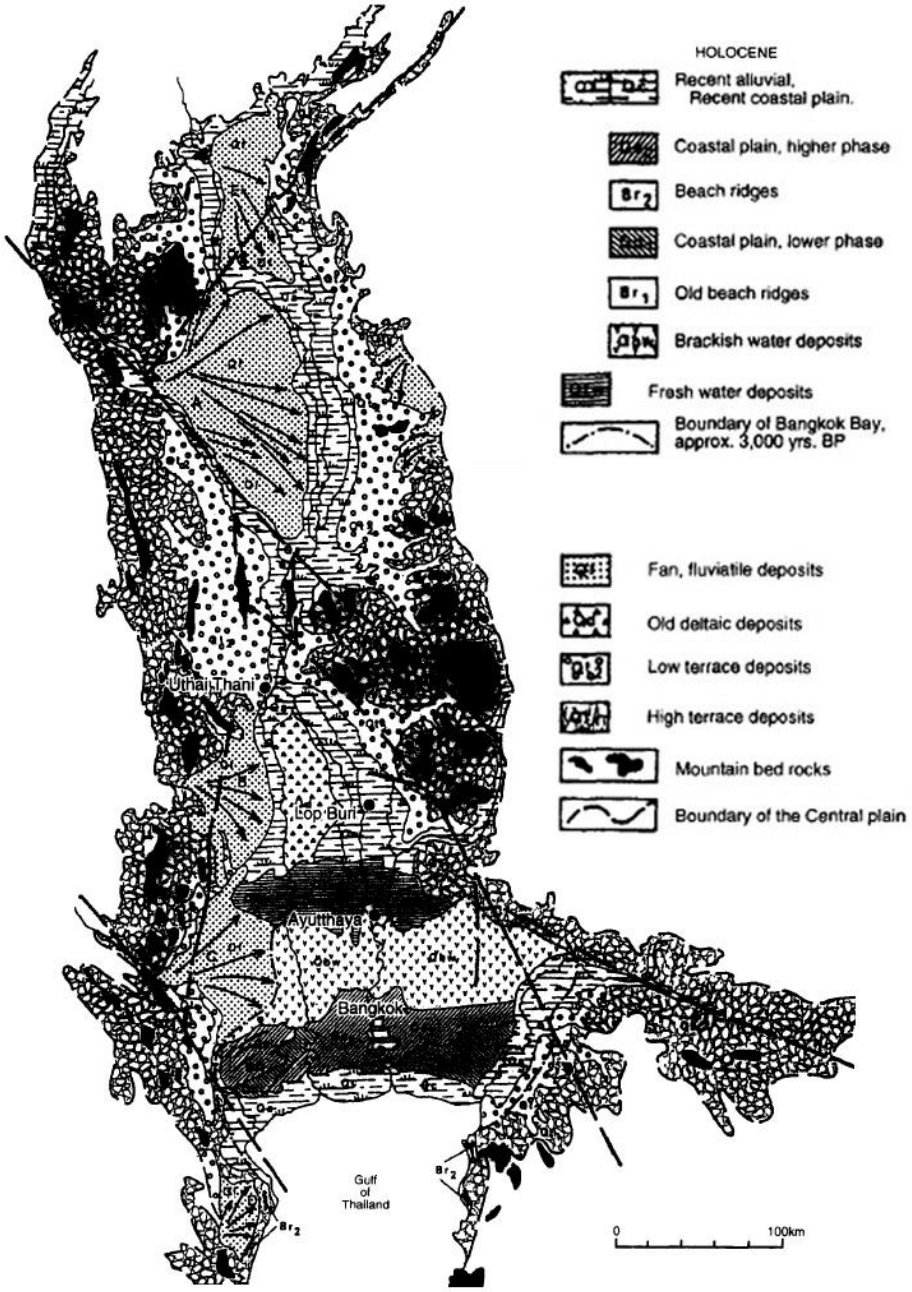
ที่มา : Takaya (1987)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปตัด B-B’ จาก *ภาพที่ 18* แสดงลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ตอนกลางของลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ประกอบด้วยที่ราบน้ำท่วมถึงซึ่งเป็นที่ลุ่มต่ำ ขนาบด้วยพื้นที่ตะพักลำนำและเนินตะกอนรูปพัดที่เป็นพื้นที่สูง

ลักษณะทางธรณีสัณฐานที่ราบภาคกลางที่เกิดจากกระบวนการธารน้ำมีลักษณะเป็นแอ่งปกคลุมด้วยตะกอนยุคควอเทอร์นารี โดยบริเวณพื้นที่เมืองสุโขทัย เป็นพื้นที่ตะกอนตะพักลำน้ำ (terrace deposit) และ ตะกอนธารน้ำพาใหม่ (recent alluvial) เกิดจากการทับถมของตะกอนจากแม่น้ำ ตาม *ภาพที่ 19* (Dheeradilok, 1995)

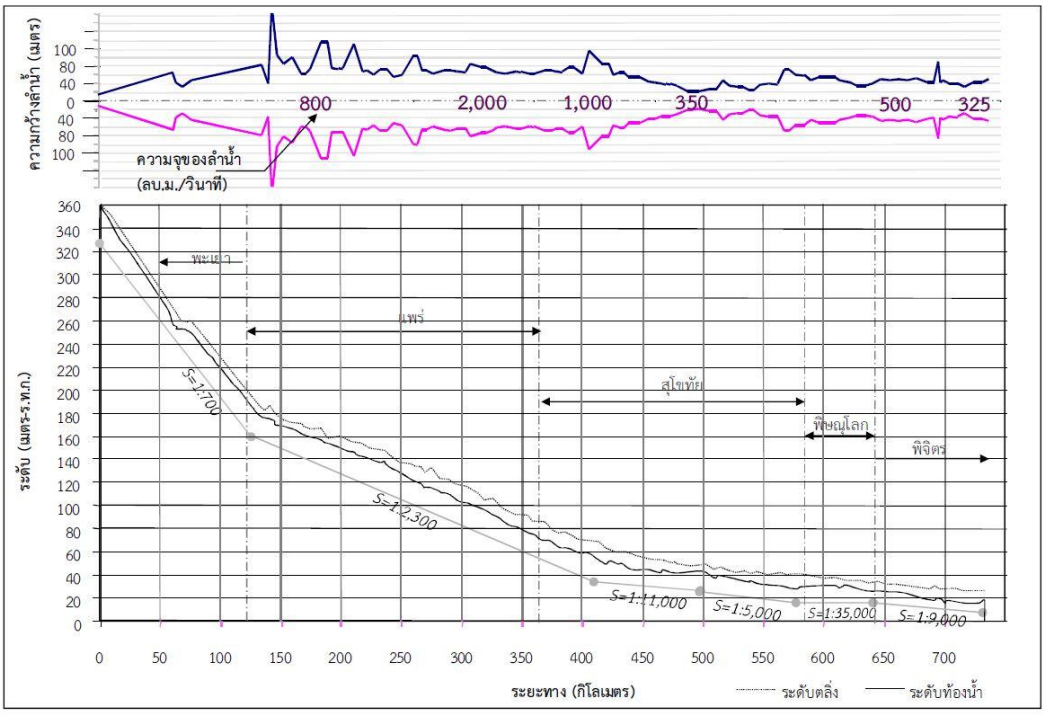
ยุคควอเทอร์นารี (2.58 ล้านปีก่อน-ปัจจุบัน) (Walker et al. 2018; Cohen et al. 2020 อ้างถึงใน (ตรงใจ หุตางกูร และ นัทกฤษ ยอดราช, 2564) สามารถแยกย่อยเป็นสมัยไพลสโตซีน (Pleistocene) เป็นช่วงการก่อตัวของตะพักลำน้ำและเนินตะกอนรูปพัด และในช่วงสมัยโฮโลซีน (Holocene; 11,700 ปีมาแล้วจนถึงปัจจุบัน) เป็นช่วงสะสมตะกอนธารน้ำพามีความสัมพันธ์กับจุดเริ่มช่วงอากาศอบอุ่น (Dheeradilok, 1995)



ภาพที่ 19 แผนที่แสดงพื้นที่ตะกอนยุคควอเทอร์นารีในที่ราบภาคกลาง

ที่มา : Dheeradilok (1995)

แม่น้ำยมมีต้นกำเนิดในเทือกเขาผีปันน้ำและเทือกเขาแดนลาว ในเขตจังหวัดพะเยาและแพร่ (เฉลิม พรกระแส, 2544) ภูมิประเทศของพื้นที่ช่วงต้นน้ำมีความลาดชัน ประมาณ 1 : 700 ก่อนจะเปลี่ยนความชันเมื่อเข้าเขตจังหวัดแพร่ และมีค่าความชันอยู่ที่ประมาณ 1:5000 ถึง 1:11000 จาก *ภาพที่ 20* ความจุของลำน้ำลดลงและความกว้างของแม่น้ำยมมีลักษณะแคบลงในบริเวณที่ไหลผ่านสุโขทัย รวมทั้งมีลักษณะท้องน้ำค่อนข้างราบ ลักษณะภูมิประเทศที่ความชันลดลงส่งผลให้น้ำไหลช้า (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2555)



ภาพที่ 20 รูปตัดตามยาว ความกว้างและความจุของแม่น้ำยม
ที่มา : สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (2555)

5) ข้าวและโครงสร้างภูมินิเวศ

การปลูกข้าวพบได้ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย ปัจจัยที่จำแนกประเภทการเพาะพันธุ์ข้าว ความลึกและระยะเวลาน้ำท่วม โดยชนิดของข้าวสามารถแบ่งตามสภาพแวดล้อม ได้ดังนี้ (Catling, 1999)

1. ข้าวนาชลประทาน (Irrigated rice)
2. ข้าวนาน้ำฝนที่ราบลุ่ม (Rain-fed lowland rice)
3. ข้าวนาน้ำลึก (Deep water rice)
4. ข้าวไร่ (Upland rice)
5. ข้าวนาในพื้นที่ชุ่มน้ำขึ้นน้ำลง (Tidal Wetlands rice)

ความแตกต่างของชนิดพันธุ์ข้าวที่พบได้ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย ทำให้ชนิดพันธุ์ข้าวจึงเป็นตัวบ่งชี้ภูมินิเวศของพื้นที่และพื้นที่นาสามารถบ่งชี้ความเป็นพื้นที่ลุ่มของพื้นที่ได้ โดยข้าวสามารถจำแนกออกตามความลึกของน้ำและวิธีการปลูกได้ดังนี้ (Catling, 1999)

1. ข้าวน้ำลึก หรือ ข้าวนาสวน คือ ข้าวที่พบในน้ำที่มีความลึก 0.5 – 1 เมตร โดยทั่วไปต้นข้าวมีความสูงมากกว่า 1.4 เมตร (Catling, 1999)
2. ข้าวฟางลอย หรือ ข้าวขึ้นน้ำ คือ ข้าวที่พบได้ในน้ำที่มีความลึกมากกว่า 1 เมตร โดยความสูงของต้นข้าวจะเพิ่มขึ้นไปตามระดับน้ำในฤดูน้ำหลาก (Catling, 1999)
3. ข้าวสมัยใหม่ หรือ ข้าวพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง (High-yielding varieties) เกิดจากการปรับปรุงพันธุกรรมเพื่อผลผลิตข้าวที่มากขึ้น เป็นข้าวลำต้นสั้นมีความสูงเพียง 0.85-1.1 เมตร ไม่สามารถทนต่อน้ำท่วมได้ จึงต้องมีการควบคุมระดับน้ำของนาข้าวไม่ให้เกิน 50 เซนติเมตร (Catling, 1999)

การรวบรวมพันธุ์ข้าวพื้นเมืองในประเทศไทยของสถาบันวิจัยข้าว พบข้าวพื้นเมืองในพื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัยทั้งหมด 19 ชนิด ประกอบด้วยข้าวน้ำลึก 14 ชนิด และข้าวฟางลอย 5 ชนิด (ฉวีวรรณ วุฒิญาโณ, 2543) มีรายชื่อดังต่อไปนี้

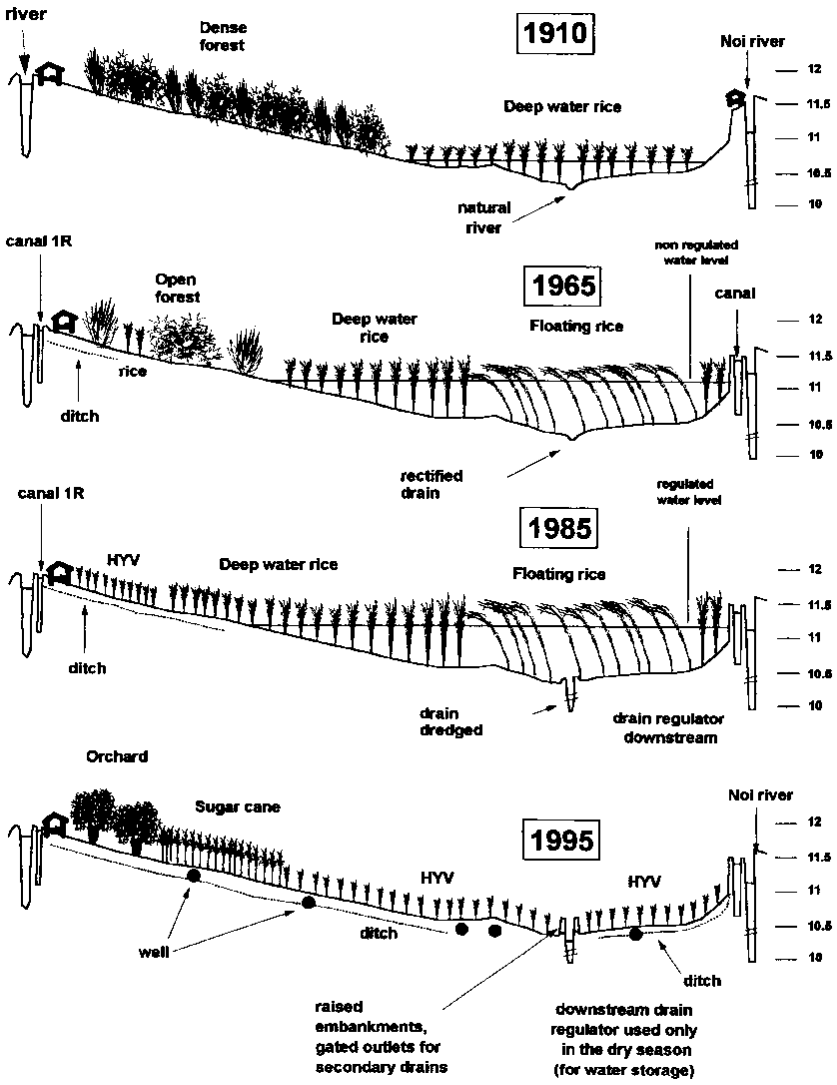
ลำดับที่	ชื่อพันธุ์	หมายเลข	ชนิดข้าว	ชนิดการปลูก	อำเภอ	จังหวัด
294	แก่นจันทร์	4902	เจ้า	น้ำลึก	เมือง	สุโขทัย
302	แก่นประดู่	4909	เหนียว	น้ำลึก	เมือง	สุโขทัย
610	ขาวนายหลง	4891	เจ้า	ขึ้นน้ำ	เมือง	สุโขทัย
614	ขาวน้ำค้าง	4893	เจ้า	ขึ้นน้ำ	เมือง	สุโขทัย
772	ขาวลอย	4886	เจ้า	น้ำลึก	เมือง	สุโขทัย
1027	ข้าวพราหมณ์	5304	เจ้า	น้ำลึก	เมือง	สุโขทัย
1203	เขียวลอยน้ำ	4895	เจ้า	ขึ้นน้ำ	เมือง	สุโขทัย
2276	ตาขุย	3416	เจ้า	ขึ้นน้ำ	เมือง	สุโขทัย
2296	ตานิ่ม	4879	เจ้า	น้ำลึก	เมือง	สุโขทัย
2333	ตาอู๋	4906	เจ้า	น้ำลึก	เมือง	สุโขทัย
2366	โตนด	4908	เจ้า	น้ำลึก	เมือง	สุโขทัย
2589	นางเป็ด	15180	เจ้า	น้ำลึก	เมือง	สุโขทัย
3174	เบาลอย	3415	เจ้า	น้ำลึก	เมือง	สุโขทัย
3781	มะแขก	4890	เจ้า	น้ำลึก	เมือง	สุโขทัย
4867	หอมครัว	4897	เจ้า	น้ำลึก	เมือง	สุโขทัย
4934	หอมละออ	3421	เหนียว	น้ำลึก	เมือง	สุโขทัย
5319	เหลืองฉวาง	3410	เจ้า	น้ำลึก	เมือง	สุโขทัย
5434	เหลืองใบเล็ก	4910	เจ้า	น้ำลึก	เมือง	สุโขทัย
5799	อีแป็ด	4899	เจ้า	ขึ้นน้ำ	เมือง	สุโขทัย

ตารางที่ 1 แสดงพันธุ์ข้าวและชนิดการปลูกในอำเภอเมืองจังหวัดสุโขทัย

ที่มา : ฉวีวรรณ วุฒิญาโณ (2543)

การเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศจากนโยบายการปลูกข้าวของประเทศไทยเริ่มขึ้นเมื่อ ปี พ.ศ. 2518 การปลูกข้าว 2 ครั้งต่อปี ส่งผลให้มีการทำนาไม่สัมพันธ์กับฤดูกาลและส่งผลให้เกิดความจำเป็นที่จะต้องพึ่งพาน้ำจากระบบชลประทาน (Tomosugi, 1995) ในปี พ.ศ. 2534 ได้เกิดการส่งเสริมให้มีการเพาะปลูกข้าวต้นสั้นที่ให้ผลผลิตสูง การควบคุมระดับน้ำการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเพาะปลูกเป็นการเกษตรกรรมแบบเข้มข้นโดยการใส่ปุ๋ย (Molle and Keawkulaya, 1998)

ผลพวงจากการส่งเสริมการปลูกข้าวต้นสั้นที่ไม่สามารถทนต่อสภาพน้ำท่วมได้ เพื่อไม่ให้ผลผลิตเสียหายจึงทำให้ต้องมีการควบคุมระดับน้ำและระบบป้องกันน้ำท่วม ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อพลวัตของน้ำในที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา แสดงใน *ภาพที่ 21* การเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศในที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาของชนิดพันธุ์ข้าวและความลึกของน้ำ จากการปลูกข้าวน้ำลึก ไปยังการปลูกข้าวฟางลอยหลังจากการสร้างเขื่อนทำให้ระดับน้ำในพื้นที่สูงขึ้น มาเป็นข้าวต้นสั้นในปี พ.ศ. 2534 ที่จำเป็นจะต้องมีการสร้างระบบควบคุมน้ำทำให้น้ำไม่สามารถหลากเข้าพื้นที่ได้เหมือนเดิม (Molle et al., 2021; Molle and Keawkulaya, 1998)



ภาพที่ 21 รูปตัดแนวขวางแสดงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำและชนิดพันธ์ข้าว

ที่มา : Molle and Keawkulaya (1998)

2.1.1.2 บทบาทภูมินิเวศ (Landscape Function)

กระบวนการที่เกิดขึ้นในภูมินิเวศ ก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเชิงพื้นที่ เช่น การไหลเวียนของวัสดุ การหมุนเวียนของพลังงาน การเคลื่อนย้ายของสิ่งมีชีวิตภายในระบบนิเวศ กระบวนการเชิงนิเวศที่เกิดขึ้นในโครงสร้างของภูมินิเวศเป็นคุณลักษณะของภูมินิเวศที่ให้คุณประโยชน์ต่อมนุษย์ในรูปแบบของนิเวศบริการ (Forman and Godron, 1986)

นิเวศบริการ คือประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับจากการดำเนินไปของระบบนิเวศ ทั้งทางตรงและทางอ้อม (Zonneveld, 1988) ใช้ศักยภาพและบทบาทเป็นเกณฑ์การประเมิน โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มดังนี้

1. บทบาทการผลิต (Provisioning Service) คือการเป็นแหล่งกำเนิดทรัพยากร ได้แก่ น้ำ แร่ธาตุ พลังงาน หรือการเป็นแหล่งผลิตจากทรัพยากรในระบบ เช่น การเกษตร
2. บทบาทเชิงสนับสนุน (Supporting Function) คือบทบาทในการรองรับทั้งในเชิงพื้นที่เพื่อรองรับกิจกรรมหรือการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตและการหมุนเวียนสสารพลังงานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต
3. บทบาทการควบคุม (Regulating Function) คือ การรักษาสมดุลในระบบนิเวศ เพื่อระบบนิเวศและกระบวนการต่าง ๆ ดำเนินไปได้
4. บทบาทการให้ข้อมูล (Information Function) การบ่งบอกศักยภาพข้อจำกัด เชื่อมโยงกับคุณค่าทางจิตวิญญาณ การพัฒนาทางสติปัญญา นันทนาการ และสุนทรียภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทบาทเชิงนิเวศของภูมินิเวศที่ราบน้ำท่วมถึง

กระบวนการในที่ราบน้ำท่วมถึงมีบทบาทในการสนับสนุนการผลิตเชิงนิเวศที่เอื้อประโยชน์หลากหลายแก่มนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม (Gren at al 1995; Barnett at al. 2016 อ้างถึงใน Opperman et al., 2017) ซึ่งสามารถเรียกได้ว่าเป็นประโยชน์หรือนิเวศบริการ (ecosystem service) โดย Opperman et al. (2017) ได้จำแนกบทบาทเชิงนิเวศของที่ราบน้ำหลากไว้ดังนี้

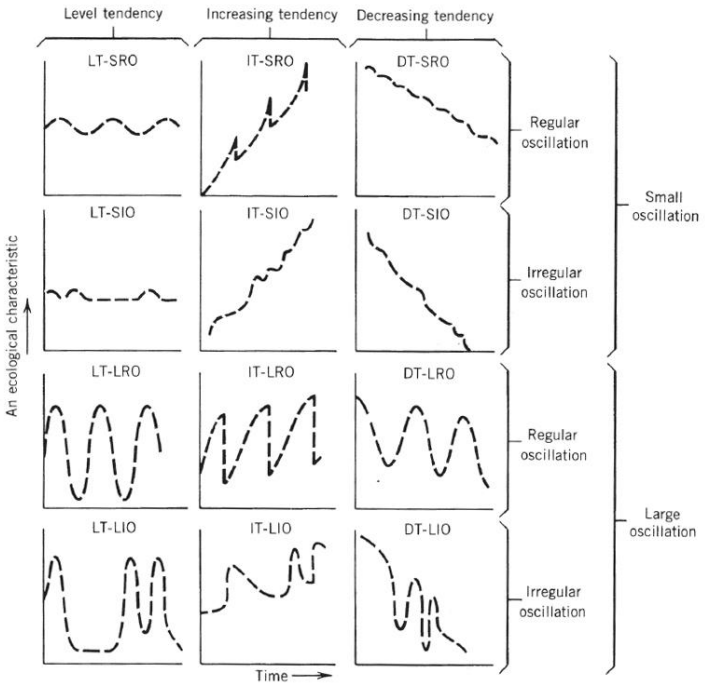
1. การควบคุมปริมาณตะกอนและสารอาหาร การหลากของน้ำพัดพาเอาตะกอนมาสะสมในพื้นที่ราบน้ำหลาก ทำให้บริเวณนี้มีดินที่อุดมสมบูรณ์ รวมทั้งการดูดซับแร่ธาตุบางชนิดที่มีมากเกินไป ทำให้คุณภาพน้ำให้แม่น้ำดีขึ้น

2. การเก็บกักปริมาณคาร์บอน การดูดซับปริมาณคาร์บอนไว้ในพืชและดิน
3. การเติมน้ำใต้ดินและความชุ่มชื้นของดิน
4. การประมงน้ำจืด เป็นแหล่งอาหารและที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ โดยพื้นที่น้ำหลากที่อุดมสมบูรณ์ ส่งผลดีต่อการประมงน้ำจืด
5. การนันทนาการ การเป็นพื้นที่เปิดโล่งที่เอื้อต่อกิจกรรมนันทนาการของมนุษย์ซึ่งมีความหลากหลายในแต่ละฤดู
6. ความหลากหลายทางชีวภาพ เพราะมีสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดที่จำเป็นต้องพึ่งพิงพื้นที่ราบน้ำหลากในแง่แหล่งอาหาร ที่อยู่ ที่อพยพ ที่วางไข่ และประโยชน์ทางอ้อม
7. บทบาทอื่น ๆ หรือบทบาทเฉพาะ เนื่องจากระบบนิเวศมีความเฉพาะในแต่ละพื้นที่ ที่ราบน้ำหลากจึงมีความสำคัญอันจำเพาะต่อระบบที่มีความแตกต่างกันออกไป กล่าวคือความจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตเฉพาะถิ่นหรือแม้แต่การกำจัดสารพิษปนเปื้อนในพื้นที่

2.1.2.3 การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศ (Landscape Change)

กระบวนการทางธรรมชาติในภูมินิเวศ ส่งผลให้ภูมินิเวศเป็นระบบที่มีพลวัต ทำให้ภูมินิเวศมีการแปรเปลี่ยนซึ่งสามารถส่งผลต่อทั้งโครงสร้างและบทบาทหน้าที่ของภูมินิเวศ นอกจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดเป็นปกติตามธรรมชาติแล้ว ยังมีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการถูกรบกวน ทั้งจากธรรมชาติ เช่น ไฟป่า ภัยธรรมชาติ และจากการกระทำของมนุษย์ที่มักเป็นการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบการทำลายธรรมชาติ (Forman and Godron, 1986) โดยลักษณะการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศสามารถพิจารณาได้จากเส้นกราฟของการเปลี่ยนแปลง (Variation curve) ความแปรผันของกราฟเหล่านี้สามารถจำแนกได้ด้วยลักษณะ 3 แบบ (Forman and Godron, 1986) คือ

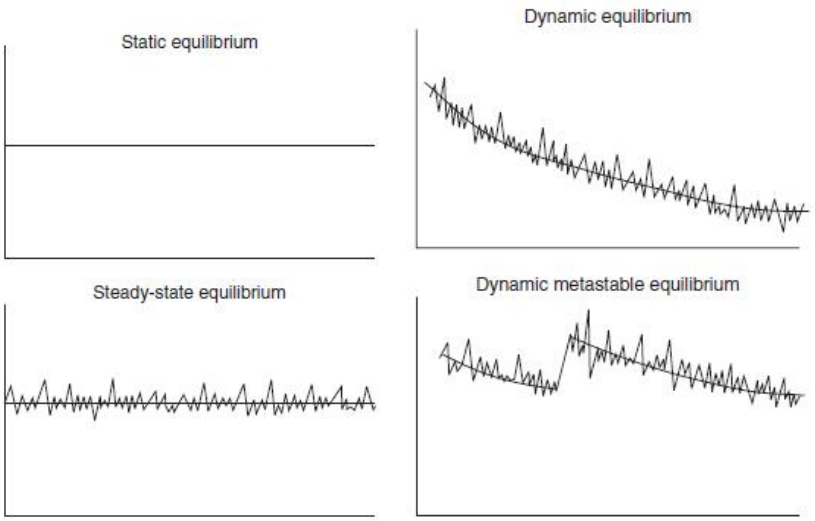
1. แนวโน้มทั่วไปของการเปลี่ยนแปลง (เพิ่มขึ้น ลดลง หรือระดับ)
2. แอมพลิจูดสัมพัทธ์ของการแกว่งรอบแนวโน้มทั่วไป (มากหรือน้อย)
3. จังหวะการแกว่ง (ปกติหรือไม่สม่ำเสมอ)



ภาพที่ 22 เส้นกราฟของลักษณะการเปลี่ยนแปลงในภูมินิเวศ ประกอบด้วยแนวโน้มทั่วไป รอบและความถี่ของการแกว่ง

ที่มา : Forman and Godron (1986)

โดยกราฟการเปลี่ยนแปลงนี้สามารถบ่งบอกความสมดุลของภูมินิเวศได้ จังหวะและรอบการแกว่งแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศในระยะสั้น เช่น รอบฤดูกาล โดยการดำเนินไปของภูมินิเวศเป็นไปตามแนวโน้มระยะยาว เช่นการกัดเซาะและทับถมของแม่น้ำที่เปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของภูมินิเวศ (Forman and Godron, 1986)



ภาพที่ 23 เส้นกราฟลักษณะความสมดุลรูปแบบต่างๆในภูมินิเวศ

ที่มา : Charlton (2008)

ทฤษฎีพลวัตน้ำหลาก

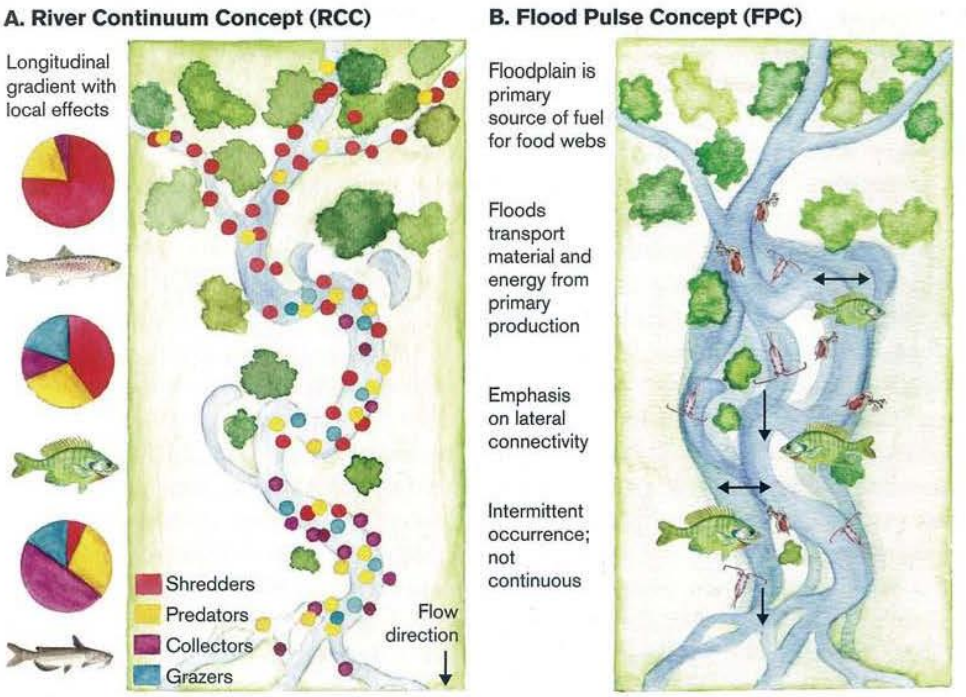
แนวคิดเรื่องความต่อเนื่องของแม่น้ำ (River Continuum Concept) (Vannote et al. 1980 อ้างถึงใน Opperman et al., 2017) อธิบายเรื่องการเชื่อมต่อและเคลื่อนย้ายตะกอนแร่ธาตุ จากต้นน้ำไปยังปลายน้ำโดยตะกอนแร่ธาตุจากต้นน้ำเป็นที่มาของความอุดมสมบูรณ์ของแม่น้ำ *ภาพที่ 24*

ทฤษฎีพลวัตน้ำหลาก (Flood Pulse Concept) อธิบายถึงการเชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำกับพื้นที่ลุ่มด้านข้าง โดยจะเกิดขึ้นเมื่อระดับน้ำในแม่น้ำเพิ่มสูงและเอ่อล้นตลิ่งเข้าท่วมที่ลุ่มข้างเคียง ทำให้เกิดการเชื่อมต่อกันในช่วงระยะเวลาหนึ่งเพื่อแลกเปลี่ยน โอนถ่ายตะกอนแร่ธาตุระหว่างแม่น้ำและพื้นที่ราบน้ำหลาก เป็นแหล่งที่มาของความอุดมสมบูรณ์ รวมถึงการเกิดการเคลื่อนย้ายของสิ่งมีชีวิตในน้ำตามวัฏจักรชีวิต สรุปได้ว่าแหล่งแร่ธาตุของแม่น้ำไม่ได้มาจากต้นน้ำเพียงอย่างเดียว แต่ที่ราบด้านข้างยังเป็นแหล่งแร่ธาตุที่สำคัญของแม่น้ำ ในแง่อุทกศาสตร์ที่ราบน้ำหลากเป็นส่วนหนึ่งของระบบแม่น้ำ (River-floodplain system) ที่มีกระบวนการการตกตะกอน การแลกเปลี่ยนอินทรีย์วัตถุ ชีวมวลและพลังงานระหว่างกัน (Junk et al., 1989) *ภาพที่ 25*

ระดับการเชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำและที่ราบน้ำหลากขึ้นอยู่กับระดับน้ำของแม่น้ำ ที่ระดับน้ำต่ำ ที่ราบน้ำหลากจะถูกตัดขาดจากแม่น้ำ กระบวนการทางชีววิทยาบนบกและแหล่งน้ำที่ขาดการเชื่อมต่อกับแม่น้ำจะมีการพัฒนาอย่างอิสระจากระบบรวม และกลับคืนสู่สภาพเดิมอีกครั้งในน้ำหลากครั้งถัดไป โดยความถี่ของการเกิดน้ำหลากขึ้นกับลักษณะและระดับความสูงของพื้นที่ (Junk et al., 1989)

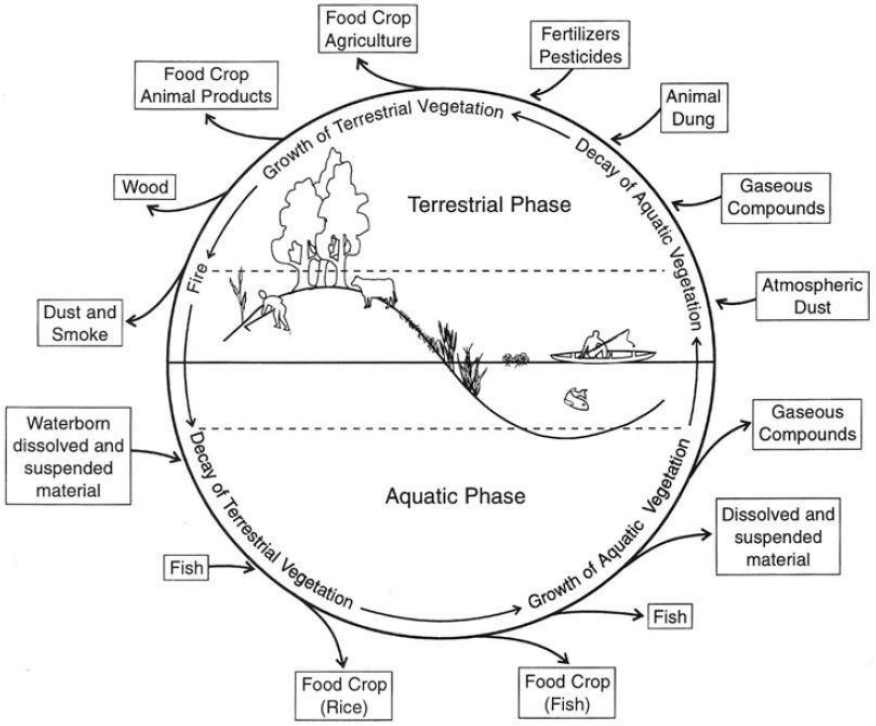
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในช่วงระดับน้ำต่ำ คลองและทะเลสาบที่ขาดการเชื่อมต่อกับแม่น้ำ จะเกิดการสะสมตะกอนตามธรรมชาติ ความอุดมสมบูรณ์ของแม่น้ำมาจากสารอินทรีย์ที่ผลิตในพื้นที่ราบน้ำหลาก เมื่อระดับน้ำเพิ่มขึ้น ที่ราบน้ำหลากสามารถทำหน้าที่เป็น พื้นที่รับน้ำ หรือทางระบายน้ำ (Junk et al., 1989)



ภาพที่ 24 แผนภาพแนวคิดลักษณะการเชื่อมต่อจากต้นไปปลายน้ำและการเชื่อมต่อแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง

ที่มา : Opperman et al. (2017)

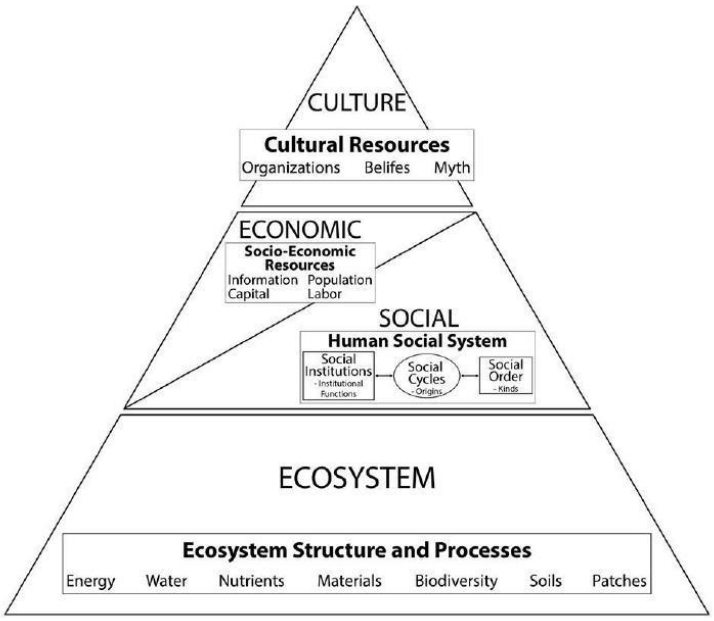


ภาพที่ 25 แผนภาพวัฏจักรของการแลกเปลี่ยนสารอาหารและพลังงานในที่ราบน้ำท่วมถึง

ที่มา : Junk (1997)

2.1.2 ทฤษฎีมานุษยนิเวศ

ภูมินิเวศให้ประโยชน์แก่มนุษย์ในรูปแบบของการเป็นสภาพแวดล้อมที่รองรับกิจกรรมของมนุษย์ในรูปแบบพื้นที่ การเป็นที่อยู่อาศัยและแหล่งผลิตอาหาร โดยทั้งหมดนี้ขึ้นอยู่กับระบบนิเวศและทรัพยากรพื้นที่และความรู้ความสามารถของมนุษย์ในการพัฒนาสังคมเศรษฐกิจและวัฒนธรรม การตั้งถิ่นฐานเป็นทั้งการปรับตัวของมนุษย์ให้เข้ากับสภาพแวดล้อมและจัดการกับเงื่อนไขของสภาพแวดล้อม (Thaitakoo, 2017) *ภาพที่ 26* แสดงความสำคัญของภูมินิเวศในฐานที่เป็นฐานของระบบสังคมเศรษฐกิจและวัฒนธรรมมนุษย์ ภูมินิเวศเป็นเงื่อนไขของสภาพแวดล้อมที่เชื่อมโยงกับที่ตั้งของเมือง (ดนัย ทายตะคุ, การสื่อสารระหว่างบุคคล, 23 มีนาคม พ.ศ. 2563)



ภาพที่ 26 ภาพจำลองความสัมพันธ์ของฐานภูมินิเวศต่อระบบสังคมเศรษฐกิจและวัฒนธรรมมนุษย์
ที่มา: ดนัย ทายตะคุ (การสื่อสารระหว่างบุคคล, 23 มีนาคม พ.ศ. 2563)

2.1.2.1 ภูมิศาสตร์ประชากร (Population Geography)

การกระจายตัวของประชากรมีความเชื่อมโยงกับลักษณะทางภูมิศาสตร์ทั้งลักษณะทางกายภาพและแหล่งทรัพยากร บริเวณที่มีประชากรอยู่อาศัยหนาแน่นเป็นข้อบ่งชี้ว่าบริเวณดังกล่าวมีปัจจัยหลายอย่างประกอบเป็นเงื่อนไขพื้นฐานที่เอื้อต่อการตั้งถิ่นฐาน ลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นตัวกำหนดข้อได้เปรียบหรือข้อจำกัดในการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ ที่ราบเป็นพื้นที่ที่มนุษย์ใช้ประโยชน์ได้ง่ายจึงพบการกระจายตัวของการตั้งถิ่นฐานในบริเวณ ที่ราบลุ่มแม่น้ำ ที่ราบในหุบ เช่นเดียวกับที่ราบดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ นอกจากนี้ทรัพยากรพื้นฐานประกอบไปด้วยพื้นที่การเกษตรเพื่อผลิตอาหารที่

เพียงพอในการรองรับประชากร ทรัพยากรอื่น ๆ เช่น ป่าไม้ แร่ธาตุ เพื่อการทำการแลกเปลี่ยนทรัพยากรที่มั่นคงนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและเป็นฐานในการพัฒนาโครงสร้างทางเศรษฐกิจต่อไป นอกจากนั้นคือ ทรัพยากรแร่ธาตุ สนองความต้องการ โลหะ เชื้อเพลิง แหล่งพลังงาน ระบบการขนส่งระหว่างภูมิภาคที่มีเพียงพอเป็นสิ่งที่มีอิทธิพลมากต่อรูปแบบของถิ่นฐานโดยทั่วไป (McGaugh, 1970)

ในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง มนุษย์อยู่ร่วมกับพลวัตของน้ำได้ด้วยการตั้งพื้นที่อยู่อาศัยบนที่ดอน สร้างบ้านเรือนที่มีลักษณะยืดหยุ่นอยู่กับน้ำได้ ในรูปแบบของเรือนเสาสูง เรือนแพ ไปจนถึงการปรับตัวในเชิงพฤติกรรม เช่น การอพยพขึ้นที่สูงเมื่อน้ำมา (Opperman et al., 2017)

2.1.2.2 การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์และการขยายตัวของเมืองในภูมินิเวศ

ในการพิจารณาวิวัฒนาการการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ แสดงให้เห็นว่าการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์เป็นผลพวงจากการปรับตัวของมนุษย์ให้เข้ากับสภาพแวดล้อมเมื่อโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นในช่วงต้นสมัยโฮโลซีนพร้อมกันกับการพัฒนาการเกษตรที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ในการรวบรวมอาหารของมนุษย์ก่อนการอยู่เป็นหลักแหล่งมีการปรับเปลี่ยนภูมินิเวศป่าและทุ่งให้ผลิตอาหารได้มากขึ้น ความพยายามในการเพาะปลูกและคัดเลือกสายพันธุ์พืชนำไปสู่การตั้งถิ่นฐานถาวรของมนุษย์ ภายใต้เงื่อนไขของสภาพอากาศ ภูมิประเทศ พืช และสัตว์ในแต่ละภูมิภาค ความสามารถในการสะสมอาหารจากความเพียงพอของผลผลิต ทำให้เกิดการขยายตัวของจำนวนระชากร จนกระทั่งเกินขีดความสามารถในการรองรับของภูมินิเวศ ข้อจำกัดเชิงพื้นที่ในการขยายตัวของถิ่นฐาน ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ คุณภาพดิน ภูมิประเทศ แหล่งน้ำ ความหลากหลายของพืชและสัตว์และลักษณะอื่นๆของสภาพแวดล้อมท้องถิ่น (Bowen and Gleeson, 2019)

เงื่อนไขพื้นฐานของการตั้งถิ่นฐานในภูมินิเวศ คือความสามารถในการเกื้อหนุนความต้องการทางชีวภาพของมนุษย์ มนุษย์ต้องการอาหาร น้ำ อากาศ สภาพความเป็นอยู่ที่ถูกสุขลักษณะในการดำรงชีวิต รวมไปถึงวัสดุท้องถิ่นเพื่อใช้ในการสร้างการกำบังจากสภาพอากาศแปรปรวนในท้องถิ่น ในการดำรงอยู่อย่างยั่งยืนของถิ่นฐาน ความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลง การแก้ปัญหาเพื่อที่จะอยู่รอดภายใต้ข้อจำกัดทางกายภาพและภูมิอากาศที่เป็นสภาพแวดล้อมเฉพาะของท้องถิ่น ข้อจำกัดของพื้นที่สัมพันธ์กับสภาพอากาศในท้อง ภูมิประเทศ แหล่งอาหารและวัสดุท้องถิ่น การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจำนวนประชากรในถิ่นฐานเกี่ยวข้องโดยตรงกับความสามารถในการผลิตอาหาร ความมั่นคงทางอาหาร เสบียงส่วนเกิน และวัสดุที่เพียงพอ เมื่อการ

ขยายตัวของถิ่นฐานเริ่มเข้าใกล้ขีดจำกัดของภูมินิเวศ การเพิ่มความสามารถในการรองรับสามารถทำได้โดยการพัฒนาเทคโนโลยีและการค้าขายแลกเปลี่ยน (Bowen and Gleeson, 2019)

แม้การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์จะแสดงความหลากหลายในการปรับตัวของมนุษย์ให้เข้ากับพื้นที่แผ่นดิน ขนาดประชากร เศรษฐกิจ และหน้าที่ทางสังคม รูปร่างทางภูมิศาสตร์ การเข้าถึงทรัพยากร สถาบัน เทคโนโลยี วัฒนธรรม ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน แต่การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ล้วนเป็นการปฏิสัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพของธรรมชาติและสังคม วิธีที่มนุษย์ตอบสนองกับโลกรอบตัวพวกเขาเพื่อแก้ปัญหาพื้นฐานของชีวิตและเพื่อแสดงการแสวงหาความหมายและความเข้าใจกำหนดขอบเขตและลักษณะของวัฒนธรรมมนุษย์ที่แตกต่างกัน การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์แสดงการวิวัฒนาการอันยาวนานของมนุษย์ร่วมกับภูมินิเวศ (Bowen and Gleeson, 2019)

การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มีวิวัฒนาการตลอดเวลา เช่นเดียวกับทุกสิ่งที่เกี่ยวข้องกับพวกเขา วิวัฒนาการของการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงด้านวัตถุของการดำรงอยู่ของพวกเขา เราคิดว่ามนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีสติ สามารถสะท้อนถึงที่มาและจุดหมายปลายทางได้ นับตั้งแต่มนุษย์มีการตั้งถิ่นฐาน มนุษย์ได้ใช้พลังงานและวัสดุเพื่อประกอบโครงสร้างและโครงสร้างพื้นฐานคงที่อื่น ๆ เพื่อจัดหาที่พักพิงและการยังชีพสำหรับชีวิตมนุษย์ (Bowen and Gleeson, 2019)

ความสามารถในการขยายตัวของถิ่นฐานมาจากฐานของทรัพยากรที่สามารถรองรับจำนวนประชากร และความเพียงพอที่จะต่อยอดเป็นสินค้าและบริการเพื่อพัฒนาระบบระบบเศรษฐกิจ แรงงานพลังงานจากธรรมชาติเป็นกำลังการผลิตหลักในช่วงก่อนการปฏิวัติอุตสาหกรรม การเติบโตของขนาด ความหนาแน่น และความซับซ้อนของการตั้งถิ่นฐานยังทำให้ความต้องการอาหาร น้ำสะอาด พลังงาน และทรัพยากรเพิ่มขึ้นสำหรับสิ่งจำเป็นพื้นฐาน เช่น ที่พักพิงและโครงสร้างพื้นฐานในเมือง (Bowen and Gleeson, 2019)

การปฏิวัติอุตสาหกรรมในศตวรรษที่ 19 ส่งผลให้เกิดเทคโนโลยี เครื่องทุ่นแรง ความต้องการของแรงงานในภาคการเกษตรลดลงส่งผลให้คนย้ายเข้าเมืองและทำให้เมืองมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว การเกิดขึ้นของเมือง มาพร้อมกับเทคโนโลยี ด้านการก่อสร้าง วัสดุ การขนส่ง แหล่งพลังงาน การขยายตัวของพื้นที่เมือง การดำรงชีวิตของมนุษย์ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมทำให้น้ำและอากาศเสื่อมคุณภาพลง แต่ได้ความก้าวหน้าทางด้านการแพทย์ การสาธารณสุข และการผลิตอาหารที่มากขึ้นมาแทน (Bowen and Gleeson, 2019)

2.1.2.3 ลักษณะของการตั้งถิ่นฐานในประเทศไทย

ในระยะแรกเริ่มจำนวนประชากรมีน้อยเมื่อเทียบกับพื้นที่ มีการขยายพื้นที่เพาะปลูกและพื้นที่อยู่อาศัยออกไปยังพื้นที่ธรรมชาติเป็นวิธีเพิ่มพื้นที่ผลิตอาหารพร้อมกับการก่อตั้งหมู่บ้าน โดยลักษณะการตั้งถิ่นฐานในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะตามช่วงเวลา (ฉัตรชัย พงศ์ประยูร, 2536)

1) การตั้งถิ่นฐานตามธรรมชาติ

การตั้งถิ่นฐานในยุคแรกเริ่มเป็นไปอย่างช้า ๆ สัมพันธ์กับปัจจัยทางภูมิศาสตร์ กล่าวคือ ลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ แหล่งทรัพยากร แหล่งน้ำ พื้นที่เพาะปลูก ไปจนถึงความปลอดภัย การคมนาคมการติดต่อ มีลักษณะอยู่ร่วมกันเป็นหมู่บ้านเล็ก ๆ ในชนบทในลักษณะยังชีพ

2) การตั้งถิ่นฐานแบบนำร่อง

ลักษณะการตั้งถิ่นฐานแบบนำร่องเกิดขึ้นเมื่อพื้นที่เพาะปลูกเดิมมีไม่เพียงพอที่จะรองรับการเพิ่มขึ้นของจำนวนของประชากรในระยะเวลาต่อมา จึงทำให้เกิดการแยกตัวออกไปจากถิ่นฐานเดิมเพื่อขยายที่อยู่อาศัยและพื้นที่เพาะปลูก และเมื่อพื้นที่เพาะปลูกที่สมบูรณ์ถูกจับจองไปหมดทำให้จำเป็นที่จะต้องเลือกพื้นที่ที่ด้อยกว่า

3) การตั้งถิ่นฐานแบบวางแผน

ลักษณะการตั้งถิ่นฐานแบบวางแผนเป็นรูปแบบการตั้งถิ่นฐานที่รัฐได้แทรกแซงการขยายตัวของการตั้งถิ่นฐานตามธรรมชาติ ในรูปแบบการจัดตั้งนิคมสร้างตนเองเพื่อจัดหาที่อยู่ที่ทำกินให้ราษฎรที่เดือดร้อน โครงการดังกล่าวในสมัยเดียวกับที่เริ่มวางแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ต่อมามีการพัฒนาสาธารณูปโภคต่าง ๆ เช่น สิ่งก่อสร้าง ถนน สะพาน แหล่งน้ำ ฯลฯ

2.2 ทฤษฎีในการดำเนินการวิจัย

2.2.1 ทฤษฎีในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่

การบ่งชี้ภูมินิเวศสามารถทำได้จากการวัดรูปแบบที่ปรากฏในพื้นที่ ลักษณะทางธรณีสัณฐานวิทยาและตัวแปรการรบกวน โดยมีกรอบทางนิเวศวิทยาในการพิจารณาเป็นความสัมพันธ์คุณลักษณะสามประการของภูมินิเวศซึ่งก็คือ โครงสร้าง บทบาท และการเปลี่ยนแปลง ภูมินิเวศ (Forman and Godron, 1986)

การวิเคราะห์เชิงพื้นที่เป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณจากการระบุคุณลักษณะลงในแผนที่ แนวคิดวิเคราะห์เชิงพื้นที่ของภูมินิเวศโดย Zonneveld (1989) มีพื้นฐานมาจากการมองภูมินิเวศเป็นองค์รวม เนื่องจากเป็นไปได้ยากที่จะวัดกระบวนการจริงของระบบนิเวศโดยตรง การวัดทางอ้อมคือการศึกษาสภาพปัจจุบันของภูมินิเวศ (Conditioning factors) ตำแหน่งที่ตั้ง (Positional factor) และปัจจัยที่สืบต่อมาจากอดีต (Hereditary factors)

2.2.1.1 การจำลองแผนที่และการตีความภาพ

เป็นการระบุตำแหน่งคุณลักษณะของภูมินิเวศที่เด่นชัดที่สุดที่ปรากฏบนผิวโลก อันได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ ดิน และพืชพรรณในแผนที่ ซึ่งช่วยในการทำความเข้าใจองค์ประกอบภูมินิเวศและความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ และการตีความภาพโดยใช้ความรู้ในเรื่องกระบวนการทางธรณีสัณฐาน โครงสร้างสังคมพืชที่สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่ก่อให้เกิดความแตกต่างของสิ่งปกคลุมผิวดิน ตลอดจนความสัมพันธ์ของดินกับลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ประกอบกับข้อมูลจากการสำรวจและข้อมูลเชิงสถิติ (Zonneveld, 1989)

2.2.1.2 การจำแนกภูมินิเวศด้วยคุณลักษณะ

ในการเลือกใช้คุณลักษณะเพื่อจำแนกภูมินิเวศ ขอบเขตและมาตราส่วนของพื้นที่ศึกษาเกณฑ์สำคัญในการพิจารณา ภูมิอากาศเป็นปัจจัยที่กำหนดชีวนิเวศ ภูมิอากาศเป็นคุณลักษณะของภูมินิเวศที่ไม่สามารถมองเห็นได้โดยตรง แต่สามารถบ่งชี้ด้วยโครงสร้างของพืชพรรณและข้อมูลทางสถิติ ในระดับภูมิภาค ขอบเขตทางธรณีสัณฐานเป็นคุณลักษณะที่มีความชัดเจนและมีความสัมพันธ์กับลักษณะดิน การใช้ประโยชน์ที่ดินและพืชพรรณ (Zonneveld, 1989)

(1) การจำแนกด้วยพืชพรรณ

หลักฐานที่ยังหลงเหลืออยู่ของพืชพรรณตามธรรมชาติสามารถบ่งชี้สภาพภูมิอากาศและเป็นเกณฑ์หลักในการจำแนกร่วมกับลักษณะภูมิประเทศและดินเพื่อจำแนกภูมินิเวศ ในขณะที่พืชทุติยภูมิให้รายละเอียดมีความเที่ยงตรงน้อยกว่า (Zonneveld, 1989)

นอกจากความแตกต่างในเชิงพื้นที่ลักษณะของพืชพรรณมีความแตกต่างตามฤดูกาล ในการใช้พืชพรรณเป็นเกณฑ์ เราควรจะมีข้อมูลพืชพรรณที่ขยายออกไปในช่วงระยะเวลาหนึ่งเพื่อให้ครอบคลุมวัฏจักรของพืช ซึ่งพืชพรรณอาจแตกต่างกันไป พืชพรรณเป็นคุณสมบัติที่มีพลวัตในภูมินิเวศการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณในรอบปีหรือฤดูกาล สามารถบ่งชี้สภาพดินและลักษณะอุทกวิทยาของพื้นที่ได้ (Zonneveld, 1989)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(2) การจำแนกด้วยลักษณะดิน

โครงสร้างดินหรือชุดดิน เป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดลักษณะของภูมินิเวศ ลักษณะของดินเป็นผลพวงจากกระบวนการทางธรณีวิทยา ความแตกต่างของลักษณะตะกอนชนิดดินจากวัสดุต้นกำเนิดเดียวกัน สามารถบ่งชี้สภาพภูมิอากาศ (Zonneveld, 1989)

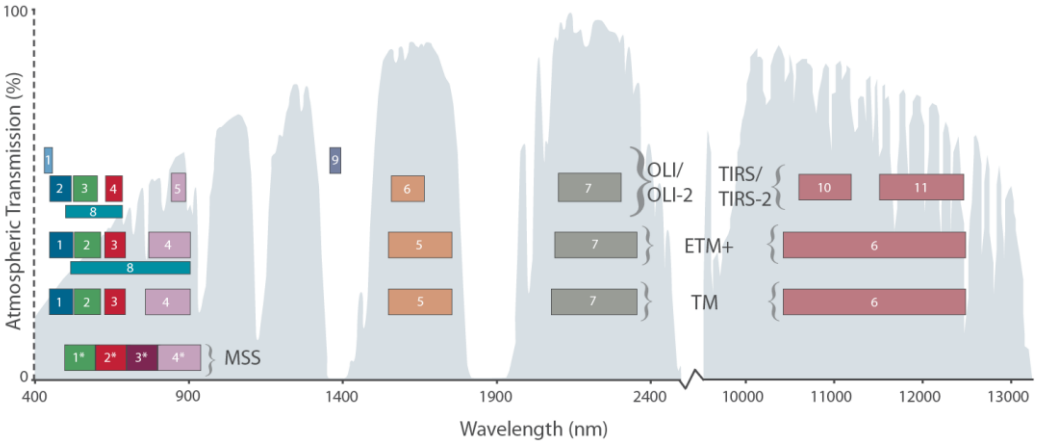
2.2.2 การวิเคราะห์ด้วยการรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing)

การรับรู้ระยะไกลเป็นวิธีการติดตามสำรวจและเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมพื้นผิวโลกได้อย่างทันต่อเหตุการณ์ รวมทั้งสามารถเก็บข้อมูลจากพื้นที่ห่างไกลหรือยากต่อการเข้าถึง เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศสามารถใช้ในการรวบรวมและจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ วิเคราะห์ข้อมูล ไปจนถึงการจัดการและแสดงผลในรูปแบบพื้นที่ เนื่องด้วยเป็นการทำงานด้วยข้อมูลเชิงพื้นที่จึงมีประโยชน์อย่างมากสำหรับการจัดการพื้นที่ การติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ทั้งการเปลี่ยนแปลงจากกระบวนการตามธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ (สุเพชร จิรขจรกุล, 2560)

2.2.2.1 การแปลภาพถ่ายดาวเทียม

ดาวเทียม LANDSAT ทำหน้าที่สำรวจทรัพยากร ปัจจุบันอยู่ภายใต้ United States Geological Survey และ NASA ในโครงการ U.S. Global Change Research Program มีการรอบโคจรรอบโลกซ้ำทุก 16 วัน ทำให้สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ศึกษาได้ มีความละเอียดในระดับปานกลางสามารถใช้ในการวิเคราะห์ในระดับภูมิภาค (United States Geological Survey, 2022a)

การเก็บข้อมูลของดาวเทียม LANDSAT แบ่งออกเป็นหลายช่วงคลื่นทำให้สามารถเลือกใช้ช่วงคลื่น เพื่อทำภาพสีผสมเท็จ เพื่อเน้นข้อมูลที่ต้องการ เนื่องจากเป็นดาวเทียมที่บันทึกโดยเครื่องตรวจแบบแพสสีฟ ที่บันทึกข้อมูลการสะท้อนคลื่นแสงจากดวงอาทิตย์ของวัตถุบนผิวโลกในรูปแบบของข้อมูลช่วงคลื่น ทำให้สามารถใช้วิเคราะห์เพื่อจำแนกลักษณะสิ่งปกคลุมผิวดิน โดยการแปลตีความด้วยตาเปล่าจากภาพผสมสีเท็จโดยตรงหรือการเน้นข้อมูลเชิงคลื่นโดยใช้วิธีการคำนวณค่าดัชนีเชิงคลื่นเพื่อจำแนกพื้นที่ โดยสามารถใช้ดัชนีพืชพรรณ ดัชนีสิ่งปลูกสร้าง ดัชนีผิวน้ำ เป็นต้น (จรัณธร บุญญานุภาพ, 2557)



ภาพที่ 27 แผนภูมิแสดงความยาวช่วงคลื่นของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT

ที่มา : United States Geological Survey (2022b)

(1) การผสมสีภาพถ่ายดาวเทียม (Band Composition) เป็นการเน้นภาพโดยการเลือกข้อมูลช่วงคลื่น 3 ช่วงคลื่นมาทำการซ้อนโดยใช้แม่สี ได้แก่ สีแดง เขียว และน้ำเงิน จะได้ผลลัพธ์เป็นภาพสีผสม การเลือกผสมสีภาพขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ภาพ (จรัณธร บุญญานุภาพ, 2557)

(2) การคำนวณดัชนีเชิงคลื่น เป็นวิธีการเน้นข้อมูลเชิงคลื่น เพื่อคัดแยกข้อมูลที่สนใจจากภาพถ่ายดาวเทียม ด้วยการคำนวณค่าความแตกต่างของค่าสะท้อนระหว่างช่วงคลื่น การปฏิบัติการระหว่างช่วงคลื่น โดยการคำนวณประกอบด้วยการคำนวณอัตราส่วนระหว่างช่วงคลื่น การนำช่วงคลื่นมาลบกัน การนำช่วงคลื่นมาทำสัดส่วนกันและลบกัน โดยการคำนวณดัชนีเชิงคลื่นที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ได้แก่

การคำนวณค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)) เป็นการเน้นข้อมูลเชิงคลื่นของความหนาแน่นของพืชพรรณในพื้นที่ คำนวณได้ด้วยสมการ NDVI = (NIR – RED) / (NIR + RED) (สมพร สง่าวงศ์, 2552)

การคำนวณค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีน้ำที่ปรับปรุงแล้ว (Modified Normalized Difference Water Index : MNDWI) เป็นการเน้นข้อมูลเชิงคลื่นของสิ่งปกคลุมดินที่เป็นผืนน้ำผิวดิน และลดคลื่นรบกวนจากสิ่งปลูกสร้าง พืชพรรณ และดิน (Xu,

2006) ซึ่ง MNDWI รายงานผลได้ดีกว่า NDWI สำหรับการเน้นข้อมูลเชิงคลื่นของน้ำจากพื้นหลังที่เป็นพื้นที่สิ่งปลูกสร้างเป็นส่วนใหญ่ โดยสามารถคำนวณได้ด้วยสมการ MNDWI = (Green – SWIR) / (Green + SWIR)

โดยค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีน้ำที่ปรับปรุงแล้ว เป็นการพัฒนาดัชนีความแตกต่างของความชื้น (NDWI) ซึ่งพบว่าสามารถแยกพื้นที่ผิวน้ำจากพื้นที่สิ่งปลูกสร้างได้ดีกว่า (Xu, 2006) เหมาะสำหรับการสกัดพื้นที่ผิวน้ำในบริเวณพื้นที่เมือง โดยพื้นที่ผิวน้ำจะแสดงเป็นค่าบวก

(3) การจำแนกข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) เป็นจัดกลุ่มข้อมูลจากการระบุค่าด้วยตนเอง โดยการระบุค่าของจุดภาพในภาพถ่ายดาวเทียมโดยจำแนกตามข้อมูลจากการสำรวจหรือข้อมูลแผนที่อื่นๆ โดยสามารถเลือกพื้นที่มาเป็นกลุ่มตัวแทนเพื่อกำหนดค่าเดียวกันในพื้นที่อื่นๆที่มีค่าความสว่างเท่ากัน (สมพร สง่าวงศ์, 2552)

2.3 ทฤษฎีเพื่อนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้

2.3.1 ทฤษฎีในการวางผังภูมินิเวศ (Ecological Planning)

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการศึกษาเพื่อวางผังภูมินิเวศ ได้แก่

1. นิเวศวิทยาของพื้นที่

นิเวศวิทยาอธิบายถึงข้อจำกัดและเงื่อนไขของการแทรกแซงของมนุษย์ การบ่งชี้คุณค่าของความหลากหลายทางชีวภาพและการอนุรักษ์พื้นที่สำคัญที่เป็นการดำเนินไปของระบบสิ่งมีชีวิต นิเวศวิทยาทำให้เราตระหนักถึงกระบวนการที่มีอยู่ภายในพื้นที่ที่อาจถูกรบกวนจากการจัดการพื้นที่ของมนุษย์ (Lynch, 1962)

2. ความสามารถในการรองรับของธรรมชาติ (Carrying Capacity)

สภาพแวดล้อมมีขีดจำกัด การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสม (Suitability Analysis) ช่วยในระบุขีดจำกัดในการรองรับของธรรมชาติในพื้นที่ เพื่อใช้ในการวางแผนให้เกิดการใช้งานที่พอดีกับความสามารถในการรองรับของธรรมชาติ (McHarg, 1969)

ในเชิงนิเวศความสามารถในการรองรับของธรรมชาตินิยามด้วยจำนวนของประชากรที่ทรัพยากรของแหล่งที่อยู่อาศัยสามารถรองรับได้โดยไม่เสื่อมลงหรือเกิด

ความเสียหาย แนวคิดขีดจำกัดของสภาพแวดล้อมเป็นตัวบ่งชี้ขีดจำกัดของจำนวนประชากรในระบบนิเวศ (Steiner, 1991)

3. ความเหมาะสมของพื้นที่

McHarg (1969) กล่าวว่า ภูมินิเวศประกอบขึ้นมาจากลักษณะภูมิอากาศ ประวัติศาสตร์ ธรณีวิทยา ธรณีวิทยาผิวพื้น ภูมิศาสตร์กายภาพ อุทกวิทยา ดิน สังคมพืช แหล่งอาศัยของสัตว์ป่า และการใช้ที่ดินของมนุษย์ เนื่องจากธรรมชาติเป็นกระบวนการที่มีผลต่อกัน ส่งผลต่อความเป็นไปได้และข้อจำกัดของการใช้งานของมนุษย์ การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสม การคำนึงถึงพื้นที่ธรรมชาติในบริบทเมืองใหญ่มีความจำเป็นเนื่องจากในบางพื้นที่มีกระบวนการทางธรรมชาติที่ไม่เอื้อต่อการอยู่อาศัยของมนุษย์ ยกตัวอย่าง เช่น พื้นที่แผ่นดินไหว แนวพายุ และพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงจำเป็นต้องมีการควบคุมเพื่อความปลอดภัยของมนุษย์

McHarg (1969) ยังได้กำหนดเกณฑ์พื้นที่ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการพัฒนาเป็นที่อยู่อาศัยของมนุษย์ ไว้ว่า พื้นที่จะต้องมีความลาดเอียงไม่มากกว่า 5% ไม่ตั้งอยู่ในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง 50 ปี ไม่อยู่ในบริเวณที่มีผลต่อคุณภาพน้ำใต้ดิน ไม่อยู่ในม่านหมอกหรืออยู่บนหน้าผาสูง การทำถนนต้องสร้างในที่ที่มีความลาดชันไม่เกิน 15%

ในส่วนของการวางผังภูมินิเวศในประเทศไทย เดชา บุญค้ำ (2554) ได้นำเสนอเกี่ยวกับการจัดทำผังภาครายลุ่มน้ำ โดยใช้พื้นฐานการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางธรณีสัณฐานและภูมินิเวศของลุ่มน้ำ การวิเคราะห์ความสามารถในการรองรับของธรรมชาติและความเหมาะสมของพื้นที่ เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการใช้ที่ดินและเส้นทางการสัญจรในระดับท้องถิ่นที่สอดคล้องกับภูมินิเวศและยังเสนอแนวทางการพัฒนาเมืองให้สอดคล้องกับภูมินิเวศดังนี้

1. การวางผังภาคโดยพิจารณาโครงสร้างทางอุทกศาสตร์ ผังภาคควรแสดงขอบเขตลุ่มน้ำ เส้นทางน้ำ รวมทั้งขอบเขตที่ราบน้ำท่วมถึงที่มีการระบุพื้นที่น้ำหลากครอบคลุมพื้นที่น้ำท่วมรอบ 100 ปี
2. การจัดทำผังความเหมาะสมการใช้ที่ดิน จากการวิเคราะห์ความสามารถในการรองรับของธรรมชาติ เพื่อวางแผนการใช้ที่ดินที่เหมาะสมกับกิจกรรมของมนุษย์ โดยมีการกำหนดเขตอนุรักษ์ พื้นที่ท่องเที่ยวและพื้นที่ธรรมชาติ ดังเช่น พื้นที่ชุ่มน้ำ เขตอุทยาน เขตพื้นที่สงวน รวมทั้งพื้นที่ที่เหมาะสมกับการเกษตรแต่ละประเภท

3. การตั้งกฎหมายเพื่อกำหนดการใช้ที่ดินและควบคุมสิ่งปลูกสร้างให้สอดคล้องกับภูมินิเวศ โดยเฉพาะพื้นที่รับน้ำตามฤดูกาลอย่างที่ราบน้ำท่วมถึง การสร้างข้อกำหนดลักษณะอาคารและระดับถนนในเขตพื้นที่น้ำท่วมรอบ 100 ปี รวมทั้งพิจารณารูปแบบสิ่งปลูกสร้างและโครงข่ายถนนที่มีลักษณะขวางการไหลของน้ำ

4. การศึกษารูปแบบของชุมชนและการเกษตรที่อยู่ร่วมกับพลวัตของน้ำ โดยจำเป็นต้องมีการศึกษาความสัมพันธ์ความสามารถในการรองรับ การจำกัดการขยายตัว และความเสี่ยงจากอุทกภัยที่รุนแรงขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

2.3.2 ทฤษฎีโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวและน้ำเงิน (Blue - Green Infrastructure)

โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวคือ พื้นที่สีเขียวที่เชื่อมต่อกันเป็นโครงข่ายเพื่อเพิ่มศักยภาพของธรรมชาติในการเชื่อมต่อกันเป็นระบบ เพื่อส่งเสริมนิเวศบริการ ในแง่การรักษาแหล่งน้ำ การบรรเทาอุทกภัย (Benedict and McMahon, 2012; European Commission, 2013)

โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวและน้ำเงิน หมายถึง พื้นที่สีเขียวและสภาพแวดล้อมทางน้ำที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการส่งเสริมคุณภาพชีวิตและระบบนิเวศ การให้นิยามคำว่าโครงสร้างพื้นฐานเนื่องจากเป็นสิ่งจำเป็นเช่นเดียวกับโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ เช่น ถนน และโรงพยาบาล โดยหมายรวมถึงพื้นที่สีเขียวทั้งหมด แหล่งน้ำสาธารณะ พื้นที่ธรรมชาติ กึ่งธรรมชาติ เส้นทางสีเขียว เส้นทางน้ำ (Maidstone Borough Council, 2016)

2.3.2.1 ที่ราบน้ำท่วมถึงในฐานะโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวและน้ำเงิน

ในขณะที่โครงสร้างทางวิศวกรรมทำหน้าที่ในการป้องกันน้ำท่วมเพียงอย่างเดียว และส่งผลกระทบต่อประโยชน์ในด้านอื่น ๆ โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวส่งเสริมนิเวศบริการต่าง ๆ เช่น การเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ พัฒนาคุณภาพน้ำ ส่งเสริมคุณภาพชีวิตที่ดีในแง่การเป็นพื้นที่สีเขียว (UNEP-DHI Partnership, 2014 อ้างถึงใน Opperman et al., 2017) บทบาทเชิงนิเวศของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการจัดการน้ำคือการเป็นพื้นที่รับน้ำ ที่สามารถป้องกันความเสียหายของเมืองจากน้ำท่วมได้และยังสามารถเป็นทางผ่านของน้ำเพื่อระบายออกจากพื้นที่ การฟื้นฟูที่ราบน้ำท่วมถึงและการเชื่อมต่อแม่น้ำสามารถชะลอและเก็บกักน้ำเพื่อลดการเกิดน้ำท่วมในขณะที่ช่วยกรองมลพิษและเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์

แนวคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (Green Infrastructure) ในการจัดการน้ำ โดย Opperman et. al. (2017) กล่าวถึงการจัดการน้ำควบคู่ไปกับการรักษาการดำเนินไปของระบบนิเวศประกอบด้วย

1. การจัดสรรให้มีพื้นที่รับน้ำ เพื่อกักเก็บน้ำท่วมและชะลอน้ำไหลบ่า โดยการเพิ่มพื้นที่ป่า พื้นที่ชุ่มน้ำ การทำบ่อหน่วงน้ำจากพื้นที่เกษตรกรรม และการชะลอน้ำท่าจากพื้นที่เมือง โดยโครงการพื้นฐานสีเขียวภายในเมืองยังช่วยส่งเสริมคุณภาพชีวิตที่ดีภายในเมือง
2. การจัดการที่ราบน้ำท่วมถึงในระดับมหภาค โดยการวางแผนการใช้ที่ดินให้มีพื้นที่ทำหน้าที่รับน้ำ โดยการควบคุมการพัฒนาพื้นที่บริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง ศึกษารูปแบบเกษตรกรรมที่สอดคล้องกับพลวัต การเชื่อมต่อแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงยังเป็นการรักษาระบบนิเวศเอื้อต่อการเกิดนิเวศบริการและมีคุณค่าในแง่เป็นพื้นที่เปิดโล่งของเมืองและการรักษาคุณภาพแหล่งน้ำ
3. การกำหนดระยะถอยร่นของคันกั้นน้ำออกมาจากแม่น้ำเพื่อป้องกันผลกระทบต่อนิเวศชายน้ำ เป็นการเพิ่มปริมาตรในการรองรับน้ำ ทำให้มวลน้ำไหลช้าลง ลดการกัดเซาะบริเวณคันกั้นน้ำ เอื้อให้กระบวนการโค้งตะวัดของแม่น้ำดำเนินไปได้อย่างปกติ และเป็นการรักษาพื้นที่ชายน้ำซึ่งเป็นแหล่งอาศัยและแหล่งอาหารที่สำคัญ
4. ไม่กีดขวางทางไหลของน้ำตามธรรมชาติ

2.3.3 ทฤษฎีการพัฒนาเมืองร่วมกับพลวัตของน้ำ (Waterscape Urbanism)

งานศึกษาของ Thaitakoo and McGrath (2010) ได้อธิบายไว้ว่าเมืองในพื้นที่ภูมิอากาศเขตร้อนได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมส่งผลให้ความแตกต่างของปริมาณน้ำระหว่างฤดูกาล แนวคิดการพัฒนาเมืองร่วมกับพลวัตของน้ำในงานศึกษานี้นำเสนอการออกแบบเมืองให้มีความยืดหยุ่นเพื่ออยู่ร่วมกับน้ำซึ่งมีสถานะเป็นของเหลว แทนที่จะออกแบบเมืองให้เป็นสภาพแวดล้อมที่ถาวร คงที่ หรือยึดถือสถานะของแข็งของความเป็นพื้นที่บนบกเพียงอย่างเดียว แนวคิดความยืดหยุ่นนี้มีพื้นฐานบนความเปลี่ยนแปลง การปรับตัว และการเติบโต

แนวคิดการพัฒนาเมืองร่วมกับพลวัตของน้ำ ได้รับแรงบันดาลใจจากแนวคิดเชิงปรัชญาในการรับรู้ถึงสถานะของน้ำในวัฒนธรรมพื้นเมือง การคิดระบบระบบเมืองด้วยโครงของลุ่มน้ำ การพัฒนาเมืองโดยคำนึงถึงน้ำเป็นพื้นฐาน มีความยืดหยุ่นและแสดงถึงการปรับตัวต่อวัฏจักรของมรสุมและการปลูกข้าวนาน้ำฝน (Thaitakoo and McGrath, 2010)

วิถีชีวิตที่เกี่ยวพันกับน้ำเกิดขึ้นตั้งแต่อดีตในภูมินิเวศเขตร้อนชื้นที่มีความแตกต่างของปริมาณน้ำในฤดูน้ำและฤดแล้งอย่างสุดขั้ว วิถีชีวิตที่เกี่ยวพันกับน้ำนี้มีมานานนับร้อยปีก่อนการเข้ามาของวัฒนธรรมการอยู่บนบกของตะวันตกที่เข้ามาเปลี่ยนวิถีชีวิตจากการอยู่ร่วมกับน้ำเป็นการอยู่เฉพาะบนบกนำไปสู่การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางบกอย่างถนนและละเลยโครงสร้างพื้นฐานเดิมอย่างระบบคูคลองที่มีความสามารถในการจัดการน้ำ (Thaitakoo and McGrath, 2010)

แนวคิดสถานะของเหลวของเมืองจะเป็นพื้นฐานที่ดีสำหรับความยืดหยุ่นและการปรับตัวแทนการใช้การแก้ปัญหาอย่างหนักด้วยแนวคิดสถานะของแข็งอย่างระบบป้องกันเชิงวิศวกรรมที่ขาดความยืดหยุ่น การถมพื้นที่ที่ปฏิเสธการปรับตัวให้เข้ากับความผันผวนของน้ำและการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ แนวคิดในการเป็นส่วนหนึ่งกับน้ำ การปรับวิถีชีวิตให้สอดคล้องกับน้ำดูเป็นวิธีการที่เหมาะสมมากกว่า (Thaitakoo and McGrath, 2010)

2.3.4 ทฤษฎีในการอธิบายผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศโดยมนุษย์

ปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ที่ตั้งอยู่ในบริเวณภูมินิเวศแม่น้ำ เป็นข้อบ่งชี้อย่างชัดเจนว่าการพัฒนาพื้นที่ขาดซึ่งความเข้าใจในกระบวนการเชิงนิเวศและภูมินิเวศที่เกิดจากกระบวนการดังกล่าว การที่มนุษย์พยายามหลีกเลี่ยงที่จะอยู่ร่วมกับพลวัตของน้ำตามธรรมชาติโดยการพยายามเข้าไปควบคุมจัดการระบบการทำงานของแม่น้ำ นอกจากการทำให้สมดุลทางนิเวศเปลี่ยนแปลงไปแล้วไป การจัดการน้ำที่ไม่เข้าใจพลวัตทางธรรมชาติยังก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วมที่ผิดจากธรรมชาติตามมา

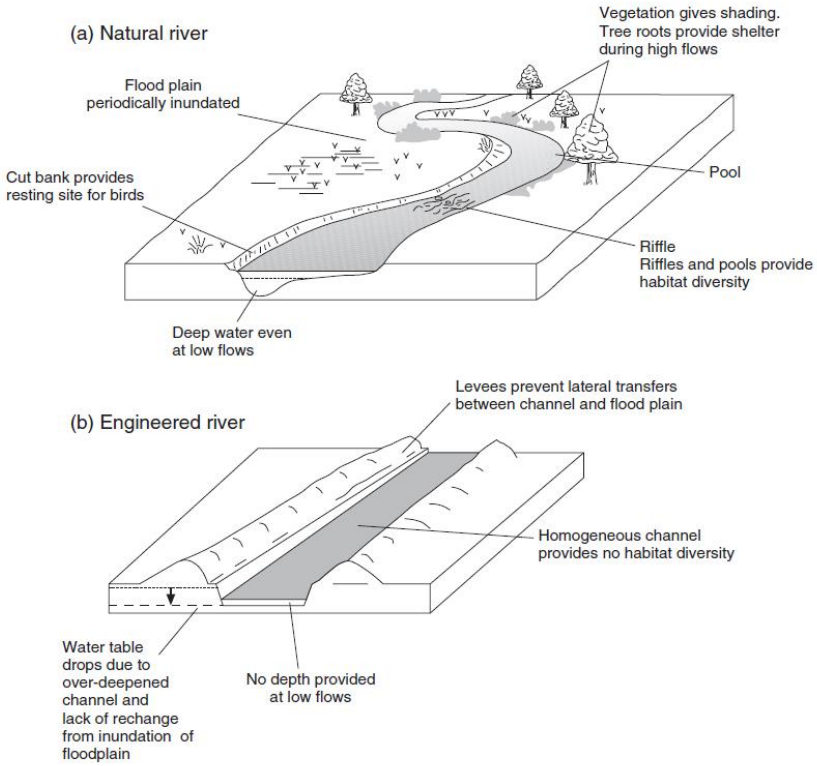
ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศในรูปแบบพัฒนาที่ไม่เข้าใจภูมินิเวศของมนุษย์สามารถจัดกลุ่มได้ดังนี้

2.3.4.1 การเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศแม่น้ำและพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง

การเปลี่ยนแปลงลักษณะการไหลของน้ำในแม่น้ำ การเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศของแม่น้ำและพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงส่งผลต่อระบบนิเวศ การจัดการน้ำด้วยโครงสร้างทางวิศวกรรมขัดขวางการไหลของน้ำที่ทำให้เกิดกระบวนการการกัดเซาะ พัดพาและตกตะกอนจากกระบวนการธารน้ำและกระบวนการแลกเปลี่ยน โอนถ่ายตะกอนแร่ธาตุที่เกิดจากการเชื่อมต่อของแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง (Wohl, 2018)

การจัดการพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง ที่เน้นการป้องกันน้ำท่วมและเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์พื้นที่เพื่อผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ ในรูปแบบพื้นที่เกษตร ที่อยู่อาศัย และแหล่งอุตสาหกรรมที่ไม่สอดคล้องกับลักษณะพื้นที่ก่อให้เกิดผลกระทบที่ตามมา ทั้งในแง่ความเสี่ยงจากน้ำท่วม และการสูญเสียบริการเชิงนิเวศ (Opperman et al., 2017)

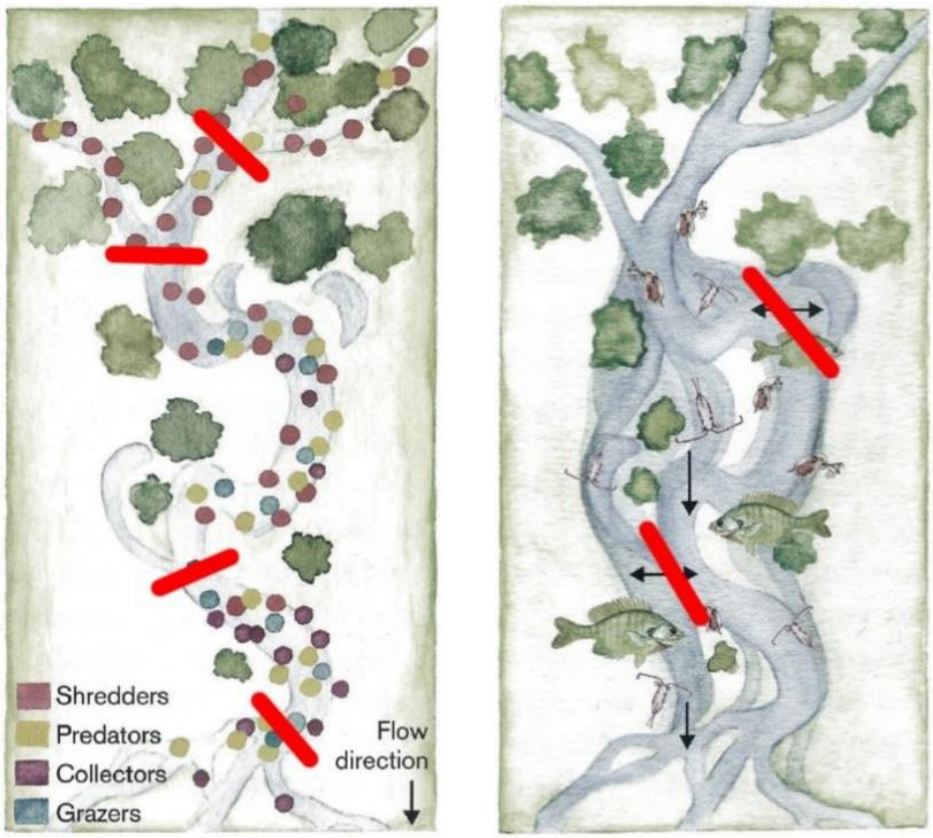
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 28 เปรียบเทียบระหว่างแม่น้ำธรรมชาติและแม่น้ำที่มีการดัดแปลงทางวิศวกรรม
ที่มา : Charlton (2008)

ผลกระทบจากการจัดการน้ำจัดการน้ำเชิงวิศวกรรม

1. โครงสร้างป้องกันน้ำท่วม ส่งผลให้เกิดการตัดขาดของการเชื่อมต่อทางอุทกศาสตร์จากการสร้างโครงสร้างการป้องกันน้ำท่วม เช่น การสร้างเขื่อนและคันกั้นน้ำ ทำให้เกิดการตัดขาดของระบบที่ราบน้ำหลากและแม่น้ำส่งผลต่อการสูญเสียบทบาทเชิงนิเวศของพื้นที่ (Opperman et al., 2017)
2. คันกั้นน้ำและกำแพงกั้นน้ำ ตัดขาดการเชื่อมต่อด้านข้างหรือระหว่างที่ราบน้ำหลากและแม่น้ำ ซึ่งนอกจากการสูญเสียบทบาทเชิงนิเวศและความสมบูรณ์ของระบบ ยังทำให้พื้นที่สูญเสียความสามารถในการรองรับน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งขัดกับแนวคิดการป้องกันน้ำท่วม (Opperman et al., 2017)
3. เขื่อนและประตูน้ำ ตัดขาดการเชื่อมต่อ ในแนวยาวหรือจากต้นน้ำไปยังปลายน้ำ ซึ่งตะกอนจำนวนมหาศาลที่จะถูกส่งไปยังปลายน้ำกลับถูกกักเก็บอยู่ภายในเขื่อนส่งผลให้เกิดการสูญเสียที่ดินที่บริเวณปากแม่น้ำ การกักและปล่อยน้ำที่ไม่เป็นไปตามฤดูกาล ส่งผลต่อกระบวนการทางนิเวศในทางอ้อม (Opperman et al., 2017)

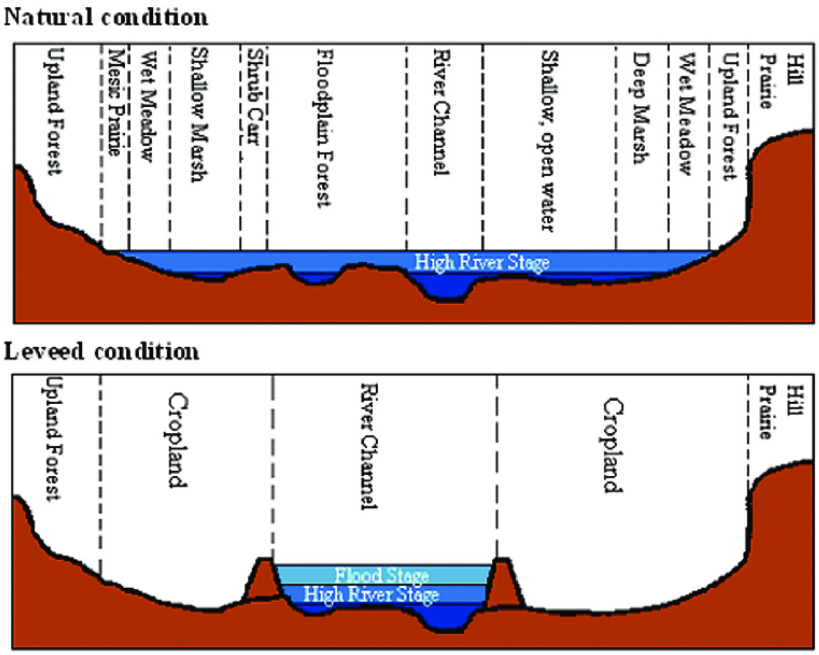


ภาพที่ 29 แผนภูมิแสดงการตัดขาดการเชื่อมต่อของแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงจากโครงสร้างป้องกันน้ำท่วม

ที่มา : ดัดแปลงจาก Opperman et al. (2017)

ในปัจจุบันมีตั้งคำถามเพื่อทบทวนวิธีการจัดการน้ำเชิงสิ่งก่อสร้างในหลายประเด็น (Opperman et al., 2017) ได้แก่

1. การรองรับการเปลี่ยนแปลง ทั้งจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่รุนแรงขึ้น และในแง่อายุของโครงสร้างที่ต้องมีความสึกกร่อน
2. ความสูญเสียของระบบนิเวศ การทำลายบทบาทเชิงนิเวศจากการเปลี่ยนแปลงพลวัตและพื้นที่ที่มีความเกี่ยวเนื่องกับแม่น้ำ
3. ความขัดแย้งกับการใช้น้ำในแง่อื่น ๆ เช่น เขื่อนผลิตไฟฟ้า พื้นที่อ่างเก็บน้ำเพื่อการเกษตร



ภาพที่ 30 รูปตัดเปรียบเทียบระหว่างแม่น้ำธรรมชาติและแม่น้ำที่มีการสร้างคันกั้นน้ำ

ที่มา : Ickes et al. (2005)

2.3.4.2 ลักษณะผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศ

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภูมินิเวศส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงบทบาทภูมินิเวศ ความสามารถในการดำรงอยู่และดำเนินไปของระบบนิเวศ การสูญเสียนิเวศบริการที่เอื้อประโยชน์ต่อมนุษย์

1) ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

Marsh (1983) กล่าวถึงการใช้การใช้ที่ดินที่ไม่ตรงกับความเหมาะสมของสภาพแวดล้อม เป็นเหตุให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตามมา ซึ่งไม่เพียงการพัฒนาที่ไม่ถูกต้องเท่านั้นที่ทำให้เกิดปัญหา การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศและการเปลี่ยนแปลงทางสังคมจากการกระทำของมนุษย์สามารถมีผลให้การพัฒนาที่เป็นไปตามความเหมาะสมของพื้นที่กลายเป็นไม่เหมาะสมในเวลาต่อมาได้ เน้นย้ำว่าทุกสิ่งเชื่อมกันในระบบเดียวและมีผลกระทบต่อกันและกัน

โดยปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับภูมินิเวศส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากการใช้ที่ดินที่ไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม แบ่งออกเป็น 4 ข้อหลัก ได้แก่ (Marsh, 1983)

1. ปัญหาที่เกิดจากความไม่รู้หรือเข้าใจผิดเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เช่น การป้องกันน้ำท่วมในพื้นที่น้ำหลาก

2. ปัญหาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของบริเวณอื่น เช่น ปัญหาน้ำท่วมหรือน้ำเสียเพราะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบริเวณต้นน้ำ

3. ปัญหาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสังคมรวมทั้งเทคโนโลยี เช่น การขยายตัวของเมือง การเพิ่มความหนาแน่น การตัดถนน

4. ปัญหาที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์เอง กล่าวคือ การทำลายธรรมชาติ ทำให้เกิดการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตบางชนิดที่สำคัญต่อระบบนิเวศ สร้างความเสื่อมโทรมให้แม่น้ำลำธาร การเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิทยานิพนธ์นี้เลือกใช้กรณีศึกษา 2 กรณีประกอบด้วย

(1) กรณีศึกษา : การบ่งชี้ภูมินิเวศและการเปลี่ยนแปลงของมนุษย์จากโครงสร้างพืชพรรณ เพื่อประยุกต์ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศจากมนุษย์ด้วยการบ่งชี้ด้วยพืชพรรณซึ่งเป็นคุณลักษณะหนึ่งของภูมินิเวศที่สามารถบ่งชี้คุณลักษณะอื่น ๆ รวมทั้งโครงสร้างของภูมินิเวศ

(2) กรณีศึกษา : การศึกษาน้ำท่วมแม่น้ำคงคาบริเวณรัฐอุตตรประเทศ ประเทศอินเดียในเดือนกันยายน พ.ศ. 2553 : การวิเคราะห์ด้วยข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลด้วยดาวเทียม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาวิเคราะห์พื้นที่น้ำหลากเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

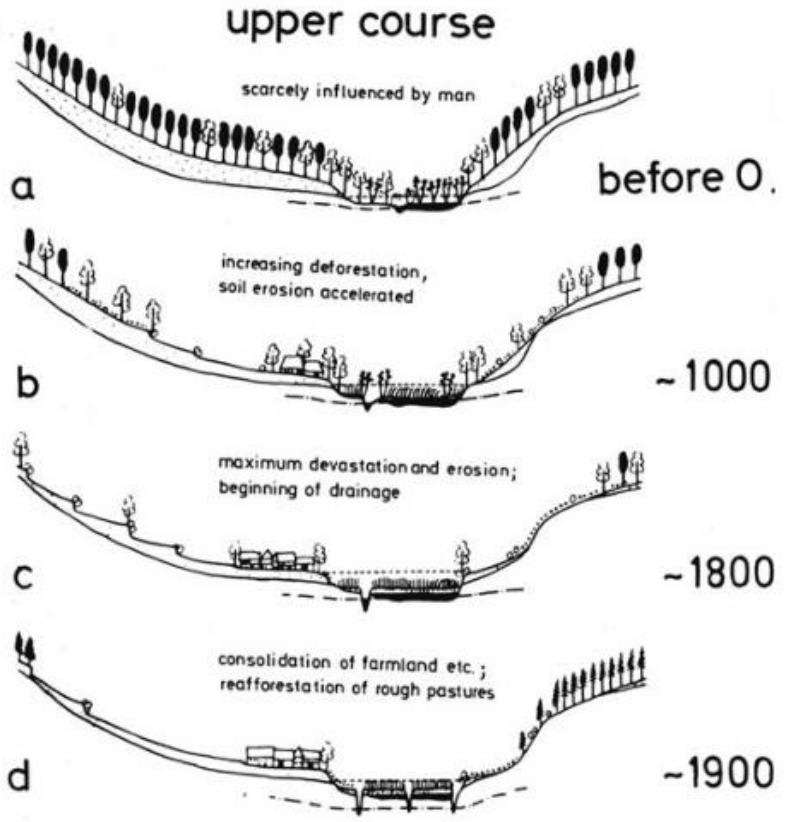
2.4.1 กรณีศึกษา : การบ่งชี้ภูมินิเวศและการเปลี่ยนแปลงของมนุษย์จากโครงสร้างพืชพรรณ

กรณีศึกษานี้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพืชพรรณธรรมชาติโดยมนุษย์ในยุโรปกลางในช่วงระยะ 2000 ปีที่ผ่านมาจนถึงช่วงศตวรรษที่ 20 ผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศวิทยา

โดยการศึกษาทำการจำแนกหมวดหมู่ของพืชพันธุ์ตามลักษณะพื้นที่ซึ่งแสดงออกถึงการตอบสนองของพืชตามธรรมชาติต่อสภาพภูมิอากาศมหภาคแบ่งออกเป็น

1. พืชพรรณซึ่งตอบสนองต่อสภาพภูมิประเทศภูมิอากาศ
2. พืชพรรณในระดับท้องถิ่นซึ่งตอบสนองต่อทิศและความลาดชัน
3. พืชพรรณในระดับท้องถิ่นซึ่งตอบสนองต่อดินและความชื้นจำเพาะ

ซึ่งประกอบเป็นโครงสร้างสังคมพืชพรรณที่มีความแตกต่างกันในภูมินิเวศที่ต่างกัน เช่น พื้นที่ชุ่มน้ำ หรือ เนินทราย สังคมพืชจึงเป็นข้อบ่งชี้ภูมินิเวศและคุณลักษณะของภูมินิเวศที่แตกต่างไปในแต่ละพื้นที่ (Ellenberg, 1978 อ้างถึงใน Naveh and Lieberman, 1993)



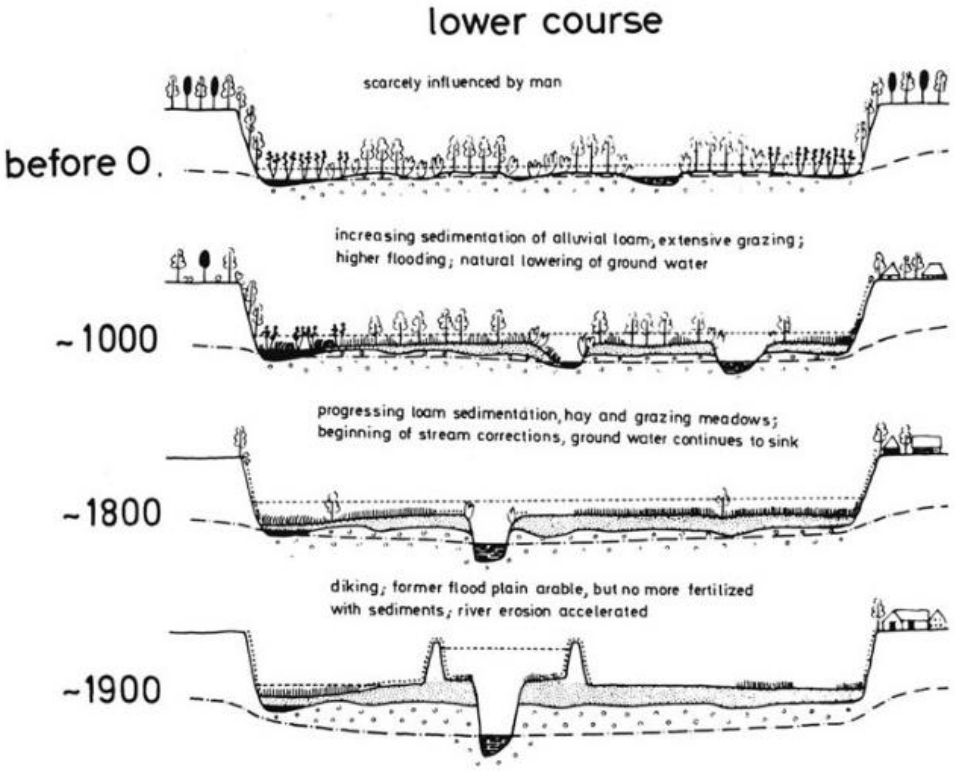
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 31 การเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศแม่น้ำตอนบนในยุโรปกลางในช่วง 2000 ปีที่ผ่านมา
ที่มา : Ellenberg, 1978 อ้างถึงใน Naveh and Lieberman (1993)

งานวิจัยนี้ใช้โครงสร้างพืชพรรณซึ่งเป็นคุณลักษณะหนึ่งของภูมินิเวศในการวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศและการเปลี่ยนแปลงทางทางนิเวศวิทยา โดยการศึกษาหลักฐานที่หลงเหลืออยู่ของพืชพรรณตามธรรมชาติ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของภูมินิเวศทำให้พืชสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้สภาพภูมิอากาศลักษณะภูมิประเทศและลักษณะของดิน รวมทั้งบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศได้

ผลการศึกษาของกรณีศึกษานี้ได้แสดงการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศแม่น้ำในยุโรปกลาง พบว่าการตัดไม้ทำลายป่า การพังทลายของหน้าดิน การเปลี่ยนแปลงทางน้ำซึ่งส่งผลต่อการพัดพาตะกอนเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของภูมินิเวศในช่วง 2000 ปีที่ผ่านมา

กรณีศึกษานี้จึงเป็นแนวทางในการวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศ จากการบ่งชี้ด้วยลักษณะพืชพรรณตามธรรมชาติและการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของลักษณะพืชพรรณเช่นกัน



ภาพที่ 32 การเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศแม่น้ำตอนล่างในยุโรปกลางในช่วง 2000 ปีที่ผ่านมา

ที่มา : Ellenberg, 1978 อ้างถึงใน Naveh and Lieberman (1993)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4.2 กรณีศึกษา : การศึกษาน้ำท่วมแม่น้ำคงคาบริเวณรัฐอุตตรประเทศในเดือนกันยายน พ.ศ. 2553 : การวิเคราะห์ด้วยข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลด้วยดาวเทียม

กรณีศึกษานี้ทำการศึกษาอุทกภัยในช่วงเดือนกันยายน 2553 ซึ่งระดับน้ำในแม่น้ำสูงที่สุดในรอบทศวรรษด้วยการสังเกตการณ์จากข้อมูลการสำรวจระยะไกลด้วยดาวเทียมกับข้อมูลทางอุทกวิทยาและอุตุนิยมวิทยา เพื่อระบุขอบเขตพื้นที่ของน้ำท่วมในช่วงเวลาต่าง ๆ เพื่อนำมาประกอบกับข้อมูลตำแหน่งหมู่บ้านเพื่อระบุพื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัย เพื่อใช้ในสร้างคลังข้อมูลในการคาดการณ์พื้นที่ที่จะได้รับผลกระทบ วิธีนี้เป็นวิธีการที่รวดเร็วและคุ้มค่าสำหรับการคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงภัยในฤดูน้ำหลาก (Bhatt and Rao, 2016)

2.4.2.1 ข้อมูลที่ใช้และวิธีการ

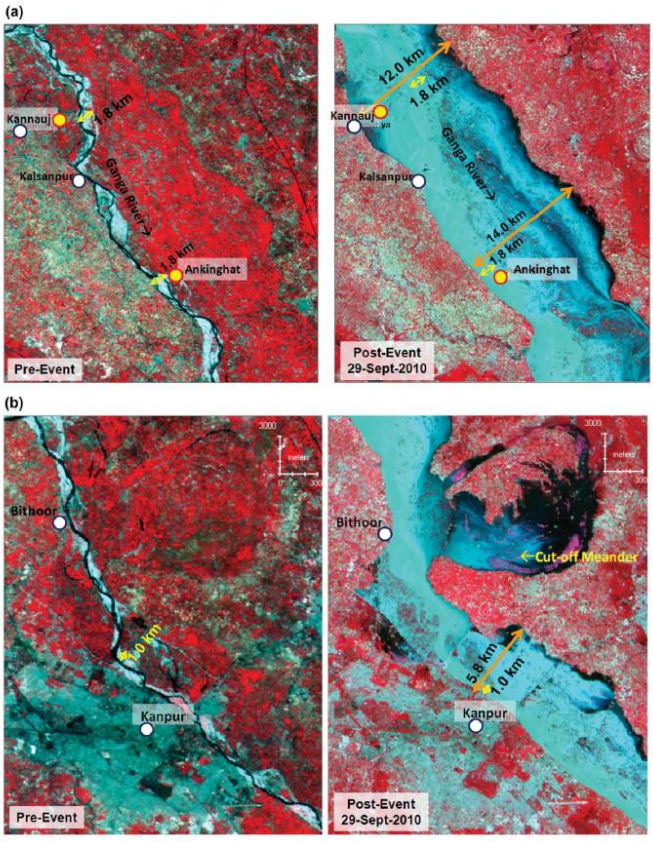
กรณีศึกษานี้ใช้การสังเกตการณ์ด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่แสดงข้อมูลน้ำท่วมในเชิงพื้นที่ในช่วงเวลาก่อนน้ำท่วม ในช่วงเวลาที่น้ำท่วม และช่วงเวลาหลังจากน้ำท่วม เพื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลระดับน้ำในแม่น้ำและข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันซึ่งเป็นข้อมูลเชิงสถิติ และใช้ข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลขเพื่อวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศ (Bhatt and Rao, 2016)

2.4.2.2 การวิเคราะห์

ในการวิเคราะห์ของกรณีศึกษานี้ ทำการระบุขอบเขตน้ำหลากเชิงพื้นที่ในงานวิจัยนี้ใช้การจำแนกข้อมูลผิวน้ำจากการทำภาพสีผสมเท็จอินฟราเรดเพื่อแยกพื้นที่ผิวน้ำและพืชพรรณ *ภาพที่ 33* จากนั้นจึงทำการสกัดพื้นที่ผิวน้ำจากภาพถ่ายดาวเทียม *ภาพที่ 34* เพื่อทำชั้นข้อมูลของแผนที่น้ำท่วมเพื่อเป็นคลังข้อมูลและใช้การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในการพิจารณาข้อมูลแผนที่น้ำท่วมร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นที่อื่น ๆ เช่น ตำแหน่งหมู่บ้าน เขตการปกครอง โครงข่ายคมนาคม การใช้ประโยชน์ที่ดินและที่ดิน ด้วยการซ้อนทับข้อมูล เพื่อระบุพื้นที่เสี่ยงต่อน้ำท่วมในเชิงพื้นที่ (Bhatt and Rao, 2016)

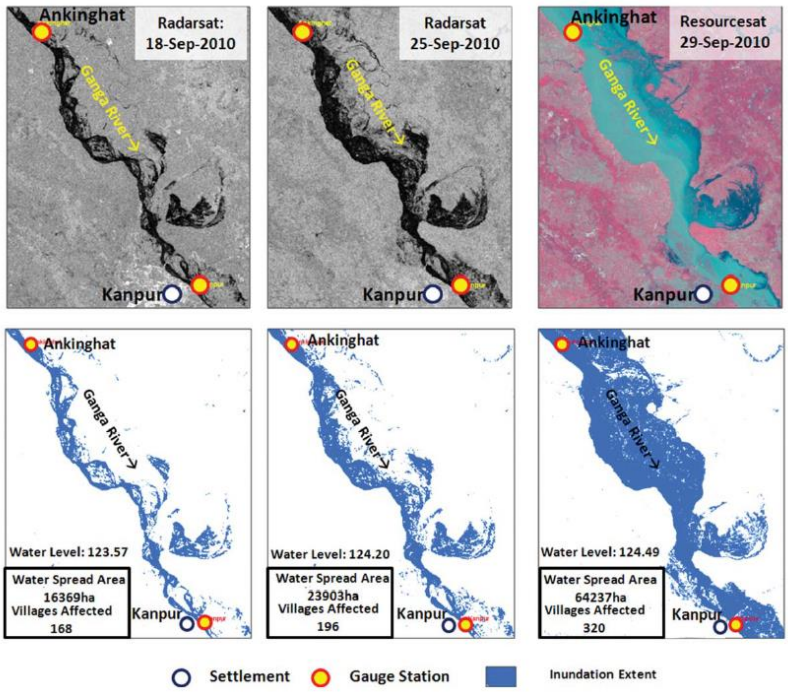
ในการวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศของภูเขา แม่น้ำและการเชื่อมต่อกับที่ราบด้านข้าง กรณีศึกษานี้ใช้แบบจำลองระดับความสูงเชิงเลขประกอบกับข้อมูลแผนที่น้ำท่วมเพื่อระบุขอบเขตของพื้นที่น้ำท่วมและทำรูปตัดเพื่อแสดงลักษณะภูมิประเทศของที่ราบน้ำท่วมถึงและภูเขา *ภาพที่ 35* (Bhatt and Rao, 2016)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



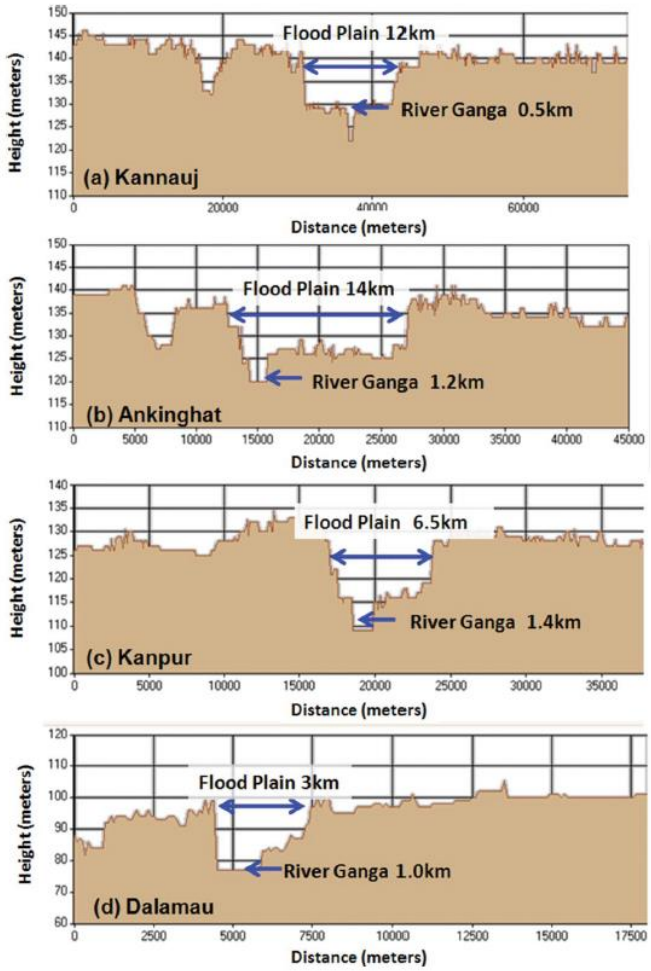
ภาพที่ 33 ภาพจากการจำแนกข้อมูลผิวน้ำจากการทำภาพสีผสมเท็จอินฟราเรด

ที่มา : Bhatt and Rao (2016)



ภาพที่ 34 การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ผิวน้ำในช่วงระดับน้ำที่แตกต่างกัน

ที่มา : Bhatt and Rao (2016)



ภาพที่ 35 รูปตัดขวางของขอบที่ราบน้ำท่วมถึงบริเวณ Gumatiya, Ankinghat, Kanpur และ Dalamau

ที่มา : Bhatt and Rao (2016)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรณีศึกษานี้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม แบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำฝนเพื่อระบุขอบเขตเชิงพื้นที่ของน้ำท่วมในระดับต่าง ๆ ในรูปแบบข้อมูลแผนที่น้ำท่วมที่เป็นชั้นข้อมูลสามารถซ้อนทับเพื่อศึกษาร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นที่อื่น ๆ ได้และใช้รูปตัดแสดงขอบเขตที่ราบน้ำท่วมถึงในภูมิประเทศ จึงเป็นกรณีศึกษาที่ดีในการใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยเพื่อวิเคราะห์พื้นที่น้ำหลาก

2.5 สรุปทฤษฎีและกรอบในการวิจัย

การศึกษาทบทวนทฤษฎีและวิธีการดำเนินการวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้กรอบในการวิจัย ในการอธิบายโครงสร้างภูมินิเวศและเงื่อนไขของการตั้งถิ่นฐานของเมืองสุโขทัย โดยสามารถจัดกลุ่มทฤษฎีและวิธีการดำเนินการวิจัยได้ดังนี้

(1) ทฤษฎีภูมินิเวศประกอบด้วยโครงสร้าง บทบาท และการเปลี่ยนแปลงหรือพลวัตภายในภูมินิเวศ ใช้เป็นกรอบในศึกษา โดยใช้ทฤษฎีทางธรณีสัณฐานและอุทกวิทยาในการศึกษากระบวนการก่อเกิดภูมินิเวศแม่น้ำลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะของภูมินิเวศแม่น้ำ และใช้ทฤษฎีพลวัตน้ำหลากเพื่อศึกษาเงื่อนไขของน้ำในพื้นที่

(2) ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และภูมินิเวศ เป็นการศึกษาภูมินิเวศในฐานะฐานของระบบสังคม เศรษฐกิจและวัฒนธรรม เพื่อศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างเงื่อนไขภูมินิเวศและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ในพื้นที่

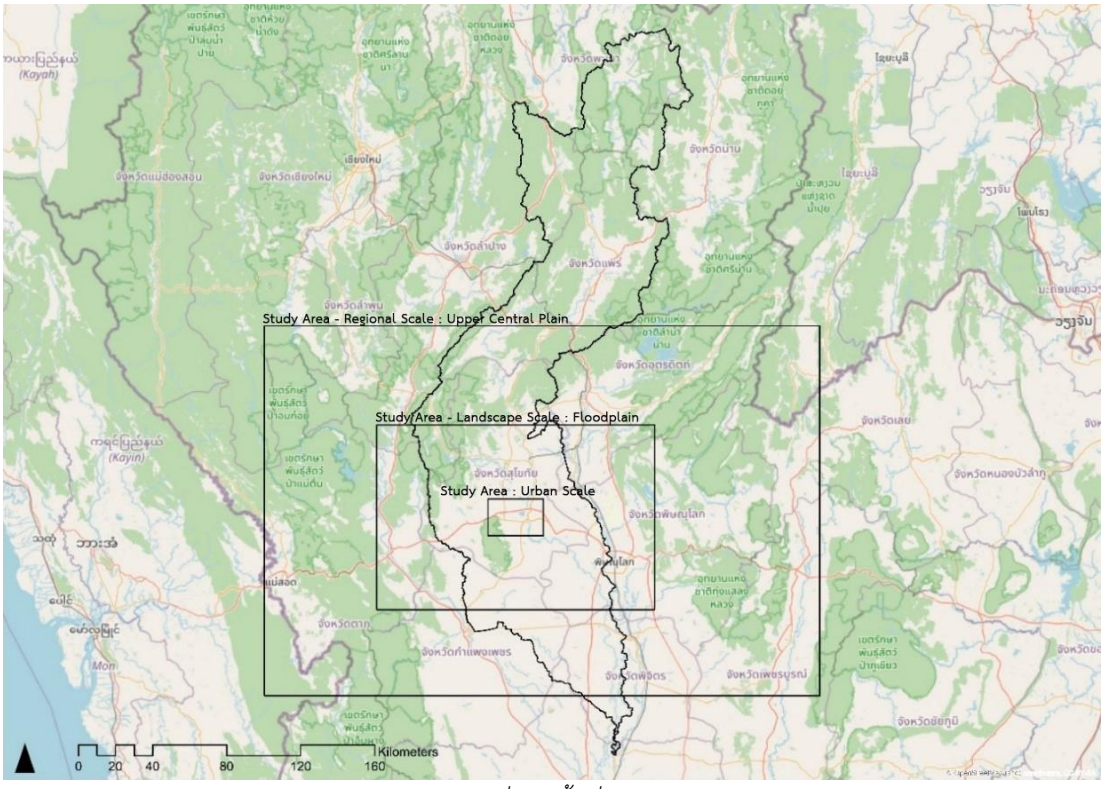
(3) การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการรับรู้ระยะไกล และทฤษฎีการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน เพื่อศึกษาภูมินิเวศของพื้นที่โดยการรวบรวมข้อมูล การจัดการข้อมูล วิธีการวิเคราะห์ การจำแนก การตีความและแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่อย่างเป็นระบบ

(4) ทฤษฎีการวางแผนภูมินิเวศ เพื่อนำเสนอแนวทางในการวางแผนจัดการพื้นที่เมืองที่สัมพันธ์กับภูมินิเวศของพื้นที่ เพื่อเป็นแนวทางในการนำเสนอการจัดการพื้นที่เมืองและที่ราบน้ำท่วมถึงต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
ข้อมูลและรายละเอียดพื้นที่ศึกษา

การศึกษาวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศกับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์และการขยายตัวของเมืองสุโขทัยทำการศึกษาพื้นที่ในหลายระดับ ตั้งแต่พื้นที่ระดับลุ่มน้ำ ระดับภูมิภาค ระดับภูมินิเวศ ไล่ลงมาจนถึงการศึกษาพื้นที่ระดับเมือง การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศ การแปลตีความหมายข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและข้อมูลอื่น ๆ เช่น หลักฐานทางประวัติศาสตร์ บันทึกและจดหมายเหตุ



ภาพที่ 36 พื้นที่ศึกษา

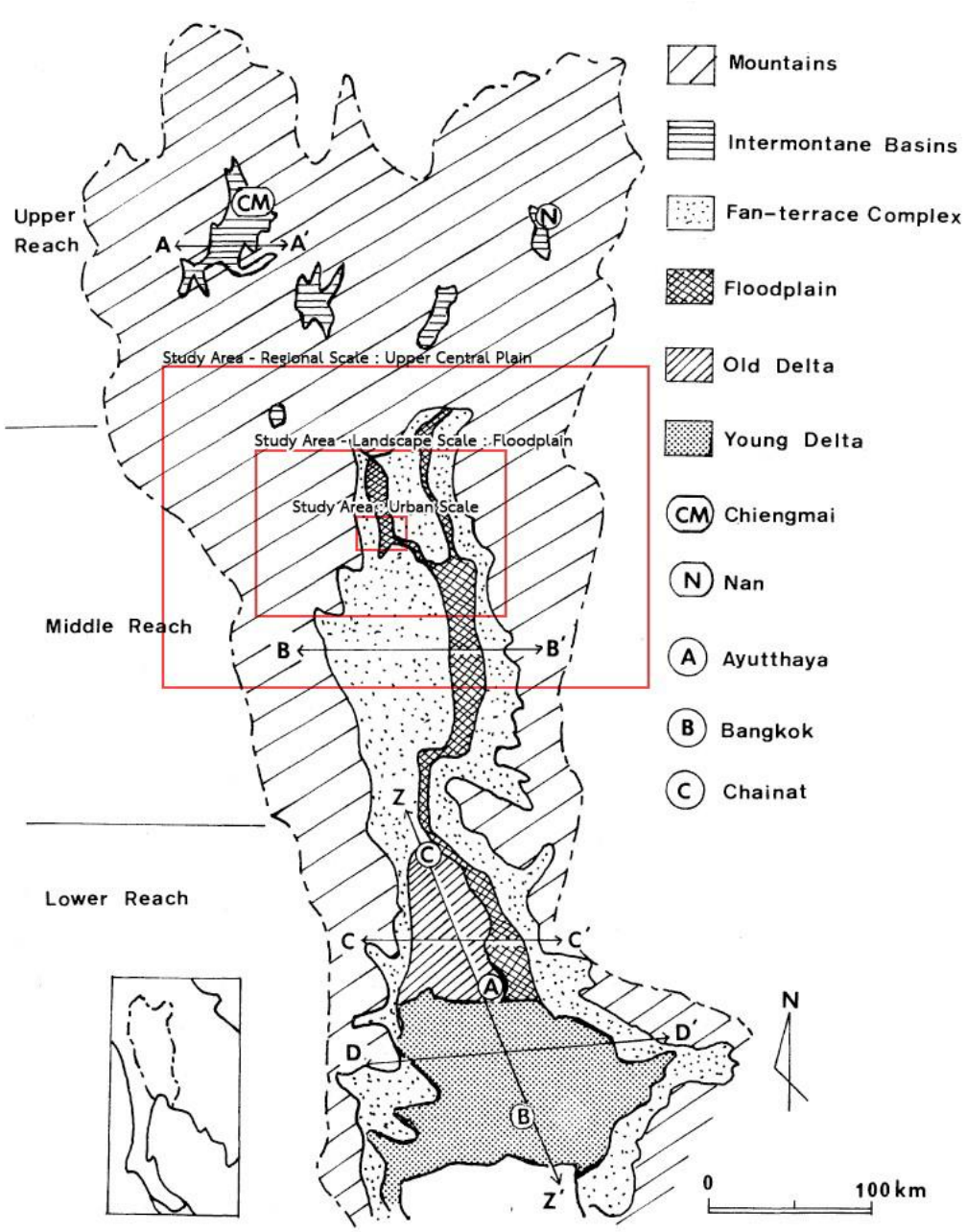
ที่มา: OpenStreetMap contributors (2022)

3.1 ข้อมูลพื้นที่ศึกษา

3.1.1 ลักษณะทางภูมิศาสตร์

ที่ตั้งเมืองสุโขทัยอยู่ในขอบเขตที่ราบภาคกลางตอนบน (Sinsakul, 2000) เป็นภูมิสัณฐานที่เกิดจากกระบวนการธารน้ำ การเปลี่ยนแปลงระดับและความลาดชันทำให้พื้นที่มีลักษณะเป็นที่รับน้ำจากพื้นที่สูงทางเหนือ ตะวันตก และตะวันออก (มนตรี ชูวงษ์, 2554) ลำน้ำสาขาจากที่สูงที่อยู่ล้อมรอบทำให้เกิดจากสะสมตัวของเนินตะกอนรูปพัด โดยขอบของแอ่งมีลักษณะเป็นที่ลาด การกระทำของแม่น้ำยมและน่านที่เป็นแม่น้ำสายที่ไหลตัดผ่านภูมิประเทศทำให้เกิดการกัดเซาะและการ

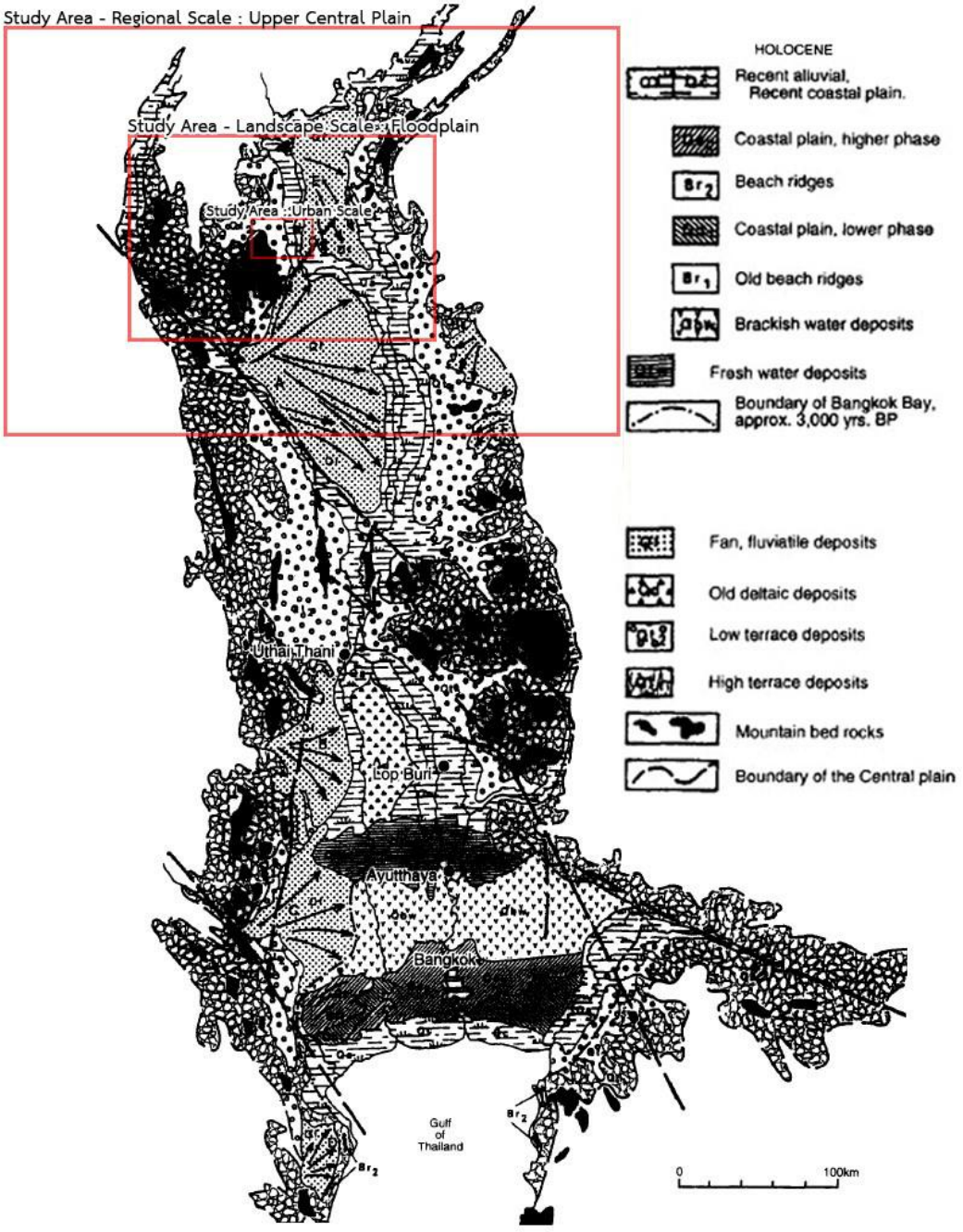
ทับถมของตะกอนน้ำพาเกิดธรณีสัณฐานของลานตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง ทำให้ภูมิประเทศโดยทั่วไปของที่ราบภาคกลางตอนบนมีลักษณะเป็นที่ราบน้ำท่วมถึงขนาบด้วยพื้นที่เชิงเขาที่เป็นตะพักลำน้ำและเนินตะกอนรูปพัดที่มีระดับสูงและมีความลาดเอียง (Takaya, 1987)



ภาพที่ 37 ลักษณะทางภูมิศาตร์ที่ราบภาคกลาง

ที่มา: ดัดแปลงจาก Takaya (1971)

ลักษณะทางธรณีวิทยาที่ราบภาคกลางตอนบนได้รับอิทธิพลจากกระบวนการธารน้ำพา ในการกัดกร่อน การพัดพา และการทับถมของตะกอน ทำให้แอ่งที่ราบภาคกลางตอนบนมีการสะสมของตะกอนควอเทอร์นารีปกคลุมชั้นหินยุคเทอร์เชียรี (ปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2545)



ภาพที่ 38 ตะกอนยุคควอเทอร์นารีในที่ราบภาคกลาง

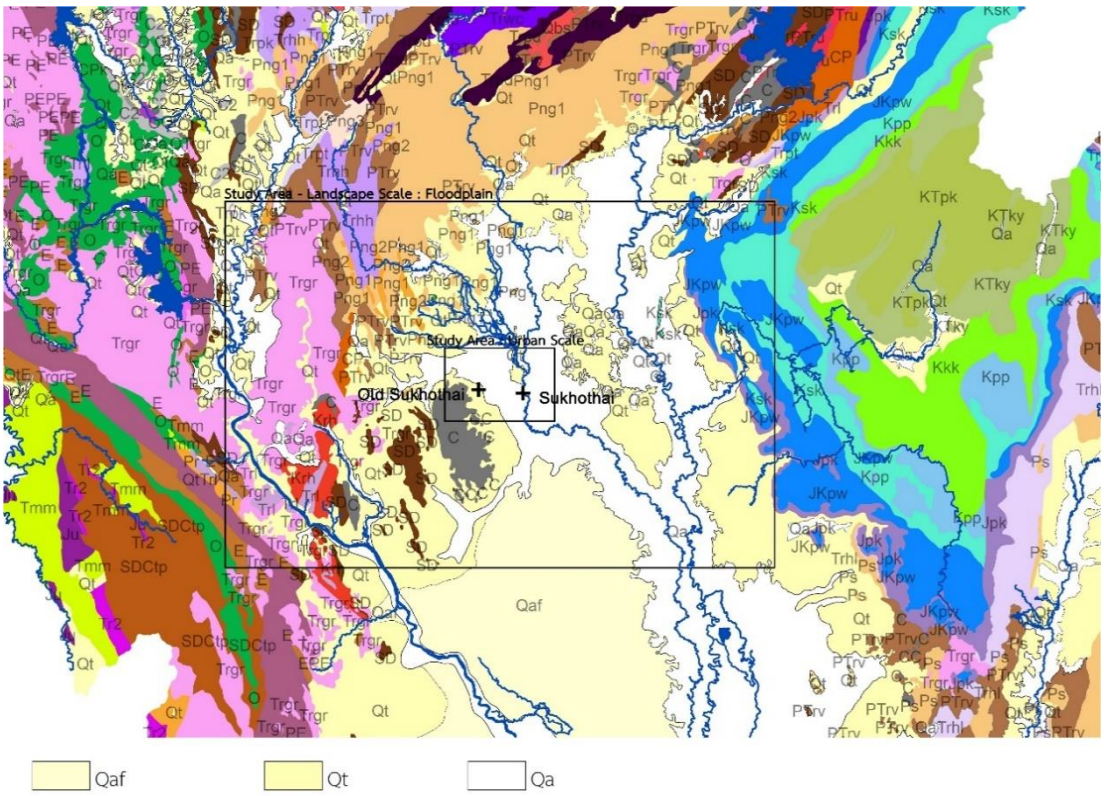
ที่มา: ดัดแปลงจาก Dheeradilok (1995)

ตะกอนควอเทอร์นารี มีลักษณะเป็นตะกอนร่วนประกอบด้วย กรวด ทราย ดิน และดินเหนียวที่ยังไม่แข็งตัว พบได้ในบริเวณที่ลาดเชิงเขา ที่ลาดลอนคลื่น และที่ราบลุ่มแม่น้ำ โดยในพื้นที่ศึกษาสามารถจำแนกขอบเขตตะกอนในยุคควอเทอร์นารีได้เป็น 3 หน่วยตะกอน ประกอบด้วย ตะกอนน้ำพา ตะกอนร่องน้ำ ตะกอนเนินตะกอนรูปพัดและตะพักลำน้ำ (กรมทรัพยากรธรณี, 2551)

ตะกอนน้ำพา (Alluvium deposit; Qa) ประกอบด้วย กรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว สะสมตัวตามร่องน้ำ คันดินแม่น้ำและแอ่งน้ำท่วมถึง ลักษณะเป็นภูมิประเทศที่ราบริมแม่น้ำ โดยทั่วไปสภาพดินอุดมสมบูรณ์เหมาะต่อการเพาะปลูกมากที่สุด แต่เป็นพื้นที่น้ำท่วมขังในช่วงฤดูฝน (กรมทรัพยากรธรณี, 2551)

ตะกอนเนินตะกอนรูปพัด (Alluvial fan deposit; Qaf) กรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวสะสมตัวตามพื้นท้องน้ำและการไหลของมวลในการสร้างเนินรูปพัดบริเวณขอบแอ่ง เป็นเนินตะกอนที่เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนในบริเวณที่มีการเปลี่ยนระดับของทางน้ำจากหุบเขาชันลงสู่ที่ราบ ตะกอนดังกล่าวจึงตกสะสมกระจายออกไปรอบข้างเป็นรูปพัด (กรมทรัพยากรธรณี, 2551)

ตะกอนตะพักลำน้ำ (Terrace deposit; Qt) ประกอบด้วย กรวด ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียวและศิลาแลง แยกย่อยได้เป็น ตะกอนตะพักลำน้ำใหม่ (Young terrace deposits) ประกอบด้วยดินเหนียวและทรายละเอียด โดยมีชั้นกรวดทรายแทรก พบมากในพื้นที่แอ่ง ศักยภาพในการอุ้มน้ำต่ำ และตะกอนตะพักลำน้ำเก่า (Old terrace deposits) มีลักษณะเป็นเนินเตี้ยหรือพื้นที่ลาดเอียงเชิงเขาตะกอนประกอบด้วยชั้นของกรวดทรายและดินเหนียวเกิดสลับกันเป็นชั้นหนา (กรมทรัพยากรธรณี, 2551)



ภาพที่ 39 แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย

ที่มา: ดัดแปลงจากกรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)

แผนที่ธรณีวิทยาข้างต้น แสดงขอบของที่ราบภาคกลางตอนบนที่มีลักษณะเป็นเนินตะกอนน้ำพารูปพัด (Qaf) และตะกอนตะพักลำน้ำ (Qt) ขนาบพื้นที่ตะกอนธารน้ำพา (Qa) ซึ่งแสดงลักษณะของที่ราบน้ำท่วมถึง

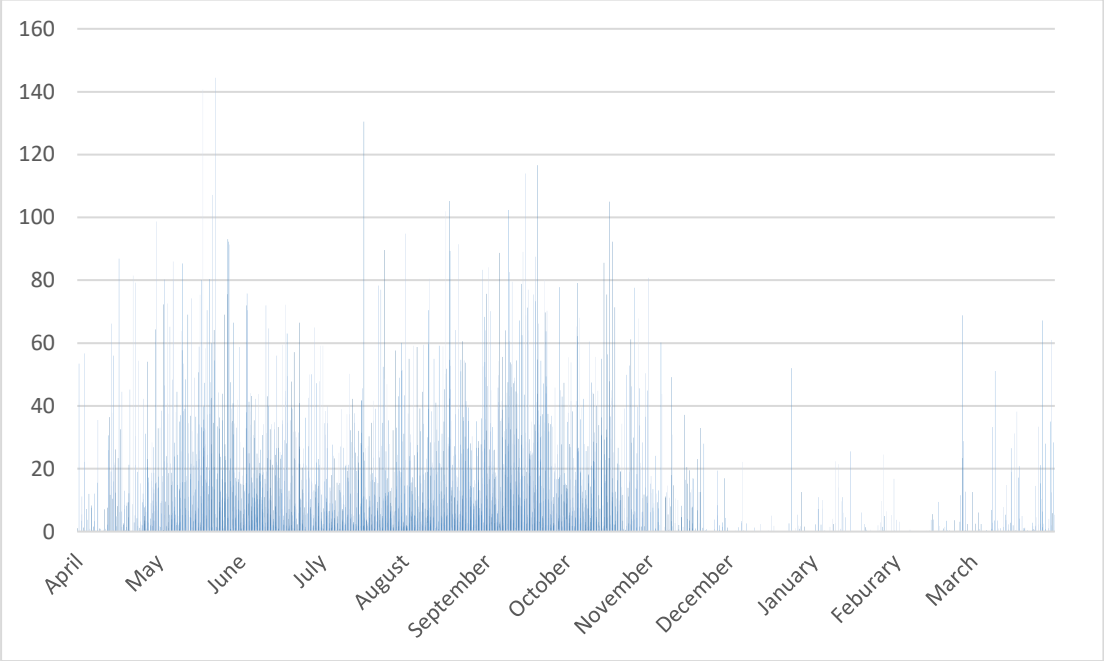
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.1.2 สภาพภูมิอากาศและลักษณะทางอุทกวิทยา

สภาพภูมิอากาศของที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาได้รับอิทธิพลของลมมรสุมประจำฤดูกาล ประกอบด้วยลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงฤดูฝนที่พัดพามวลอากาศขึ้นมาจากทะเลและมหาสมุทรและลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงฤดูหนาวที่พัดพาอากาศเย็นและแห้งจากประเทศจีนลงมาปกคลุมประเทศไทย (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2562) ซึ่งความแตกต่างของปริมาณน้ำเป็นลักษณะที่เด่นชัดของภูมิอากาศแบบมรสุมที่ทำให้เกิดฤดูแล้งและฤดูฝน (Murata and Matsumoto, 1974) ส่งผลให้มีปริมาณน้ำมากในฤดูฝน และมีน้ำน้อยในฤดูแล้ง จากอิทธิพลของลมมรสุมประจำปีทั้ง 2 ชนิดโดยเฉพาะลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดพาอากาศจากทะเลและมหาสมุทรอินเดียเข้ามายังประเทศไทยในช่วงฤดูฝนตั้งแต่เดือนพฤษภาคม

3.1.2.1 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน

อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ทำให้ที่ราบภาคกลางเข้าสู่ฤดูฝนในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายน โดยสถานีวัดปริมาณน้ำฝน Y.6 บ้านแก่งหลวง อำเภอศรีสัชนาลัยวัดค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยได้ประมาณ 1,200 มิลลิเมตร (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2562) จากแผนภูมิแสดงปริมาณน้ำฝนรายวันปี พ.ศ. 2523-2560 แสดงรอบฝนตกหนักในพื้นที่ 2 ครั้งต่อปี โดยรอบแรกอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม - มิถุนายนและรอบที่ 2 ในช่วงเดือนสิงหาคม – พฤศจิกายน



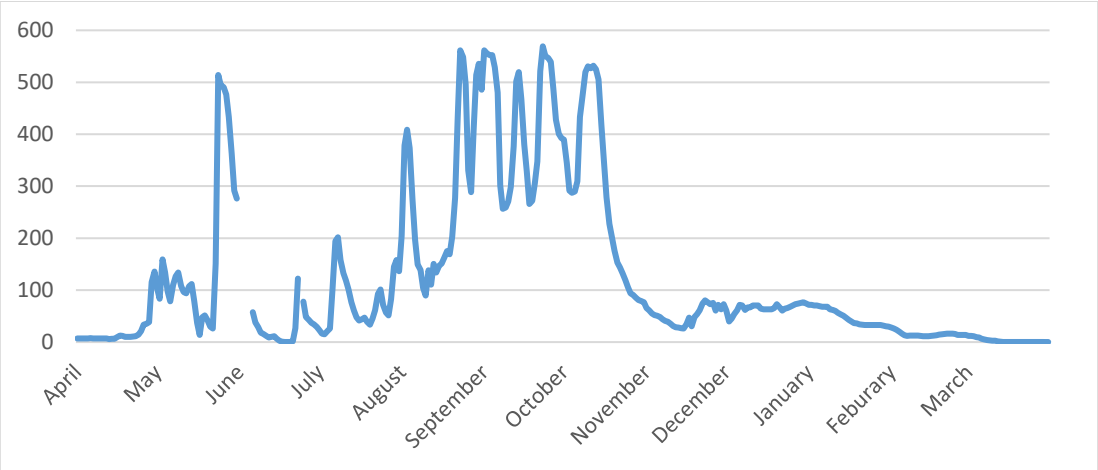
ภาพที่ 40 แผนภูมิแสดงปริมาณน้ำฝนรายวันปี พ.ศ. 2523-2560

ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง (ม.ป.ป.-ก)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.1.2.2 ข้อมูลปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าหรืออัตราการไหลของน้ำแสดงลักษณะทางอุทกวิทยาของแม่น้ำ จากแผนภูมิแสดงข้อมูลปริมาณน้ำท่าสถานี อำเภอเมือง Y.4 ช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2549 – เดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 แสดงปริมาณน้ำท่าที่มากในช่วงเดือนพฤษภาคม - มิถุนายนและในช่วงเดือนสิงหาคม – พฤศจิกายน สัมพันธ์กับข้อมูลปริมาณน้ำฝน

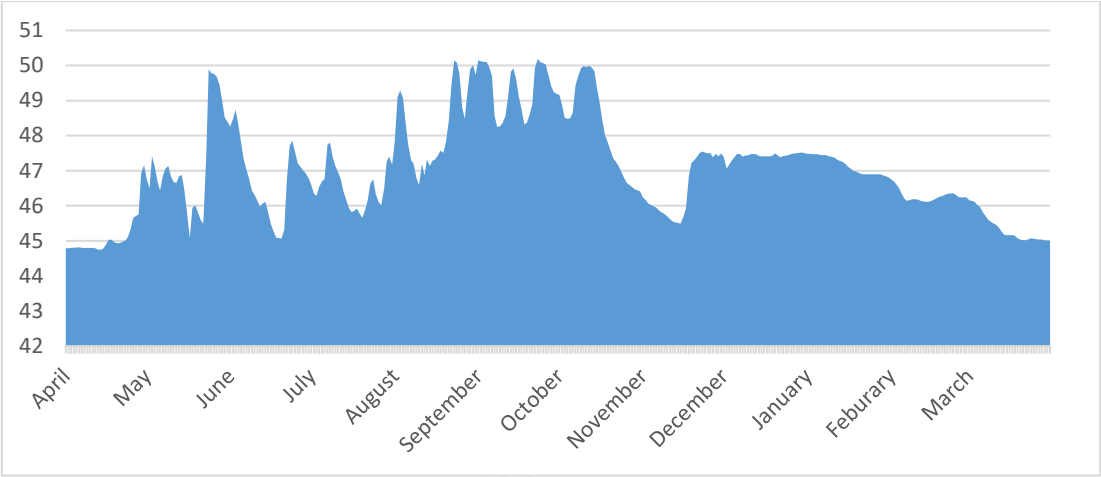


ภาพที่ 41 แผนภูมิแสดงข้อมูลปริมาณน้ำท่าสถานี Y.4 ปี พ.ศ. 2549

ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง (ม.ป.ป.-ข)

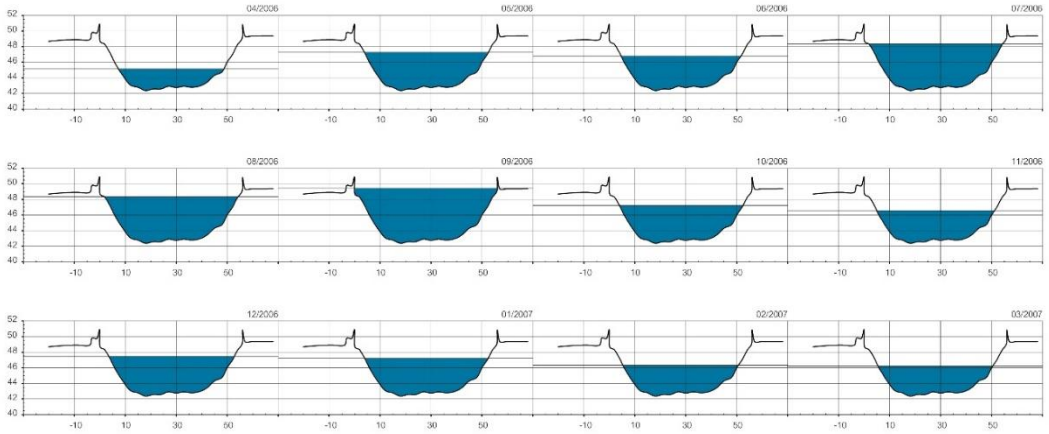
2.1.2.3 ข้อมูลระดับน้ำ

ระดับน้ำของแม่น้ำยมจากสถานีตรวจวัดระดับน้ำอำเภอเมือง Y.4 ช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2549 – เดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 แสดงข้อมูลระดับน้ำที่สัมพันธ์กับข้อมูลปริมาณน้ำฝนและข้อมูลประมาณน้ำท่าในช่วงเวลาเดียวกัน โดยระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นรอบแรกในช่วงเดือนพฤษภาคม - มิถุนายนและรอบที่สองในช่วงเดือนสิงหาคม – พฤศจิกายน



ภาพที่ 42 แผนภูมิแสดงข้อมูลระดับน้ำสถานี Y.4 ปี พ.ศ. 2549

ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง (ม.ป.ป.-ค)



ภาพที่ 43 รูปตัดขวางแม่น้ำยม (Y.4) อำเภอเมือง สุโขทัย และระดับน้ำในรอบปี พ.ศ. 2549

ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง (ม.ป.ป.-ค)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 ที่ตั้งเมืองสุโขทัย

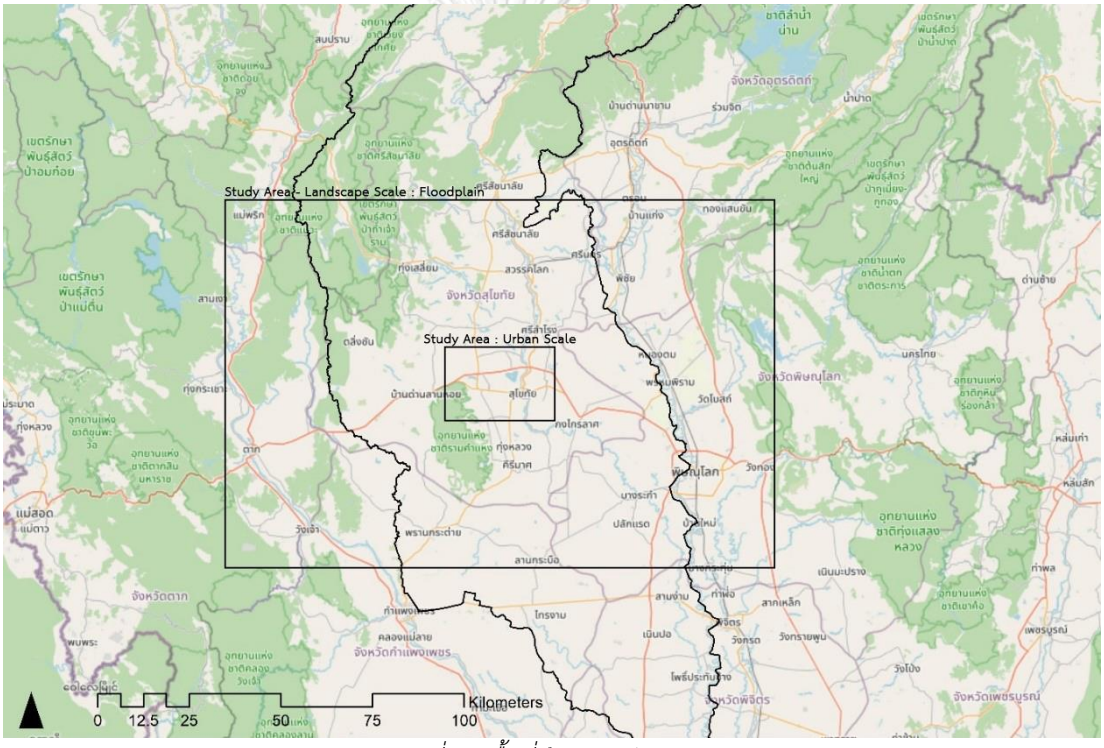
เมืองเก่าสุโขทัยสร้างขึ้นบริเวณที่ตั้งของเมืองหน้าด่านเขมรเดิม บริเวณลานตะพักลำน้ำเชิงเขาประทักษ์ (McGrath et al., 2013) ด้วยลักษณะของที่ตั้งที่เป็นที่สูงทำให้ตัวเมืองเก่าสุโขทัยไม่ได้รับผลกระทบจากน้ำหลาก แต่ข้อจำกัดของพื้นที่ตะพักลำน้ำซึ่งเป็นที่แล้งน้ำและพื้นที่เชิงเขาซึ่งเป็นจุดรับน้ำจากภูเขา ทำให้ตัวเมืองจำเป็นต้องมีระบบคันดินเพื่อเบี่ยงน้ำและระบบคูเมือง ตระพัง และบ่อน้ำเพื่อกักเก็บน้ำสำหรับบริโภคในฤดูแล้ง (เอนก สีหามาตย์, 2560) ในด้านของที่ตั้งตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันในขอบเขตของที่ราบน้ำท่วมถึง มีการขยายตัวของเมืองลงสู่ที่ลุ่มต่ำซึ่งเป็นพื้นที่รับน้ำตามธรรมชาติ

3.2.1 ลักษณะทางกายภาพ

การศึกษาโครงสร้างภูมินิเวศและความสัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานเมืองเก่าสุโขทัยและตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันสามารถแบ่งขอบเขตพื้นที่ศึกษาเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของภูมินิเวศและที่ตั้งเมืองใน 3 ระดับดังนี้

3.2.1.1 ระดับภูมิภาค

การศึกษาพื้นที่ระดับภูมิภาคมีกรอบพื้นที่ศึกษาขนาด 300x200 กิโลเมตร ทำการศึกษาที่ราบภาคกลางตอนบน เพื่อทำการจำแนกโครงสร้างภูมินิเวศจากลักษณะทางกายภาพหรือโครงสร้างทางธรณีสัณฐานของพื้นที่และวิเคราะห์คุณลักษณะภูมินิเวศที่ส่งผลต่อเงื่อนไขภูมินิเวศของตำแหน่งที่ตั้งเมืองเก่าและตัวเมืองปัจจุบัน

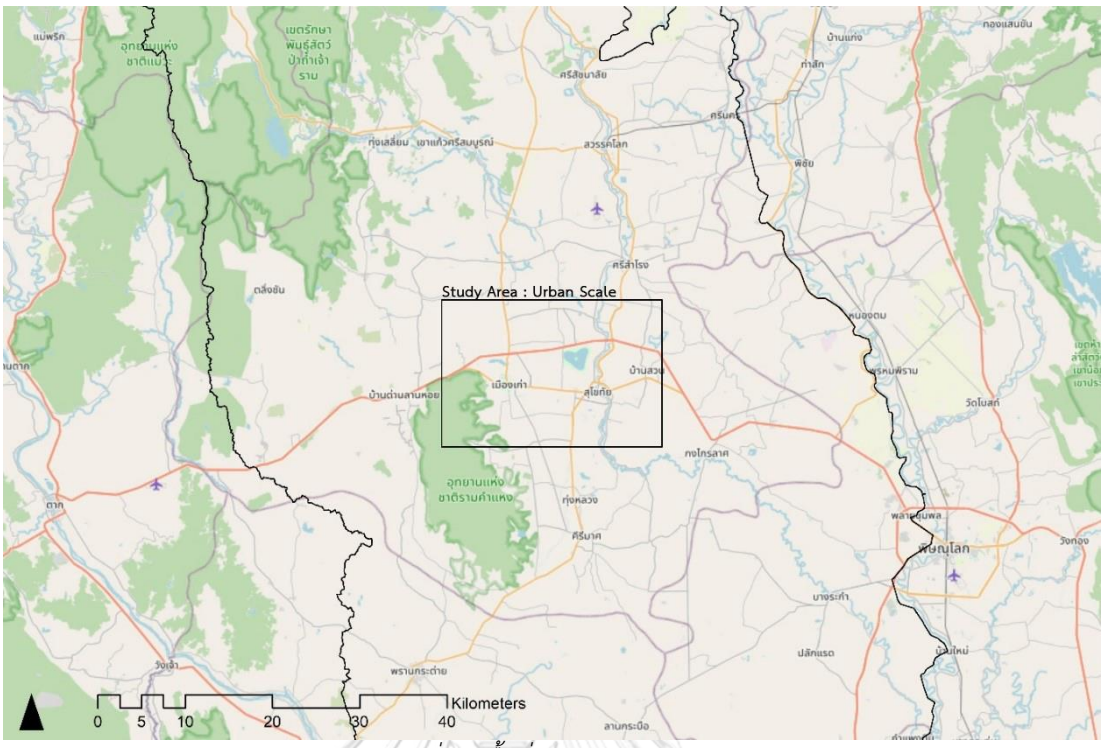


ภาพที่ 44 พื้นที่ศึกษาระดับภูมิภาค

ที่มา: OpenStreetMap contributors (2022)

3.2.1.2 ระดับภูมินิเวศที่ราบน้ำท่วมถึง

การศึกษาพื้นที่ระดับภูมินิเวศที่ราบน้ำท่วมถึงมีกรอบพื้นที่ศึกษาขนาด 150x100 กิโลเมตร เมื่อสามารถระบุขอบเขตที่ราบน้ำท่วมถึงจากโครงสร้างทางธรณีสัณฐาน การศึกษาในระดับภูมินิเวศที่ราบน้ำท่วมถึงทำการศึกษาลักษณะทางอุทกศาสตร์เพื่อระบุลักษณะของพลวัตน้ำหลากและขอบเขตพื้นที่น้ำหลาก เพื่อวิเคราะห์เงื่อนไขพลวัตน้ำหลากต่อตำแหน่งที่ตั้งของเมือง



ภาพที่ 45 พื้นที่ศึกษาระดับภูมินิเวศ

ที่มา: OpenStreetMap contributors (2022)

3.2.1.3 ระดับภูมินิเวศเมือง

การศึกษาพื้นที่ระดับภูมินิเวศเมือง มีกรอบพื้นที่ศึกษาขนาด 30x20 กิโลเมตร ทำการวิเคราะห์สิ่งปกคลุมผิวดิน โครงข่ายถนนและระบบชลประทาน ขอบเขตเมืองและลักษณะการกระจายตัวของชุมชนบนโครงสร้างภูมินิเวศ เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมืองในภูมินิเวศ

ที่ตั้งของเมืองเก่าสุโขทัยอยู่บนที่ลาดเชิงเขาทางทิศตะวันออกของเทือกเขาประทักษ์ มีระดับความสูงประมาณ 60 เมตรจากระดับทะเลปานกลางมีลักษณะเป็นขอบแอ่งที่ลาดลงสู่ทิศตะวันออกจนถึงระดับ 45 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง ซึ่งเป็นบริเวที่ราบน้ำท่วมถึง ลักษณะของที่ตั้งเมืองเก่าสุโขทัยเป็นบริเวณตะพักที่มีที่สูงกว่าพื้นที่ในทิศเหนือและทิศตะวันออกของเมืองซึ่งเป็นที่ลาดลุ่มและเป็นทางน้ำหลากมีคลองแม่รำพันไหลผ่านก่อนจะไหลลงไปรวมกับแม่น้ำยมที่ห่างจากเมืองเก่าไปทางทิศตะวันออกประมาน 12 กิโลเมตร (กรมศิลปากร, 2557)

ภาพที่ 46 พื้นที่ศึกษาระดับเมือง

ที่มา: กรมแผนที่ทหาร (2554)

โครงสร้างภูมินิเวศของที่ตั้งเมืองสุโขทัยประกอบด้วย

1. เทือกเขาประทักษ์ มีลักษณะเป็นภูเขาที่เกิดขึ้นในบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำใหญ่ที่มักจะมีภูเขาที่ไม่สูงมากโดยความลาดชันค่อย ๆ ลดลงเมื่อห่างจากขอบแอ่งจนมีลักษณะเป็นที่ราบกว้างที่เกิดจากการกระทำของแม่น้ำใหญ่ เทือกเขาประทักษ์เป็นแหล่งต้นน้ำที่ไหลผ่านที่ลาดเชิงเขาซึ่งเป็นที่ตั้งเมืองก่อนไหลไปรวมกับแม่น้ำยม ตัวเมืองเก่าสุโขทัยจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงน้ำไหลบ่าจากเทือกเขาประทักษ์ (กรมศิลปากร, 2557)
2. ที่ลาดเชิงเขาประทักษ์ หรือบริเวณขอบแอ่งเป็นพื้นที่ลาดมีลักษณะเป็นป่าฝนเขตร้อน ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของเทือกเขาประทักษ์เป็นบริเวณที่ตั้งเมืองเก่า มีการจัดการน้ำจากเทือกเขาเพื่อการใช้ประโยชน์ของเมือง (กรมศิลปากร, 2557)
3. ทะเลหลวง ทางตะวันออกของเมืองเก่าสุโขทัยมีลักษณะเป็นที่ลุ่มต่ำความสูง 45 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง ซึ่งในศิลาจารึกหลักที่ 1 มี

การกล่าวถึงทะเลหลวงทางทิศตะวันออกของเมืองเก่าสุโขทัย เป็นพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่มีน้ำหลากตามฤดูกาล (กรมศิลปากร, 2557)

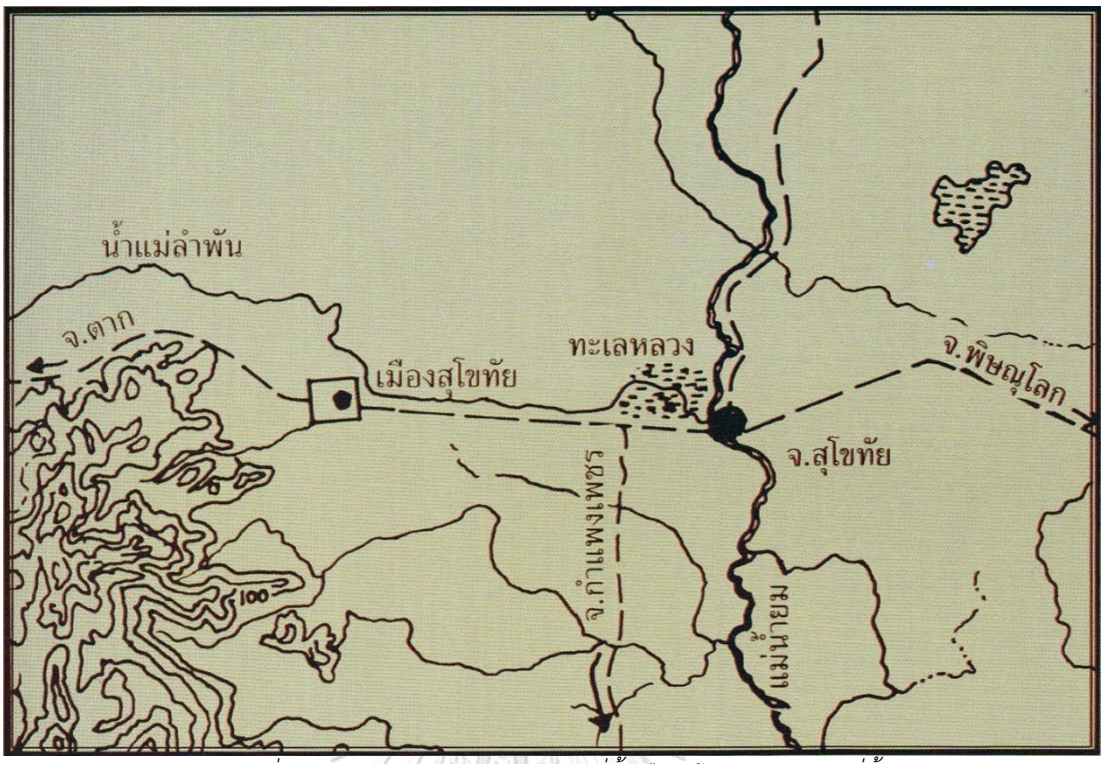
4. แม่น้ำยม มีต้นกำเนิดในเทือกเขาผีปันน้ำและเทือกเขาแดนลาว ในเขตจังหวัดพะเยาและแพร่ (เฉลิม พรกระแส, 2544) ไหลผ่านที่ราบภาคกลางตอนบนก่อนไปรวมเป็นแม่น้ำเจ้าพระยาในพื้นที่ภาคกลางตอนล่าง (Takaya, 1987)

3.2.2 การตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมือง

3.2.2.1 เมืองเก่าสุโขทัย

การตั้งถิ่นฐานในราบภาคกลางตอนบนบริเวณเมืองเก่าสุโขทัยพบหลักฐานของชุมชนในช่วง พ.ศ. 1000 ก่อนเกิดรัฐสุโขทัยในช่วงหลังจาก พ.ศ. 1700 มีเมืองศูนย์กลาง 2 แห่ง คือ เมืองสุโขทัยและเมืองศรีสัชนาลัย (สุจิตต์ วงษ์เทศ, 2562) พบหลักฐานของเมืองระยะที่ 1 คือชุมชนวัดพระพายหลวง บริเวณใกล้กับจุดตัดลำน้ำแม่ลำพันและคลองเสาหอ มีต้นน้ำจากที่สูงทางทิศตะวันตกและไหลออกสู่ที่ลุ่มทางทิศตะวันออกก่อนจะไปรวมกับแม่น้ำยมและเมืองระยะที่ 2 คือเมืองเก่าสุโขทัยทางด้านทิศใต้ของชุมชนวัดพระพายหลวง (ธีรศักดิ์ ธนูศิลป์, 2564)

เมืองเก่าสุโขทัยตั้งอยู่บนที่ลาดเชิงเขาประทักษ์บริเวณขอบของที่ราบภาคกลางตอนบน มีลักษณะโดยทั่วไปเป็นพื้นที่แล้ง มีน้ำป่าจากภูเขาในฤดูฝน ตัวเมืองเก่าสุโขทัยมีการจัดการน้ำโดยการปรับภูมินิเวศและการวางโครงสร้างพื้นฐานของเมืองในการป้องกันน้ำป่าจากภูเขาทางทิศตะวันตก รวมทั้งการสร้างระบบคูเมือง สระน้ำและบ่อน้ำภายในเมืองเพื่อเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง (เอนก สีหามาตย์, 2560) ในสมัยสุโขทัยตัวเมืองเก่าสุโขทัยใช้พื้นที่ต่ำทางทิศเหนือและทิศตะวันออกของเมืองในการปลูกข้าว แต่ไม่พบหลักฐานการทำนาในที่ลุ่มที่มีน้ำหลาก รวมทั้งไม่พบร่องรอยของชุมชนในบริเวณที่ลุ่ม ด้วยความที่ที่ตั้งเมืองเก่าสุโขทัยอยู่ในที่แล้งน้ำ ความอุดมสมบูรณ์ไม่มากทำให้การปลูกข้าวอยู่ในระดับพอยังชีพเพื่อเลี้ยงตัวเองให้อยู่รอด เศรษฐกิจหลักของสุโขทัยอยู่ได้ด้วยการค้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งการค้าของป่า คือสินค้าจากธรรมชาติพวกแร่ธาตุ สมุนไพรและสัตว์ป่าจำพวกปศุสัตว์ การขยายตัวของชุมชนเกิดจากการรวบรวมแรงงานในการกัลปนาขยายพื้นที่เพาะปลูก (ธิดา สาระยา, 2531) เหตุผลทางศึกสงครามทำให้เมืองเก่าสุโขทัยถูกทิ้งร้างหลังจากรวมเป็นส่วนหนึ่งของกรุงศรีอยุธยา จากการรวบรวมกำลังคนและเสบียงอาหารจากหัวเมืองเหนือไปรวมที่กรุงศรีอยุธยา (ธิดา สาระยา, 2544)



ภาพที่ 47 แผนผังสังเขปแสดงตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัยและสภาพที่ตั้ง

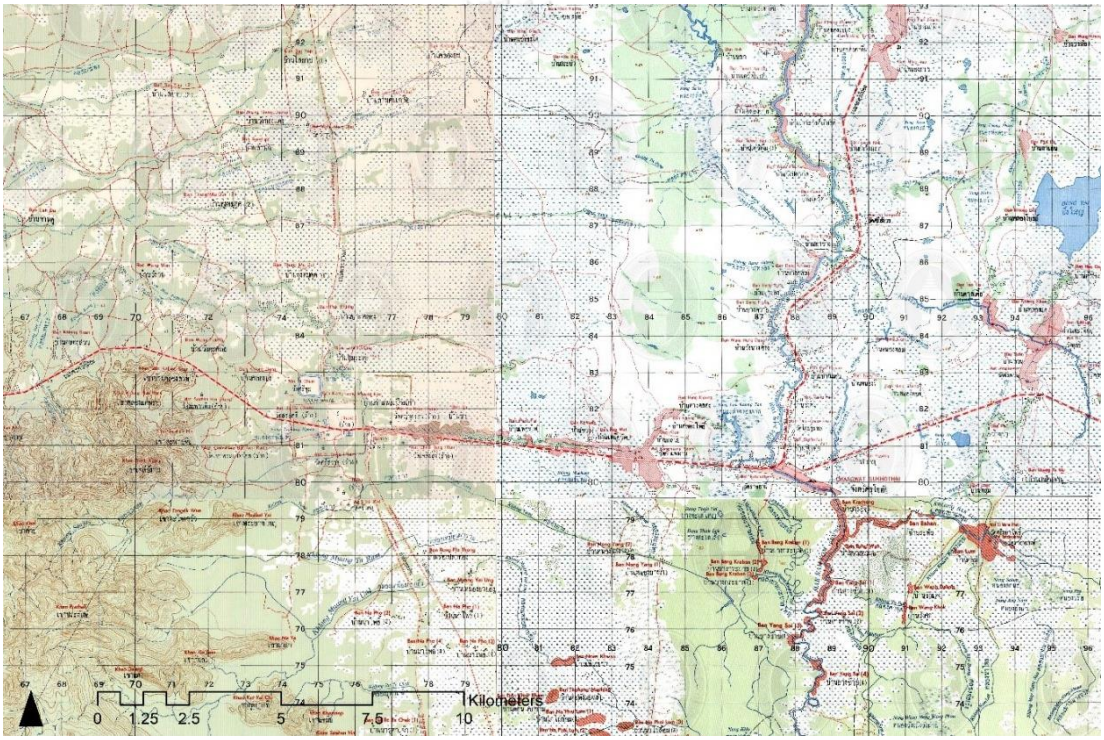
ที่มา: พิเศษ เจียจันทร์พงษ์ (2562)

3.2.2.2 ตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบัน

ตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันริมแม่น้ำยมจากบันทึกของพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัวในหนังสือเที่ยวเมืองพระร่วงที่เสด็จไปสุโขทัยในปี พ.ศ. 2450 ระบุว่าหลังจากที่กองทัพพม่ามาตีเมืองเหนือในสมัยกรุงธนบุรี สมัยกรุงรัตนโกสินทร์ได้มีการย้ายที่ว่าการเมืองสุโขทัยมาตั้งที่บ้านธานีทางฝั่งตะวันออกของแม่น้ำยม เพื่อป้องกันการรุกรานของข้าศึกและได้กลายเป็นเมืองใหม่สุโขทัยมาจนทุกวันนี้ (พระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว, 2521)

เมื่อครั้งสมเด็จเจ้าฟ้ากรมพระยานริศรานุวัดติวงศ์ ไปตรวจราชการในปี พ.ศ. 2444 มีการบันทึกในหนังสือจดหมายระยะทางไปพิษณุโลกไว้ว่าที่ว่าการอำเภอ ที่ว่าการเมืองและศาลที่กำลังก่อสร้างใหม่ บริเวณริมแม่น้ำยมนั้น สูงกว่าพื้นดินประมาณ 1.5 เมตร ดูค่อนข้างไม่เพียงพอ เพราะเป็นบริเวณที่ตลิ่งต่ำ ในฤดูน้ำหลากระดับน้ำจะขึ้นมาเกือบถึงพื้นห่างเพิ่งหนึ่งคืบ (สมเด็จเจ้าฟ้ากรมพระยานริศรานุวัดติวงศ์, 2506)

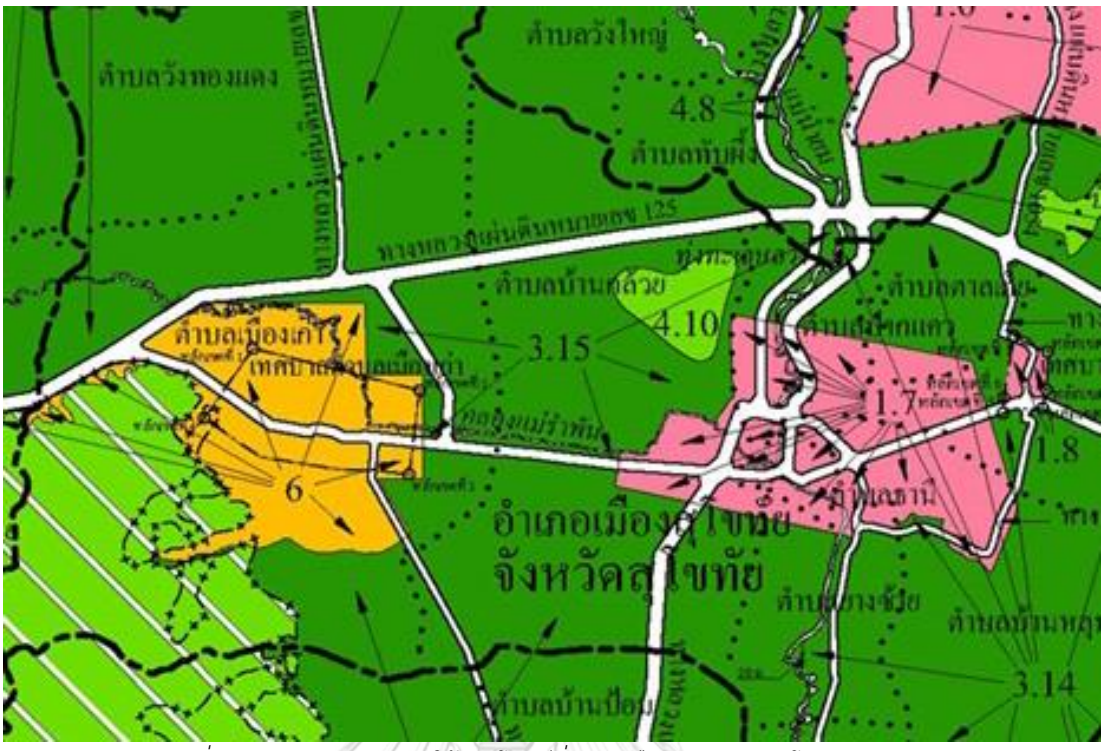
เมืองสุโขทัยมีฐานะเป็นหัวเมืองชั้นโทของอยุธยาจนถึงต้นรัตนโกสินทร์ ภายใต้ระบบการปกครองของส่วนกลาง ต่อมาในยุคการปกครองแบบเทศาภิบาล พื้นที่เมืองสุโขทัยรวมทั้งอำเภอธานีถูกรวมเข้ากับเมืองสวรรคโลกมีฐานะเป็นเมืองในมณฑลพิษณุโลก ใน พ.ศ. 2475 ได้มีการเปลี่ยนชื่ออำเภอธานีเป็นอำเภอสุโขทัยธานี เป็นส่วนหนึ่งของจังหวัดสวรรคโลก หลังจากนั้นในปี พ.ศ. 2482 มีการตั้งอำเภอเมืองสุโขทัยและยุบจังหวัดสวรรคโลกเพื่อรวมกับจังหวัดสุโขทัย (สำนักงานจังหวัดสุโขทัย, 2541)



ภาพที่ 48 แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50000 ชุด L708

ที่มา: กรมแผนที่ทหาร (2502)

แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50000 ชุด L708 ใน *ภาพที่ 48* แสดงถึงพื้นที่สิ่งปลูกสร้างและสิ่งปกคลุมผิวดินในปี พ.ศ. 2502



ภาพที่ 49 แผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินผังเมืองรวมจังหวัดสุโขทัย พ.ศ. 2560

ที่มา: พระราชบัญญัติการผังเมือง (2560)

แผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินผังเมืองรวมจังหวัดสุโขทัย พ.ศ. 2560 *ภาพที่ 49* แสดงถึงการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยสำนักผังเมือง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
การดำเนินการวิจัย

จากคำถามการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อทำความเข้าใจโครงสร้างภูมินิเวศ เพื่ออธิบายเงื่อนไขภูมินิเวศที่สัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานและเพื่อบ่งชี้ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศโดยมนุษย์ งานวิจัยนี้ใช้ทฤษฎีภูมินิเวศเป็นกรอบในการศึกษา ในการทำความเข้าใจคุณลักษณะของภูมินิเวศซึ่งได้แก่ โครงสร้าง บทบาท และการเปลี่ยนแปลง ที่เป็นผลจากกระบวนการทางธรณีสัณฐานวิทยา อุทกวิทยาและภูมิอากาศ ซึ่งส่งผลให้เกิดคุณลักษณะทางธรณีวิทยาและชนิดพันธุ์พืช โดยทำการทบทวนทฤษฎีและงานศึกษาที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางธรณีสัณฐานที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาเพื่อเป็นกรอบการศึกษาและข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์พื้นที่ศึกษาในขั้นตอนต่อไป

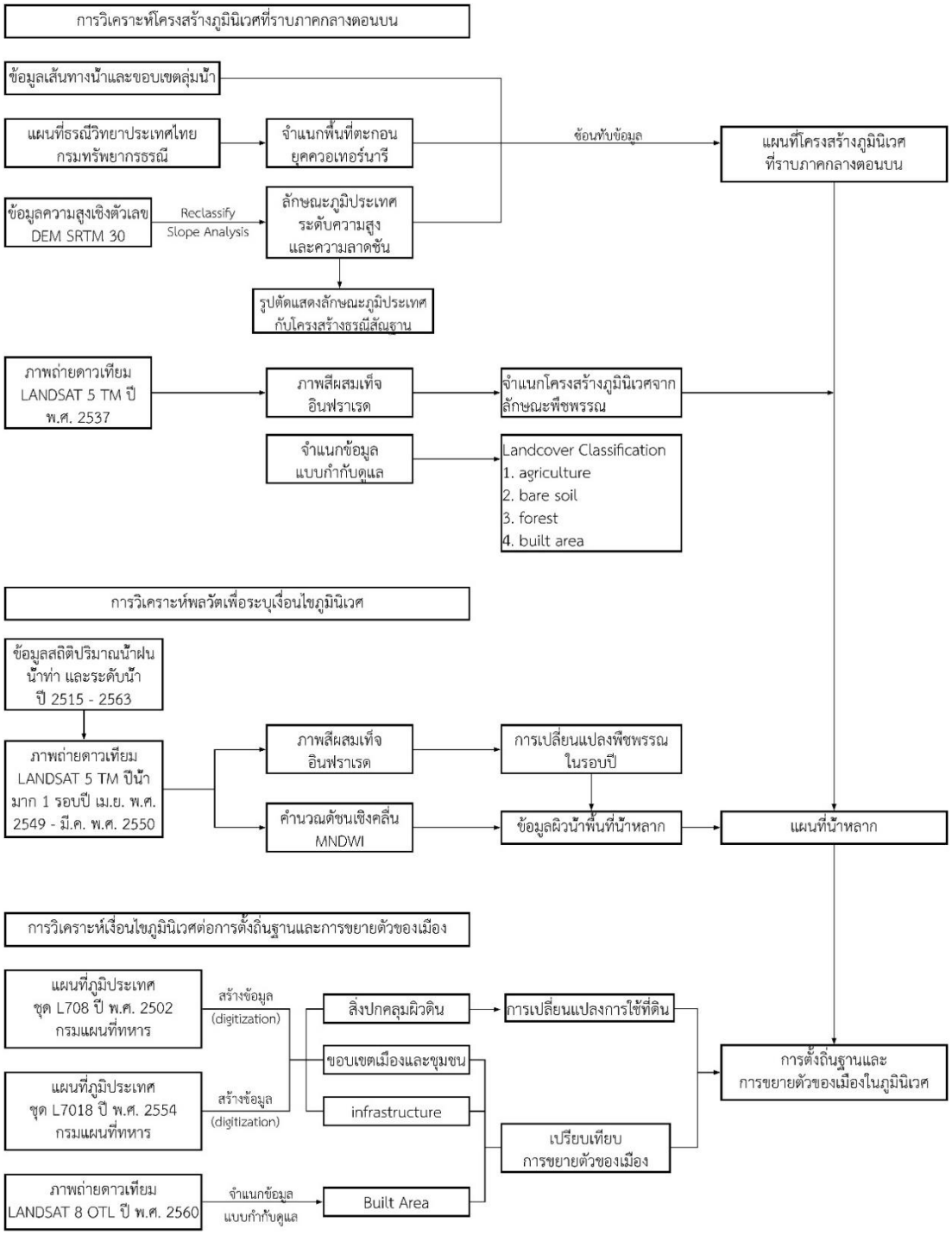
การดำเนินการวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ การรับรู้ระยะไกล และการสร้างแผนที่เพื่ออธิบายผลการศึกษา โดยการดำเนินการวิจัยเพื่อตอบคำถามการวิจัยที่ได้ตั้งไว้สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วนดังนี้

1. การวิเคราะห์เพื่อจำแนกโครงสร้างภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบน จากลักษณะทางธรณีสัณฐาน มีวัตถุประสงค์เพื่อทำความเข้าใจโครงสร้างภูมินิเวศของพื้นที่ศึกษา เพื่อจะนำไปสู่การระบุคุณลักษณะของภูมินิเวศที่เป็นเงื่อนไขต่อการตั้งถิ่นฐาน

2. การวิเคราะห์คุณลักษณะของภูมินิเวศเพื่อระบุเงื่อนไขภูมินิเวศต่อการตั้งถิ่นฐานของเมืองเก่าสุโขทัยและตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบัน เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของเงื่อนไขภูมินิเวศของพื้นที่กับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์

3. การศึกษาการขยายตัวของเมืองในภูมินิเวศ เพื่อวิเคราะห์เงื่อนไขภูมินิเวศต่อการตั้งถิ่นฐานและผลกระทบจากการขยายตัวของเมือง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 50 แผนภูมิแสดงการดำเนินการวิจัย

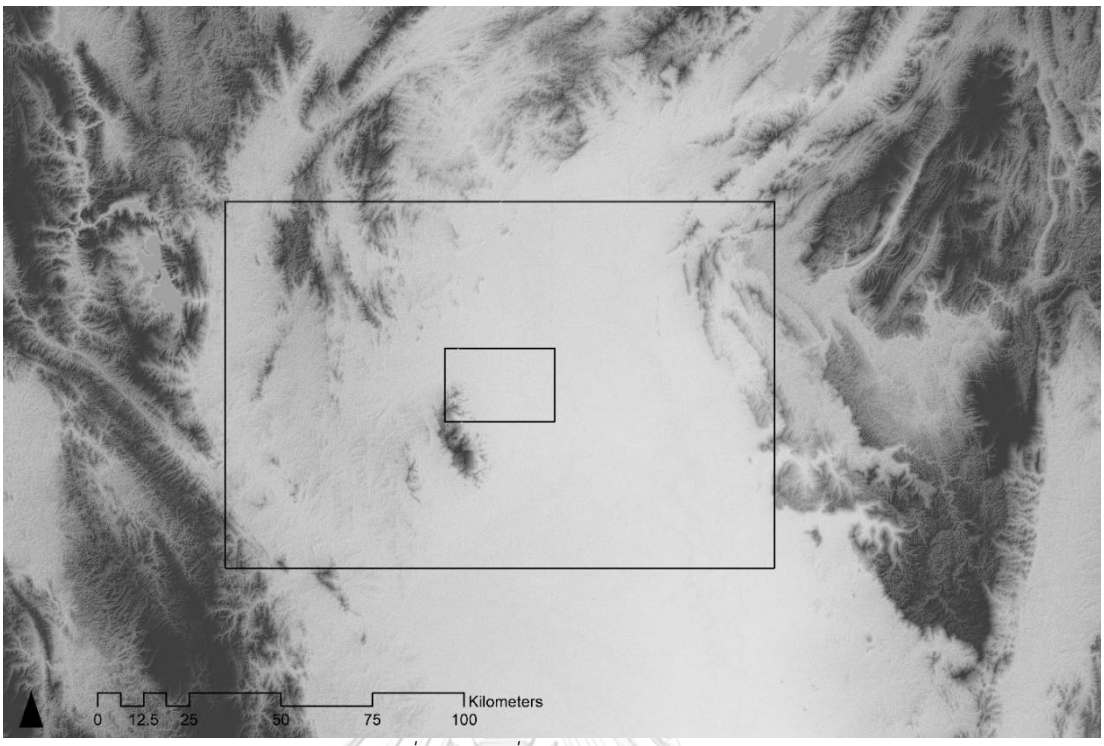
4.1 การวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบน

4.1.1 การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ประกอบด้วยข้อมูลภาพแผนที่ ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์และข้อมูลสถิติ มีรายละเอียดดังนี้

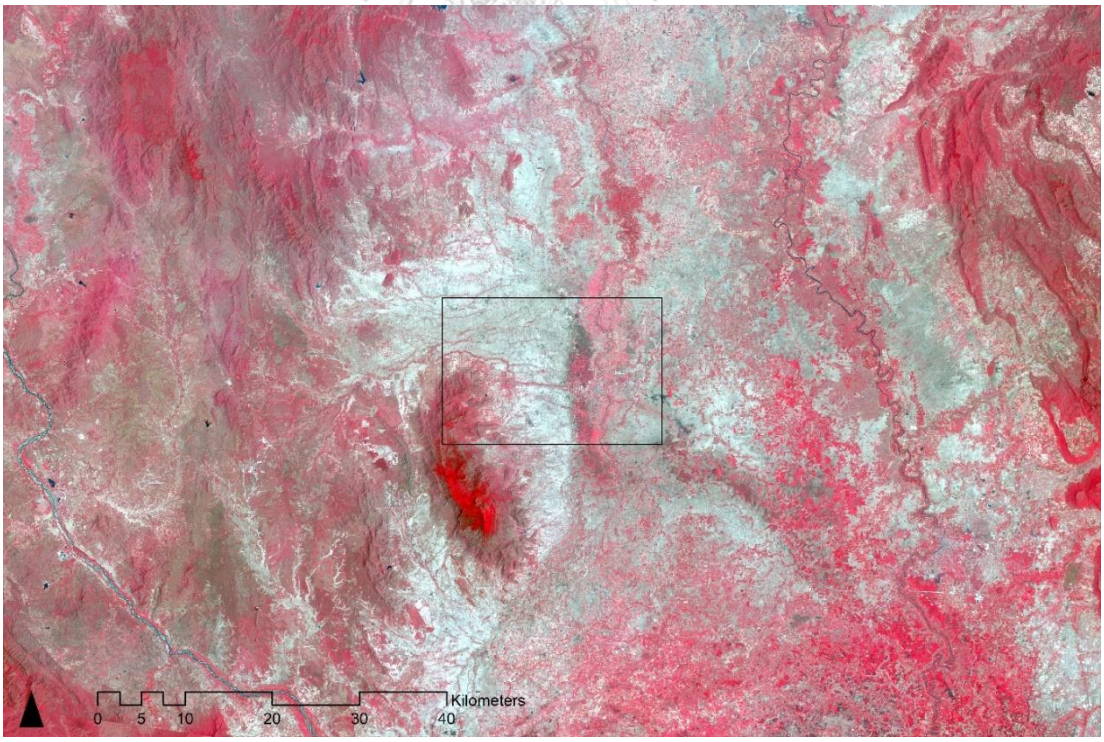
4.1.1.1 ข้อมูลภาพ (Raster)

1) ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (Digital elevation model หรือ DEM) คือ ข้อมูลที่มีค่าความสูงของภูมิประเทศที่จัดเก็บเป็นข้อมูลตัวเลขในรูปแบบตารางกริด Shuttle Radar Topography Mission Global 1 arc second ความละเอียด 30 เมตร หรือ SRTM 30 (NASA JPL, 2013)
2) ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลขแบบลบความสูงป่าและสิ่งปลูกสร้างออก (Forest And Buildings removed Copernicus DEM หรือ FABDEM) เป็นแผนที่ระดับความสูงทั่วโลกที่ทำการปรับลบความสูงของอาคารและต้นไม้ออกจากข้อมูล Copernicus GLO 30 Digital Elevation Model ข้อมูลมีความละเอียด 30 เมตร (Hawker and Neal, 2021)
3) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม
ในการศึกษาครั้งนี้ เลือกใช้ข้อมูลดาวเทียมจากดาวเทียม LANDSAT 5 TM ซึ่งมีการเก็บข้อมูลตั้งแต่ปี 1988-2011 และดาวเทียม LANDSAT 8 OLI ที่มีการเก็บข้อมูลตั้งแต่ปี 2013 ถึงปัจจุบัน โดยดาวเทียม LANDSAT มีการรอบโคจรรอบโลกซ้ำทุก 16 วัน (United States Geological Survey, 2022a) และสามารถเข้าถึงย้อนหลังทำให้สามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวในการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่จากอดีตถึงปัจจุบัน สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ USGS Science for a Changing World (glovis.usgs.gov/) โดยไม่มีค่าใช้จ่าย มีความละเอียดในระดับปานกลางสามารถใช้ในการวิเคราะห์ในระดับภูมิภาค
4) แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50000 ชุด L708 ปี พ.ศ. 2502 ของกรมแผนที่ทหาร ที่รวบรวมขึ้นโดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศปี 2496 และการสำรวจพื้นที่จริงปี 2499 (กรมแผนที่ทหาร, 2502)
5) แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50000 ชุด L7018 ปี พ.ศ. 2554 ของกรมแผนที่ทหาร ที่ใช้การแปลข้อมูลจากภาพดาวเทียมที่รวบรวมขึ้นในปี พ.ศ. 2554 (กรมแผนที่ทหาร, 2554)



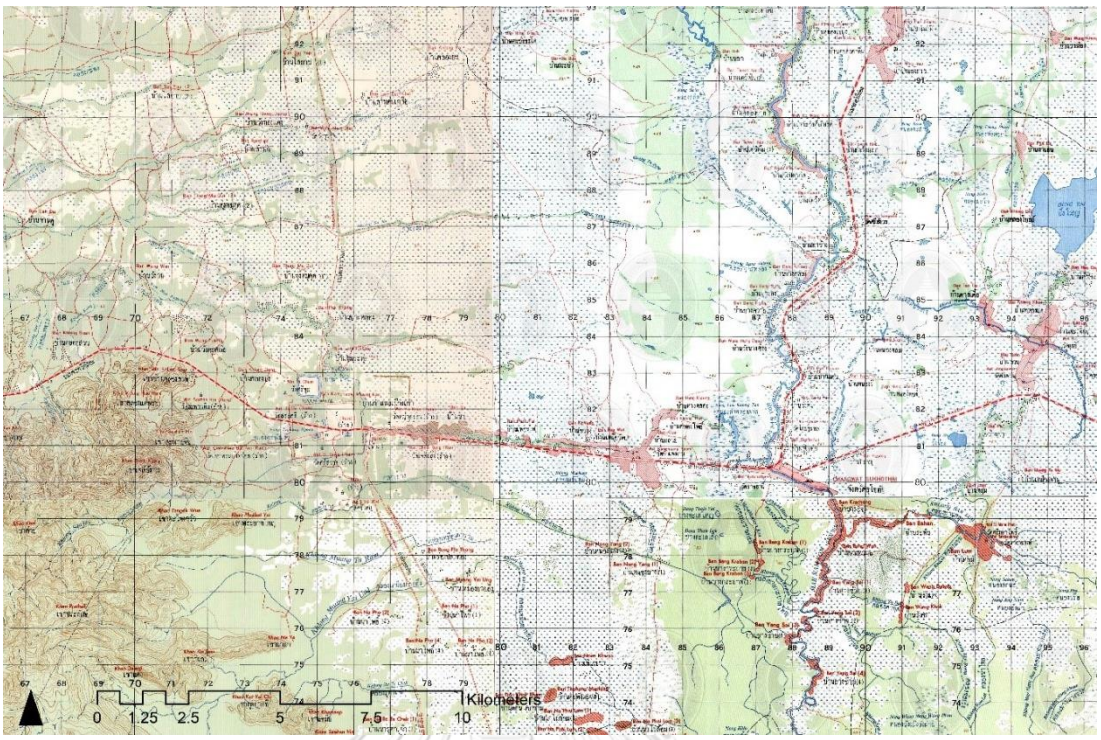
ภาพที่ 51 แผนที่ข้อมูลความสูงเชิงตัวเลข

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013)



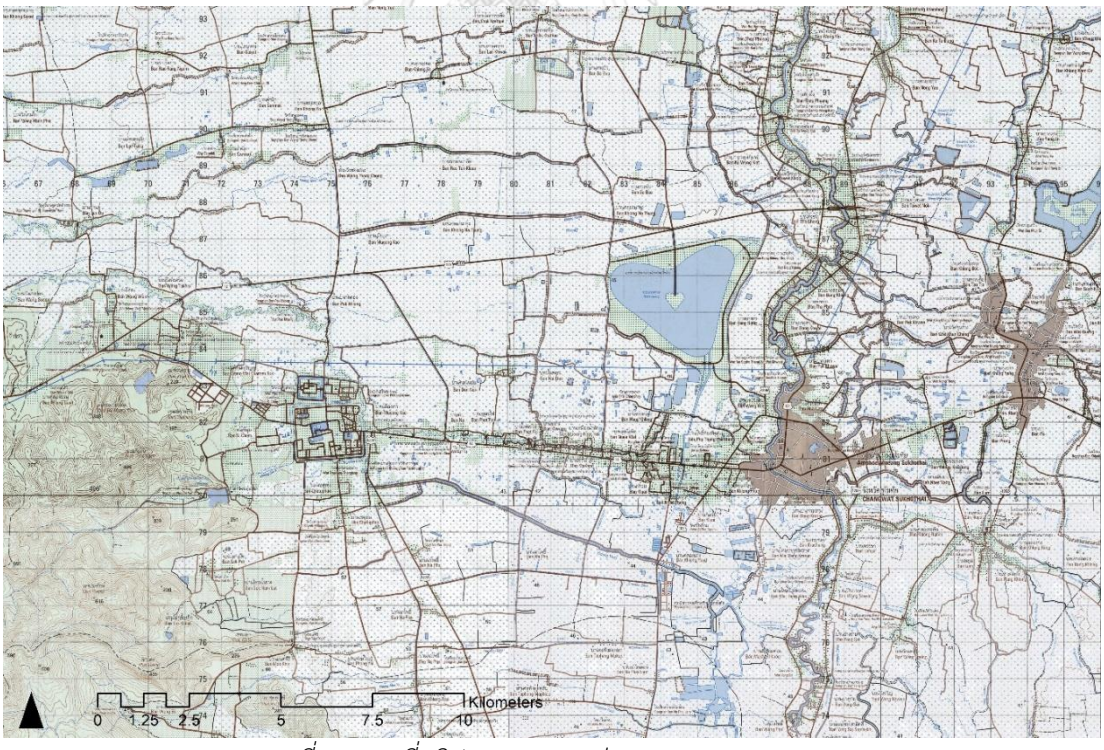
ภาพที่ 52 แผนที่ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

ที่มา: ดัดแปลงจาก United States Geological Survey (2019)



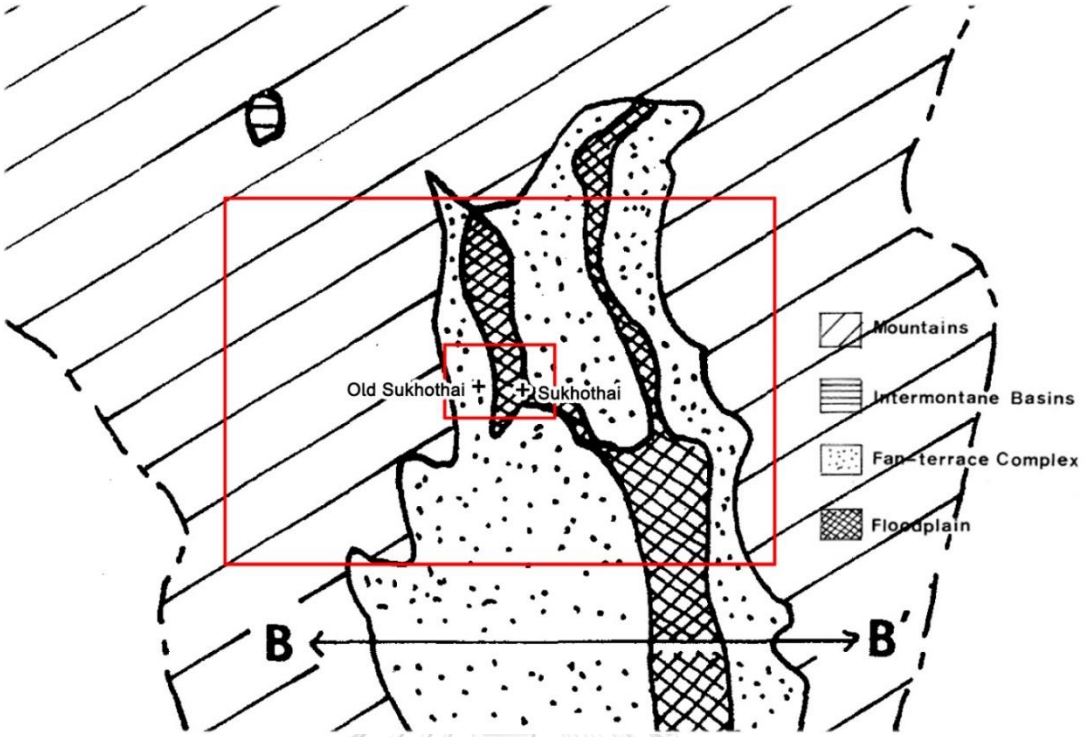
ภาพที่ 53 แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50000 ชุด L708

ที่มา: กรมแผนที่ทหาร (2502)



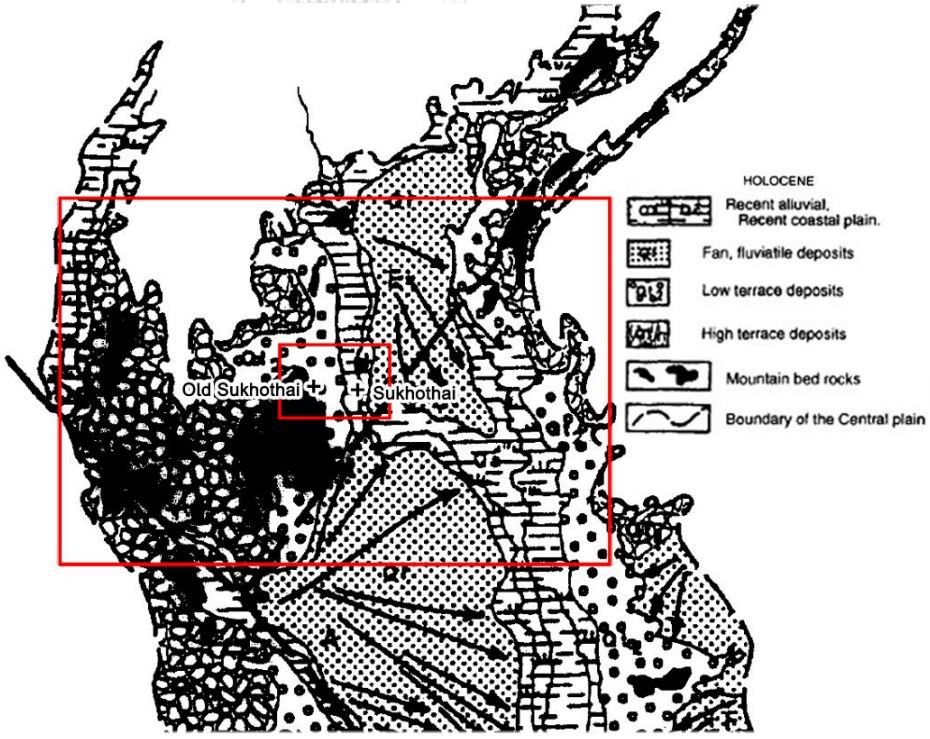
ภาพที่ 54 แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50000 ชุด L7018

ที่มา: กรมแผนที่ทหาร (2554)



ภาพที่ 55 พื้นที่ตะพัก-เนินตะกอนรูปพัดที่ลาดเชิงเขาและที่ราบน้ำท่วมถึงจากงานศึกษาของ Takaya (1987)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Takaya (1987)



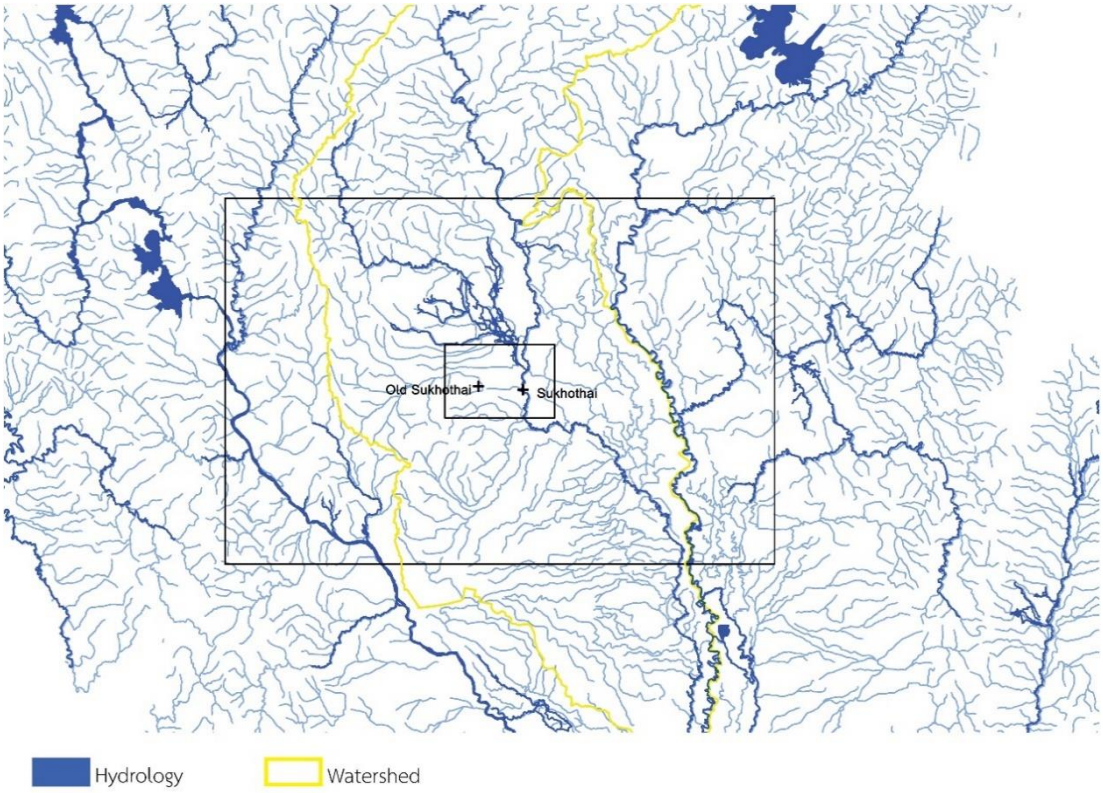
ภาพที่ 56 ลักษณะตะกอนยุคควอเทอร์นารีในที่ราบภาคกลางตอนบนจากงานศึกษาของ Dhreeradilok (1995)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Dheeradilok (1995)

4.1.2 ข้อมูลเชิงเส้นหรือข้อมูลเวกเตอร์ (Vector)

1) ข้อมูลเส้นทางน้ำและแหล่งน้ำจากกรมทรัพยากรน้ำ (2563)

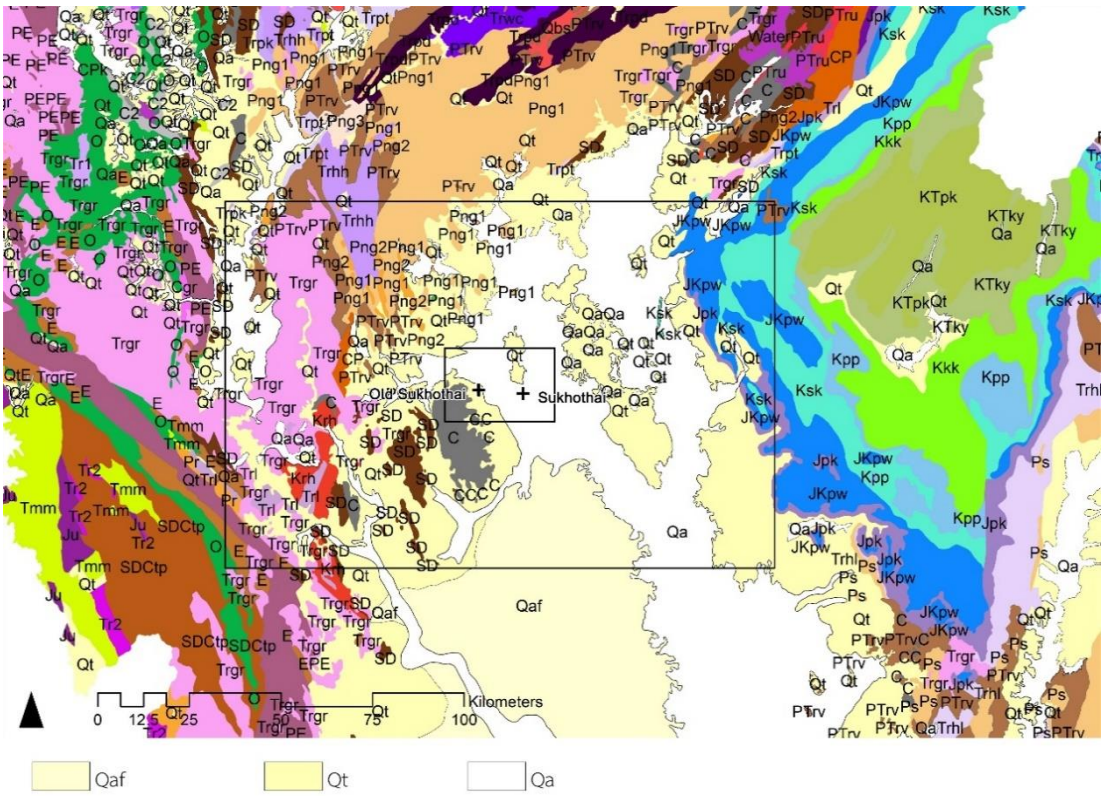
2) ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทยจากกรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



ภาพที่ 57 แผนที่เส้นทางน้ำ พื้นที่ผิวน้ำและขอบเขตลุ่มน้ำ

ที่มา: ดัดแปลงจาก กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สนทช) (2564)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 58 แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย

ที่มา: ดัดแปลงจาก กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)

4.1.3 ข้อมูลสถิติ

1) ข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนรายวัน ปี พ.ศ. 2523 - พ.ศ. 2560 จากสถานีวัดน้ำฝน อำเภอศรีสัชนาลัย (Y.6) (ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง, ม.ป.ป.-ก)
2) ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน ปี พ.ศ. 2515 - พ.ศ. 2561 จากสถานีตรวจวัดระดับ อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย (Y.4) (ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง, ม.ป.ป.-ข)
3) ข้อมูลระดับน้ำรายวัน ปี พ.ศ. 2515 - พ.ศ. 2561 จากสถานีตรวจวัดระดับ (Y.4) อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย (ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง, ม.ป.ป.-ค)

Chulalongkorn University

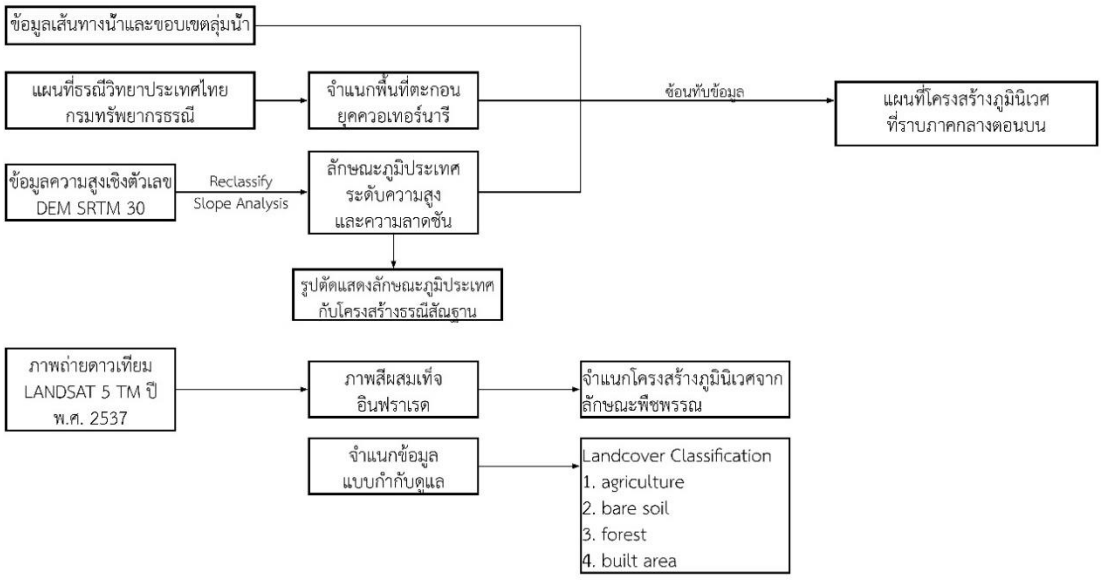
4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในดำเนินศึกษาครั้งนี้ใช้โปรแกรม ArcMap 10.7 เป็นส่วนหนึ่งของชุดโปรแกรม ArcGIS ที่พัฒนาโดย ESRI เป็นเครื่องมือหลักในการจัดการข้อมูล การจำแนก การตรึงพิกัด การแปลงข้อมูลแผนที่รูปภาพเป็นข้อมูลเชิงเส้น การคำนวนดัชนีเชิงคลื่นจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม การทำภาพสีผสมเท็จ การซ้อนทับข้อมูล เพื่อการวิเคราะห์และประมวลผลในเชิงพื้นที่ การทำรูปตัด และการสร้างแผนที่เพื่อแสดงผลการศึกษา (Environmental Systems Research Institute (ESRI), 2022)

4.3 การดำเนินการวิจัย

จากวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อทำความเข้าใจโครงสร้างภูมินิเวศและอธิบายเงื่อนไขที่เป็นพื้นฐานของการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมือง และวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศของมนุษย์นั้น วิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ การดำเนินการวิจัยเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างและจำแนกขอบเขตภูมินิเวศ การวิเคราะห์พลวัตซึ่งเป็นเงื่อนไขภูมินิเวศ และการดำเนินการเพื่อศึกษาลักษณะการตั้งถิ่นฐานและวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศของมนุษย์และการขยายตัวของเมือง โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 การวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบน



ภาพที่ 59 แผนภูมิแสดงการดำเนินการวิจัยเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบน

การวิเคราะห์เพื่อจำแนกโครงสร้างภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบน ใช้ทฤษฎีภูมินิเวศเป็นพื้นฐานในการดำเนินการวิจัย ประกอบกับการประมวลผลและสังเคราะห์ข้อมูลจากงานศึกษาของ Takaya (1987) Dheeradilok (1995) Sinsakul (2000) เพื่อเป็นแนวทางในการจำแนกขอบเขตโครงสร้างภูมินิเวศของพื้นที่ศึกษา

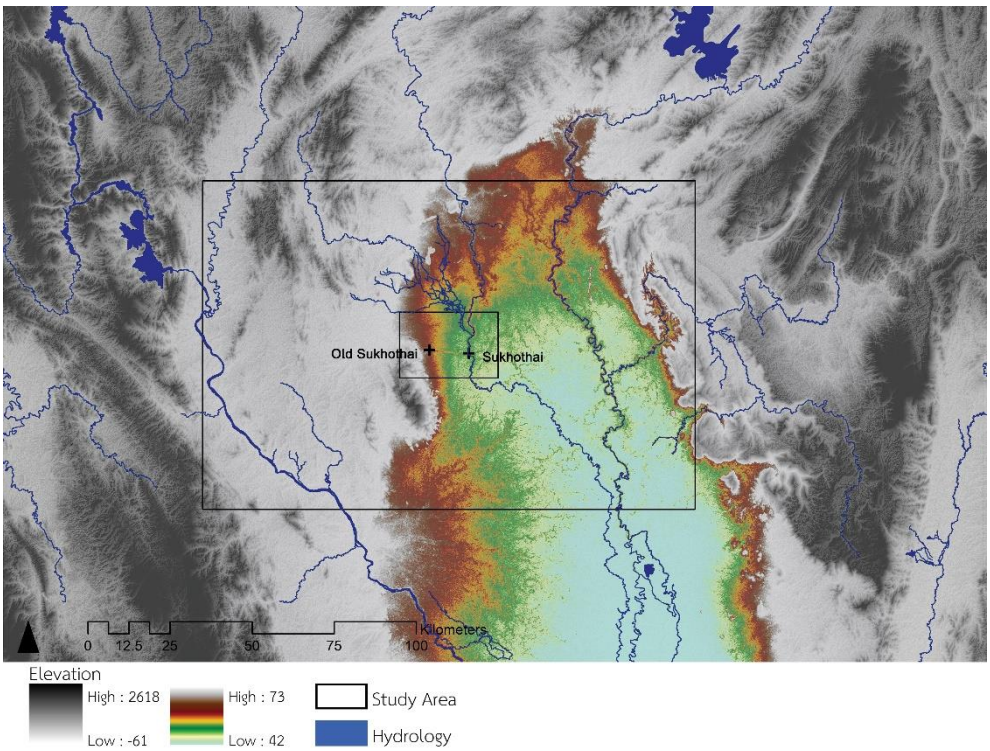
4.3.1.1 การจำแนกโครงสร้างภูมิสัณฐาน

จากการทบทวนวรรณกรรมสามารถระบุได้ว่า ที่ราบภาคกลางตอนบนเป็นภูมินิเวศที่เกิดจากกระบวนการธารน้ำ ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแผนที่เพื่อวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศ ประกอบด้วย ข้อมูลเส้นทางน้ำและพื้นผิวน้ำ ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลขและข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา ในการสร้างแผนที่ชั้นความสูงและแผนที่ความลาดชัน เพื่อแสดงลักษณะภูมิประเทศและขอบเขตพื้นที่ราบภาคกลางตอนบน เพื่อจำแนกขอบเขตโครงสร้างภูมินิเวศด้วยลักษณะทางธรณีสัณฐาน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การสร้างแผนที่ชั้นความสูงและแผนที่ความลาดชันเพื่อแสดงลักษณะภูมิประเทศ
2. การซ้อนทับข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา เพื่อจำแนกโครงสร้างภูมิสัณฐาน
3. การแสดงรูปตัดแนวตะวันออก-ตะวันตกเพื่อแสดงความสูงและลักษณะภูมิประเทศ

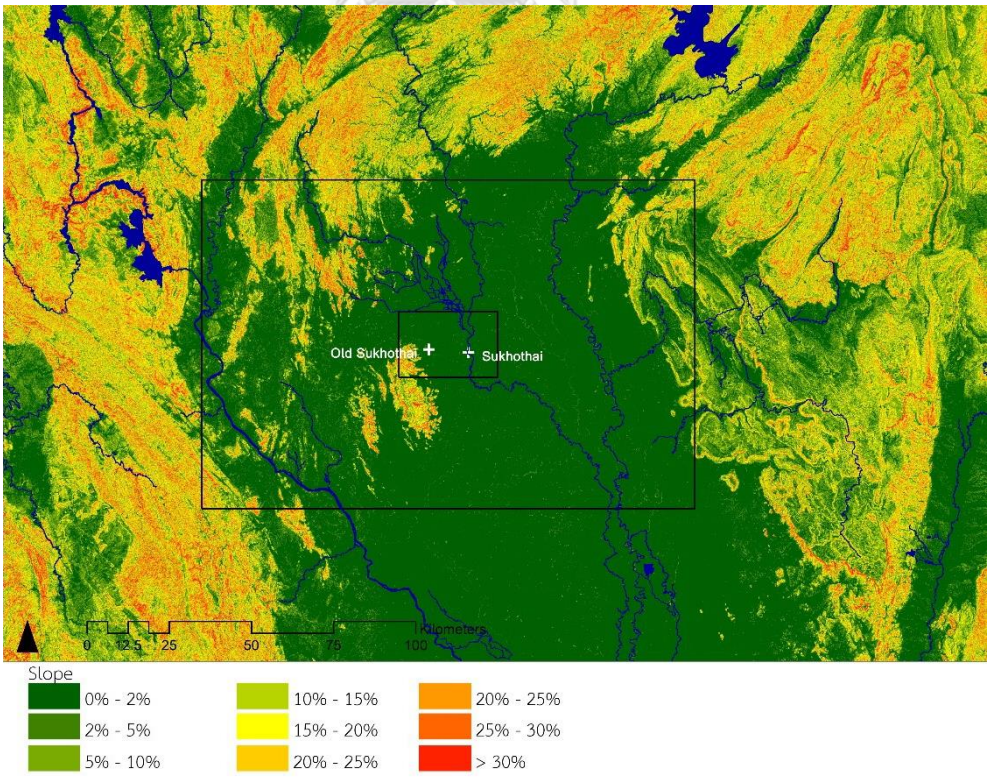
การจำแนกโครงสร้างภูมินิเวศ โดยการสร้างแผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา จากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข SRTM 30m โดยการไล่สีจากพื้นที่ต่ำไปพื้นที่สูง และทำการแบ่งช่วงค่าความสูงทุก 1 เมตร เพื่อเน้นค่าความสูงในช่วงค่าระดับ 42 – 73 เมตร จากระดับทะเลปานกลางซึ่งเป็นช่วงค่าระดับของที่ราบภาคกลางตอนบน ด้วยวิธีการจัดกลุ่มประเภทข้อมูลใหม่ (Reclassify) และทำการสร้างแผนที่วิเคราะห์ความลาดชันเพื่อจำแนกขอบเขตที่ราบภาคกลางตอนบน

CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 60 แผนที่ข้อมูลความสูงเชิงตัวเลขและระดับความสูงของภูมิประเทศ

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013)

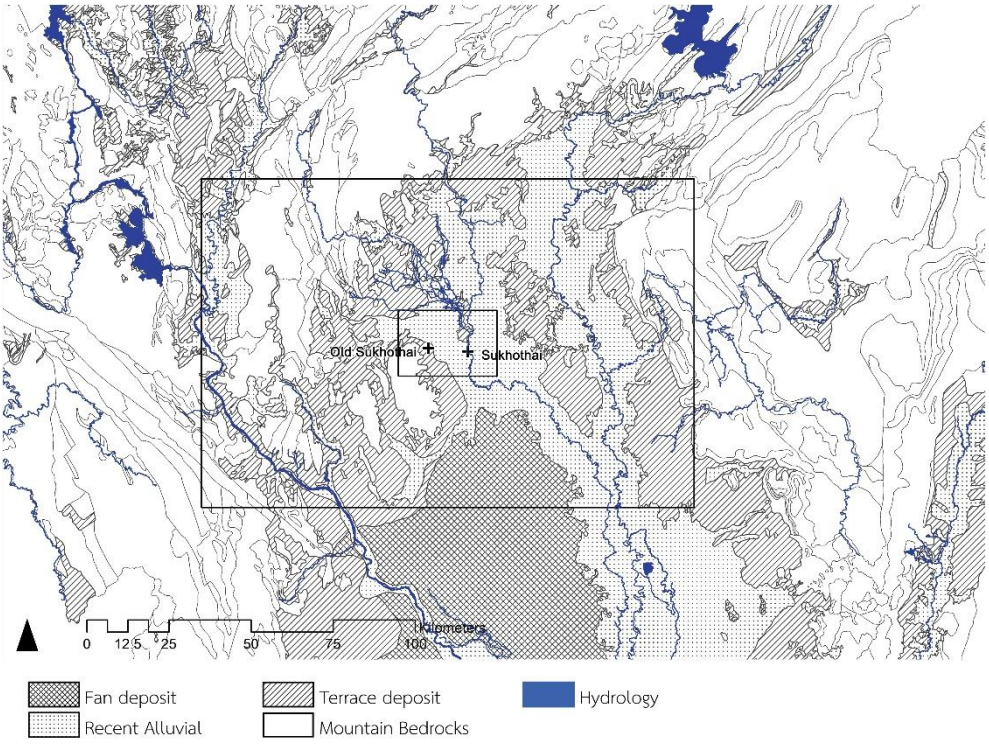


ภาพที่ 61 แผนที่การจำแนกความชันจากข้อมูลความสูงเชิงตัวเลข FABDEM

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021)

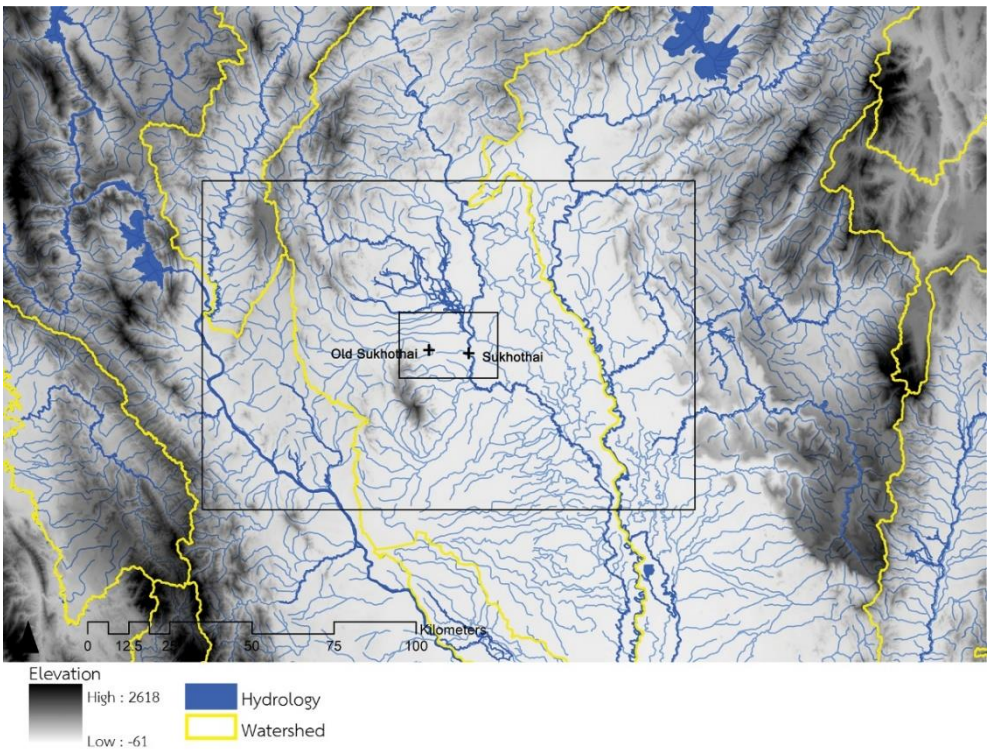
การจำแนกขอบเขตทางธรณีสัณฐานจากข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทยตามงานศึกษาของ Dheeradilok (1995) โดยระบุขอบเขตของตะกอนยุคควอเทอร์นารีซึ่งมีความสัมพันธ์กับธรณีสัณฐานจากกระบวนการธารน้ำในยุคโฮโลซีน โดยเป็นออกเป็น ตะกอนน้ำพา ตะกอนตะพักลำน้ำ ตะกอนน้ำพารูปพัด

จากนั้นจึงนำข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ ขอบเขตทางธรณีสัณฐาน จากการดำเนินการวิจัยข้างต้นมาประกอบกับข้อมูลเส้นทางน้ำ เพื่อทำการวิเคราะห์เพื่อจำแนกโครงสร้างภูมินิเวศของที่ราบภาคกลางตอนบน



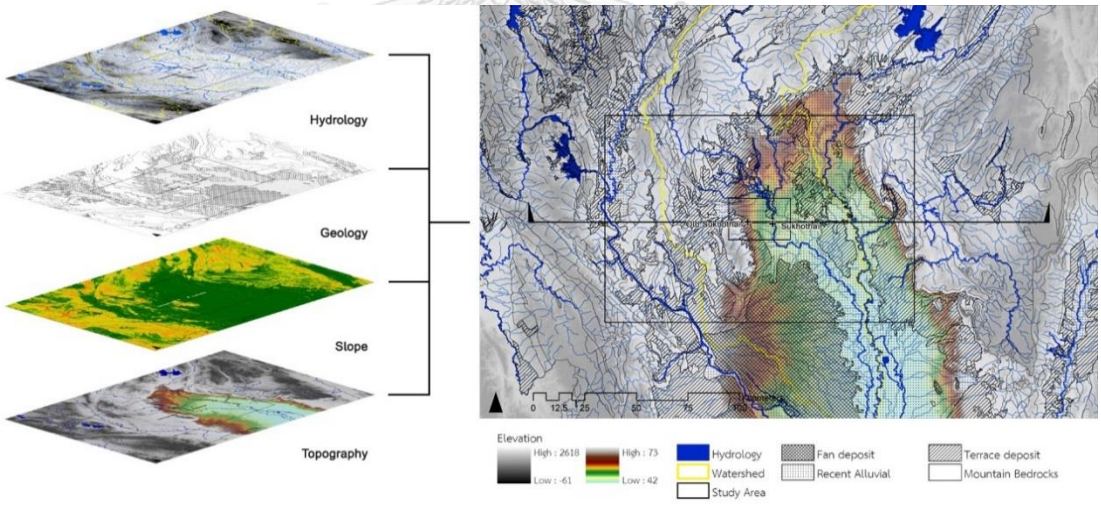
ภาพที่ 62 แผนที่ธรณีวิทยาจำแนกตามองค์ประกอบทางธรณีสัณฐานวิทยา

ที่มา: ดัดแปลงจาก กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



ภาพที่ 63 แผนที่เส้นทางน้ำ พื้นที่ผิวน้ำและขอบเขตลุ่มน้ำ

ที่มา : ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรน้ำ (2563)



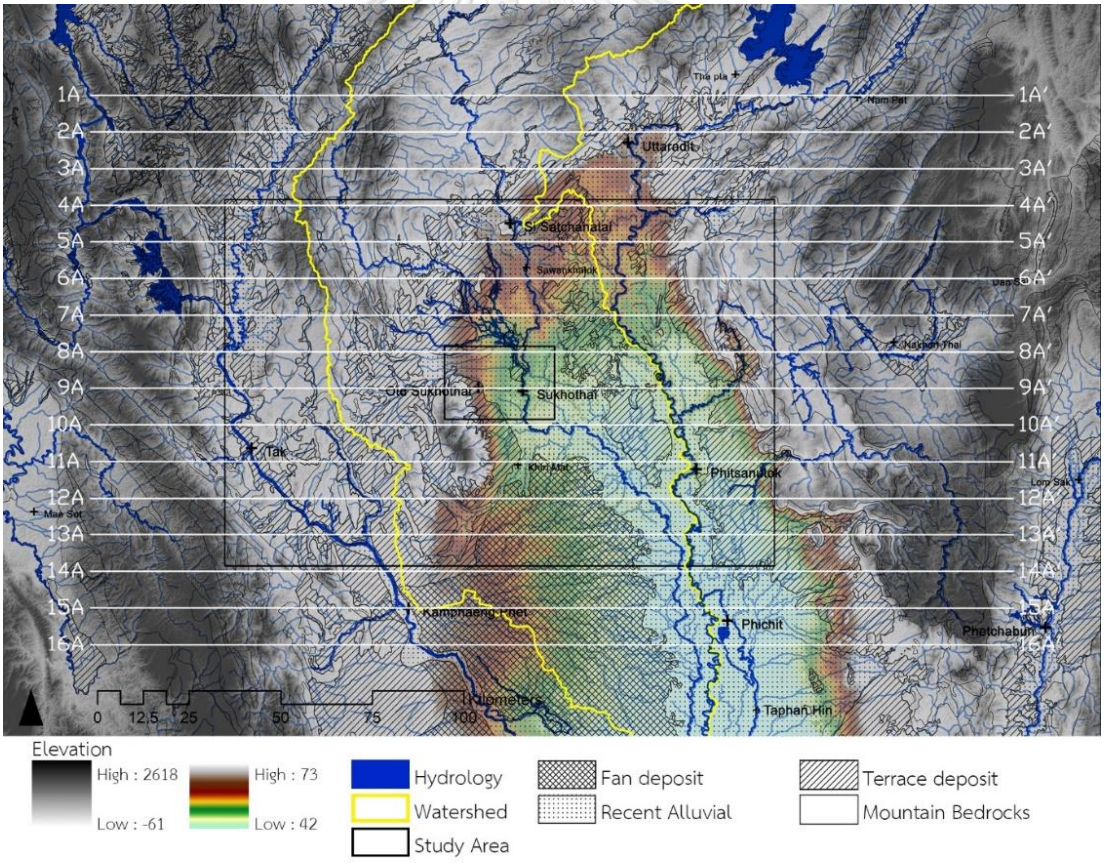
ภาพที่ 64 กระบวนการสร้างแผนที่โครงสร้างภูมินิเวศ

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)

กระบวนการข้างต้นทำให้ได้แผนที่โครงสร้างภูมินิเวศของที่ราบภาคกลางตอนบน ซึ่งแสดงภูมินิเวศแม่น้ำประกอบด้วยที่ราบน้ำท่วมถึงของแม่น้ำยมและแม่น้ำน่าน ประกอบด้วยลักษณะธรณีสัณฐานของตะพักลำน้ำ เนินตะกอนรูปพัด และที่ราบน้ำท่วมถึง

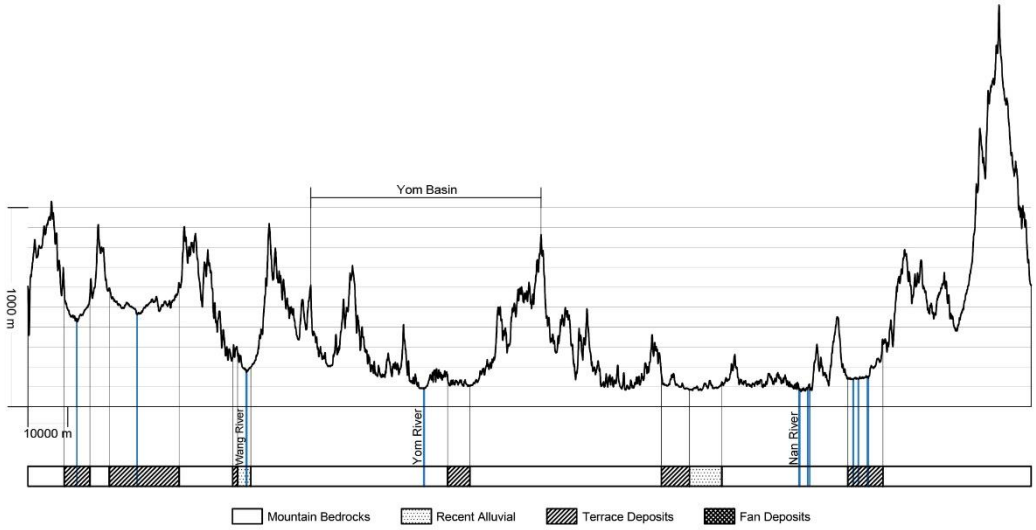
รูปตัดแนวขวางเพื่อแสดงลักษณะภูมิประเทศ

การแสดงรูปตัดแนวแกนตะวันตก-ตะวันออก จากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข เพื่อแสดงลักษณะภูมิประเทศของที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม และความสัมพันธ์ของระดับความสูงและความลาดเอียงของพื้นที่กับชนิดตะกอนยุคควอเทอนารี และเส้นทางน้ำเพื่อประกอบการวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศ จำนวน 16 แนว ดัง *ภาพที่ 66* ถึง *ภาพที่ 81*



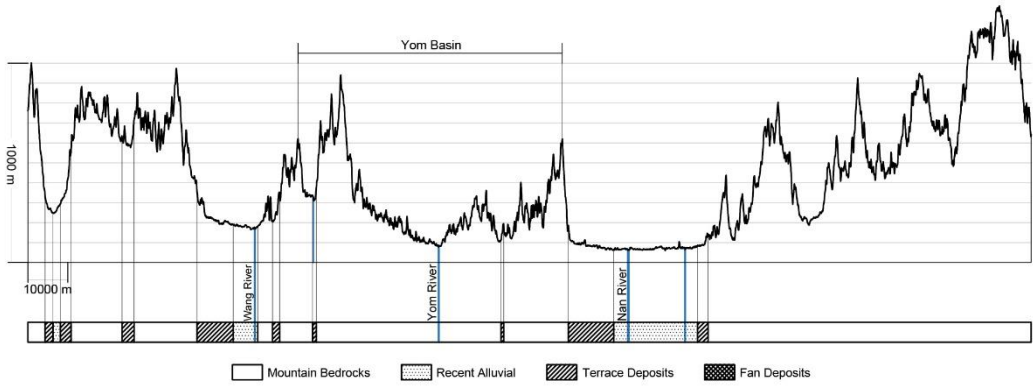
ภาพที่ 65 แสดงรูปตัดแนวตะวันตก-ตะวันออกของที่ราบภาคกลางตอนบน

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



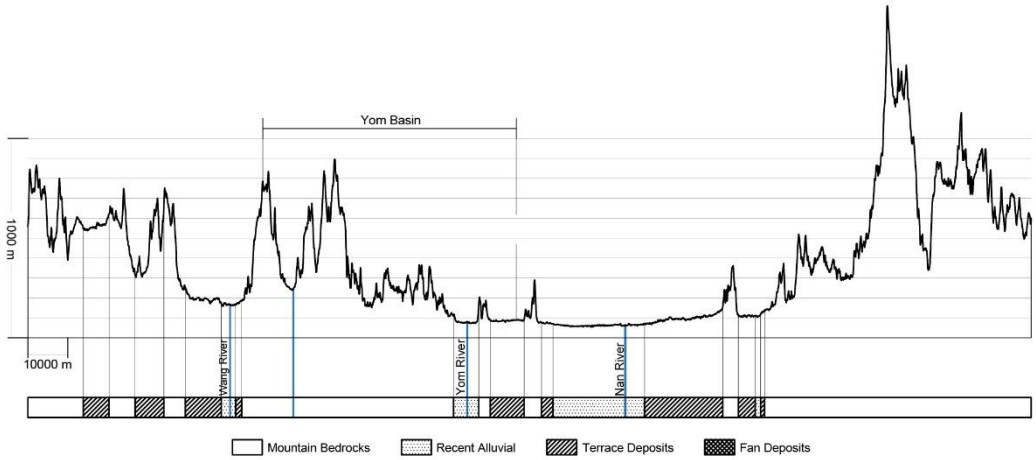
ภาพที่ 66 รูปตัด 1A-1A' แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



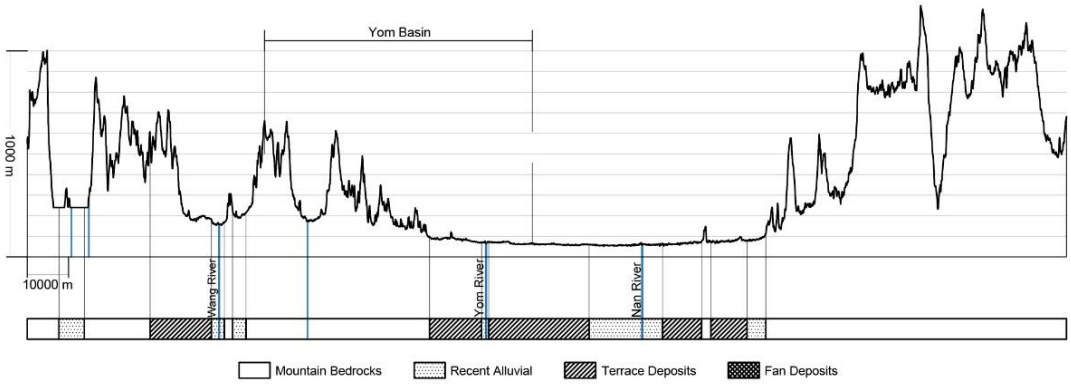
ภาพที่ 67 รูปตัด 2A-2A' แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



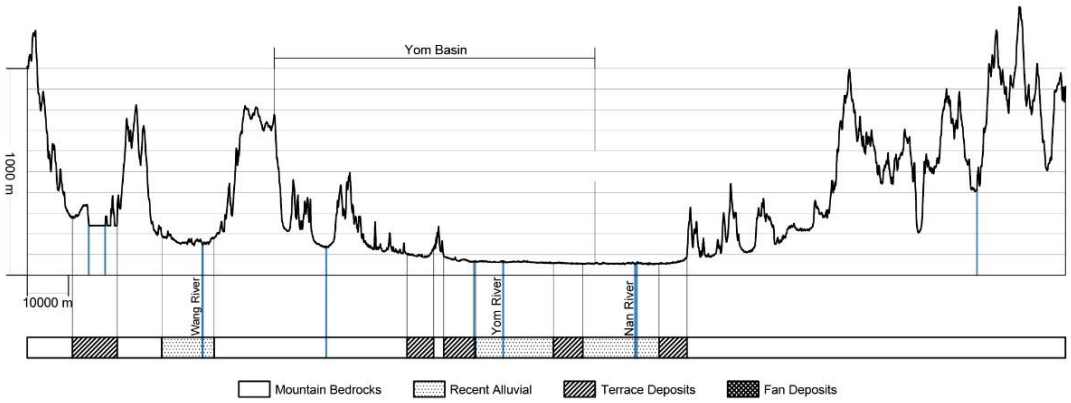
ภาพที่ 68 รูปตัด 3A-3A' แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



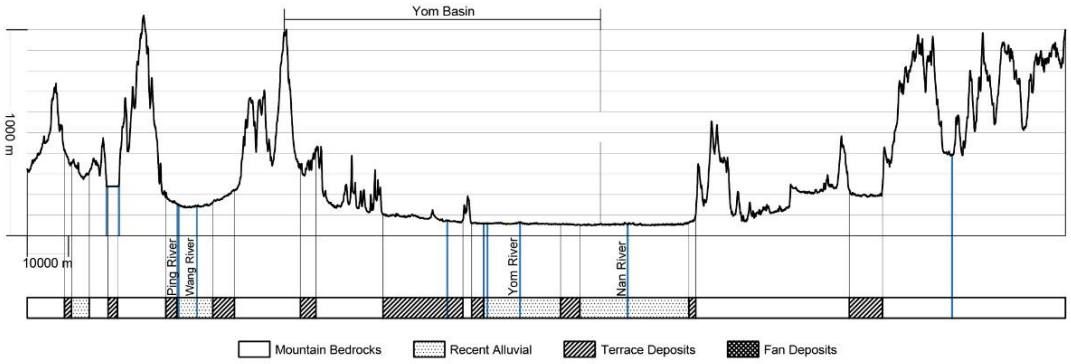
ภาพที่ 69 รูปตัด 4A-4A' แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



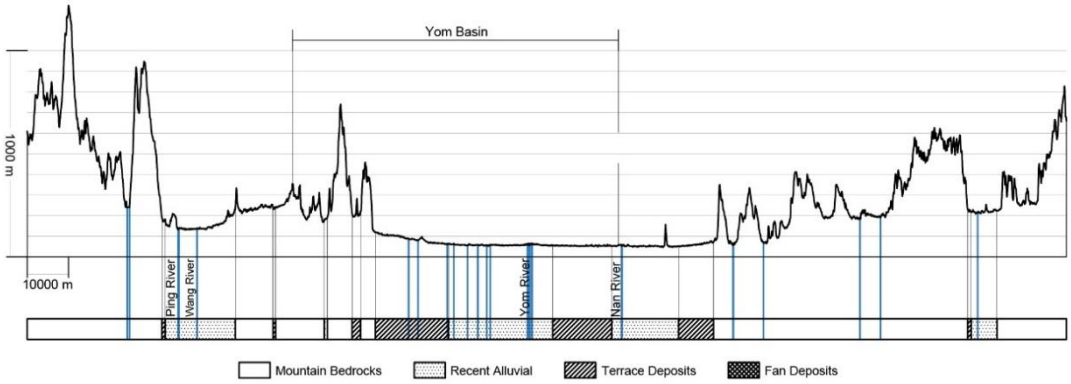
ภาพที่ 70 รูปตัด 5A-5A' แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



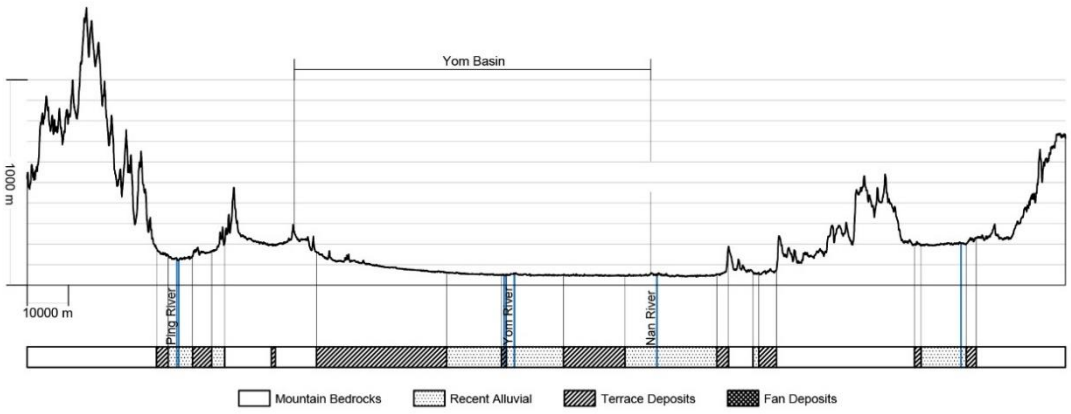
ภาพที่ 71 รูปตัด 6A-6A' แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



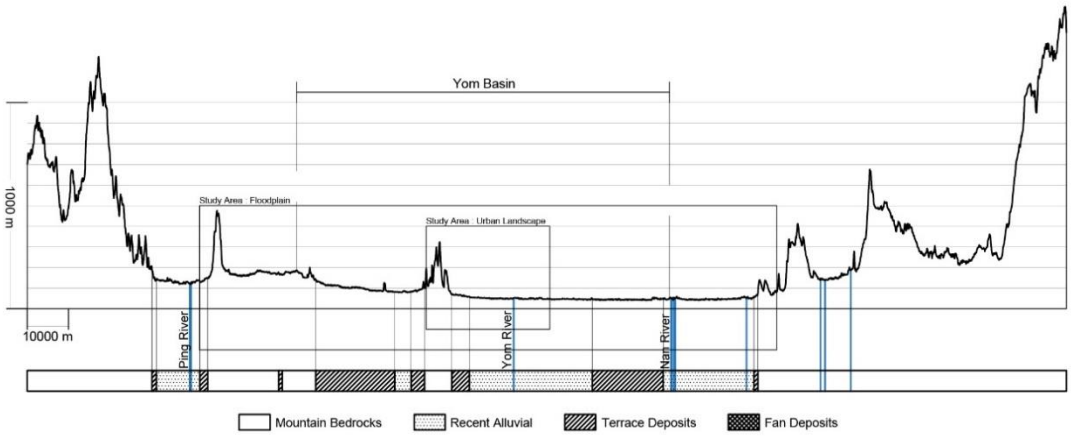
ภาพที่ 72 รูปตัด 7A-7A' แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



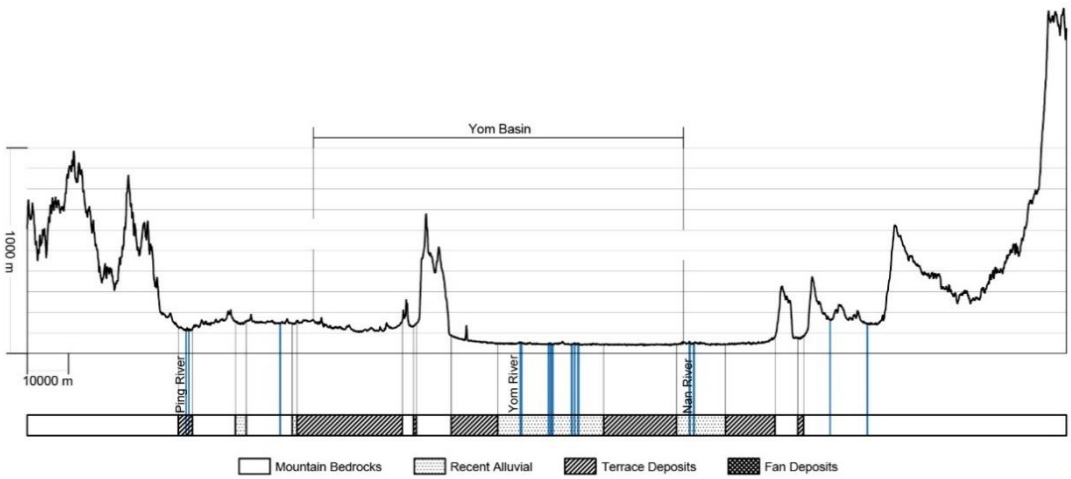
ภาพที่ 73 รูปตัด 8A-8A' แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



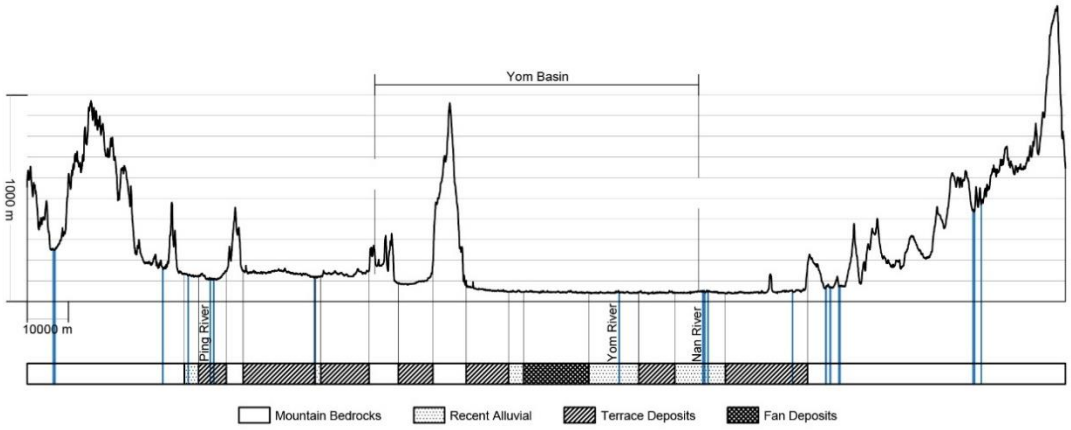
ภาพที่ 74 รูปตัด 9A-9A' แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



ภาพที่ 75 รูปตัด 10A-10A' แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม

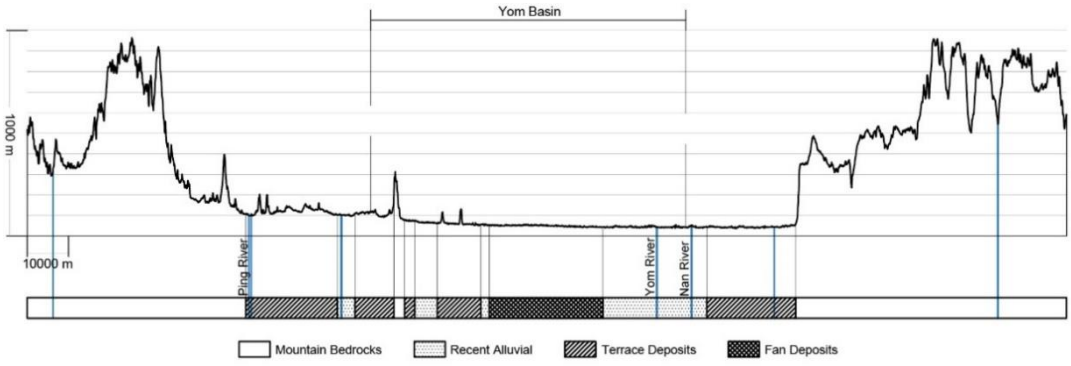
ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



ภาพที่ 76 รูปตัด 11A-11A' แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม

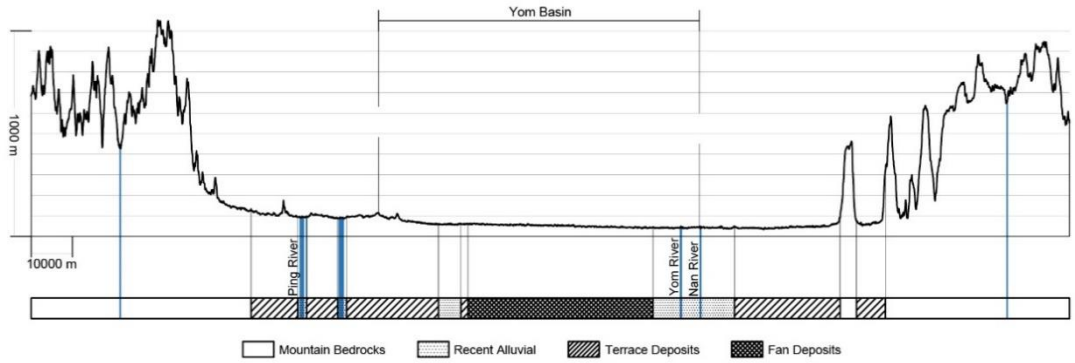
ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

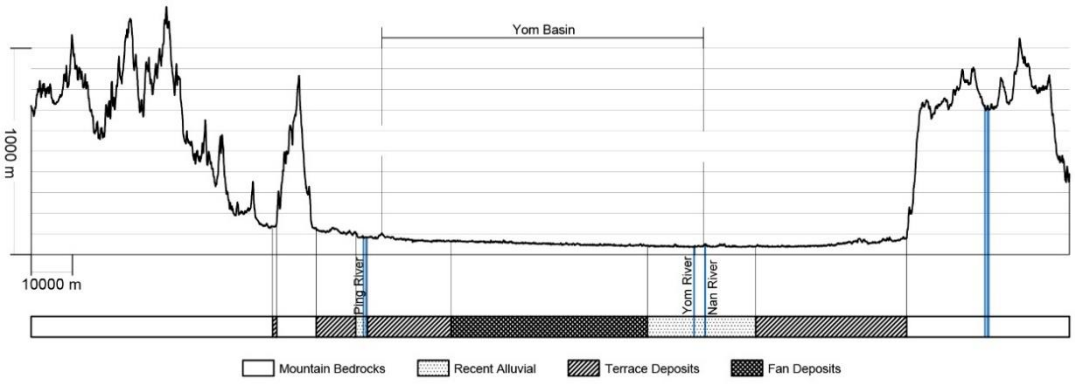


ภาพที่ 77 รูปตัด 12A-12A' แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม

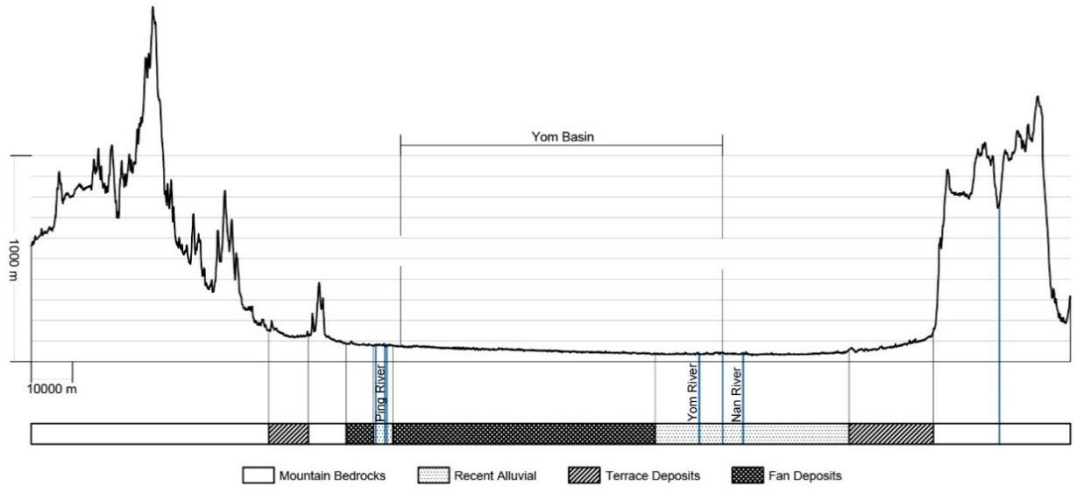
ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



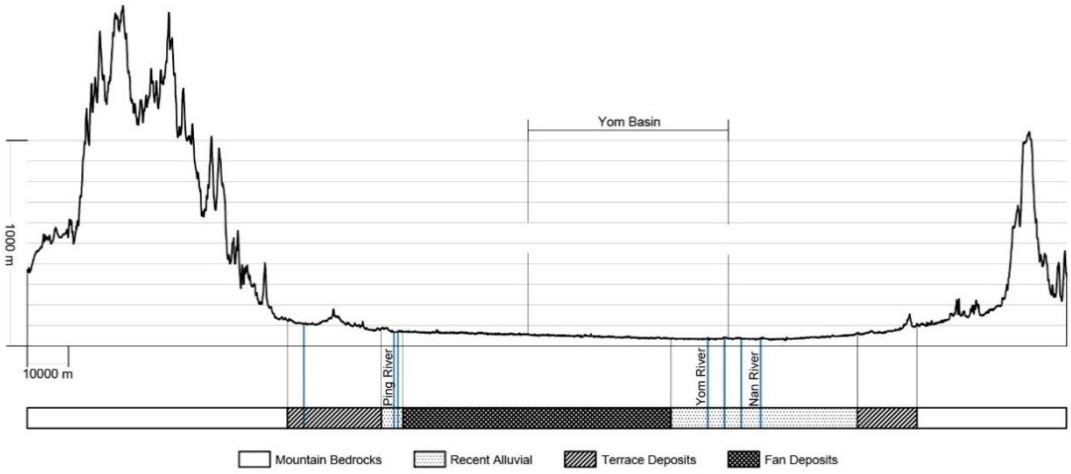
ภาพที่ 78 รูปตัด 13A-13A' แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม
ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



ภาพที่ 79 รูปตัด 14A-14A' แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม
ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



ภาพที่ 80 รูปตัด 15A-15A' แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม
ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



ภาพที่ 81 รูปตัด 16A-16A' แสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม
ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)

รูปตัดขวางตามแนวแกนตะวันออก-ตะวันตกแสดงลักษณะภูมิประเทศที่ราบภาคกลางตอนบนที่มีลักษณะเป็นแอ่งที่ราบรองรับตะกอนน้ำพา ขอบแอ่งบริเวณที่ลาดเชิงเขามีลักษณะเป็นเนินตะกอนรูปพัดและตะพักลำน้ำซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศที่มีความสูงและความลาดชันมากกว่าที่ราบน้ำท่วมถึง

การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนนี้เป็นการจำแนกโครงสร้างภูมินิเวศด้วยลักษณะทางกายภาพ โดยลักษณะภูมิประเทศที่เป็นแอ่งสะสมตะกอนยุคควอเทอร์นารีทำให้เกิดที่ราบ ขอบเขตของโครงสร้างภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบนสามารถระบุด้วยความแตกต่างของความสูงและลักษณะชนิดตะกอน

ลักษณะของภูมิประเทศที่มีความแตกต่างกัน ส่งผลต่อคุณลักษณะของภูมินิเวศที่แตกต่างกัน งานศึกษาของ Takaya (1987) ได้จำแนกพื้นที่ตอนกลางของที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาออกเป็นตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง มีการระบุว่าพื้นที่ตะพักลำน้ำมีลักษณะเป็นขอบที่สูงกว่าที่ราบน้ำท่วมถึง มีความลาดชัน เป็นที่แล้งน้ำ ราบน้ำท่วมถึงมีลักษณะเป็นที่ลุ่มต่ำที่น้ำระบายออกได้ยาก

ลักษณะทางธรณีสัณฐานเป็นปัจจัยพื้นฐานทำให้เกิดเงื่อนไขภูมินิเวศที่เกิดจากลักษณะภูมิประเทศ ระดับความสูง ลักษณะทางอุทกศาสตร์ นำไปสู่การวิเคราะห์เพื่อระบุเงื่อนไขของภูมินิเวศในขั้นต่อไป

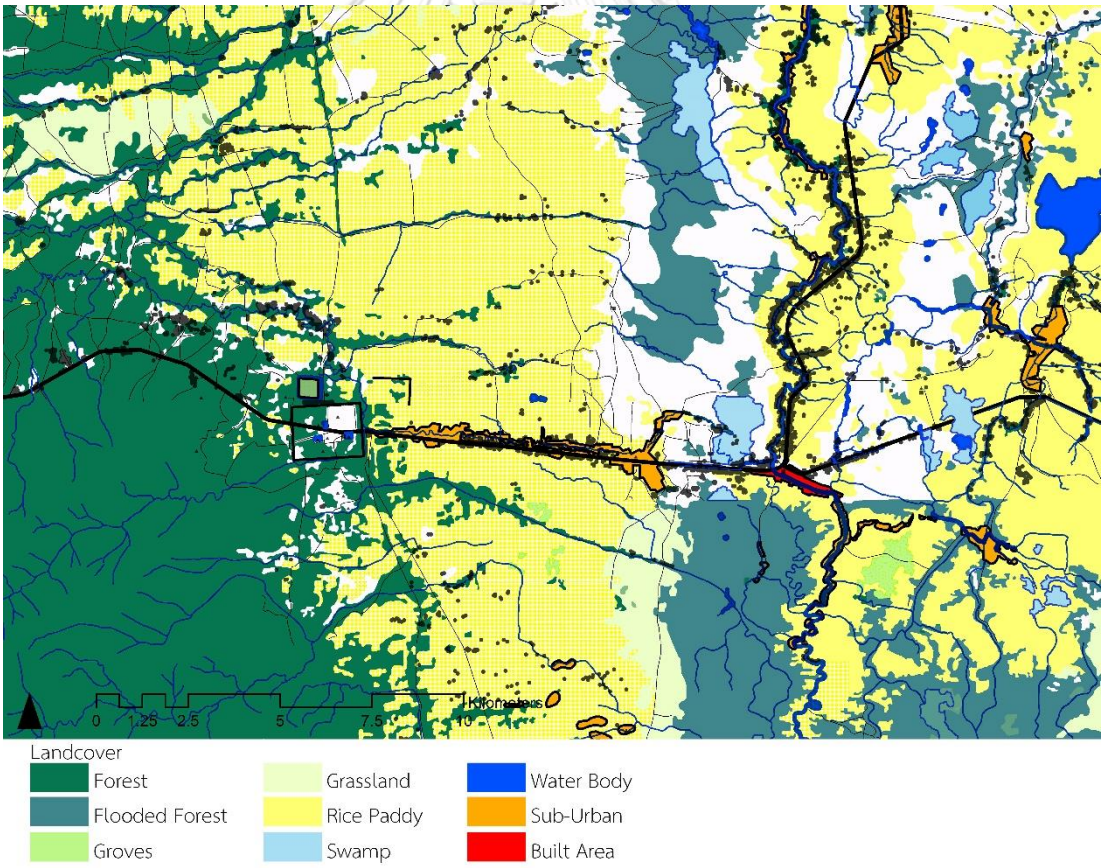
4.3.1.2 การจำแนกโครงสร้างภูมินิเวศจากลักษณะพืชพรรณและสิ่งปกคลุมผิวดิน

การวิเคราะห์ลักษณะพืชพรรณและสิ่งปกคลุมผิวดินเพื่อจำแนกโครงสร้างภูมินิเวศใช้ข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดินจากแผนที่ภูมิศาสตร์ มาตราส่วน 1 : 50000 ชุด L708 ปี พ.ศ. 2502 และชุด 7018 ปี พ.ศ. 2554 และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 TM

โดยขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยมีดังต่อไปนี้

1) การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินจากแผนที่ชุด L708 และชุด 7018

การวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศและการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ในพื้นที่ศึกษาระดับเมือง ใช้ข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดินและข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานจากแผนที่ภูมิประเทศ 1 : 50000 ชุด L708 ปี พ.ศ. 2502 และ L7018 ปี พ.ศ. 2554 จากกรมแผนที่ทหารซึ่งเป็นข้อมูลภาพแผนที่ จึงจำเป็นต้องทำการตรึงพิกัดข้อมูลภาพแผนที่และแปลงเป็นข้อมูลเชิงเส้น เพื่อให้สามารถทำการซ้อนทับเพื่อทำการวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเชิงเส้นอื่น ๆ ได้

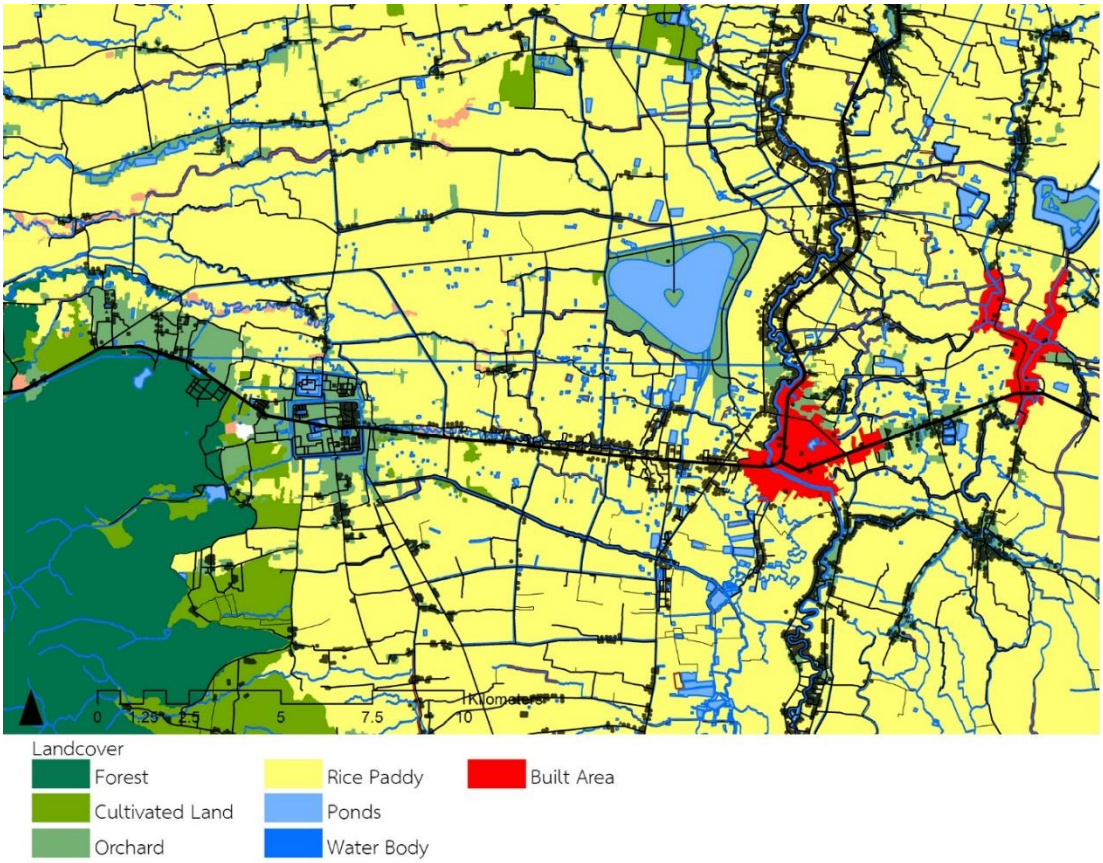


ภาพที่ 82 แผนที่สิ่งปกคลุมผิวดินปี พ.ศ. 2502

ที่มา: ดัดแปลงจาก กรมแผนที่ทหาร (2502)

ข้อมูลแผนที่สิ่งปกคลุมผิวดินปี พ.ศ. 2502 จากการแปลงข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ ชุด L708 เป็นข้อมูลเชิงเส้น ทำให้สามารถระบุได้ว่าพื้นที่แนวขนานกับแม่น้ำริมแม่น้ำมีลักษณะเป็น ป่าไม้เตี้ย ป่าละเมาะ ป่าหญ้า ที่ลุ่มและหนองน้ำมีการทำนาบนพื้นที่ลาดและแนวคันดินธรรมชาติ

ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมระบุว่าในปี พ.ศ. 2502 ยังไม่มีการปลูกข้าวต้นสั้น ประกอบกับข้อมูลพันธุ์ข้าวและชนิดการปลูกในอำเภอเมืองจังหวัดสุโขทัยที่มีทั้งข้าวน้ำลึกและข้าวขึ้นน้ำจึงสามารถบ่งชี้ว่าพื้นที่นาในแผนที่ L708 มีความลึกของน้ำ มากกว่า 1.50 เมตร



ภาพที่ 83 แผนที่สิ่งปกคลุมผิวดินปี พ.ศ. 2554

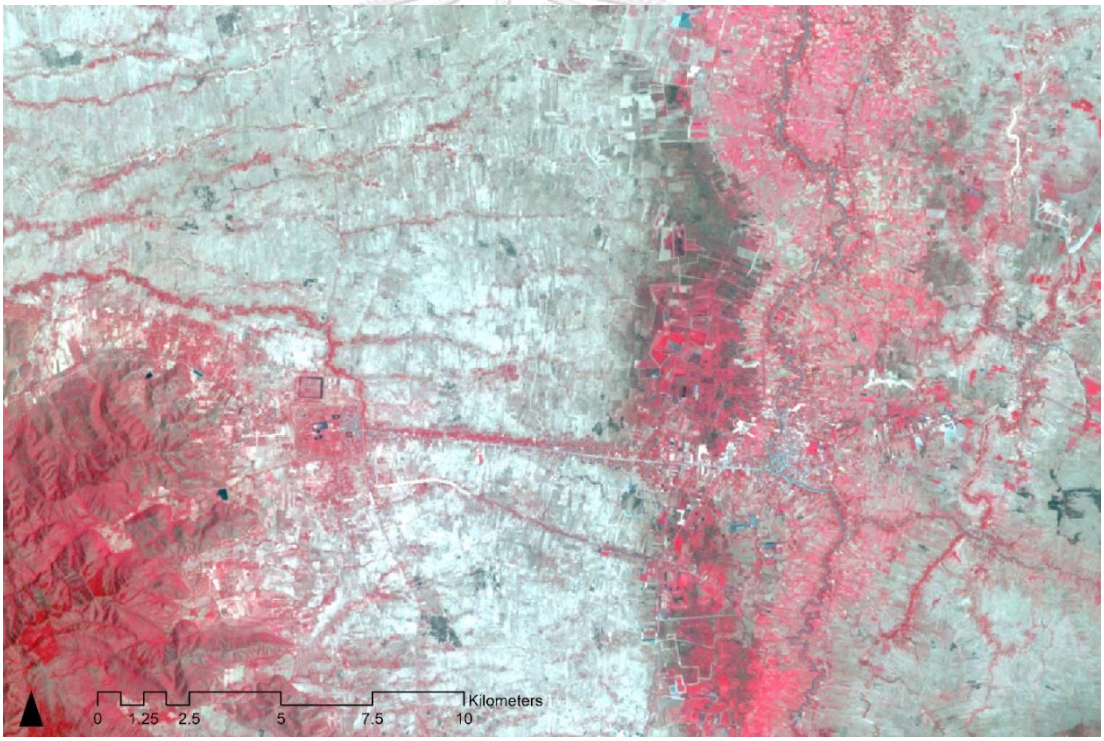
ที่มา: ดัดแปลงจาก กรมแผนที่ทหาร (2554)

แผนที่สิ่งปกคลุมผิวดินปี พ.ศ. 2554 จากข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ ชุด L7018 แสดงการขยายตัวของพื้นที่ปลูกข้าวลงไปในที่ลุ่มแทนพื้นที่ป่าริมน้ำเดิมและมีการขุดคลองและบ่อน้ำเพื่อการชลประทาน เมื่อพิจารณาประกอบกับความสูงของพันธุ์ข้าวสมัยใหม่ซึ่งเป็นข้าวต้นสั้นทำให้ต้องมีการสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมเพื่อควบคุมระดับน้ำในนา

2) การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินจากการแปลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

การแปลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อเน้นพืชพรรณ ใช้การทำภาพสีผสมเท็จอินฟราเรด โดยพื้นที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณจะปรากฏเป็นสีแดงตามลักษณะพืชพรรณและความหนาแน่น พื้นที่ผิวน้ำจะปรากฏเป็นสีน้ำเงิน การศึกษาในขั้นตอนนี้เลือกใช้ข้อมูลฤดูน้ำแล้งเพื่อให้เห็นลักษณะพืชพรรณชัดเจน

พื้นที่สีแดงเข้มแสดงลักษณะพืชพรรณริมแม่น้ำยมที่เป็นพื้นที่ป่าน้ำท่วม มีลักษณะเป็นแนวที่ลุ่มหลังคันดินที่มีลักษณะเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำขนาดใหญ่ตามแนวแม่น้ำยม สัมพันธ์กับขอบเขตพื้นที่น้ำหลาก (กิติเชษฐ์ ศรีดิษฐ , การสื่อสารระหว่างบุคคล, 11 ตุลาคม พ.ศ. 2564)

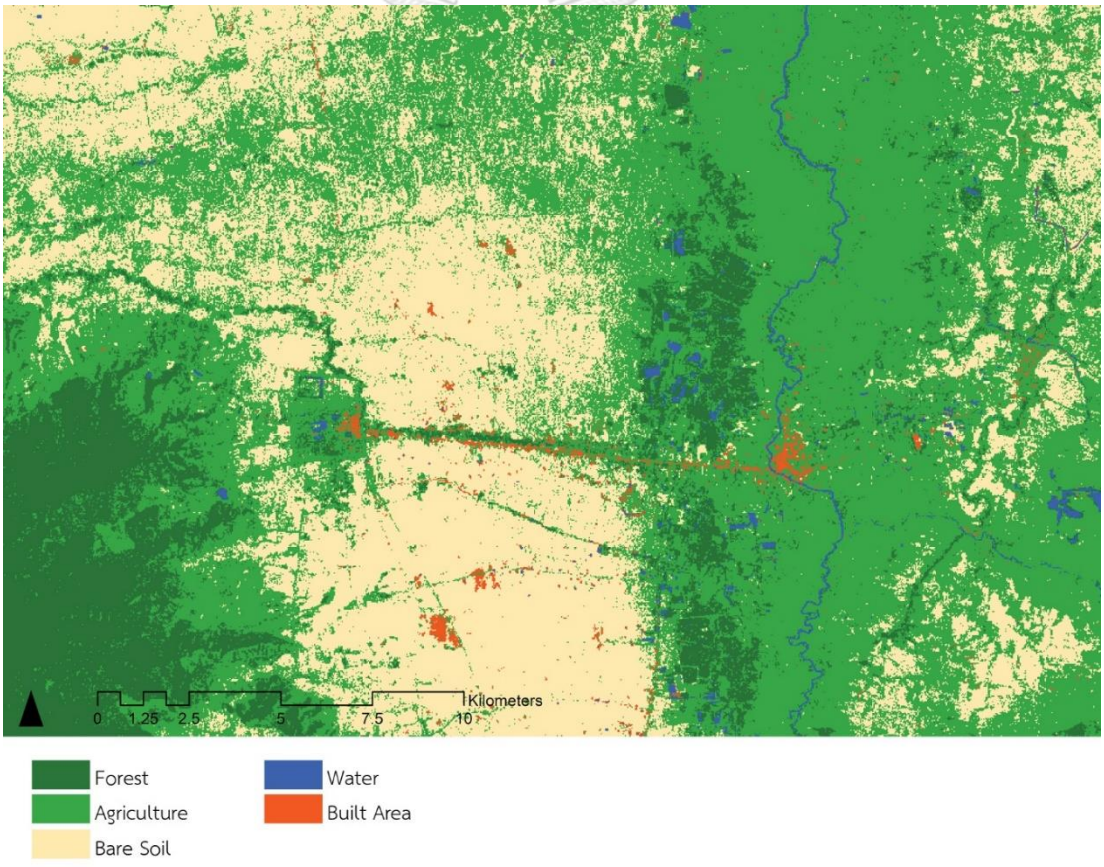


ภาพที่ 84 ภาพสีผสมเท็จอินฟราเรด ฤดูน้ำแล้งปี พ.ศ. 2537

ที่มา: ดัดแปลงจาก United States Geological Survey (2019)

การจำแนกความหนาแน่นของพืชพรรณโดยทั่วไปสามารถใช้การคำนวณดัชนีเชิงคลื่นพื้นฐาน NDVI หรือ ดัชนีพืชพรรณ (สมพร สง่าวงศ์, 2552) แต่ด้วยข้อจำกัดของความละเอียดข้อมูลทำให้การคำนวณค่าดัชนีมีความคลาดเคลื่อนสูง ในการศึกษานี้จึงเลือกใช้วิธีการจำแนกข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ซึ่งเป็นการระบุค่าด้วยตนเอง ระบุค่าของจุดภาพโดยจำแนกตามความสว่างโดยสามารถเลือกพื้นที่มาเป็นกลุ่มตัวแทนเพื่อกำหนดค่าเดียวกันในพื้นที่อื่นๆที่มีค่าความสว่างเท่ากัน

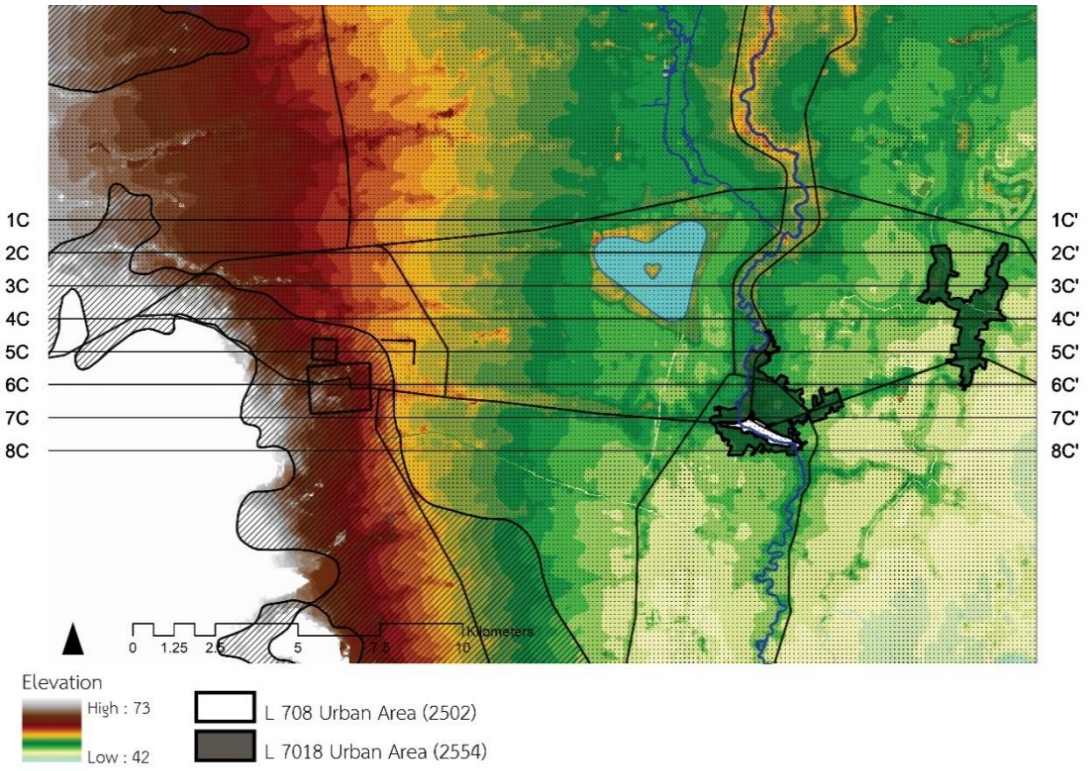
โดยทำการจำแนกพื้นที่ออกเป็นพื้นที่ป่า พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ดินเปล่า แหล่งน้ำ และพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง



ภาพที่ 85 การจำแนกตามชนิดของพืชพรรณ ฤดูน้ำแล้งปี พ.ศ. 2537

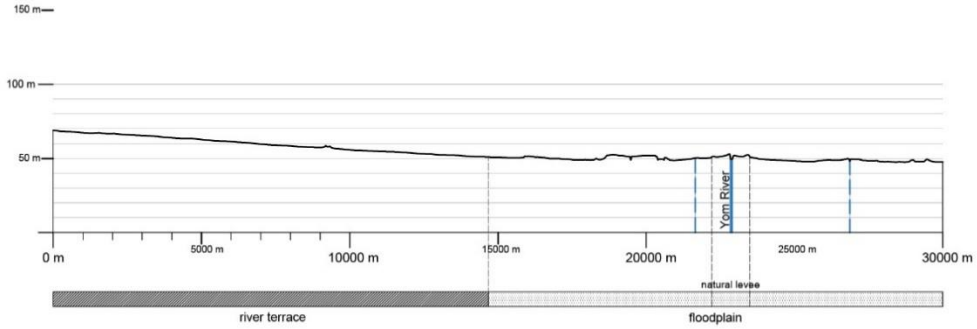
ที่มา: ดัดแปลงจาก United States Geological Survey (2019)

3. รูปตัดแนวขวางเพื่อแสดงลักษณะภูมิประเทศ



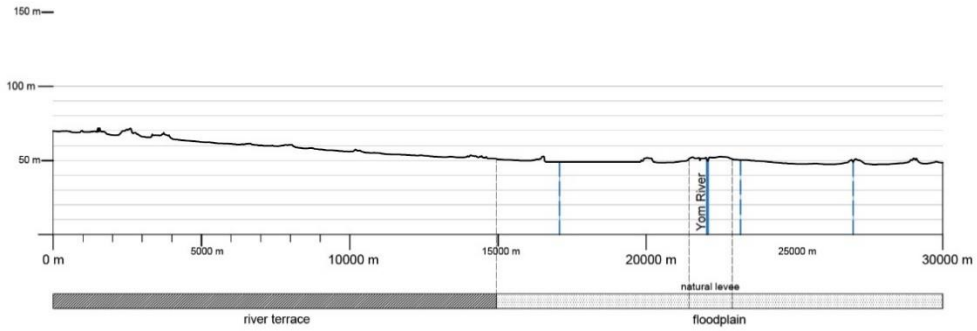
ภาพที่ 86 แนวตัดแสดงลักษณะภูมิประเทศและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมแผนที่ทหาร (2554)



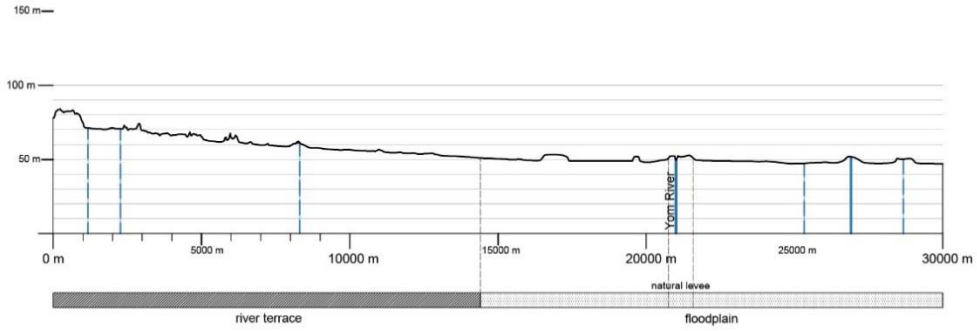
ภาพที่ 87 รูปตัด 1C-1C' แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างภูมินิเวศและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021)



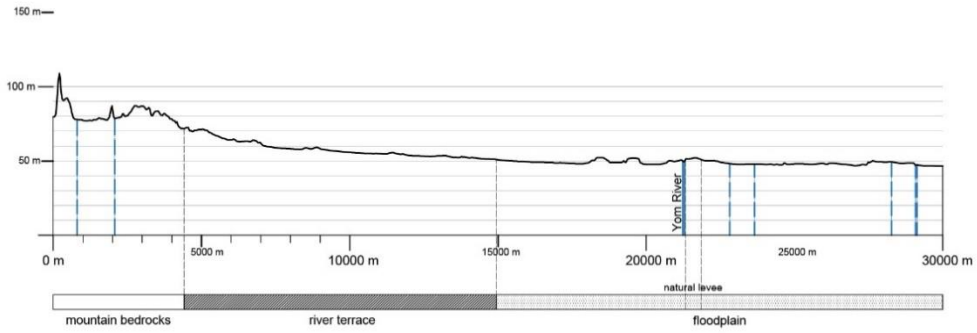
ภาพที่ 88 รูปตัด 2C-2C' แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างภูมินิเวศและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021)



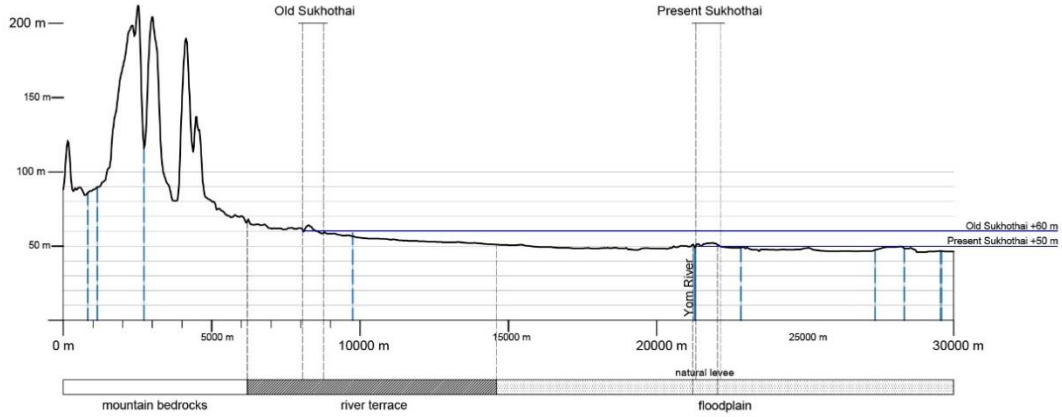
ภาพที่ 89 รูปตัด 3C-3C' แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างภูมินิเวศและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021)



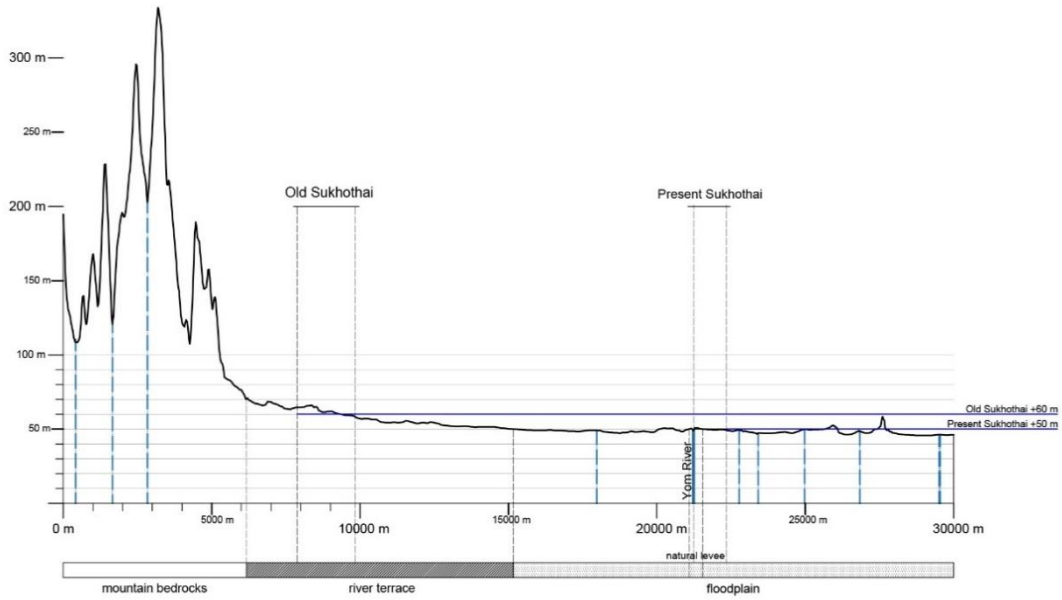
ภาพที่ 90 รูปตัด 4C-4C' แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างภูมินิเวศและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021)



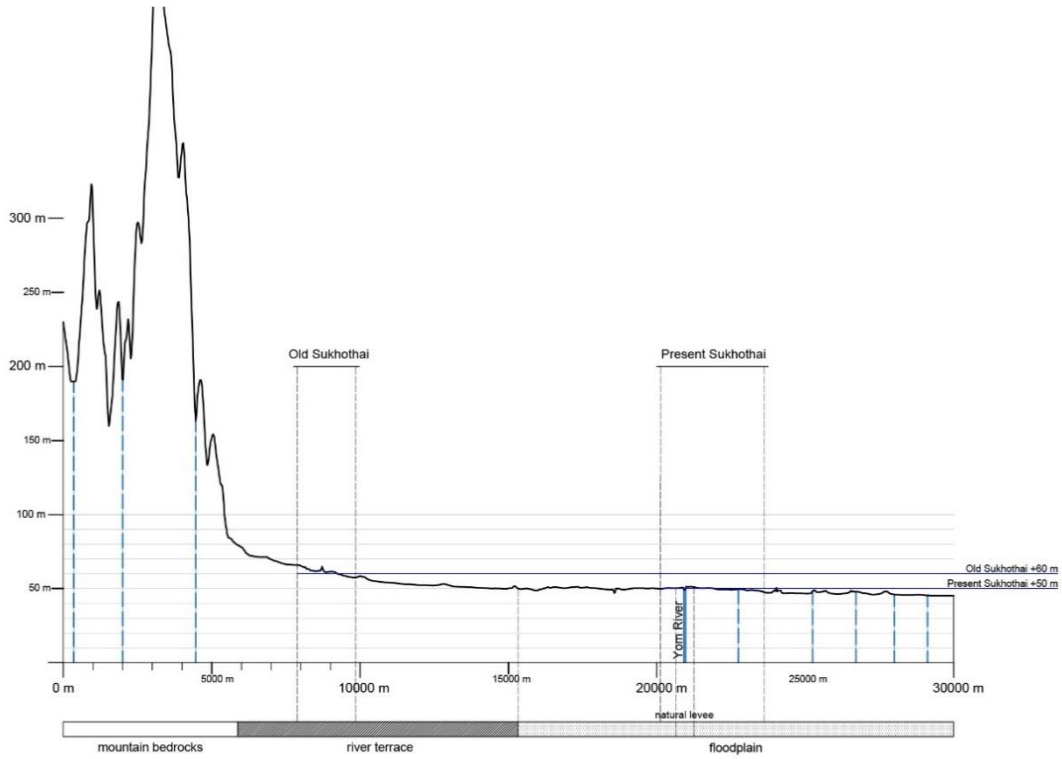
ภาพที่ 91 รูปตัด 5C-5C' แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างภูมินิเวศและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021)



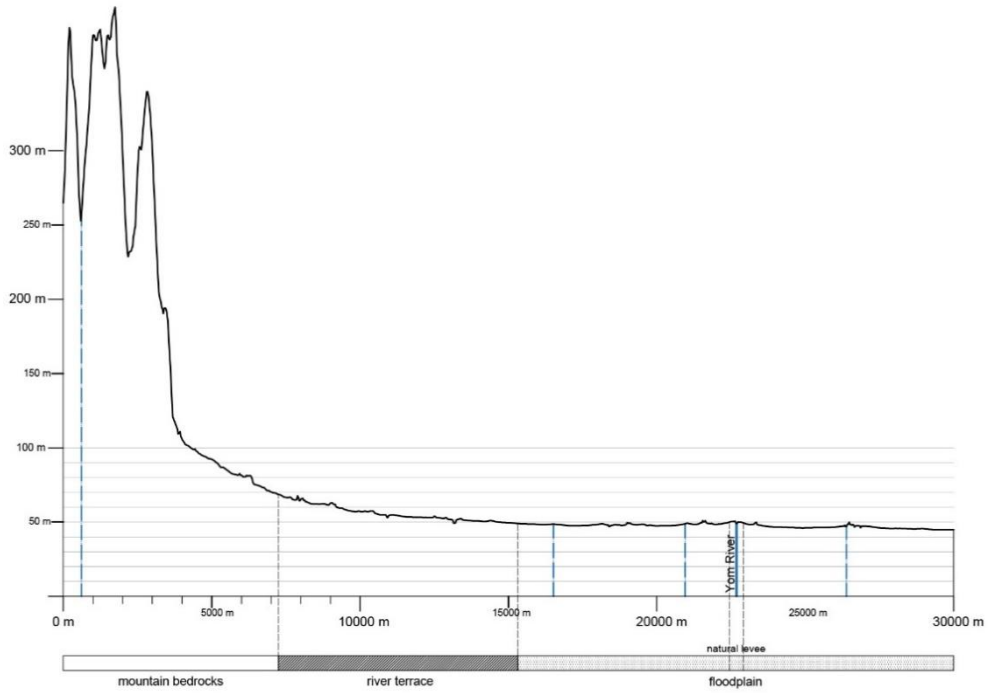
ภาพที่ 92 รูปตัด 6C-6C' แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างภูมินิเวศและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021)



ภาพที่ 93 รูปตัด 7C-7C' แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างภูมินิเวศและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021)



ภาพที่ 94 รูปตัด 8C-8C' แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างภูมินิเวศและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021)

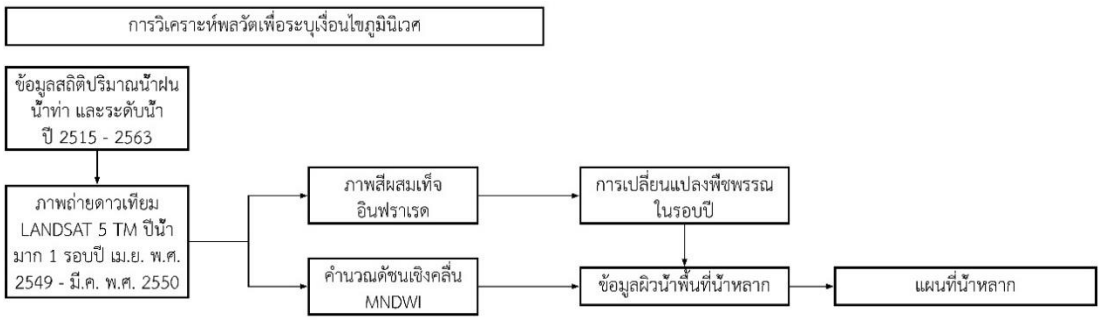
รูปตัด 1C-1C’ ถึง 8C-8C’ แสดงลักษณะโครงสร้างภูมินิเวศของพื้นที่ศึกษาซึ่งประกอบด้วยเทือกเขา ที่ลาดเชิงเขา ที่ลุ่ม แม่น้ำยม และคันดินธรรมชาติ

4.3.2 การวิเคราะห์พลวัตเพื่อระบุเงื่อนไขภูมินิเวศในที่ราบภาคกลางตอนบน

เมื่อสามารถจำแนกโครงสร้างทางกายภาพของภูมินิเวศแล้ว จึงทำการวิเคราะห์พลวัตของน้ำที่เป็นคุณลักษณะของภูมินิเวศ การศึกษาในส่วนนี้ทำการระบุขอบเขตของพลวัตน้ำหลากในที่ราบน้ำท่วมถึง โดยใช้ข้อมูลจากภาพดาวเทียมในการคำนวนค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีน้ำที่ปรับปรุงแล้ว (MNDWI) เพื่อหาพื้นที่ผิวน้ำ การทำภาพผสมสีอินฟราเรด เพื่อจำแนกพืชพรรณและสิ่งปกคลุมผิวดินเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงในรอบ 1 ปี

การวิเคราะห์พลวัตเพื่อระบุเงื่อนไขภูมินิเวศในที่ราบภาคกลางตอนบน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

1. การระบุขอบเขตและพลวัตของที่ราบน้ำท่วมถึงในรอบ 1 ปี
2. การจำแนกลักษณะพืชพรรณและสิ่งปกคลุมผิวดินตามฤดูกาล

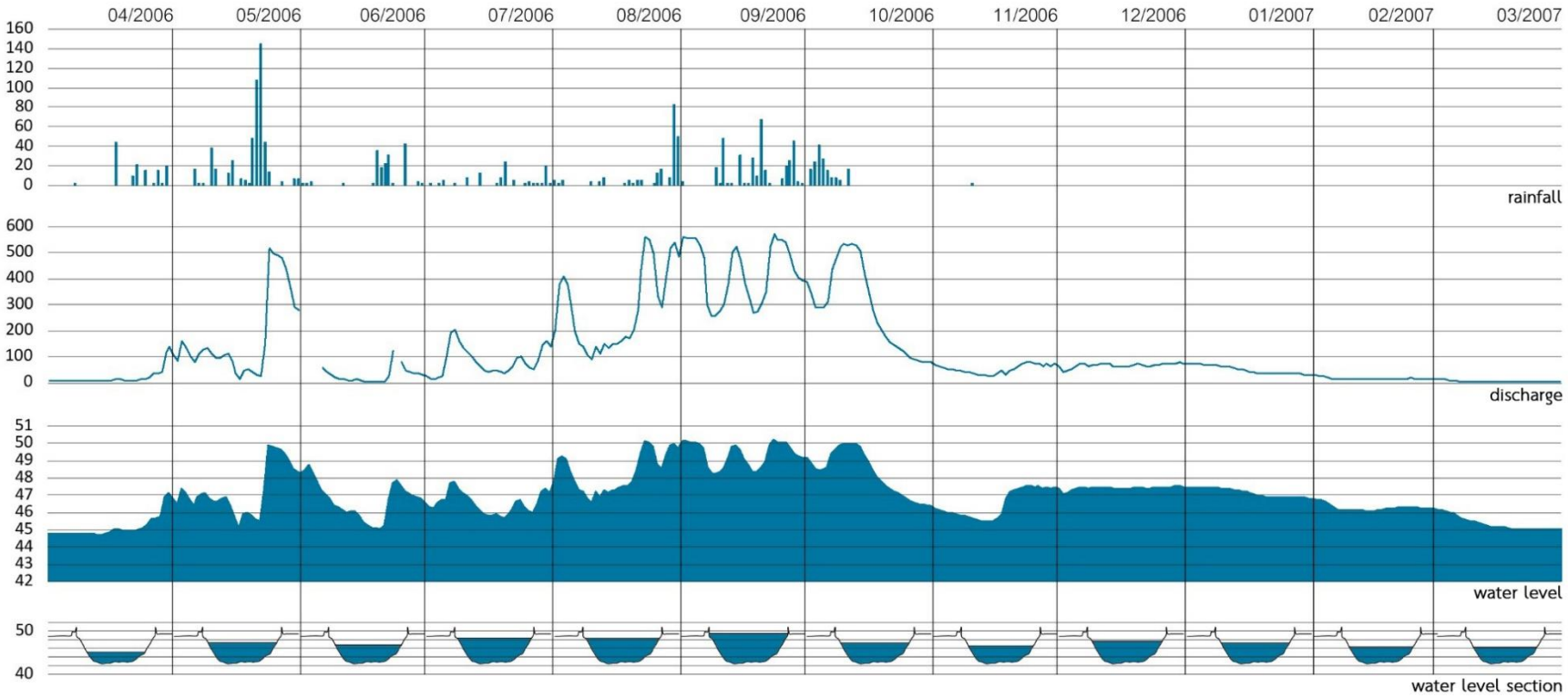


ภาพที่ 95 แผนภูมิการดำเนินการวิจัยเพื่อวิเคราะห์พลวัตเพื่อระบุเงื่อนไขภูมินิเวศในที่ราบภาคกลางตอนบน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3.2.1 การระบุขอบเขตและพลวัตของที่ราบน้ำท่วมถึง

จากการทบทวนวรรณกรรมสามารถระบุลักษณะเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในรอบ 1 ปี ในที่ราบน้ำท่วมถึงด้วยทฤษฎีพลวัตน้ำหลาก การศึกษาเพื่อระบุขอบเขตและพลวัตน้ำหลากในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง ใช้การศึกษาข้อมูลภาพถ่ายภาพดาวเทียมจากดาวเทียม LANDSAT 5 TM เป็นระยะเวลา 1 รอบปี โดยเริ่มตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนมีนาคมของปีถัดไป



ภาพที่ 96 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและระดับน้ำในรอบปี พ.ศ. 2549 - พ.ศ. 2550

ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง (ม.ป.ป.-ก); (ม.ป.ป.-ข); (ม.ป.ป.-ค)

การดำเนินการวิเคราะห์เริ่มจากการพิจารณาข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝน อำเภอศรีสัชนาลัย (Y.6) อยู่เหนือน้ำไปทางทิศเหนือของพื้นที่ศึกษา (ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง, ม.ป.ป.-ก) ประกอบกับข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันและข้อมูลระดับน้ำ สถานีระดับน้ำ อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย (Y.4) เพื่อคัดเลือกข้อมูลที่จะใช้ทำการศึกษา โดยการศึกษาในครั้งนี้เลือกใช้ข้อมูลเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2549 – เดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 ซึ่งเป็นปีปริมาณน้ำฝนสูงกว่าค่าเฉลี่ยและข้อมูลส่วนใหญ่ไม่ถูกรบกวนด้วยสภาพอากาศ จึงจากสามารถเห็นลักษณะการหลากของน้ำในพื้นที่ได้ชัดเจนกว่าข้อมูลของปีอื่น ๆ

เมื่อทำการคัดข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศที่ถูกรบกวนด้วยสภาพอากาศออกจะเหลือภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 18 ภาพ เป็นข้อมูลของวันที่

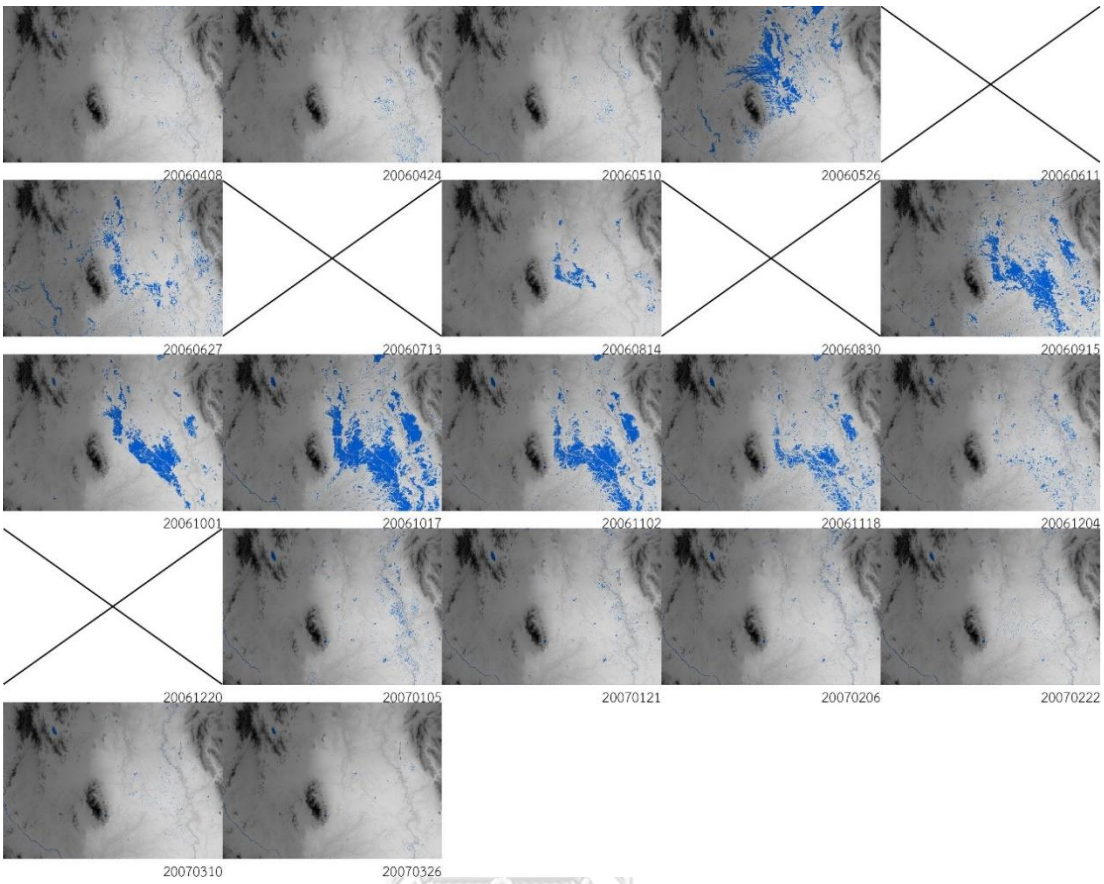
20060408 20060424 20060510 20060526 20060611 20060627 20060814 20060915 20061001 20061017 20061102 20061118 20061204 20070105 20070121 20070226 20070222 20070310 20070326

จากนั้นจึงทำการจำแนกพื้นที่ผิวน้ำจากภาพถ่ายดาวเทียมโดยการคำนวนดัชนีเชิงคลื่น ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีน้ำที่ปรับปรุงแล้ว MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index) เพื่อแยกพื้นที่ผิวน้ำจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT โดยค่าดัชนี MNDWI พัฒนามาจากดัชนีความแตกต่างของความชื้น (NDWI) ซึ่งพบว่าสามารถแยกพื้นที่ผิวน้ำจากพื้นที่สิ่งปลูกสร้างได้ดีกว่า (Xu, 2006)

การคำนวณดัชนีเชิงคลื่นทำได้โดยคำสั่ง Raster Calculator ในโปรแกรม ArcMap โดยการสกัดค่าผิวน้ำด้วยการคำนวนดัชนีความแตกต่างของความชื้นแบบปรับปรุง (MNDWI) มีสมการดังนี้

MNDWI = (Green – MIR)/(Green + MIR) สามารถเทียบค่าได้เป็น MNDWI = (Band 2 – Band 5)/(Band 2 + Band 5) ใน LANDSAT 5 TM

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



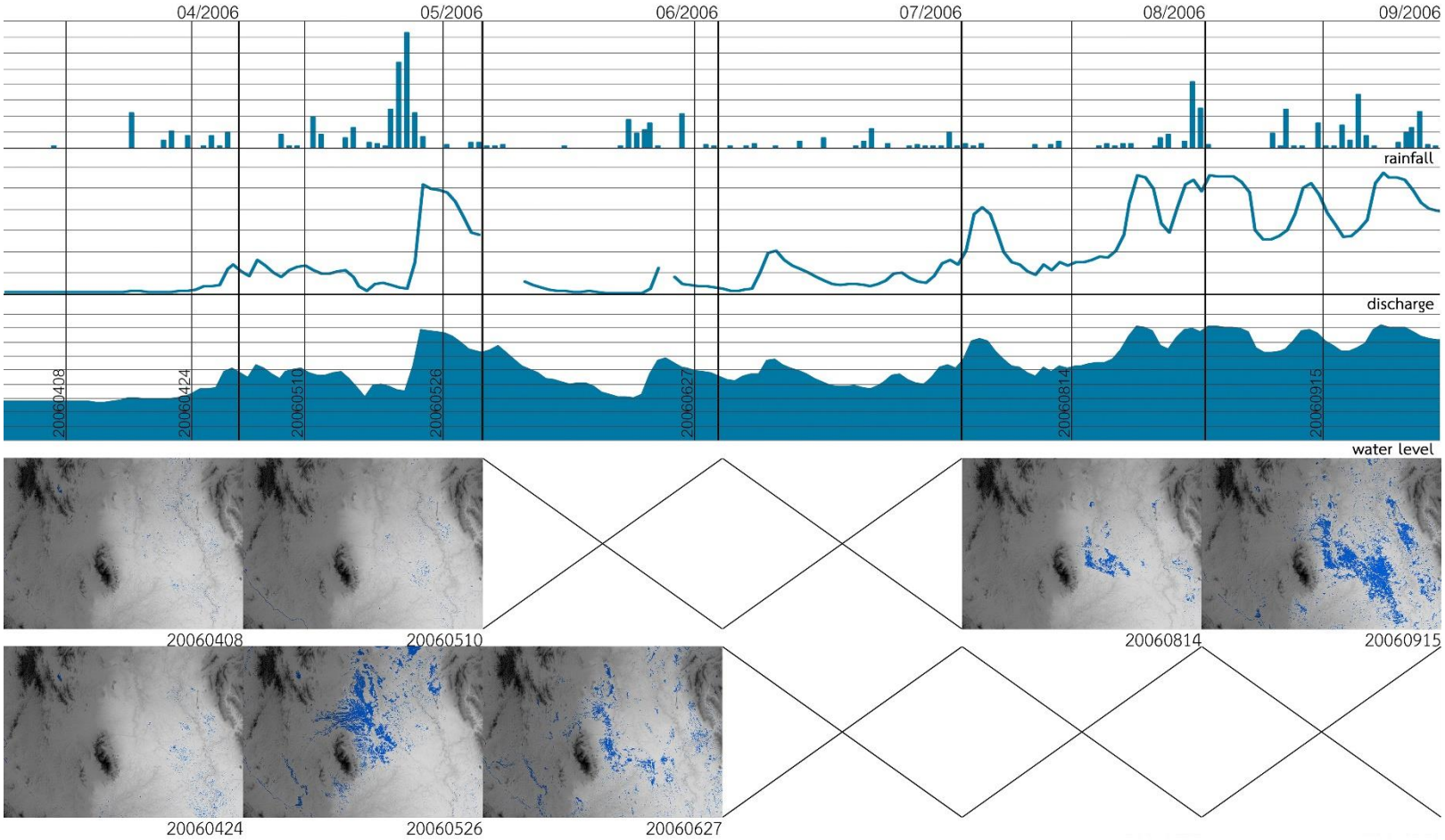
ภาพที่ 97 ข้อมูลพื้นที่น้ำหลากจากการสกัดค่าผิวน้ำจากภาพถ่ายดาวเทียมในรอบปี พ.ศ. 2549 - พ.ศ. 2550

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); United States Geological Survey (2019)

เมื่อได้ข้อมูลพื้นที่ผิวน้ำในรอบปี จึงทำการจัดกลุ่มตามลักษณะของแหล่งที่มา ประกอบด้วยน้ำไหลบ่าผิวดินจากฝนในพื้นที่และน้ำหลากจากการเอ่อล้นตลิ่งของแม่น้ำยมจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำจากปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่ต้นน้ำทางทิศเหนือ

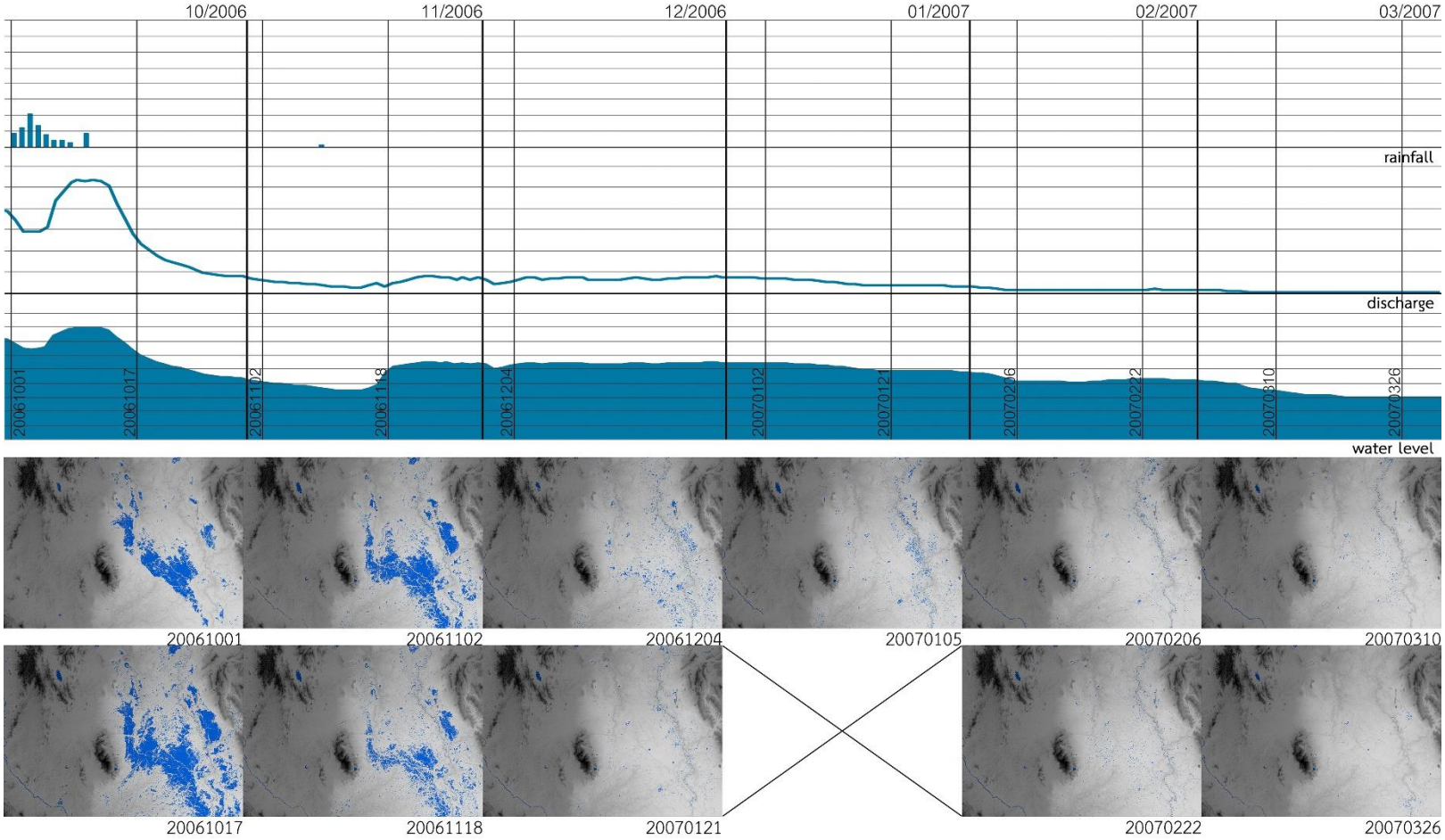
ทำการซ้อนทับข้อมูลพื้นที่ผิวน้ำกับแผนที่โครงสร้างภูมินิเวศที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนก่อนหน้า เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของขอบเขตธรณีสัณฐานจากตะกอนน้ำพาและขอบเขตพลวัตของน้ำ เพื่อแสดงเงื่อนไขพลวัตของน้ำที่เป็นคุณลักษณะของที่ราบน้ำท่วมถึง

5.2.1 การระบุขอบเขตและพลวัตของที่ราบน้ำท่วมถึง



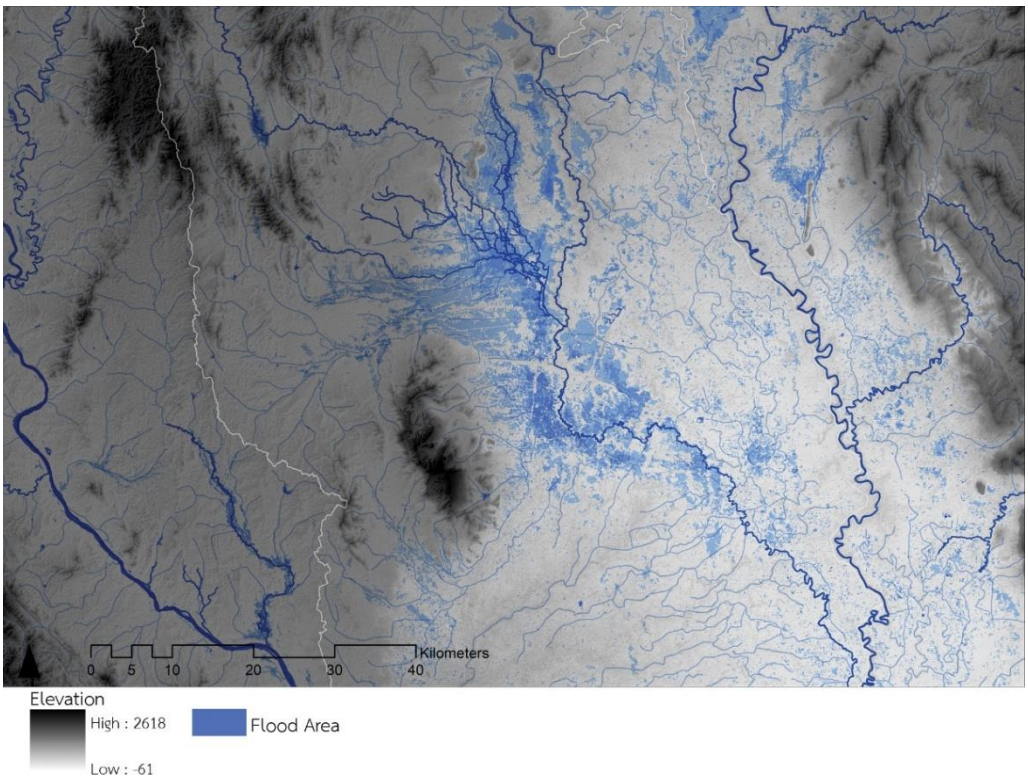
ภาพที่ 98 ตารางเปรียบเทียบ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและระดับน้ำ ภาพสีผสมเท็จจากภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลพื้นที่น้ำหลากเดือน เม.ย. พ.ศ. 2549 – เดือน ก.ย. พ.ศ. 2549

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); United States Geological Survey (2019); ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง (ม.ป.ป.-ก); (ม.ป.ป.-ข); (ม.ป.ป.-ค)



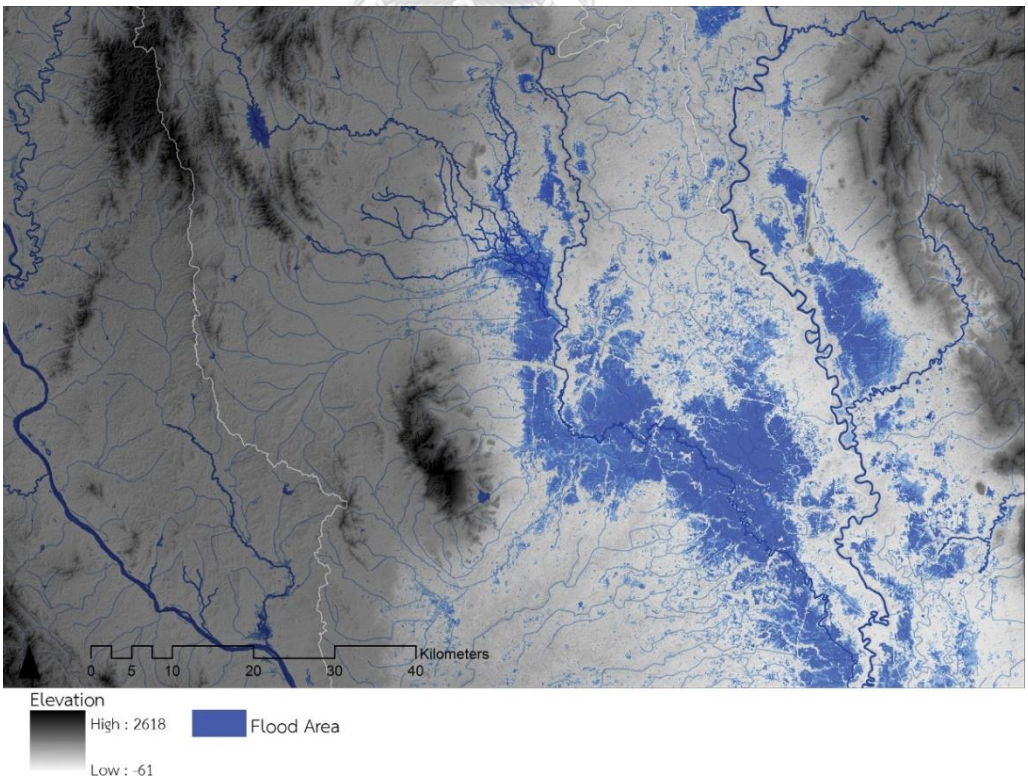
ภาพที่ 99 ตารางเปรียบเทียบ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและระดับน้ำ ภาพลีผสมเท็จจากภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลพื้นที่น้ำหลากเดือน ต.ค. พ.ศ. 2549 – เดือน มี.ค. พ.ศ. 2550

ที่มา: NASA JPL (2013); United States Geological Survey (2019); ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง (ม.ป.ป.-ก); (ม.ป.ป.-ข); (ม.ป.ป.-ค)



ภาพที่ 100 แสดงขอบเขตพื้นที่น้ำหลากช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคมกับลักษณะภูมิประเทศ

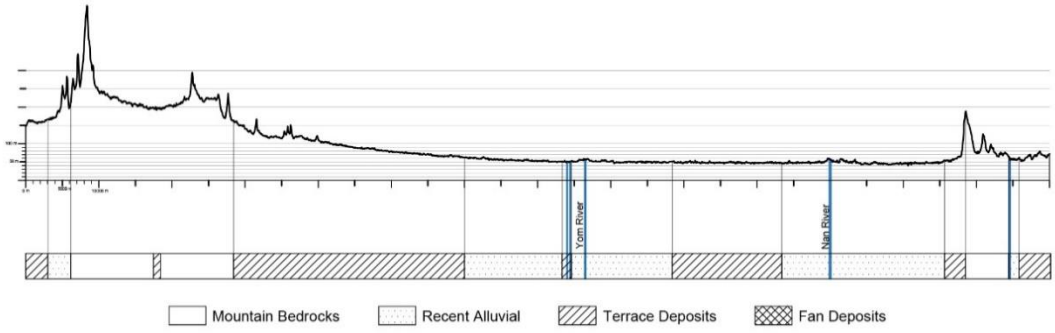
ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); United States Geological Survey (2019)



ภาพที่ 101 แสดงขอบเขตพื้นที่น้ำหลากช่วงเดือนสิงหาคมถึงพฤษจิกายนกับลักษณะภูมิประเทศ

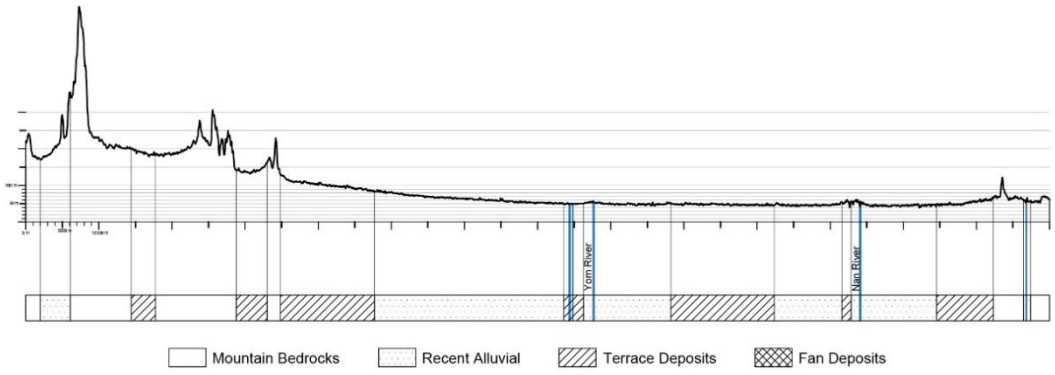
ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); United States Geological Survey (2019)

การทำรูปตัดแนวขวางแกนตะวันตก-ตะวันออกด้วยข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข จำนวน 4 แนว ดัง *ภาพที่ 105* ถึง *ภาพที่ 108* เพื่อแสดงลักษณะภูมิประเทศและขอบเขตน้ำหลากจากข้อมูลพื้นที่ผิวน้ำ เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระดับความสูงและความลาดเอียงของภูมิประเทศกับพื้นที่น้ำหลากและตำแหน่งที่ตั้งของเมือง



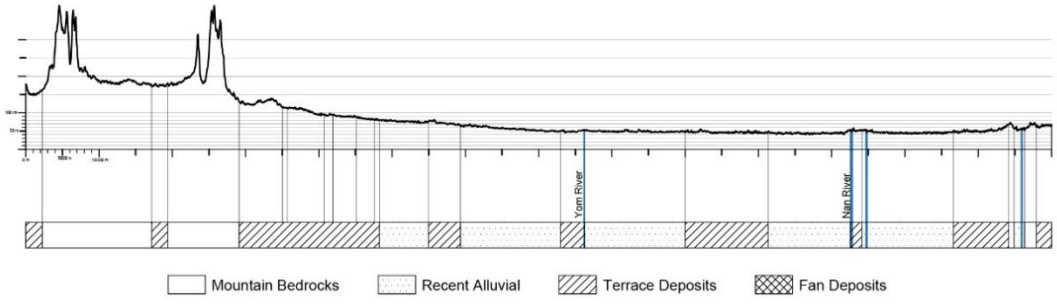
ภาพที่ 102 รูปตัด 1B-1B' แสดงลักษณะภูมิประเทศและพื้นที่ตะกอนยุคควอเทอร์นารี

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



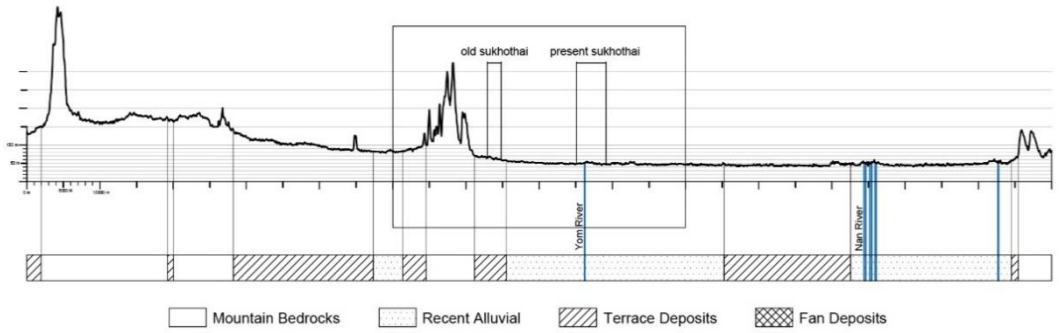
ภาพที่ 103 รูปตัด 2B-2B' แสดงลักษณะภูมิประเทศและพื้นที่ตะกอนยุคควอเทอร์นารี

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



ภาพที่ 104 รูปตัด 3B-3B' แสดงลักษณะภูมิประเทศและพื้นที่ตะกอนยุคควอเทอร์นารี

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



ภาพที่ 105 รูปตัด 4B-4B' แสดงลักษณะภูมิประเทศและพื้นที่ตะกอนยุคควอเทอร์นารี

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)

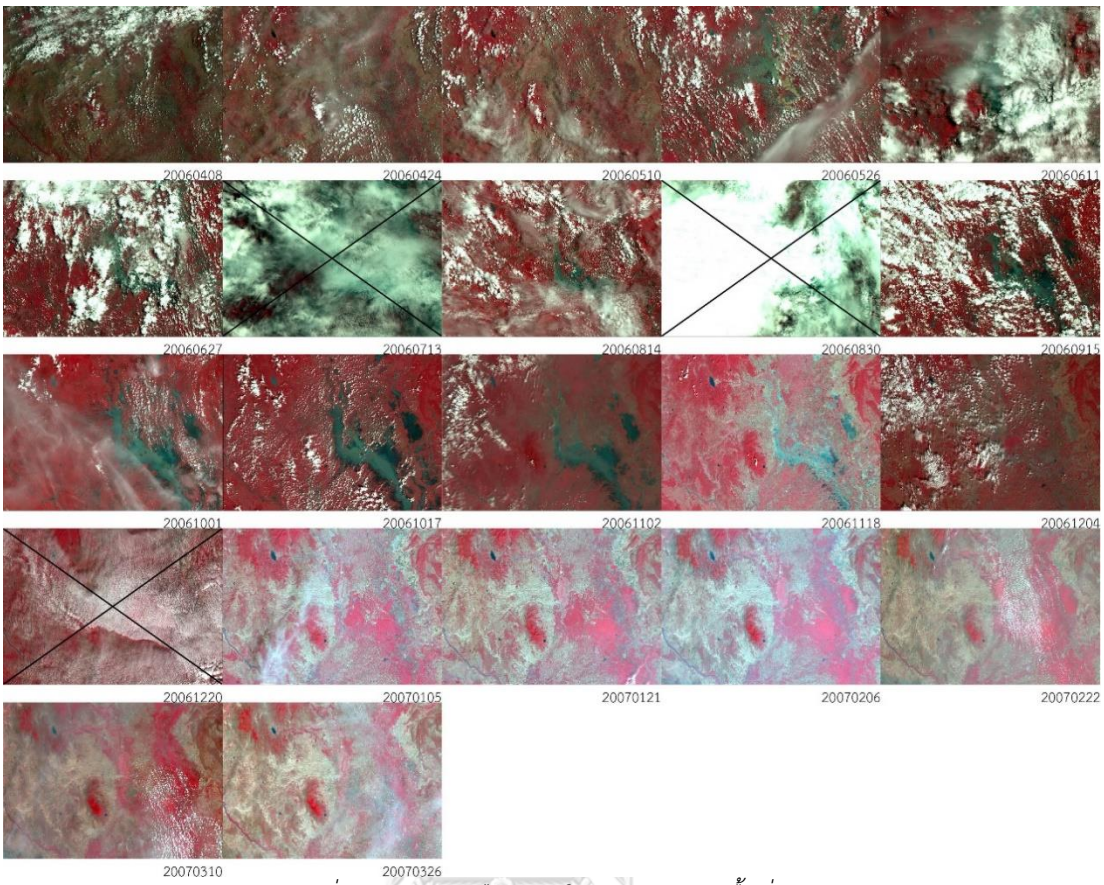
รูปตัด 4B-4B' *ภาพที่ 108* แสดงลักษณะที่ตั้งของเมืองเก่าสุโขทัยอยู่บริเวณที่ลาดเชิงเขาประทักษ์มีลักษณะเป็นขอบแอ่งที่ราบภาคกลางตอนบนในบริเวณพื้นที่ตะกอนตะพักลำน้ำซึ่งมีความสูงมากกว่าพื้นที่ทางทิศเหนือและทิศตะวันออกของเมืองซึ่งมีลักษณะธรณีสัณฐานของตะกอนน้ำพาเป็นทางผ่านของน้ำที่จะไหลลงสู่แม่น้ำยม

4.3.2.2 การจำแนกลักษณะพืชพรรณและสิ่งปกคลุมผิวดินในรอบ 1 ปี

เงื่อนไขภูมินิเวศทำให้เกิดลักษณะพืชพรรณ พืชพรรณจึงสามารถเป็นตัวบ่งชี้สภาพลักษณะทางธรณีวิทยาและลักษณะอุทกวิทยาของพื้นที่ได้ โดยที่พืชพรรณยังสามารถบ่งชี้ฤดูกาลจากการเปลี่ยนแปลงของลักษณะพืชพรรณในรอบปี

การเน้นข้อมูลพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณในงานวิจัยนี้เลือกใช้การทำสีผสมเท็จภาพถ่ายดาวเทียมมาตรฐานอินฟราเรด เพื่อเน้นให้พื้นที่ที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณปรากฏเป็นสีแดงตามความหนาแน่น เพื่อศึกษาลักษณะเปลี่ยนแปลงของลักษณะพืชพรรณในรอบ 1 ปี ของพื้นที่ศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



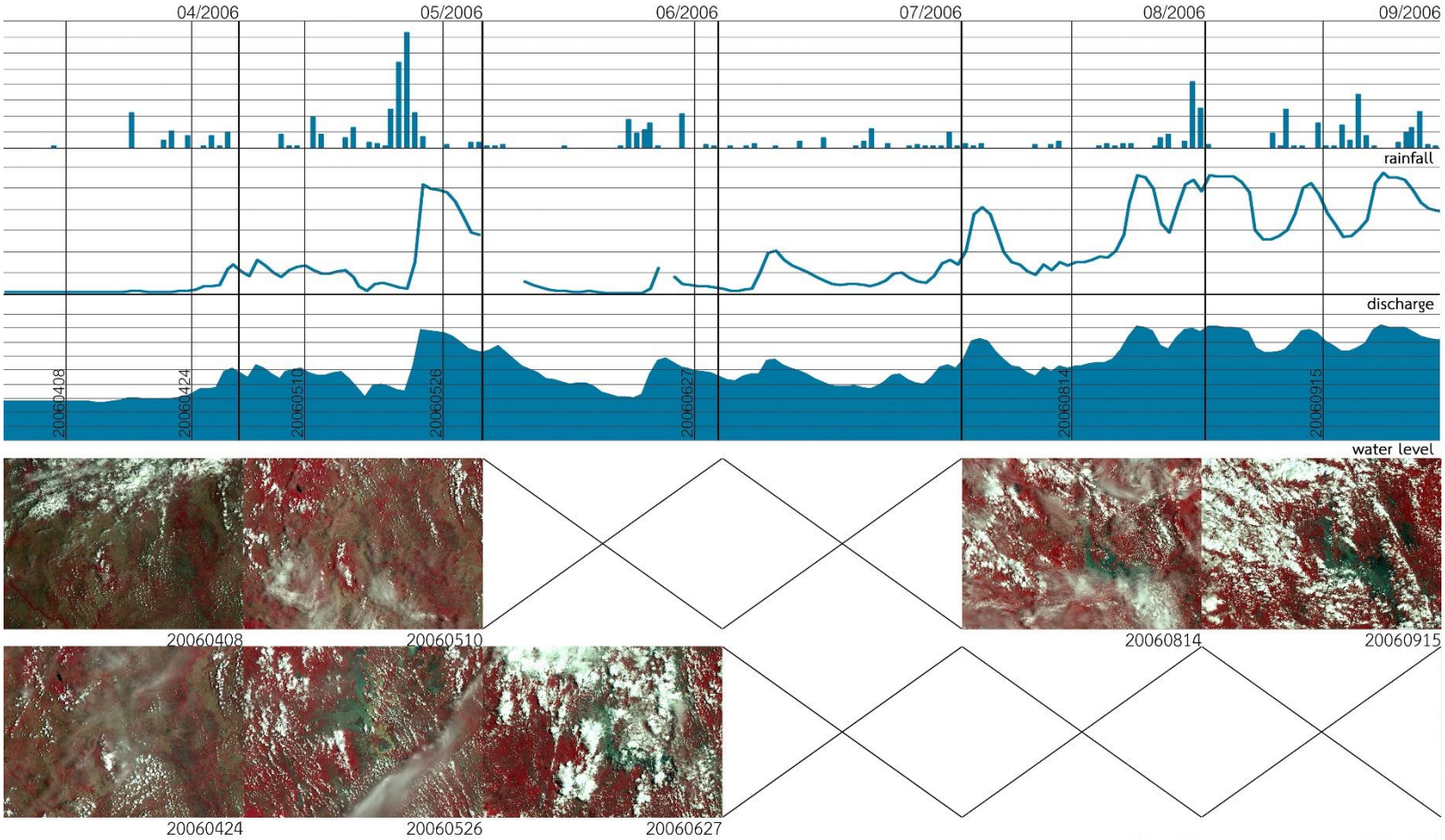
ภาพที่ 106 ลักษณะพืชพรรณในรอบ 1 ปี ของพื้นที่ศึกษา

ที่มา: ดัดแปลงจาก United States Geological Survey (2019)

ในการเน้นข้อมูลเพื่อการจำแนกด้วยตาเปล่าด้วยภาพสีผสมเท็จอินฟราเรดจะทำให้พื้นที่ผิวน้ำจะปรากฏเป็นสีน้ำเงินโดยพื้นที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณจะปรากฏเป็นสีแดงตามความหนาแน่น

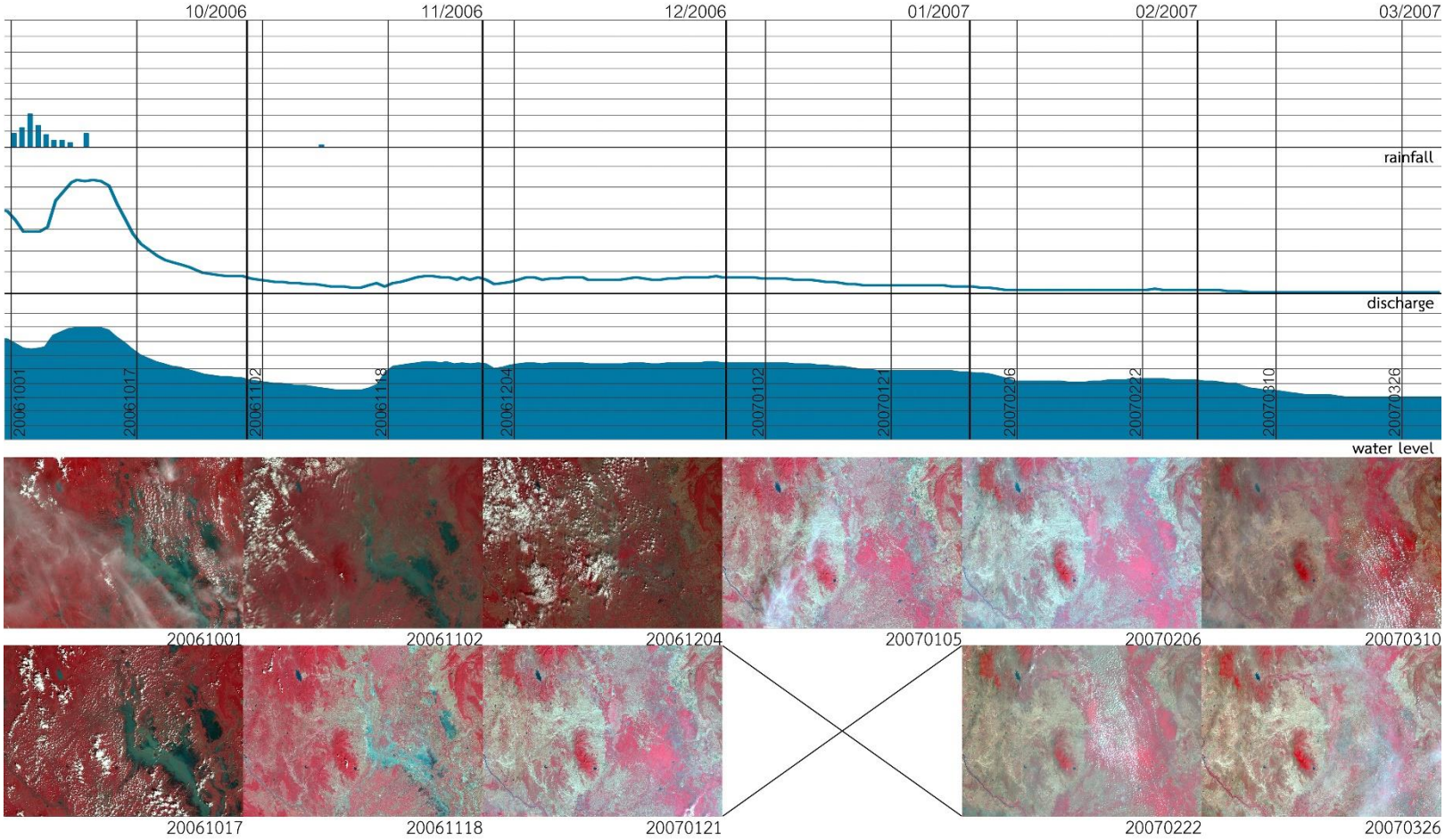
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2.1 การระบุขอบเขตและพลวัตของที่ราบน้ำท่วมถึง



ภาพที่ 107 ตารางเปรียบเทียบ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและระดับน้ำ ภาพสีผสมเท็จจากภาพถ่ายดาวเทียมเดือนเมษายน พ.ศ. 2549 – เดือนกันยายน พ.ศ. 2549

ที่มา: ดัดแปลงจาก United States Geological Survey (2019); ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง (ม.ป.ป.-ก); (ม.ป.ป.-ข); (ม.ป.ป.-ค)

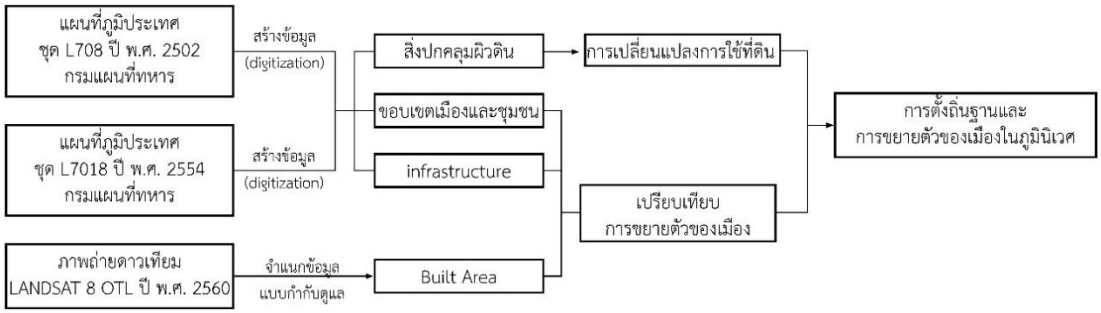


ภาพที่ 108 ตารางเปรียบเทียบ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและระดับน้ำ ภาพสีผสมเท็จจากภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลพื้นที่น้ำหลากเดือน ต.ค. พ.ศ. 2549 – เดือน มี.ค. พ.ศ. 2550

ที่มา: ดัดแปลงจาก United States Geological Survey (2019); ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง (ม.ป.ป.-ก); (ม.ป.ป.-ข); (ม.ป.ป.-ค)

จากการวิเคราะห์พลวัตของน้ำในรอบ 1 ปีของที่ราบน้ำท่วมถึงแม่น้ำยม บริเวณที่ตั้งเมืองสุโขทัยด้วยการคำนวนดัชนีเชิงคลื่นเพื่อจำแนกพื้นที่ผิวน้ำจากภาพถ่ายดาวเทียมในแต่ละช่วงเวลา ตั้งแต่เดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2549 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 เพื่อสังเกตลักษณะและช่วงเวลาของน้ำหลากในพื้นที่ การวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้พบว่าน้ำหลากในพื้นที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่าและระดับน้ำในแม่น้ำยมที่สัมพันธ์กับฤดูฝนในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายน

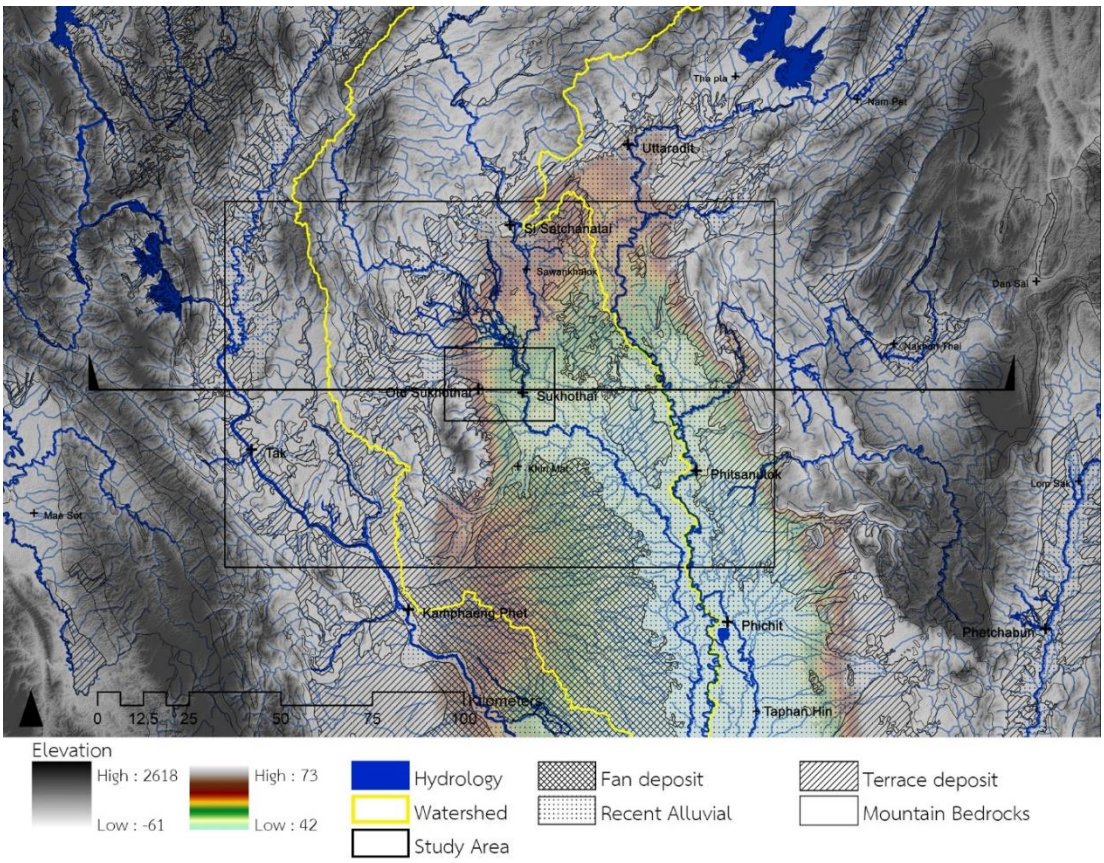
4.3.3 การวิเคราะห์เงื่อนไขภูมินิเวศต่อการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมือง



ภาพที่ 109 แผนภูมิการดำเนินการวิจัยเพื่อวิเคราะห์เงื่อนไขภูมินิเวศต่อการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมือง

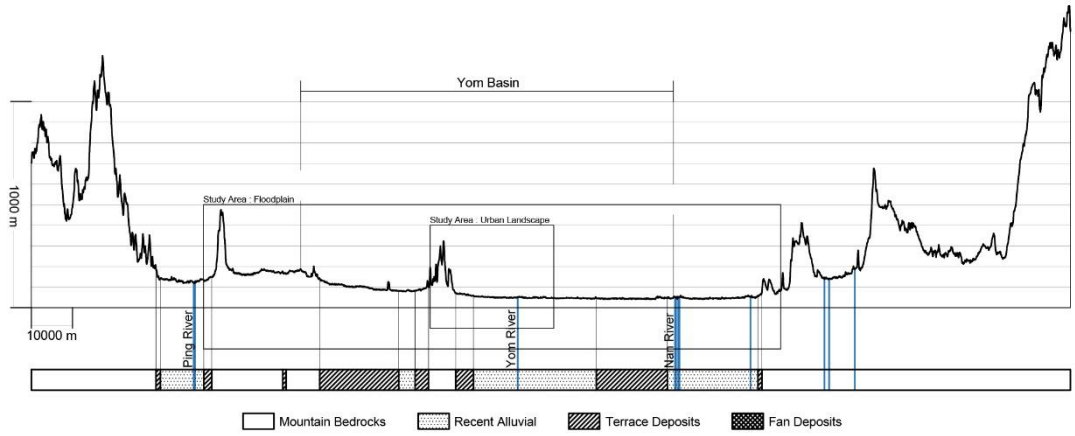
4.3.3.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเงื่อนไขภูมินิเวศต่อการตั้งถิ่นฐาน

การวิเคราะห์ลักษณะการตั้งถิ่นฐานในภูมินิเวศโดยการระบุตำแหน่งของเมืองบนแผนที่โครงสร้างภูมินิเวศและแผนที่ขอบเขตน้ำหลากที่ได้จากการวิเคราะห์ในลำดับทีผ่านมา เพื่อการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะการตั้งถิ่นฐานและเงื่อนไขภูมินิเวศ ในระดับภูมิภาค ระดับที่ราบน้ำท่วมถึง และในระดับเมือง



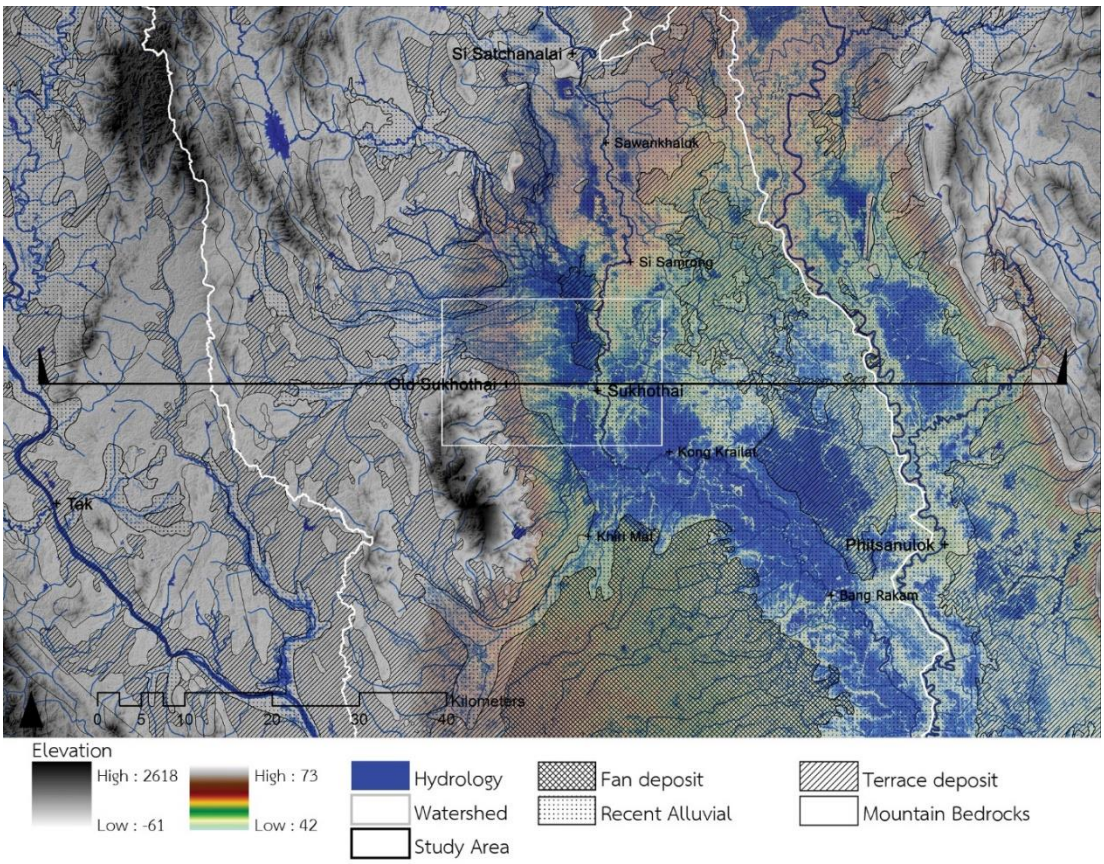
ภาพที่ 110 ลักษณะการตั้งถิ่นฐานและความสัมพันธ์กับเงื่อนไขภูมินิเวศระดับภูมิภาค

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564)



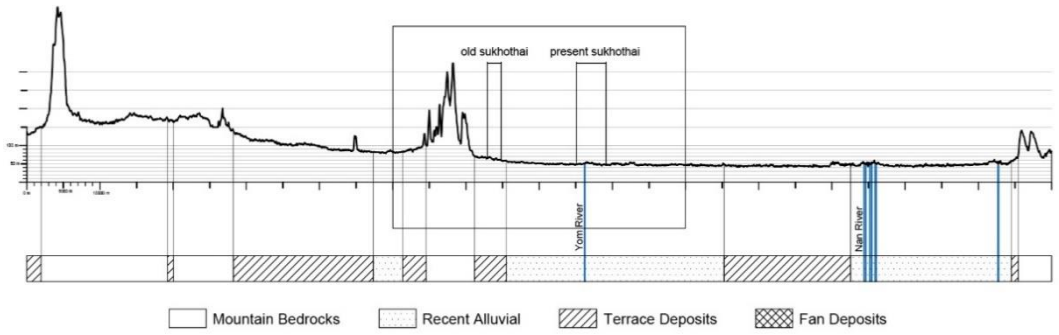
ภาพที่ 111 รูปตัดแสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบน ขอบเขตพื้นที่ศึกษาระดับที่ราบน้ำท่วมถึงและระดับเมือง ตำแหน่งแม่น้ำสายหลักและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564)



ภาพที่ 112 ลักษณะการตั้งถิ่นฐานและความสัมพันธ์กับเงื่อนไขภูมินิเวศที่ราบน้ำท่วมถึง

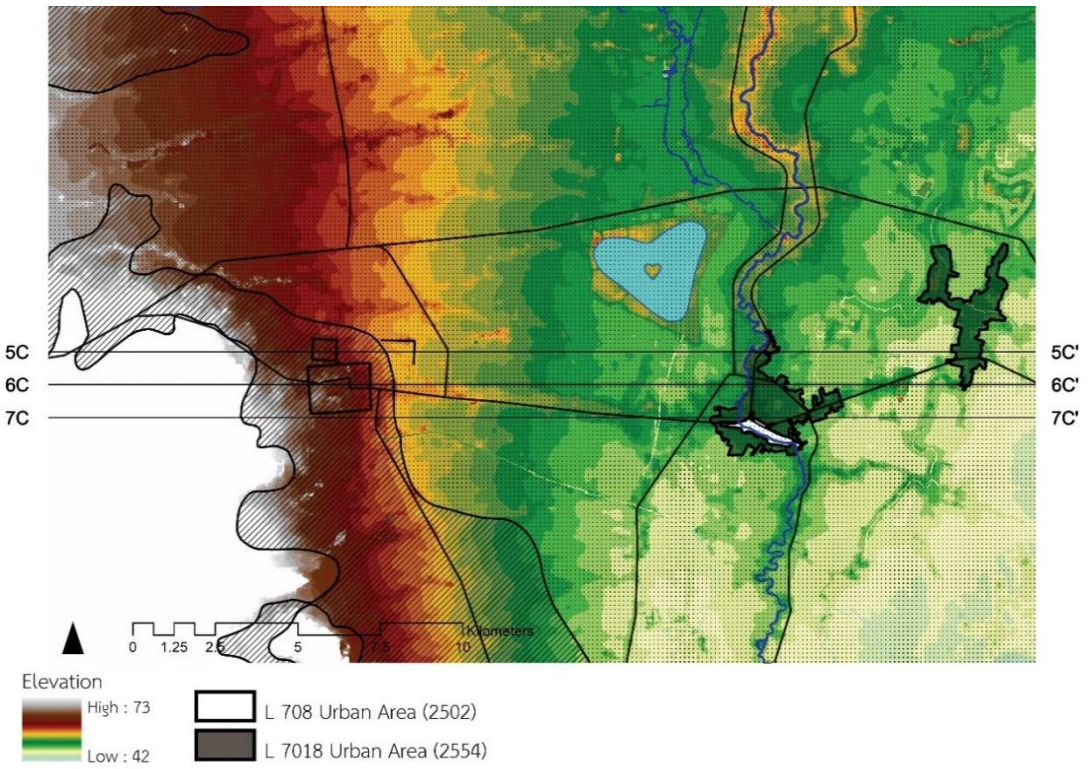
ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564)



ภาพที่ 113 รูปตัดแสดงลักษณะภูมิสัณฐานตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.); กรมทรัพยากรน้ำ (2563)

การซ้อนทับตำแหน่งเมืองในแผนที่โครงสร้างภูมินิเวศและข้อมูลผิวน้ำจากการวิเคราะห์พลวัตของน้ำในที่ราบน้ำท่วมถึงพบว่าเมืองเก่าสุโขทัยและเมืองศรีสัชนาลัยที่เป็นเมืองร่วมสมัยกับสุโขทัยเก่า ตั้งอยู่บนตะพักลำน้ำในที่สูงบริเวณที่เป็นขอบของที่ราบภาคกลางตอนบนทำให้ตัวเมืองไม่ถูกน้ำท่วม

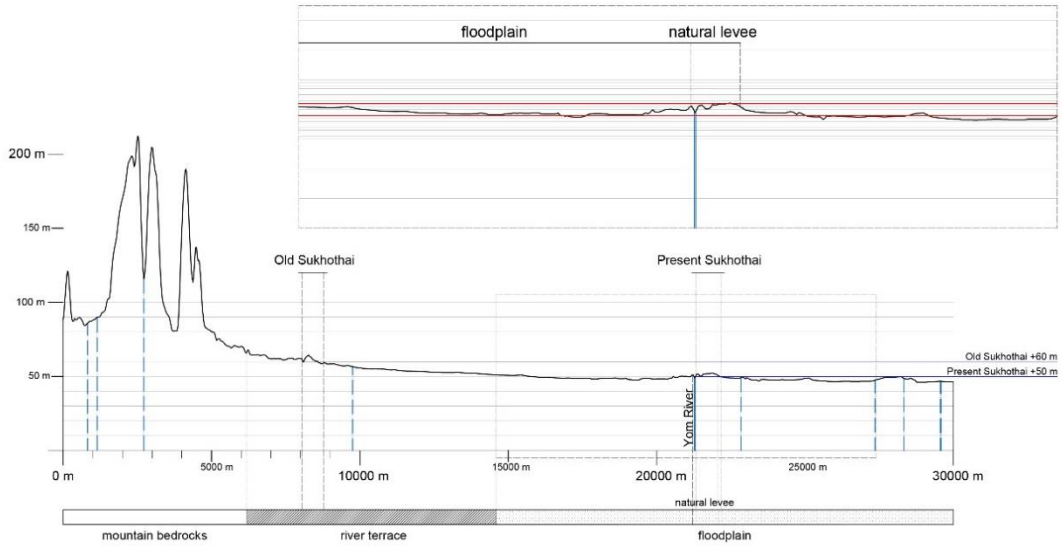


ภาพที่ 114 แนวตัด 5C-5C' ถึง 7C-7C

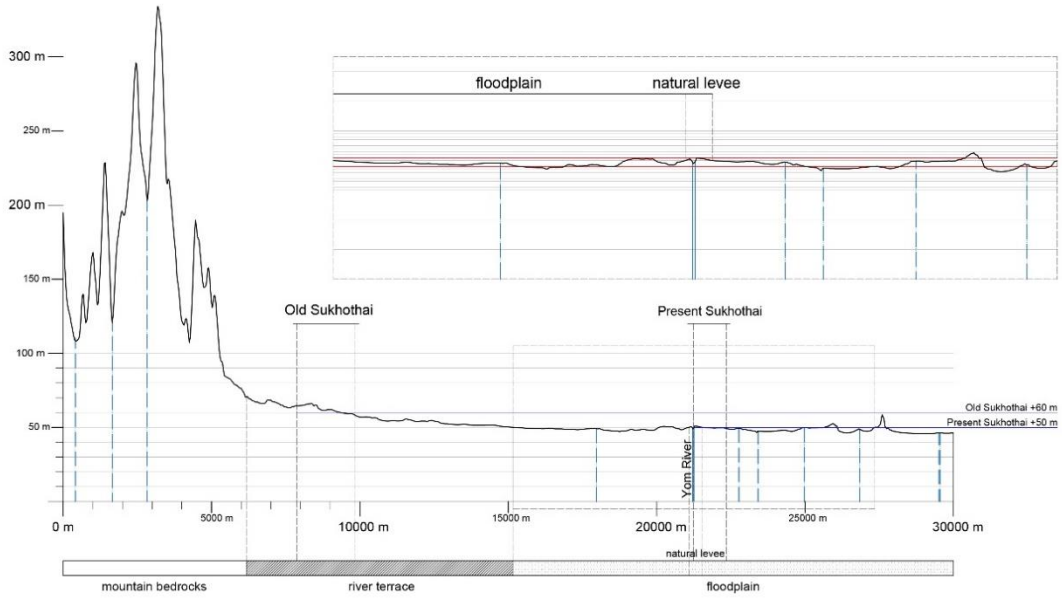
ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมแผนที่ทหาร (2502); (2554)

ในพื้นที่ศึกษาระดับเมืองเมื่อทำการระบุขอบเขตตัวเมืองในแผนที่โครงสร้างภูมินิเวศจะเห็นได้ว่าเมืองเก่าสุโขทัยตั้งอยู่บนพื้นที่ตะพักลำน้ำที่มีความสูงประมาณ 60 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง ส่วนตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงมีความสูงอยู่ที่ 48 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง ตัวเมืองเดิมมีลักษณะเป็นแนวยาวขนานไปกับแม่น้ำยมในบริเวณที่เป็นคันดินธรรมชาติแต่มีการขยายออกตามแนวถนนออกไปยังที่ลุ่ม อ่างเก็บน้ำทะเลหลวงมีลักษณะเป็นขอบสูงกว่าพื้นที่ลุ่มโดยรอบ

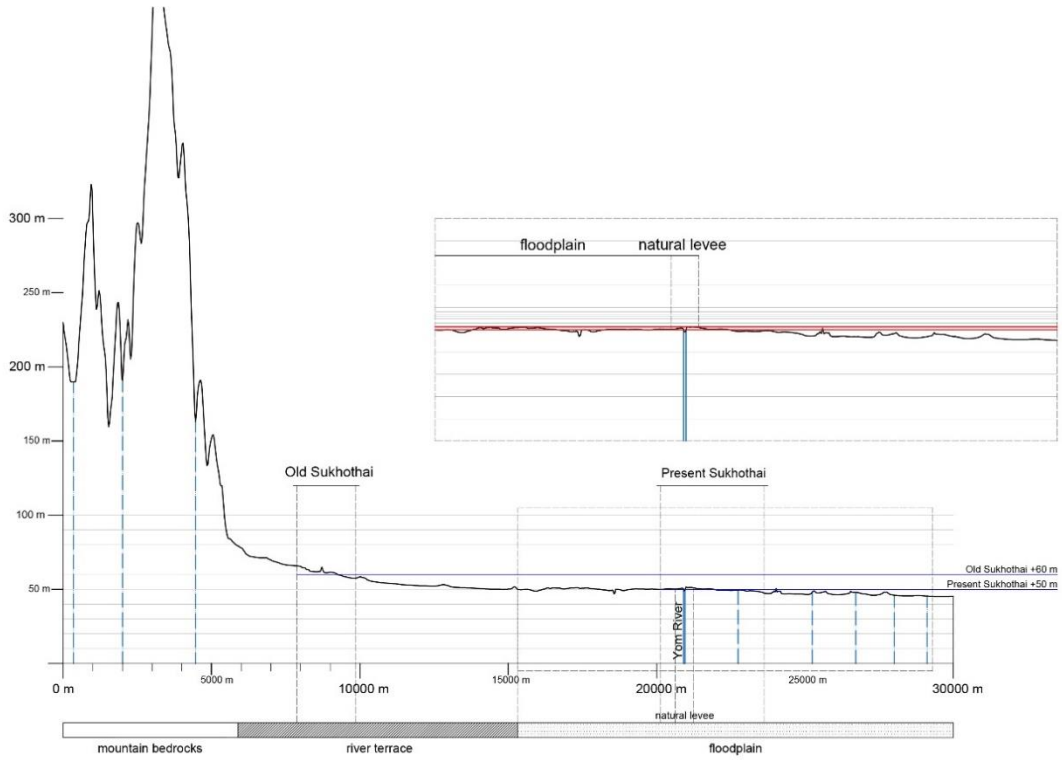
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 115 รูปตัด 5C-5C' แสดงที่ลุ่มหลังคันดินและคันดินธรรมชาติบริเวณตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบัน
ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมทรัพยากรน้ำ (2563)



ภาพที่ 116 รูปตัด 6C-6C' แสดงที่ลุ่มหลังคันดินและคันดินธรรมชาติบริเวณตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบัน
ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมทรัพยากรน้ำ (2563)

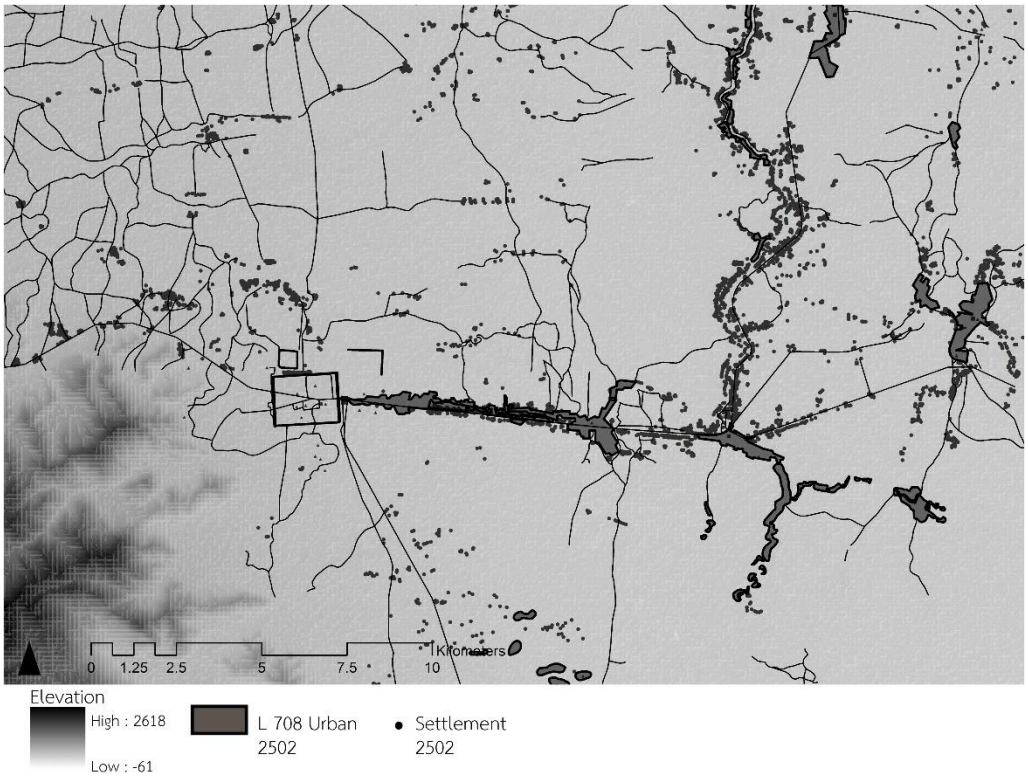


ภาพที่ 117 รูปตัด 7C-7C' แสดงที่ลุ่มหลังคันดินและคันดินธรรมชาติบริเวณตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบัน
ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมทรัพยากรน้ำ (2563)

รูปตัดแสดงลักษณะภูมิสัณฐานและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย ได้แสดงให้เห็นความแตกต่างของลักษณะทางธรณีสัณฐานของที่ตั้งเมืองเก่าและตัวเมืองปัจจุบัน รวมทั้งระดับความสูงที่แตกต่างกันประมาณ 10 เมตร รูปตัดแสดงให้เห็นว่าเมืองเก่าสุโขทัยตั้งอยู่บริเวณที่สูง ส่วนที่ตั้งของตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันมีลักษณะเป็นแนวคันดินธรรมชาติริมแม่น้ำยมและที่ลุ่มหลังคันดิน โดยรูปตัดขยายแสดงให้เห็นระดับที่แตกต่างกันของคันดินธรรมชาติและที่ลุ่มหลังคันดิน

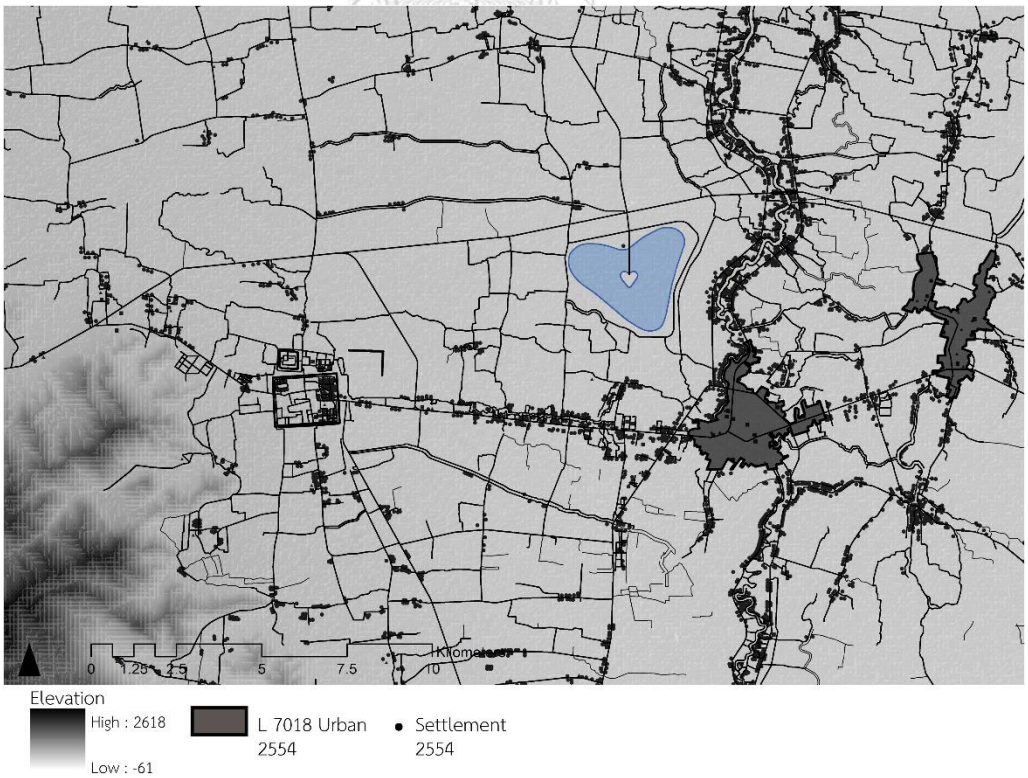
4.3.3.2 การวิเคราะห์การขยายตัวของเมืองในภูมินิเวศ

การวิเคราะห์การขยายตัวของเมืองเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลขอบเขตเมือง ตำแหน่งชุมชนและข้อมูลเส้นถนนจากแผนที่ภูมิประเทศ ชุด L708 และ 7018 และข้อมูลการจำแนกพื้นที่สิ่งปลูกสร้างจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 8 OLI เพื่อเปรียบเทียบลักษณะการขยายตัวของพื้นที่สิ่งปลูกสร้างและโครงข่ายถนน ปี พ.ศ. 2502 ปี พ.ศ. 2554 และ ปี พ.ศ. 2560



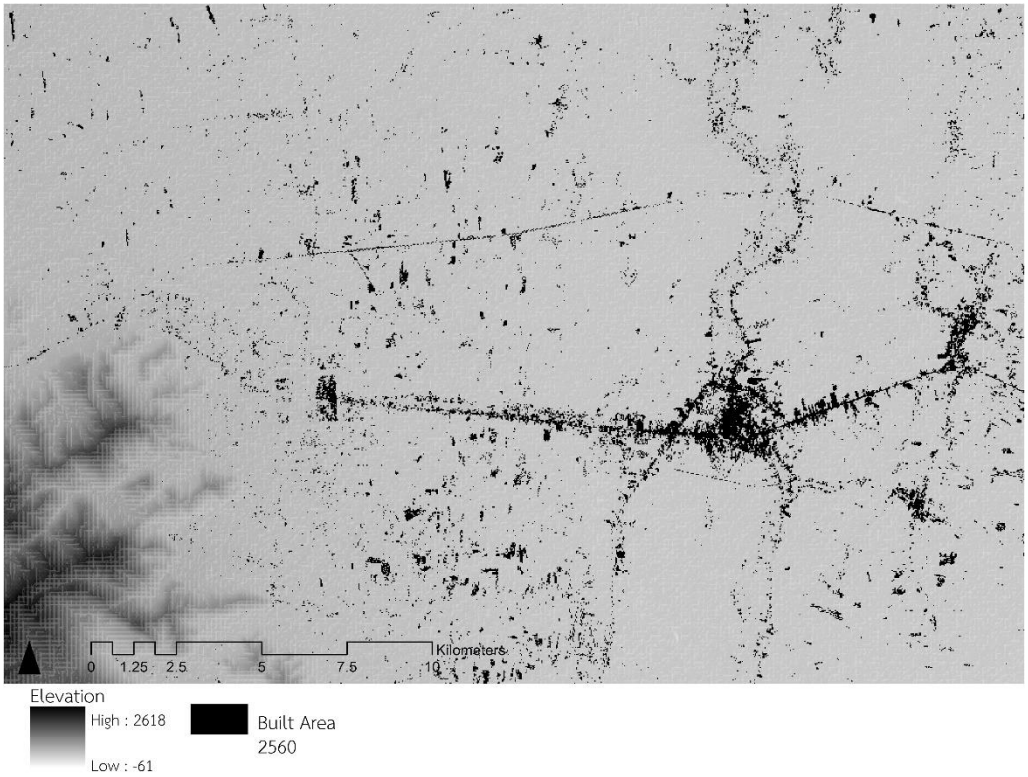
ภาพที่ 118 ชุมชนและตัวเมืองสุโขทัยปี พ.ศ. 2502

ที่มา : ดัดแปลงจาก กรมแผนที่ทหาร (2502); Hawker and Neal (2021)



ภาพที่ 119 ชุมชนและตัวเมืองสุโขทัยปี พ.ศ. 2554

ที่มา : ดัดแปลงจาก กรมแผนที่ทหาร (2554); Hawker and Neal (2021)

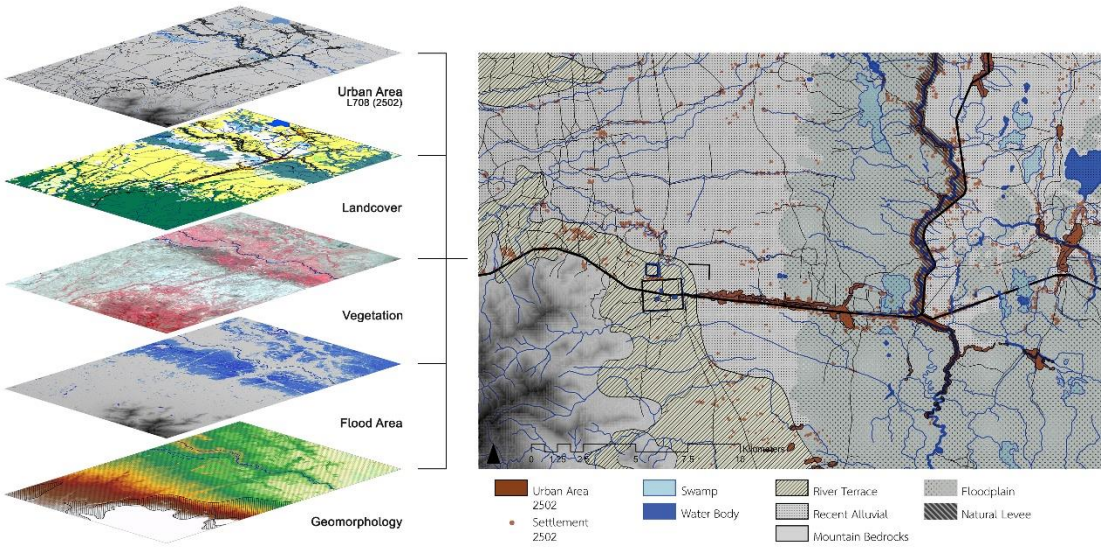


ภาพที่ 120 ชุมชนและตัวเมืองสุโขทัยปี พ.ศ. 2560

ที่มา : ดัดแปลงจาก United States Geological Survey (2019); Hawker and Neal (2021)

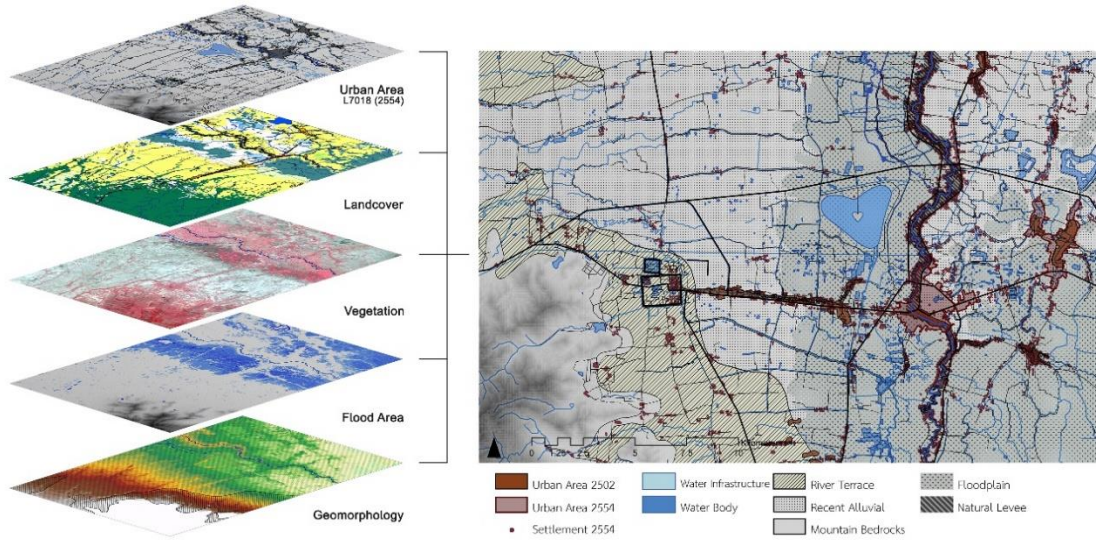
การวิเคราะห์การขยายตัวของเมืองในภูมินิเวศเป็นการซ้อนทับข้อมูลขอบเขตเมือง ตำแหน่งชุมชนและข้อมูลเส้นถนน ปี พ.ศ. 2502 และ ปี พ.ศ. 2554 จากแผนที่ L708 และ 7018 และข้อมูลพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง ปี พ.ศ. 2560 จากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 8 OLI บนแผนที่โครงสร้างภูมินิเวศที่สร้างจากการจำแนกลักษณะภูมิสัณฐาน ขอบเขตพื้นที่น้ำหลาก การจำแนกขอบเขตพื้นที่ลุ่มจากลักษณะพืชพรรณและข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดินจากแผนที่ L708 เพื่อเปรียบเทียบการขยายตัวของเมืองในภูมินิเวศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 121 กระบวนการสร้างแผนที่จากการซ้อนทับข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานและการตั้งถิ่นฐาน ปี พ.ศ. 2502 กับแผนที่โครงสร้างภูมินิเวศ

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); United States Geological Survey (2019); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.); กรมแผนที่ทหาร (2502)

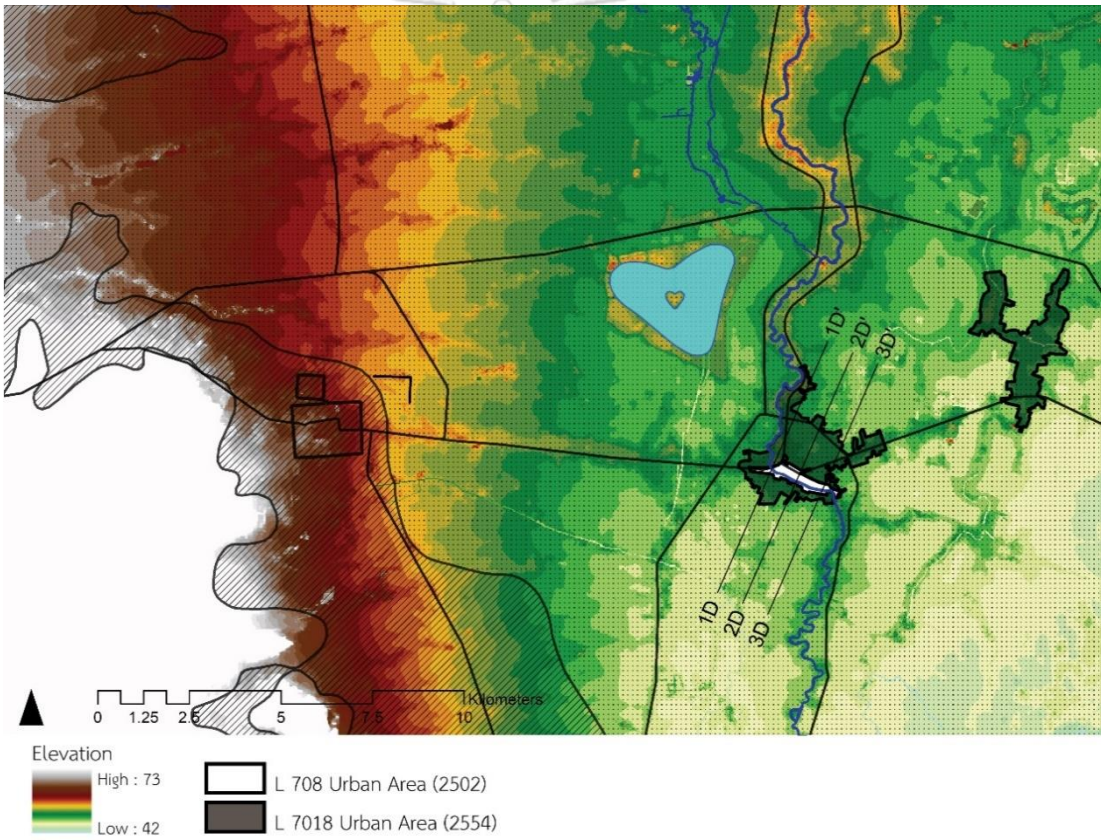


ภาพที่ 122 กระบวนการสร้างแผนที่จากการซ้อนทับข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานและการตั้งถิ่นฐาน ปี พ.ศ. 2554 กับแผนที่โครงสร้างภูมินิเวศ

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); United States Geological Survey (2019); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.); กรมแผนที่ทหาร (2554)

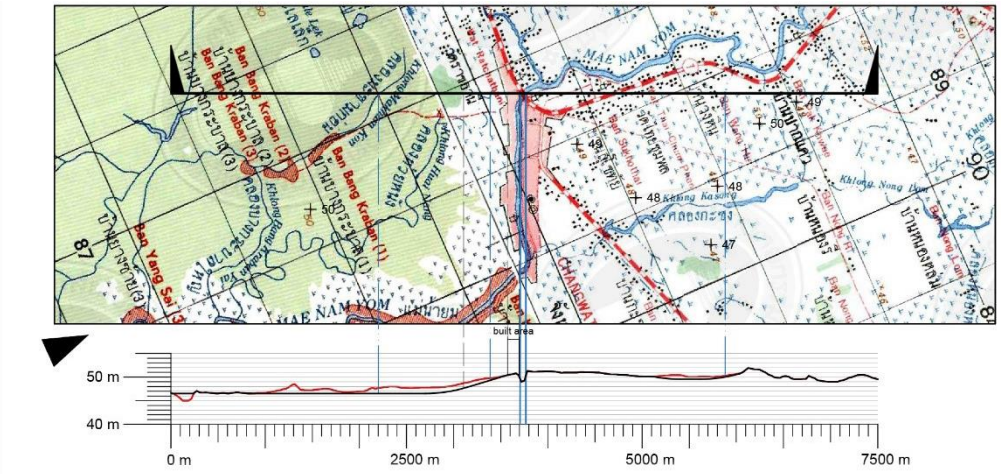
จากการซ้อนทับข้อมูลขอบเขตเมือง ตำแหน่งชุมชนและข้อมูลเส้นถนน ปี พ.ศ. 2502 บนแผนที่โครงสร้างภูมินิเวศ เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลปี พ.ศ. 2554 พบว่าขอบเขตของเมืองมีการขยายตัวในที่ราบน้ำท่วมถึงโดยออกไปตามแนวถนนที่ตัดเพิ่ม มีลักษณะขวางการไหลตามธรรมชาติของน้ำ เนื่องจากถนนที่ตัดใหม่มีระดับที่สูงกว่าพื้นที่รอบข้าง ส่งผลให้ชุมชนและตัวเมืองมีการขยายตัวออกจากที่สูงตามธรรมชาติเดิมไปกับถนนที่ขวางทางระบายน้ำในที่ลุ่ม

ระดับที่แตกต่างของพื้นที่คันดินธรรมชาติ พื้นที่นาและพื้นที่ลุ่ม สามารถแสดงให้เห็นในรูปตัดดังต่อไปนี้



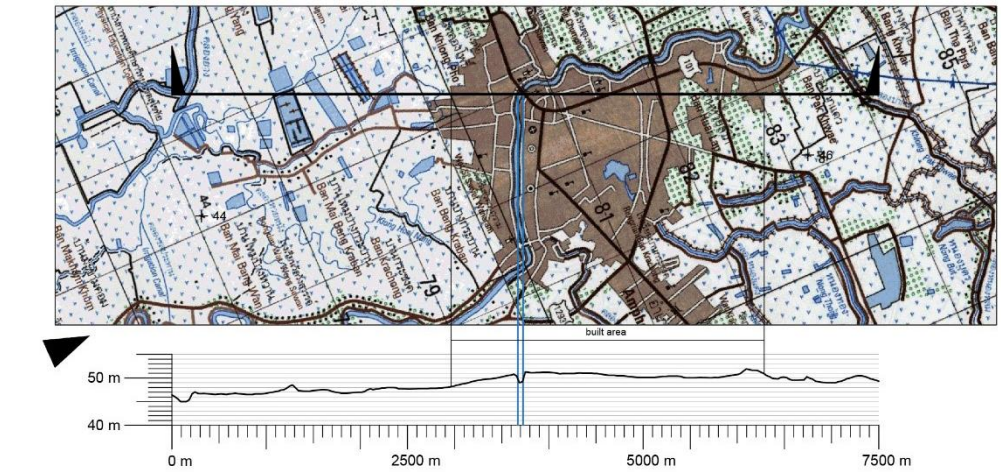
ภาพที่ 123 แนวตัด 1D-1D' ถึง 3D-3D'

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมแผนที่ทหาร (2502); (2554)



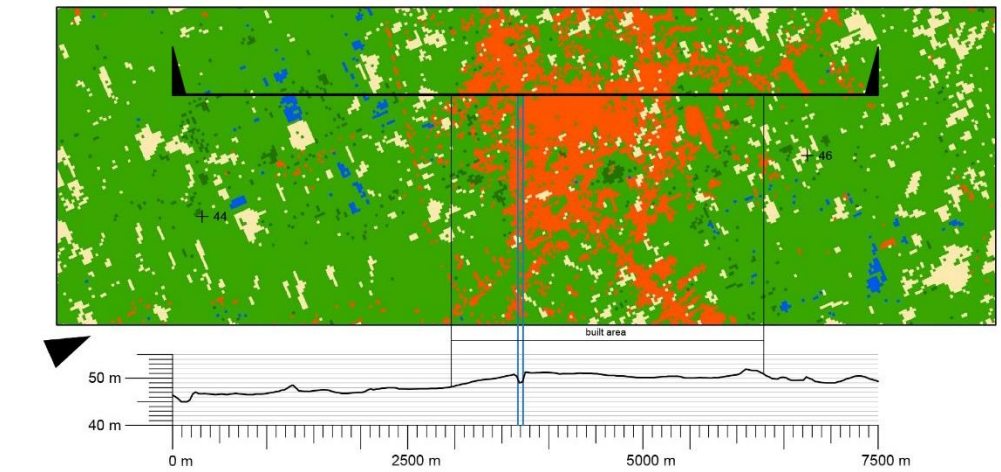
ภาพที่ 124 รูปตัด 1D-1D' ประกอบกับข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2502

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมแผนที่ทหาร (2502)



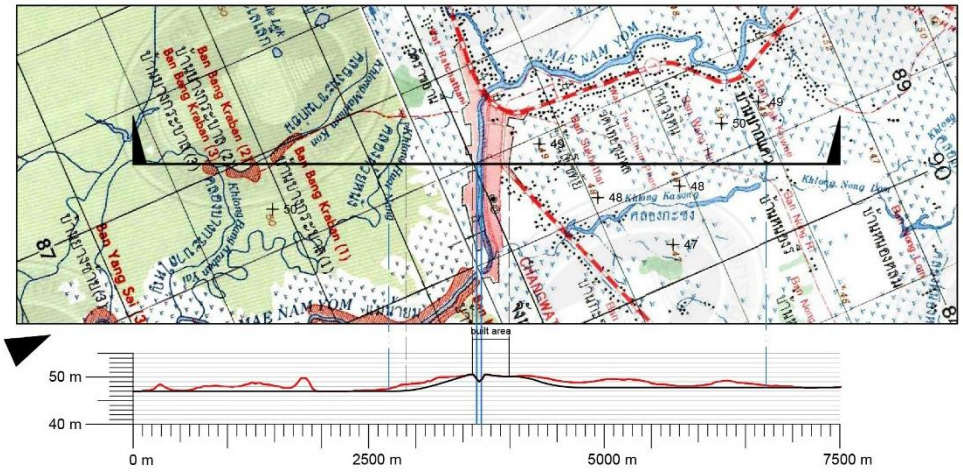
ภาพที่ 125 รูปตัด 1D-1D' ประกอบกับข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2554

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมแผนที่ทหาร (2554)



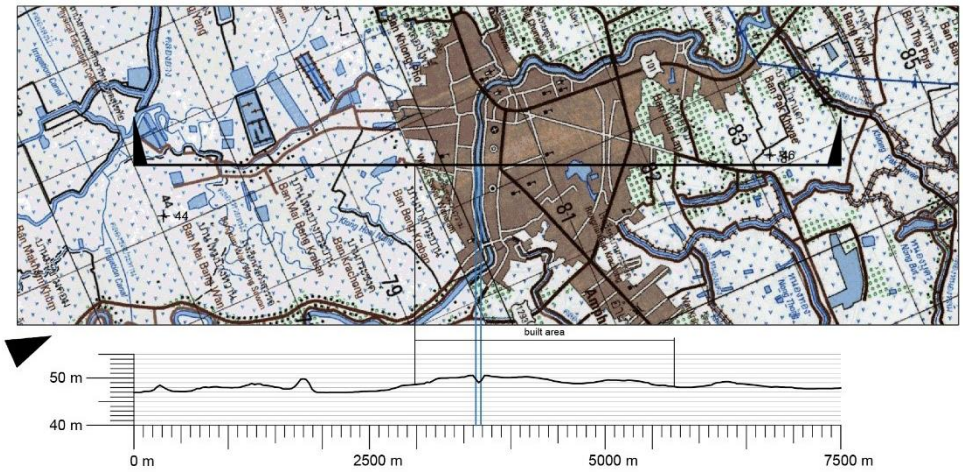
ภาพที่ 126 รูปตัด 1D-1D' ประกอบกับข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2560

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); United States Geological Survey (2019)



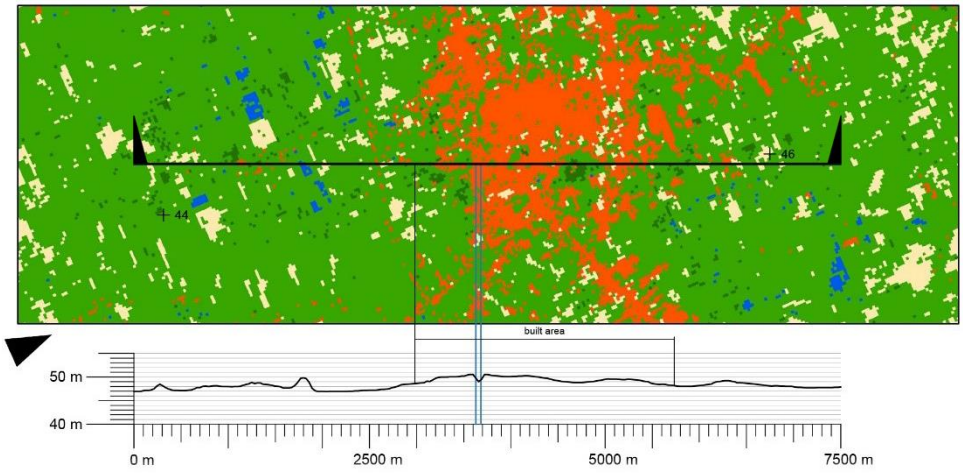
ภาพที่ 127 รูปตัด 2D-2D' ประกอบกับข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2502

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมแผนที่ทหาร (2502)



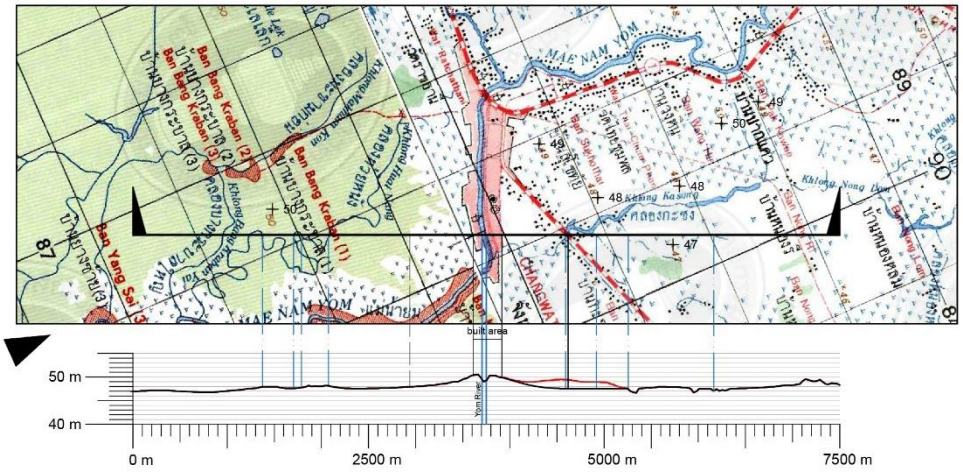
ภาพที่ 128 รูปตัด 2D-2D' ประกอบกับข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2554

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมแผนที่ทหาร (2554)



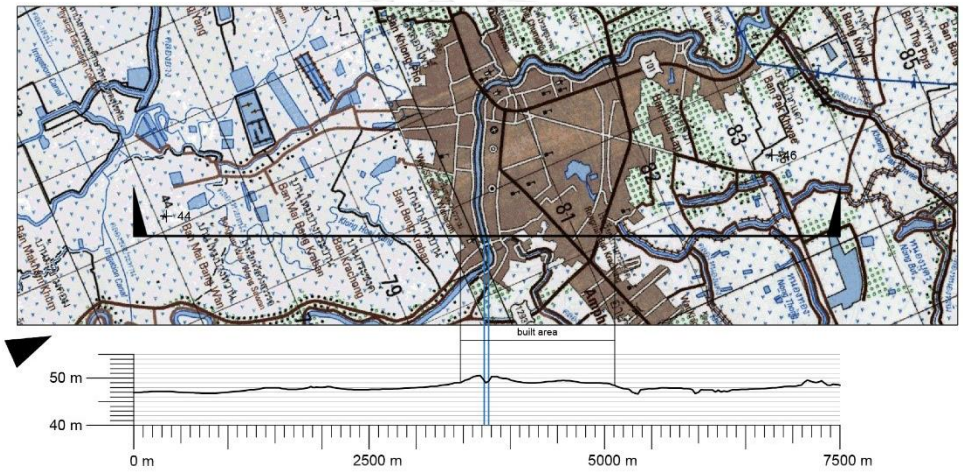
ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); United States Geological Survey (2019)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); USGS (2019)



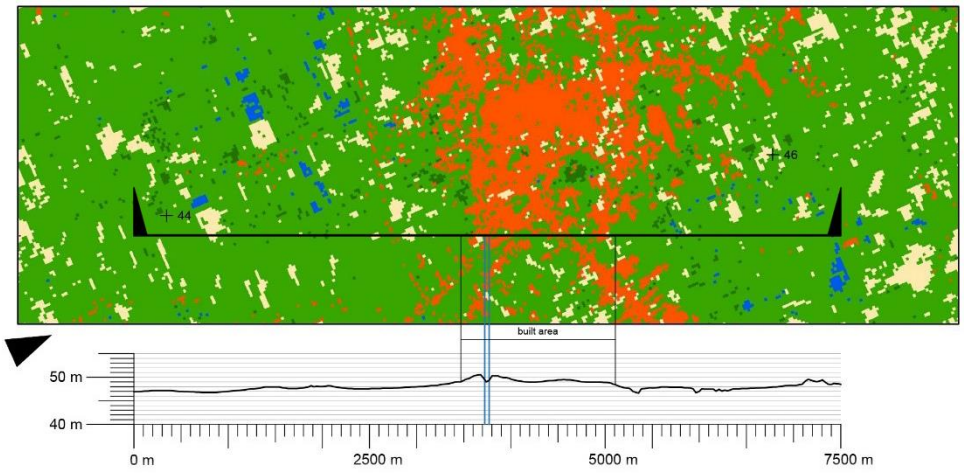
ภาพที่ 129 รูปตัด 3D-3D' ประกอบกับข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2502

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมแผนที่ทหาร (2502)



ภาพที่ 130 รูปตัด 3D-3D' ประกอบกับข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2554

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมแผนที่ทหาร (2554)



ภาพที่ 131 รูปตัด 3D-3D' ประกอบกับข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2560

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); United States Geological Survey (2019)

รูปตัดบริเวณริมแม่น้ำแสดงแนวคันดินธรรมชาติริมแม่น้ำยมที่มีลักษณะค่อนข้างแคบการเปรียบเทียบข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดินกับรูปตัดแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ตัวเมืองในแผนที่ L708 กับความกว้างของคันดินธรรมชาติ การเปรียบเทียบข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดินจากแผนที่ L7018 แสดงให้เห็นตัวเมืองปัจจุบันที่มีการขยายออกจากเดิมที่มีลักษณะเป็นแนวยาวตามแนวคันดินธรรมชาติลงสู่พื้นที่ลุ่มซึ่งข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ ชุด L708 ระบุว่าพื้นที่เดิมเป็นพื้นที่ปลูกข้าว

4.4 สรุปการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในการวิเคราะห์เพื่อจำแนกโครงสร้างภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบน ใช้ข้อมูลจากงานศึกษาที่ผ่านมาของ Takaya (1987) Dheeradilok (1995) และ Sinsakul (2000) เป็นพื้นฐานในการสร้างแผนที่ภูมิสัณฐานด้วยข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลขและข้อมูลจากแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทยและเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการระบุเงื่อนไขภูมินิเวศ

ในการดำเนินการวิจัยเพื่อวิเคราะห์พลวัตที่เป็นเงื่อนไขทางภูมินิเวศของที่ราบภาคกลางตอนบน ใช้วิธีการแปลตีความภาพถ่ายดาวเทียมด้วยตาเปล่าและการคำนวณดัชนีเชิงคลื่นเพื่อแยกพื้นที่ผิวน้ำในช่วงเวลาน้ำหลากเพื่อระบุพื้นที่และลักษณะของน้ำหลากในที่ราบน้ำท่วมถึง การจำแนกลักษณะพืชพรรณจากภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อบ่งชี้คุณลักษณะของภูมินิเวศและการเปลี่ยนแปลงในรอบ 1 ปี

จากการวิเคราะห์ข้างต้นนำไปสู่การทำความเข้าใจโครงสร้างภูมินิเวศหรือลักษณะภูมิสัณฐานที่เป็นตัวกำหนดเงื่อนไขของภูมินิเวศในที่ราบภาคกลางตอนบน

ในส่วนสุดท้ายเป็นการวิเคราะห์ลักษณะการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมืองในภูมินิเวศโดยแสดงความสัมพันธ์ของเงื่อนไขภูมินิเวศกับการตั้งถิ่นฐานโดยการซ้อนทับแผนที่ภูมิสัณฐานแผนที่น้ำหลากกับข้อมูลขอบเขตของเมืองและชุมชนจากแผนที่ภูมิประเทศชุด L708 และทำการศึกษาการขยายตัวของเมืองในภูมินิเวศ โดยการเปรียบเทียบขอบเขตเมือง โครงข่ายถนนและข้อมูลพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง ในแผนที่โครงสร้างภูมินิเวศ

บทที่ 5
ผลการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมและการดำเนินการวิจัยเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบน เงื่อนไขภูมินิเวศ ความสัมพันธ์ของภูมินิเวศต่อลักษณะการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมืองในภูมินิเวศ ด้วยการวิเคราะห์เชิงพื้นที่จากข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลการศึกษาจากการวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถรวบรวมเป็น 3 ประเด็น ได้แก่

5.1 โครงสร้างภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบนและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย

5.2 พลวัตของภูมินิเวศที่ส่งผลต่อการตั้งถิ่นฐานเมืองสุโขทัย

5.3 เงื่อนไขภูมินิเวศต่อการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมือง

โดยผลการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

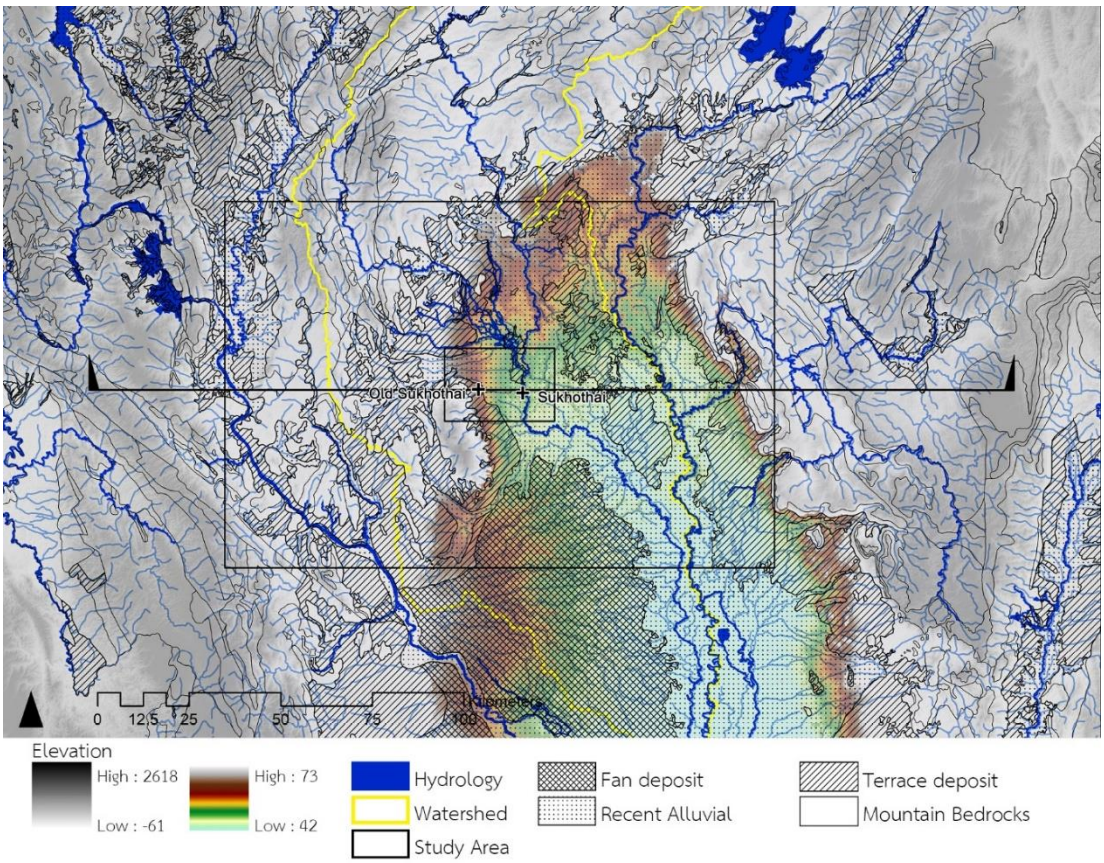
5.1 โครงสร้างภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบน

การสังเคราะห์ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมทำให้สามารถระบุว่าที่ราบภาคกลางตอนบน ซึ่งเป็นพื้นที่ตอนกลางของลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา (Takaya, 1987) เป็นภูมินิเวศเกิดขึ้นจากกระบวนการทางน้ำหรือภูมินิเวศแม่น้ำ มีลักษณะเป็นแอ่งปกคลุมด้วยตะกอนยุคควอเทอนารี (Dheeradilok, 1995) ซึ่งสามารถจำแนกพื้นที่ตามลักษณะทางธรณีสัณฐานได้เป็นที่ราบน้ำท่วมถึงและตะพักลำน้ำ-เนินตะกอนรูปพัดที่มีลักษณะเป็นขอบของที่ราบภาคกลางตอนบน

การวิเคราะห์เพื่อจำแนกโครงสร้างที่ราบภาคกลางตอนบนจากลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา ประกอบกับข้อมูลทางอุทกศาสตร์ สามารถจำแนกพื้นที่ได้ดังนี้

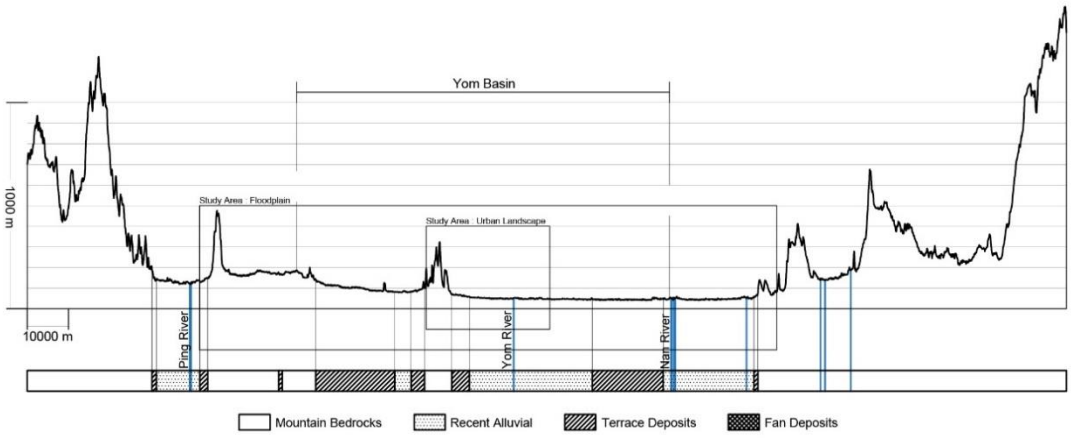
1. ที่ราบภาคกลางตอนบน มีความสูงในช่วงค่าระดับที่ 42 – 73 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง สามารถระบุขอบเขตได้จากการเน้นข้อมูลชั้นความสูงในแผนภูมิประเทศ การวิเคราะห์ความลาดชันและขอบเขตทางธรณีวิทยา *ภาพที่ 132*
2. ตะพักลำน้ำและเนินตะกอนรูปพัด มีลักษณะเป็นขอบที่ลาดเชิงเขาสามารถจำแนกขอบเขตจากพื้นที่หน่วยตะกอนตะพักลำน้ำ (Qt) และ ตะกอนเนินตะกอนรูปพัด (Qaf) จากข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย *ภาพที่ 132*
3. ที่ราบน้ำท่วมถึงสามารถบ่งชี้ได้จากการเป็นพื้นที่สะสมของตะกอนน้ำพา (Qa) ใช้ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยาเพื่อระบุขอบเขตทางธรณีสัณฐาน มีลักษณะเป็นที่ราบเป็นจุดรวมของเส้นทางน้ำ *ภาพที่ 132*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 132 แผนที่ภูมิสัณฐานแสดงระดับภูมิประเทศและขอบเขตโครงสร้างธรณีสัณฐาน

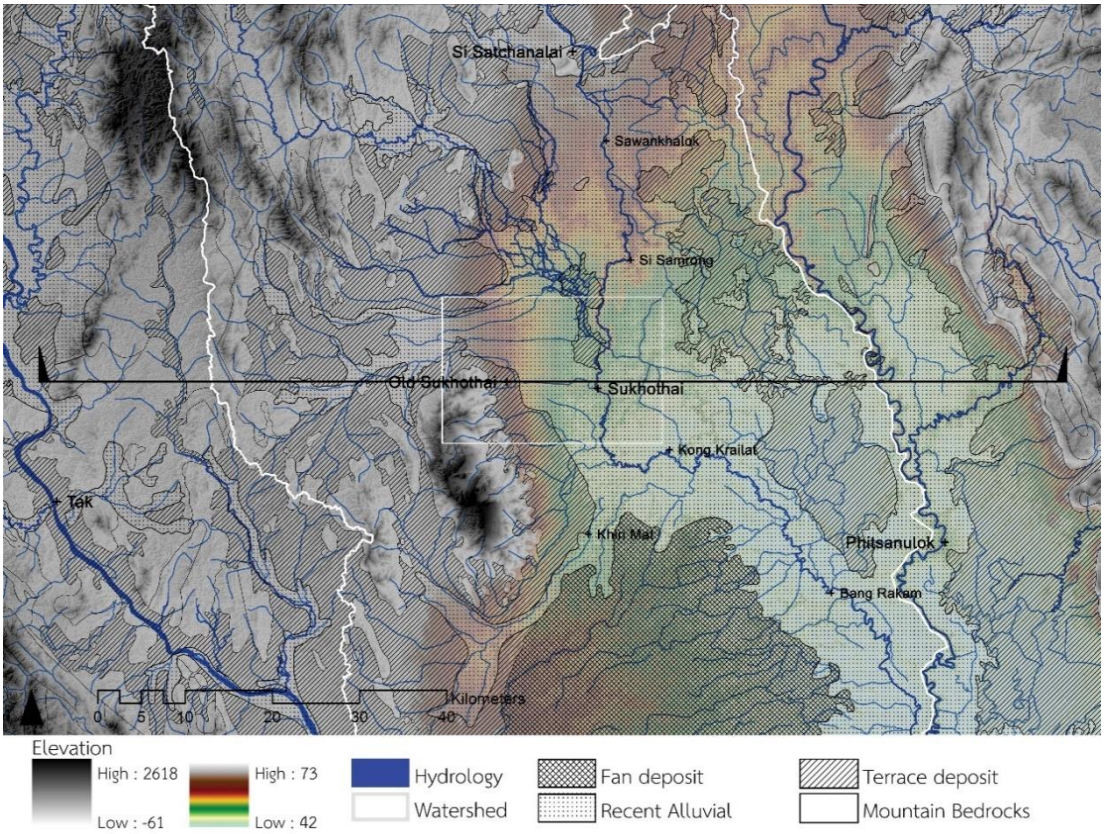
ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.); กรมทรัพยากรน้ำ (2563); สนทช (2564)



ภาพที่ 133 รูปตัดแสดงลักษณะภูมิสัณฐานที่ราบภาคกลางตอนบนและขอบเขตลุ่มแม่น้ำยม

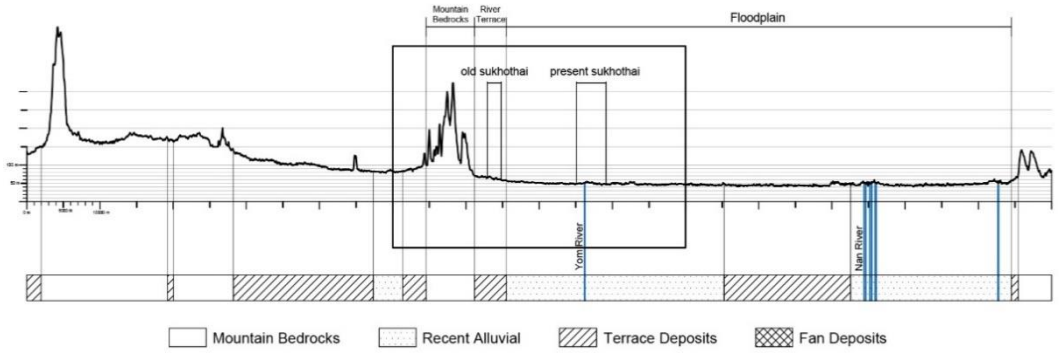
ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.); กรมทรัพยากรน้ำ (2563) สนทช (2564)

รูปตัดแนวตะวันตก-ตะวันออก ทำให้เห็นลักษณะภูมิประเทศลุ่มแม่น้ำยมและแม่น้ำน่านเป็นแอ่งที่ราบขนาบด้วยที่ลาดเชิงเขามีลักษณะเป็นตะพักลำน้ำและเนินตะกอนรูปพัด (Takaya, 1987) มีจุดต่ำเป็นที่ราบน้ำท่วมถึงของแม่น้ำสายหลัก 2 สายคือแม่น้ำยมและแม่น้ำน่าน ลักษณะภูมิประเทศที่เป็นแอ่งที่ราบปกคลุมด้วยตะกอนยุคควอเทอร์นารีชนิดตะกอนตะพักและตะกอนน้ำพาสามารถบ่งชี้ว่าเป็นลักษณะภูมินิเวศจากกระบวนการธารน้ำที่เกิดจากกระบวนการการกัดเซาะและทับถมของตะกอน (Dheeradilok, 1995) *ภาพที่ 133*



ภาพที่ 134 ขอบเขตโครงสร้างลานตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงในที่ราบภาคกลางตอนบนและตำแหน่งที่ตั้งเมือง

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.); กรมทรัพยากรน้ำ (2563) สนทช (2564)

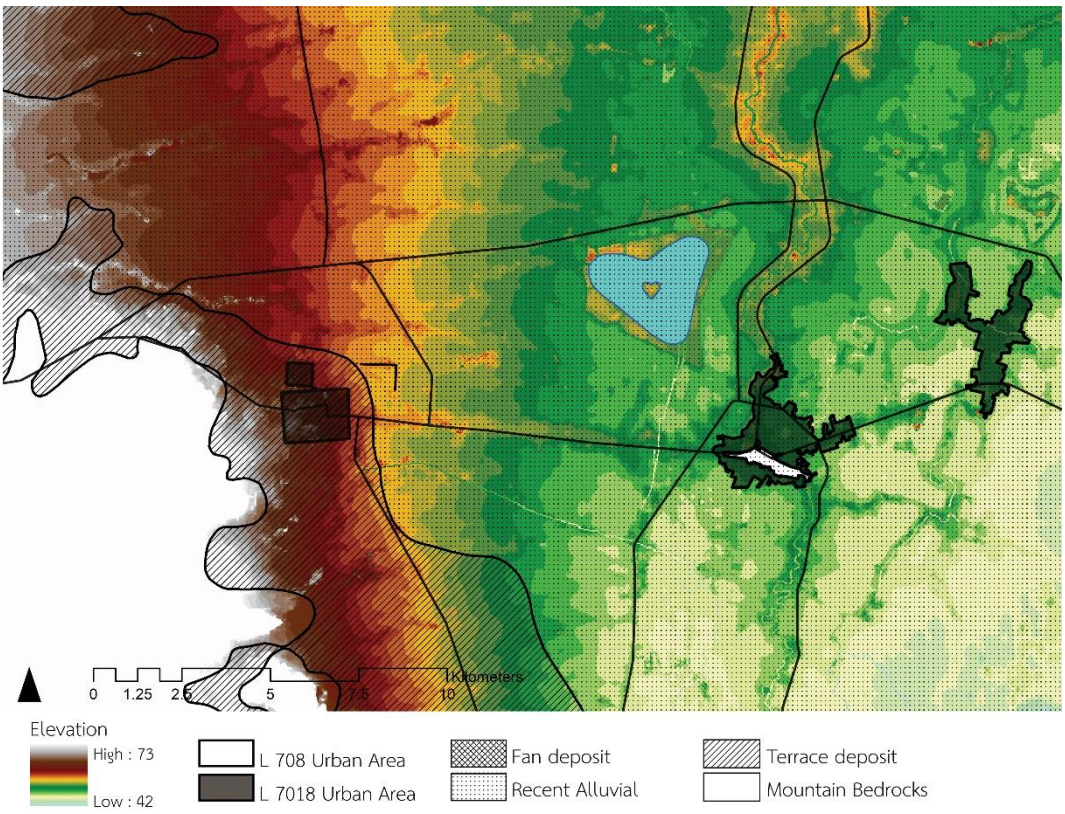


ภาพที่ 135 รูปตัดแสดงลักษณะภูมิสัณฐานลานตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.); กรมทรัพยากรน้ำ (2563) สนทช (2564)

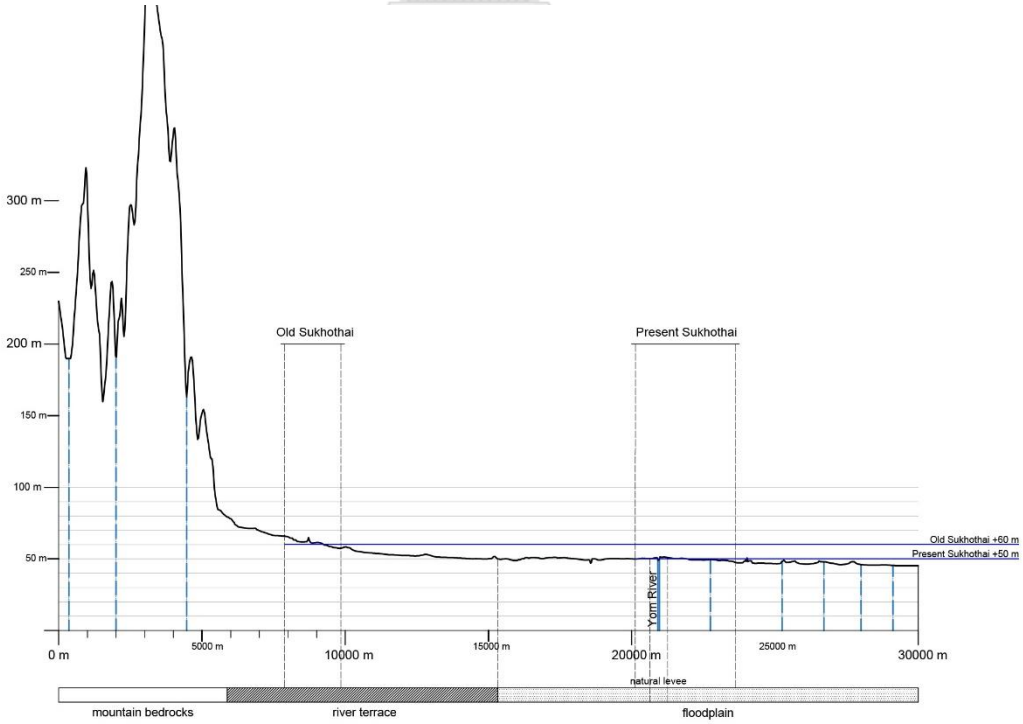
การวิเคราะห์ตำแหน่งเมืองในแผนที่โครงสร้างภูมินิเวศแสดงให้เห็นลักษณะของที่ตั้งของเมืองเก่าสุโขทัยริมแม่น้ำลำพันและเมืองศรีสัชนาลัยริมแม่น้ำยม ตั้งอยู่ในที่สูงบริเวณที่เป็นขอบของที่ราบภาคกลางตอนบน ต่างจากการตั้งถิ่นฐานสมัยใหม่ริมแม่น้ำยม ลักษณะภูมิประเทศที่เป็นแอ่งที่ราบปกคลุมด้วยตะกอนน้ำพาบ่งชี้ว่าพื้นที่มีน้ำหลากเกิดขึ้นเป็นปกติ การเปลี่ยนความชันจากภูเขาลงสู่ที่ราบภาคกลางตอนบนทำให้น้ำมีลักษณะการไหลแบบแผ่ สัมพันธ์กับข้อมูลการล้นตลิ่งของน้ำในแม่น้ำในฤดูน้ำมากจาก ที่เริ่มในเขต อ.สวรรคโลก อ.ศรีสำโรง อ.เมือง ไปจนถึง อ.กงไกรลาศ (Kengkarnchang, 2020)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 136 แผนที่ลักษณะภูมิประเทศ ขอบเขตทางธรณีวิทยาและขอบเขตของเมือง

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021).; กรมแผนที่ทหาร (2554)



ภาพที่ 137 รูปตัดแสดงความสัมพันธ์โครงสร้างภูมินิเวศและตำแหน่งที่ตั้งเมืองสุโขทัย

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรน้ำ (2563)

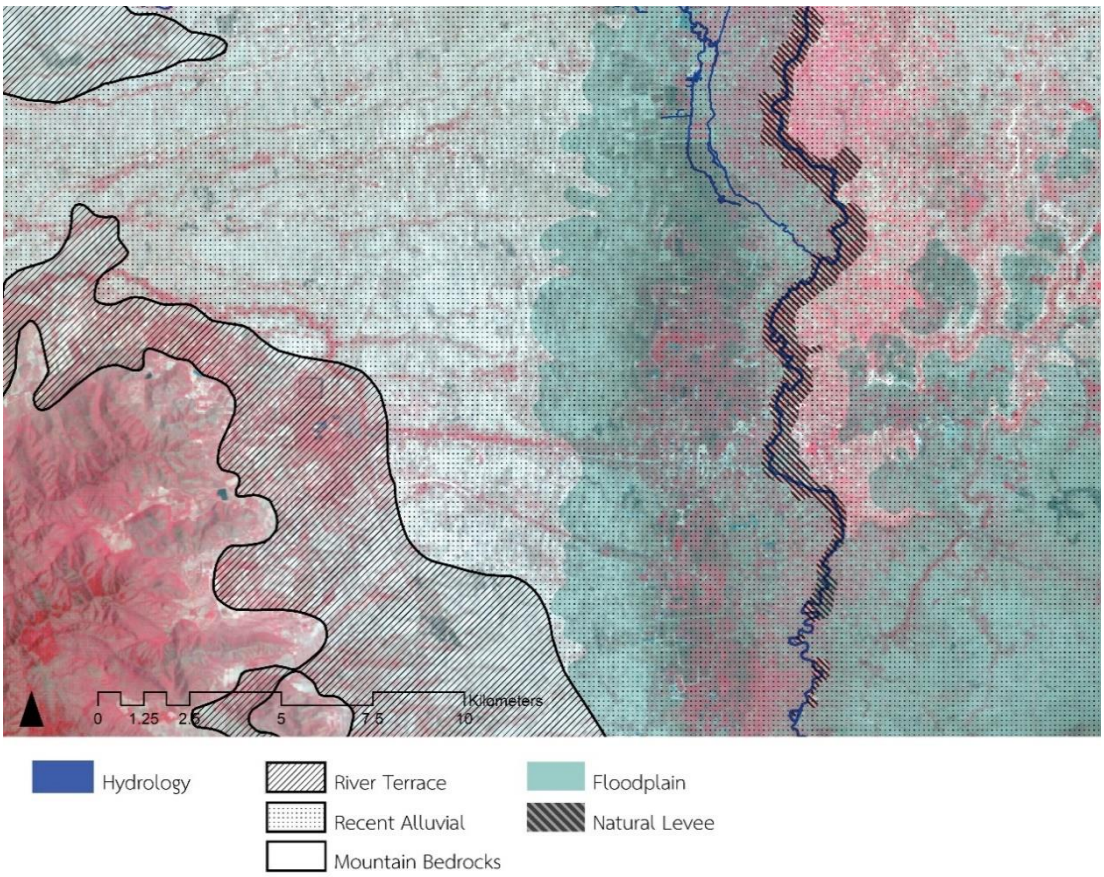
จากการทบทวนวรรณกรรมที่ตั้งเมืองเก่าสุโขทัยตั้งอยู่บริเวณที่ลาดเชิงเขาประทักษ์ที่ระดับความสูงพอดีกับขอบแอ่งที่ราบภาคกลางตอนบน โดยตัวเมืองตั้งอยู่บนตะพักลำน้ำติดกับลำน้ำแม่ลำพัน ที่ตั้งเมืองมีลักษณะเป็นที่สูงกว่าพื้นที่ในทิศเหนือและทิศตะวันออกของเมืองซึ่งมีลักษณะเป็นที่ลาดและเป็นทางผ่านของน้ำที่ไหลตามภูมิประเทศลงไปที่แม่น้ำยมทางทิศตะวันออก ในศิลาจารึกหลักที่ 1 มีการกล่าวถึงทะเลหลวงทางทิศตะวันออกของเมืองเก่าสุโขทัย (กรมศิลปากร, 2557)

จากการวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศของที่ตั้งเมืองสุโขทัย สามารถจำแนกพื้นที่ได้ดังนี้

1. พื้นที่เทือกเขาประทักษ์ จำแนกได้จากความลาดชันและลักษณะทางธรณีวิทยาของหิน (C) มีลักษณะเป็นหินกรวดมน หินทราย หินดินดาน หินชนวน หินเชิร์ตและหินปูน โดยเทือกเขาประทักษ์เป็นแหล่งต้นน้ำที่ไหลผ่านที่ลาดเชิงเขาก่อนไหลไปรวมกับแม่น้ำยม
2. ตะพักลำน้ำ พื้นที่เชิงเขาบริเวณขอบแอ่งมีลักษณะเป็นพื้นที่ลาด ใช้การจำแนกขอบเขตจากพื้นที่หน่วยตะกอนตะพักลำน้ำ (Qt) เป็นบริเวณที่ตั้งเมืองเก่า และเป็นทางผ่านของน้ำจากเทือกเขาประทักษ์ก่อนลงสู่ที่ลุ่ม
3. ที่ราบน้ำท่วมถึงสามารถบ่งชี้ได้จากลักษณะภูมิประเทศที่เป็นที่ลุ่มต่ำเป็นพื้นที่สะสมของตะกอนน้ำพา (Qa) ทางตะวันออกของเทือกเขาประทักษ์และที่ลาดเชิงเขา มีลักษณะเป็นพื้นที่ลาดลงไปสู่แม่น้ำยม โดยโครงสร้างของที่ราบน้ำท่วมถึง ประกอบด้วย คันดินธรรมชาติ ที่ลุ่มหลังคันดิน เป็นพื้นที่ลุ่มต่ำที่มีน้ำหลากตามฤดูกาล

โครงสร้างที่ราบน้ำท่วมแม่น้ำยมสามารถทำการจำแนกได้จากการวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศ สิ่งปกคลุมผิวดินและลักษณะพืชพรรณ *ภาพที่ 141*

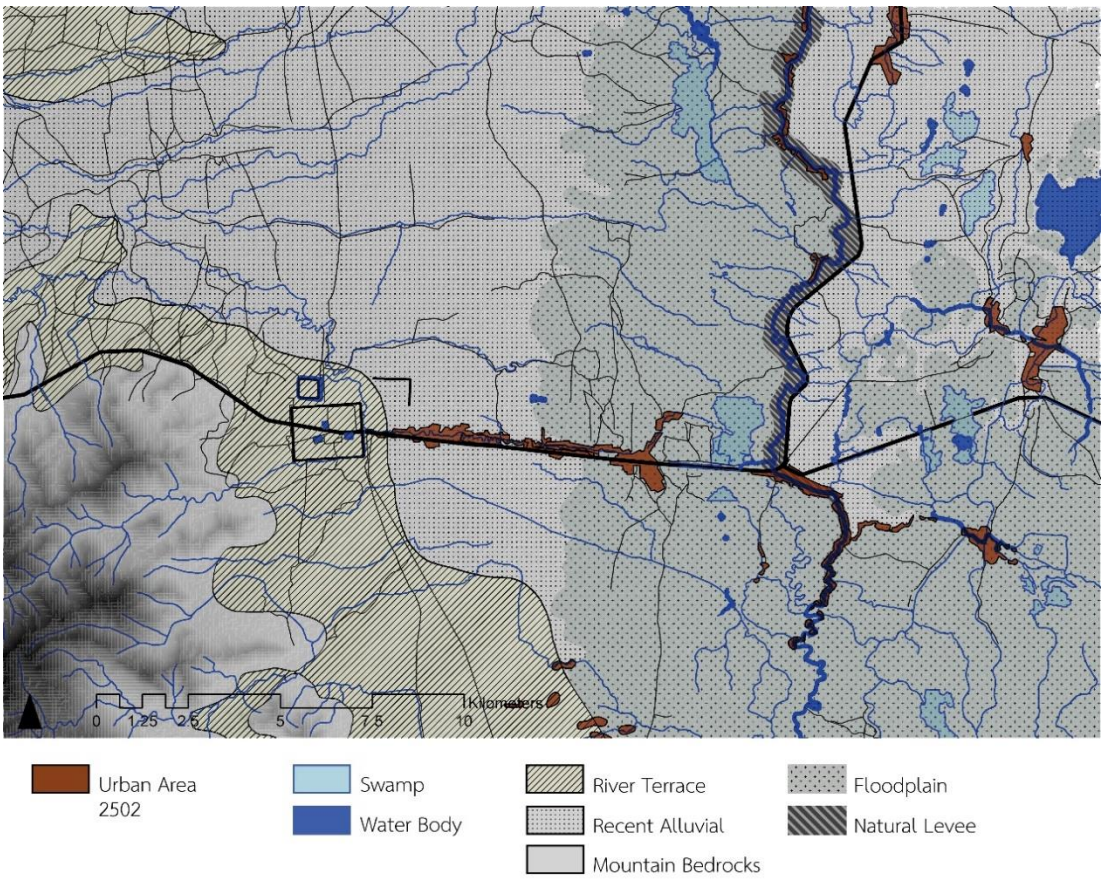
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 138 โครงสร้างภูมินิเวศจากการวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศ สิ่งปกคลุมผิวดินและลักษณะพืชพรรณ

ที่มา: ดัดแปลงจาก United States Geological Survey (2019); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 139 การซ้อนทับข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานและตำแหน่งเมือง ปี พ.ศ. 2502 กับแผนที่โครงสร้างภูมินิเวศ

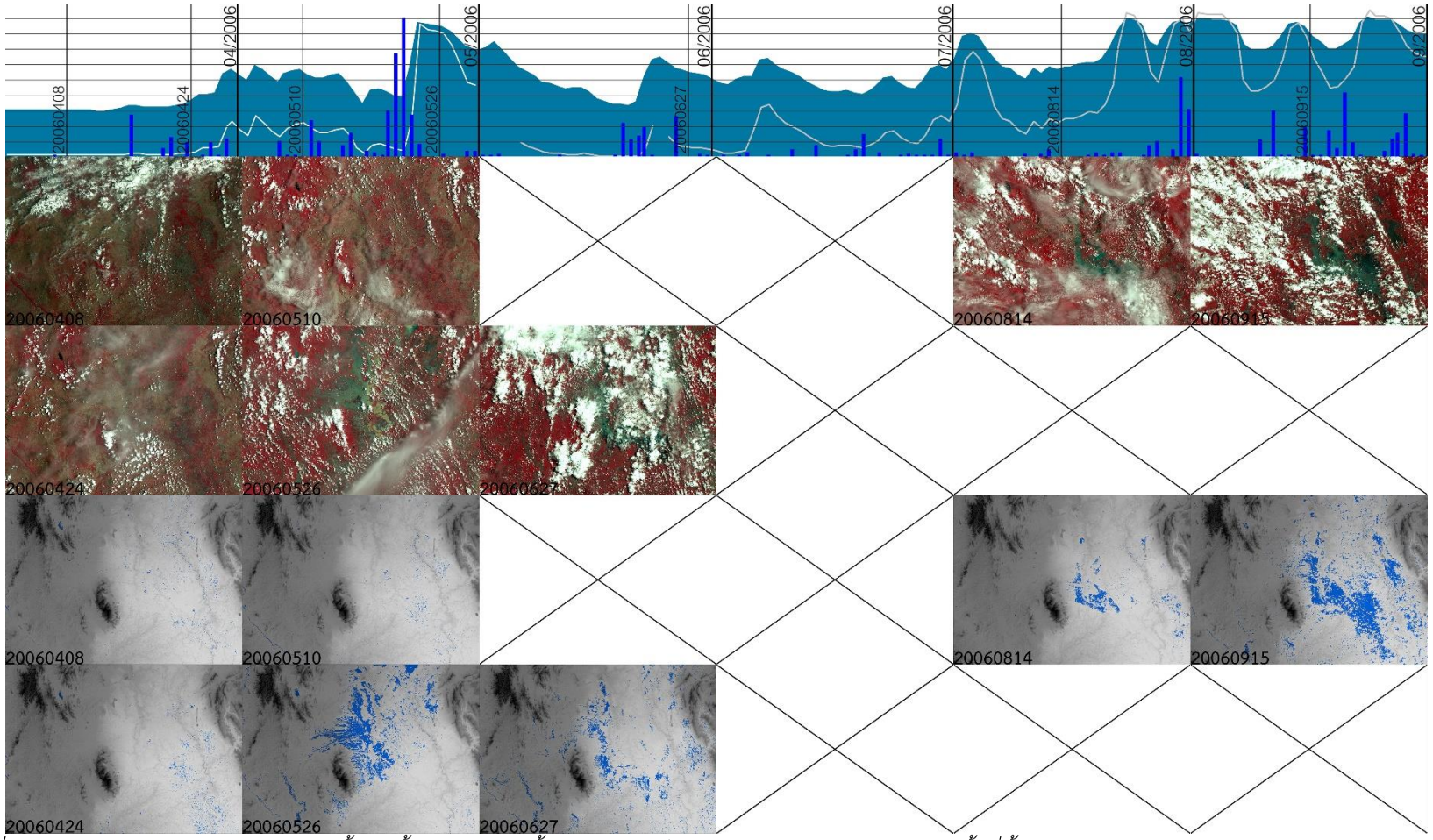
ที่มา : ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมแผนที่ทหาร (2502)

5.2 พลวัตที่เป็นเงื่อนไขภูมินิเวศในที่ราบภาคกลางตอนบน

โครงสร้างภูมินิเวศเป็นปัจจัยพื้นฐานทำให้เกิดเงื่อนไขภูมินิเวศที่เกิดจากลักษณะภูมิประเทศและลักษณะทางอุทกศาสตร์ พลวัตน้ำหลากเป็นคุณลักษณะของที่ราบน้ำท่วมถึง จากการวิเคราะห์พลวัตของน้ำในรอบ 1 ปีของที่ราบน้ำท่วมถึงแม่น้ำยมบริเวณที่ตั้งเมืองสุโขทัยด้วยการคำนวณดัชนีเชิงคลื่นภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อจำแนกพื้นที่ผิวน้ำในแต่ละช่วงเวลา ตั้งแต่เดือน เมษายน ปี พ.ศ. 2549 ถึง เดือน มีนาคม พ.ศ. 2550 เพื่อสังเกตลักษณะและช่วงเวลาของน้ำหลากในพื้นที่ การวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้พบว่าน้ำหลากในพื้นที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายน แสดงถึงความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและระดับน้ำตามฤดูกาล

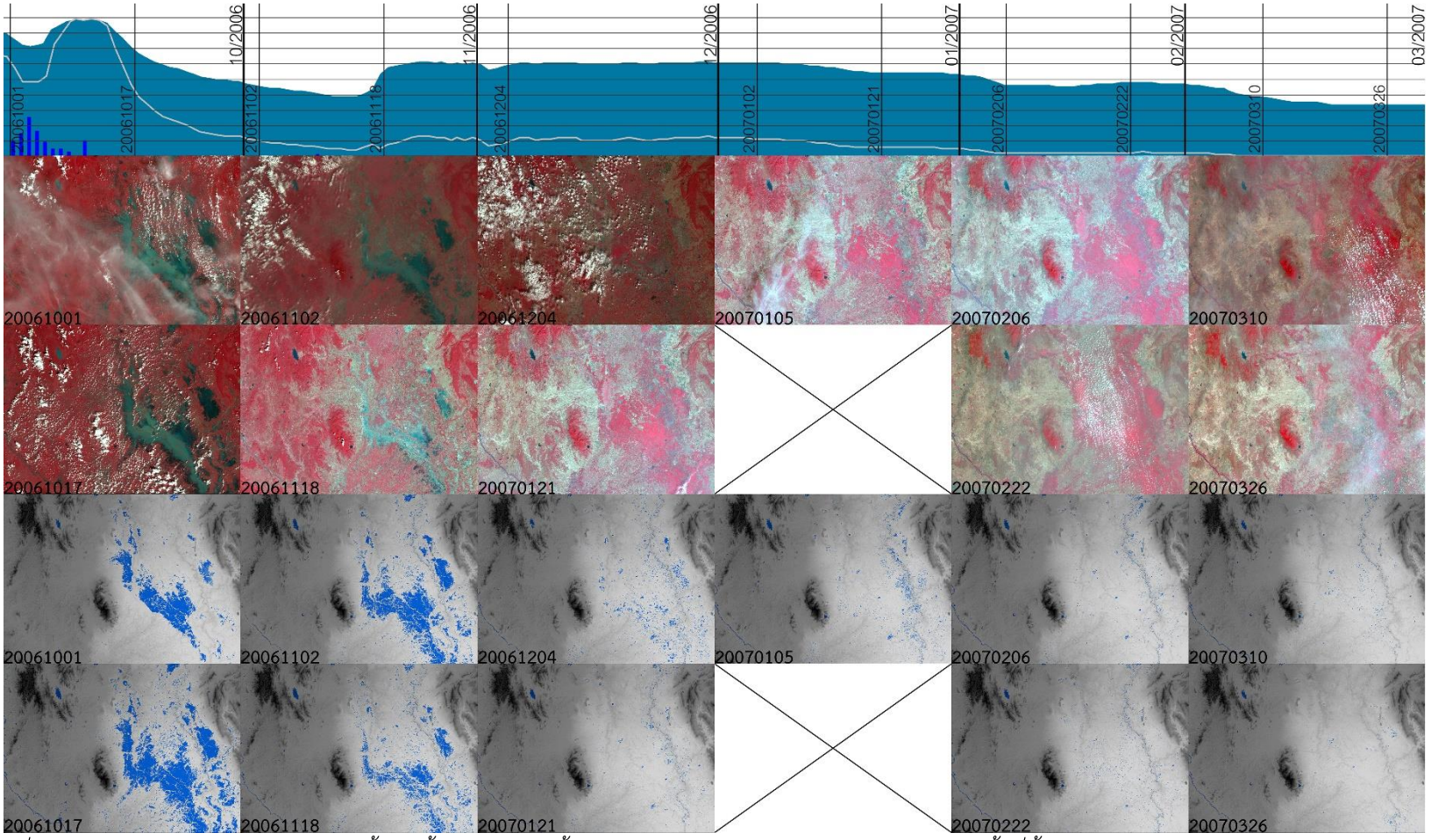
พืชพรรณเป็นหนึ่งในคุณลักษณะของภูมินิเวศที่มีความสัมพันธ์กับภูมิอากาศและลักษณะทางธรณีสัณฐาน นอกจากลักษณะพลวัตน้ำหลากลักษณะพืชพรรณสามารถบ่งบอกภูมิอากาศ พลวัตตามฤดูกาลและสามารถเป็นตัวบ่งชี้เพื่อจำแนกขอบเขตทางธรณีสัณฐานของภูมินิเวศได้

5.2.1 การระบุขอบเขตและพลวัตของที่ราบน้ำท่วมถึง



ภาพที่ 140 ตารางเปรียบเทียบ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและระดับน้ำ ภาพสีผสมเท็จจากภาพถ่ายดาวเทียมและข้อมูลพื้นที่น้ำหลากเดือน เม.ย. พ.ศ. 2549 – เดือน ก.ย. พ.ศ. 2549

ที่มา: NASA JPL (2013); ดัดแปลงจาก United States Geological Survey (2019); ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง (ม.ป.ป.-ก); (ม.ป.ป.-ข); (ม.ป.ป.-ค)

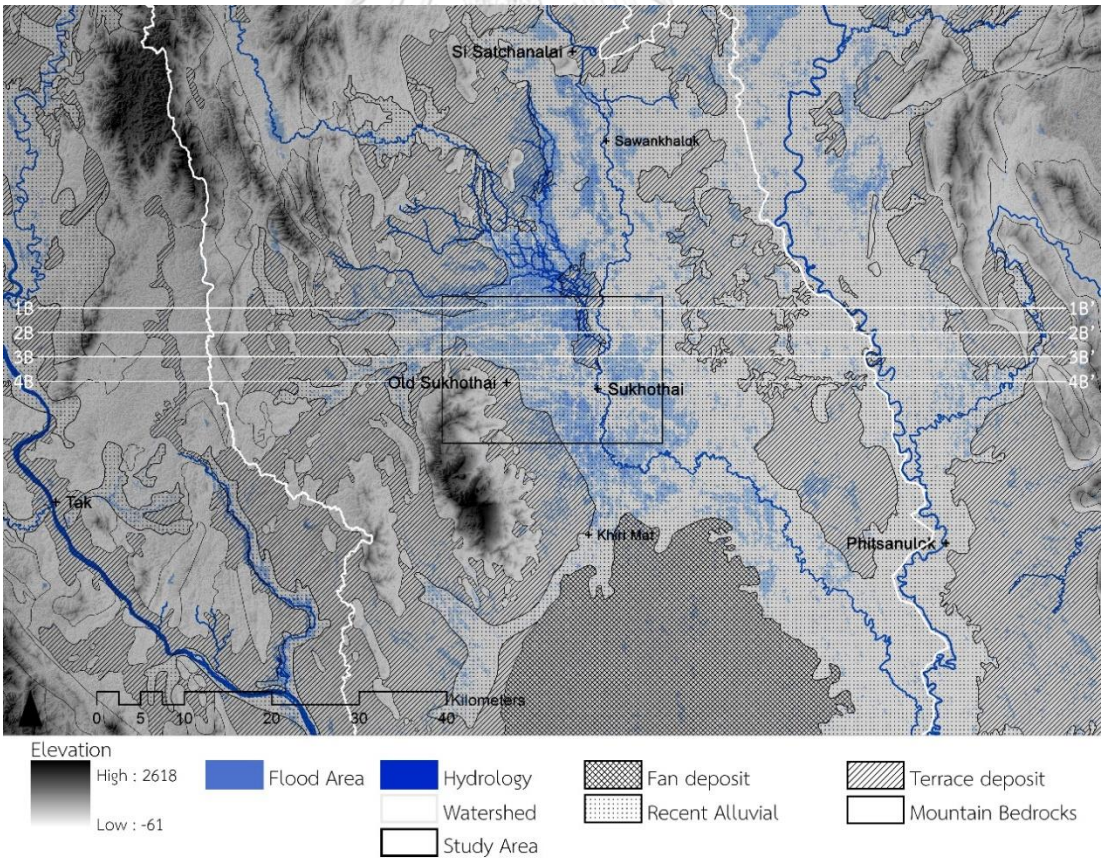


ภาพที่ 141 ตารางเปรียบเทียบ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและระดับน้ำ ภาพสีผสมเท็จจากภาพถ่ายดาวเทียมและข้อมูลพื้นที่น้ำหลาก ต.ค. พ.ศ. 2549 – เดือน มี.ค. พ.ศ. 2550

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); United States Geological Survey (2019); ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง (ม.ป.ป.-ก); (ม.ป.ป.-ข); (ม.ป.ป.-ค)

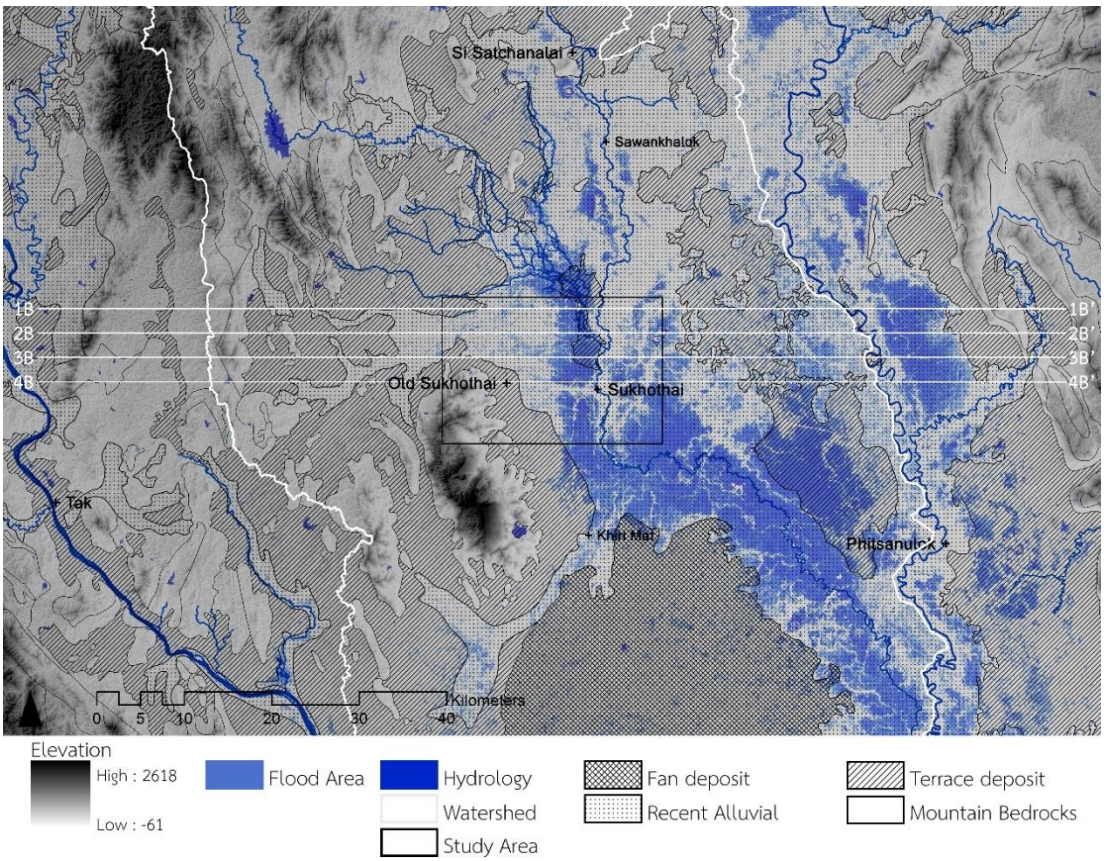
เมื่อทำการจัดกลุ่มข้อมูลพื้นที่ผิวน้ำในรอบปีจากแหล่งที่มาของน้ำ สามารถแบ่งลักษณะของน้ำหลากในพื้นที่ออกเป็น 2 แบบ

1. น้ำบ่าผิวดินจากภูเขาต้นน้ำและที่ลาดทางทิศตะวันตก *ภาพที่ 145* ในช่วงต้นฤดูฝนเดือนพฤษภาคมที่มีฝนตกในพื้นที่มาก ที่ลาดทางทิศเหนือและทิศตะวันออกของเมืองเก่าสุโขทัยเป็นทางผ่านของน้ำผิวดินในช่วงเวลาฝนตกที่ไหลตามความลาดเอียงของภูมิประเทศ
2. น้ำล้นตลิ่งจากแม่น้ำยมในช่วงเดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน *ภาพที่ 143* ข้อมูลปริมาณน้ำฝนแสดงให้เห็นว่ามีฝนตกในพื้นที่ไม่มากเท่าตอนต้นฤดู แต่แม่น้ำยมมีระดับน้ำท่าที่สูง เนื่องจากมีมวลน้ำจากทางเหนือทำให้น้ำล้นตลิ่งเข้าท่วมบริเวณที่ลุ่มต่ำหรือที่ลุ่มหลังคันดิน ในที่ราบน้ำท่วมถึง โดยการหลากของน้ำกินเวลา 4 เดือนและจะแห้งหายไปพร้อมกับการลดลงของระดับน้ำและปริมาณน้ำท่าเมื่อสิ้นสุดฤดูฝนในเดือนธันวาคม



ภาพที่ 142 พื้นที่น้ำหลากช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคมและลักษณะภูมิประเทศ

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); USGS (2019); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



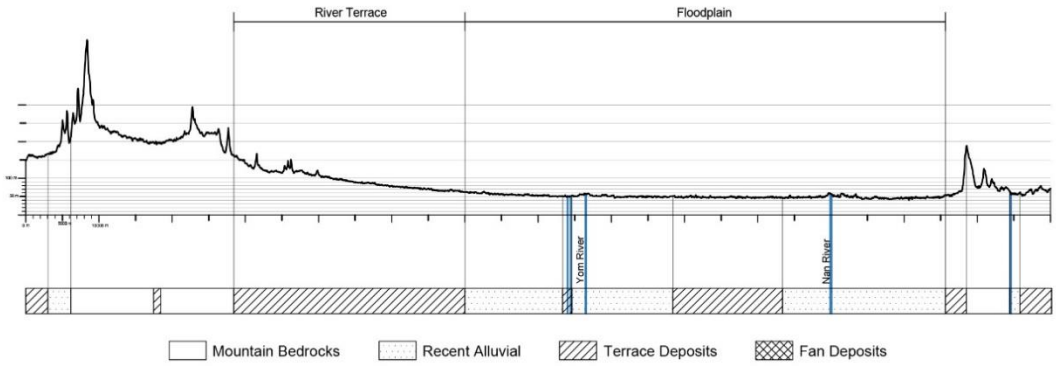
ภาพที่ 143 พื้นที่น้ำหลากช่วงเดือนสิงหาคมถึงพฤษจิกายนและลักษณะภูมิประเทศ

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); USGS (2019); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)

จากการระบุที่ตั้งของเมืองลงบนแผนที่ขอบเขตน้ำหลาก พบว่าทั้งที่ตั้งเมืองเก่าสุโขทัยและเมืองศรีสัชนาลัยอยู่บริเวณขอบของลานตะพักลำน้ำที่ไม่ถูกน้ำท่วม

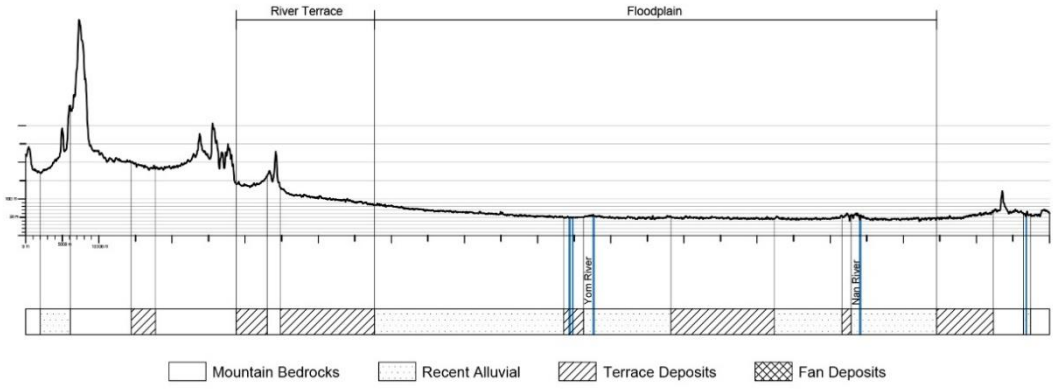
การเปรียบเทียบรูปตัด 1B-1B' *ภาพที่ 144* ถึง รูปตัด 4B-4B' *ภาพที่ 147* แสดงที่ตั้งเมืองเก่าสุโขทัยบริเวณเชิงเขาประทักษ์อยู่ในตำแหน่งที่ไม่ขวางทางน้ำหลากจากเทือกเขาด้านทิศตะวันตกบริเวณที่ลาดทางทิศเหนือของเมืองและพ้นจากการล้นตลิ่งของแม่น้ำยมหรือบริเวณทะเลหลวงทางทิศตะวันออก เป็นเหตุเป็นผลกับการขยายเมืองในระยะที่สองลงมาทางด้านใต้และการสร้างคันดินเพื่อเก็บกักน้ำในทิศตะวันออกซึ่งเป็นที่ต่ำ (ธีรศักดิ์ ธนูศิลป์, 2564)

การที่เมืองตั้งอยู่บนตะพักลำน้ำติดกับที่ราบน้ำท่วมถึงของเมืองเก่าสุโขทัยทำให้ตัวเมืองไม่ถูกน้ำท่วมแต่ยังสามารถใช้ประโยชน์จากน้ำหลากและที่ลุ่มที่ติดกันได้ แต่พื้นที่ตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันริมแม่น้ำยมมีลักษณะทางภูมิประเทศเป็นที่ลุ่มต่ำลักษณะตะกอนน้ำพา บ่งชี้ว่าเป็นเขตที่ราบน้ำท่วมถึง



ภาพที่ 144 รูปตัด 1B-1B' แสดงลักษณะภูมิสัณฐานลานตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง

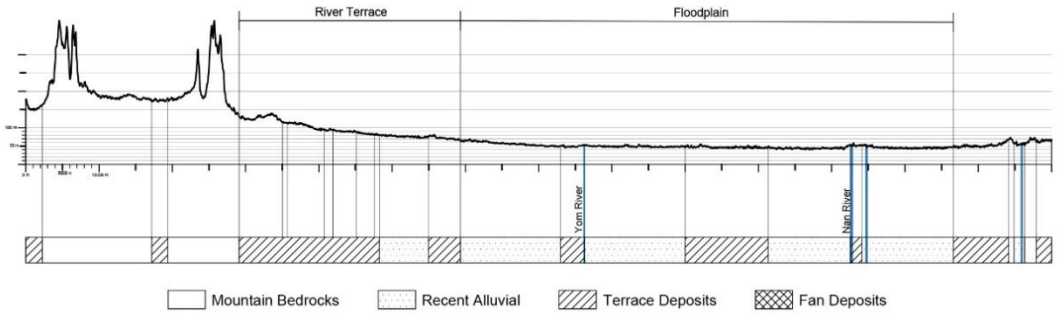
ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



ภาพที่ 145 รูปตัด 2B-2B' แสดงลักษณะภูมิสัณฐานลานตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง

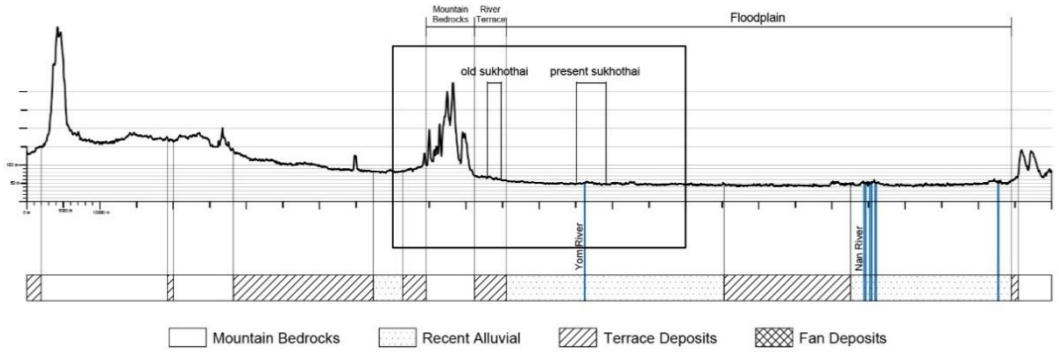
ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 146 รูปตัด 3B-3B' แสดงลักษณะภูมิสัณฐานลานตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)

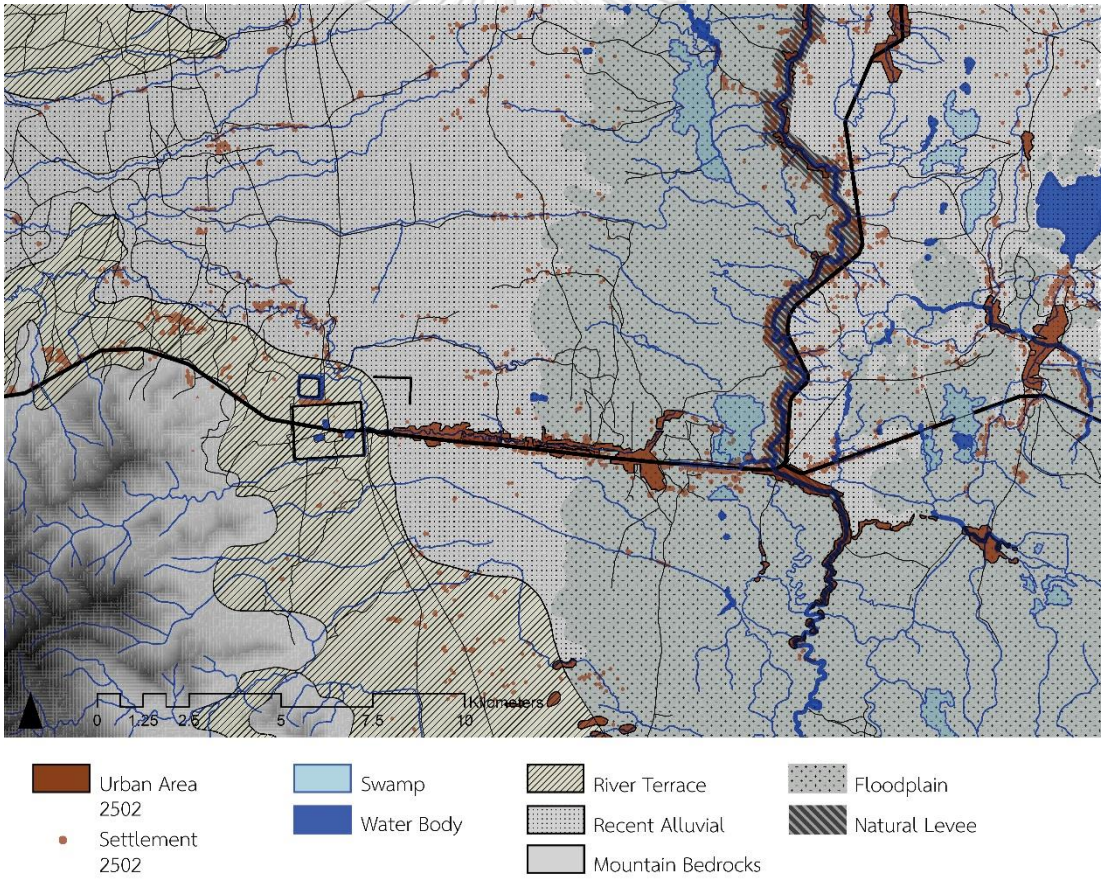


ภาพที่ 147 รูปตัด 4B-4B' แสดงลักษณะภูมิสัณฐานลานตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)

5.3 การวิเคราะห์เงื่อนไขภูมินิเวศต่อการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมือง

5.3.1 ความสัมพันธ์ของเงื่อนไขภูมินิเวศต่อการตั้งถิ่นฐาน



ภาพที่ 148 แผนที่โครงสร้างภูมินิเวศ ขอบเขตเมืองและการกระจายตัวของชุมชนและหมู่บ้านปี พ.ศ. 2502 จากแผนที่ L708 กับ แผนที่โครงสร้างภูมินิเวศ

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมทรัพยากรธรณี (2554); กรมแผนที่ทหาร (2502)

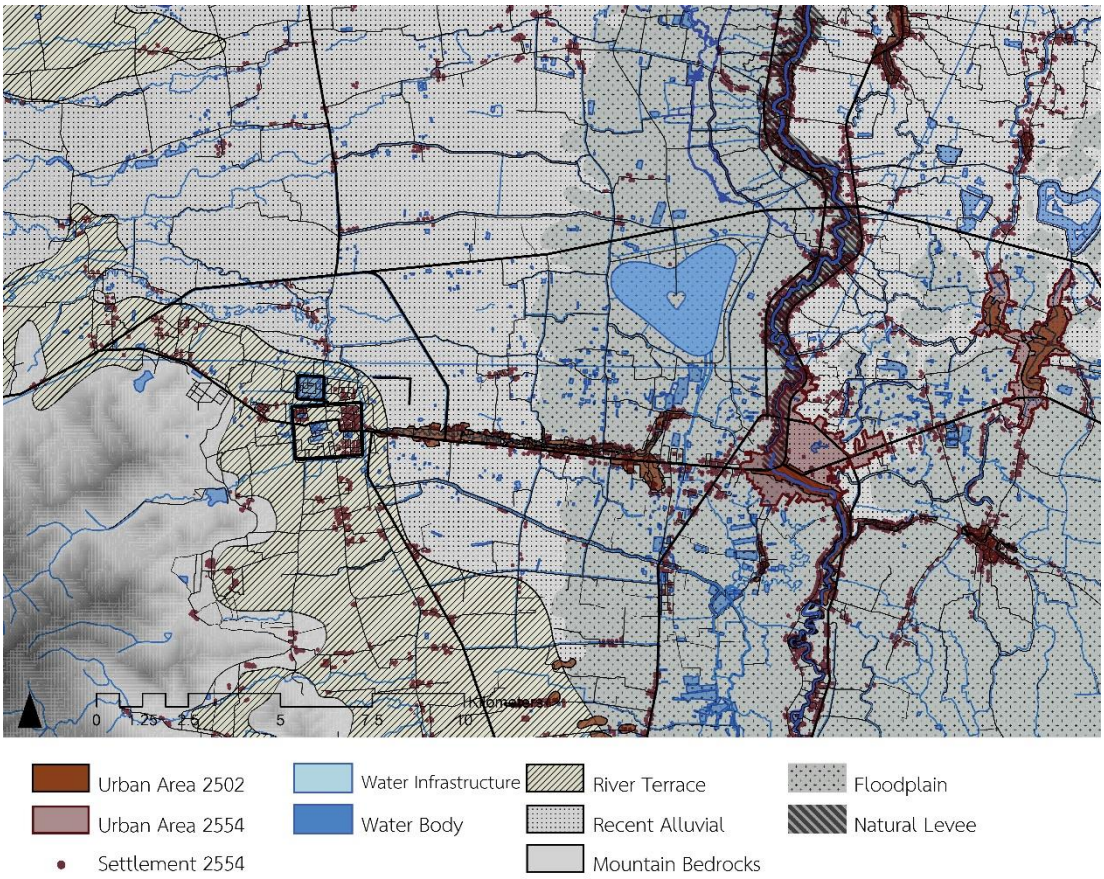
จากการซ้อนทับขอบเขตเมือง ตำแหน่งของชุมชน ถนนและทางน้ำ จากแผนที่ภูมิประเทศ L708 ซึ่งเป็นข้อมูลปี พ.ศ. 2502 เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตั้งถิ่นฐานกับภูมินิเวศ พบว่าขอบเขตของตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันในปี พ.ศ. 2502 มีลักษณะเป็นแนวยาวขนาบแม่น้ำยมตามแนวคันดินธรรมชาติ ลักษณะการตั้งถิ่นฐานของชุมชนจากในปี พ.ศ. 2502 บริเวณริมแม่น้ำยมทางทิศเหนือของตัวเมืองสุโขทัยที่มีคันดินธรรมชาติที่สูงและกว้างมากกว่าส่วนของพื้นที่ริมแม่น้ำยมทางใต้ของเมืองสุโขทัยที่คันดินธรรมชาติมีลักษณะแคบและมีระดับต่ำ

ในพื้นที่บริเวณที่ลาดเชิงเขามีการตั้งถิ่นฐานตามลำน้ำสายเล็กบริเวณริมลำน้ำแม่ลำพันและลำน้ำสายรองที่ไหลมาจากที่ราบระหว่างภูเขาทางทิศตะวันตกลงสู่แม่น้ำยมและหนองน้ำโดยการตั้งถิ่นฐานไม่ได้มีการกระจายตัวลงไปในที่ลุ่ม

จากการวิเคราะห์ลักษณะการตั้งถิ่นฐานสามารถอธิบายได้ว่าแรกเริ่มทั้งเมืองเก่าและตัวเมืองปัจจุบันสุโขทัยเป็นการตั้งถิ่นฐานบนที่สูงใกล้แหล่งน้ำและใช้ที่ลุ่มข้างเคียงในการทำการเกษตร โดยตัวเมืองเก่าไม่ได้มีการขยายตัวไปมากเนื่องจากเงื่อนไขของพื้นที่เป็นที่แล้งน้ำ ในส่วนของตัวเมืองสุโขทัยตั้งอยู่ในที่ราบน้ำท่วมถึงเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์จากการทับถมของตะกอนน้ำพา อยู่ในตำแหน่งที่ติดกับแม่น้ำสายใหญ่และประกอบกับน้ำจากลุ่มน้ำย่อยทางทิศตะวันออกทำให้พื้นที่มีน้ำมาก แต่มีข้อจำกัดในการขยายตัวเนื่องจากพื้นที่สูงบนแนวคันดินธรรมชาติบริเวณตัวเมืองสุโขทัยมีลักษณะแคบและต่ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.3.2 การขยายตัวของเมืองในภูนิเวศ



ภาพที่ 149 การขยายตัวของชุมชนและตัวเมืองสุโขทัย

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมแผนที่ทหาร (2502); (2554)

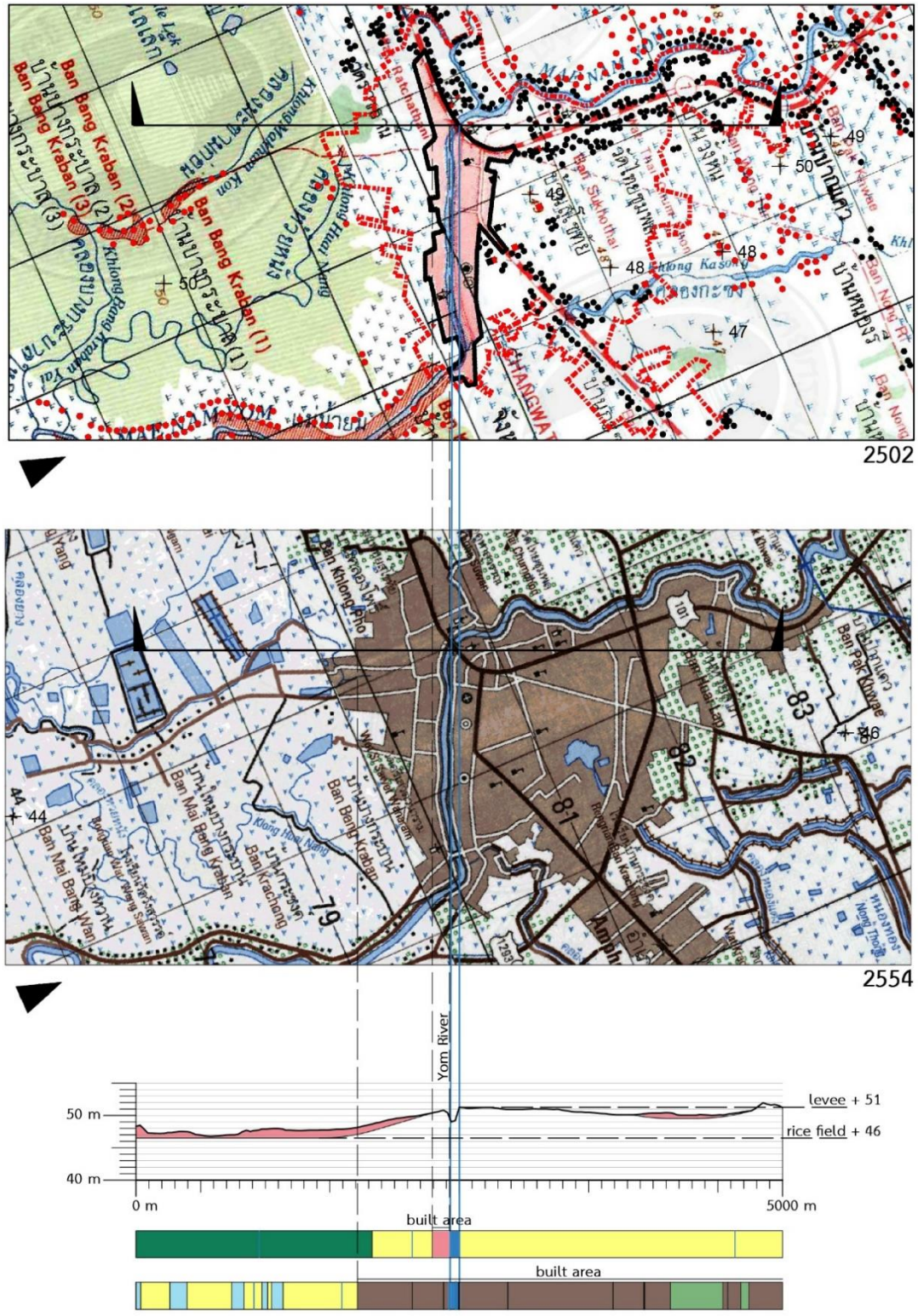
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์การขยายตัวของชุมชนและตัวเมืองสุโขทัยโดยการเปรียบเทียบข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศปี พ.ศ. 2502 และ พ.ศ. 2554 สามารถอธิบายได้ว่าชุมชนและตัวเมืองมีการขยายตัวไปตามการขยายตัวของถนนซึ่งมีลักษณะขวางการไหลของน้ำตามลักษณะภูมิประเทศ เนื่องจากถนนที่ตัดใหม่มีระดับที่สูงกว่าพื้นที่รอบข้าง ส่งผลให้ชุมชนและตัวเมืองมีการขยายตัวออกจากที่สูงตามธรรมชาติเดิมไปกับถนนที่ขวางทางระบายน้ำในที่ลุ่ม ทำให้พื้นที่เมืองอยู่ในเขตของที่ราบน้ำท่วมถึง

ตัวเมืองสุโขทัยแรกเริ่มเป็นการตั้งเมืองในบริเวณคันดินริมน้ำซึ่งเป็นที่สูงและใช้ประโยชน์จากที่ต่ำในการทำนา แต่ตัวเมืองปัจจุบันมีการขยายตัวลงสู่ที่ลุ่มทำให้เกิดปัญหา ตัวเมืองบนพื้นที่คันดินธรรมชาติ มีระดับอยู่ที่ 48 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง ข้อมูลจากแผนที่ชั้นความสูงระบุระดับของพื้นที่ลุ่มเดิมอยู่ที่ 44-46 เมตร จากระดับทะเลปานกลาง ส่งผลให้พื้นที่เมืองและที่ลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างน้อย 2 เมตร

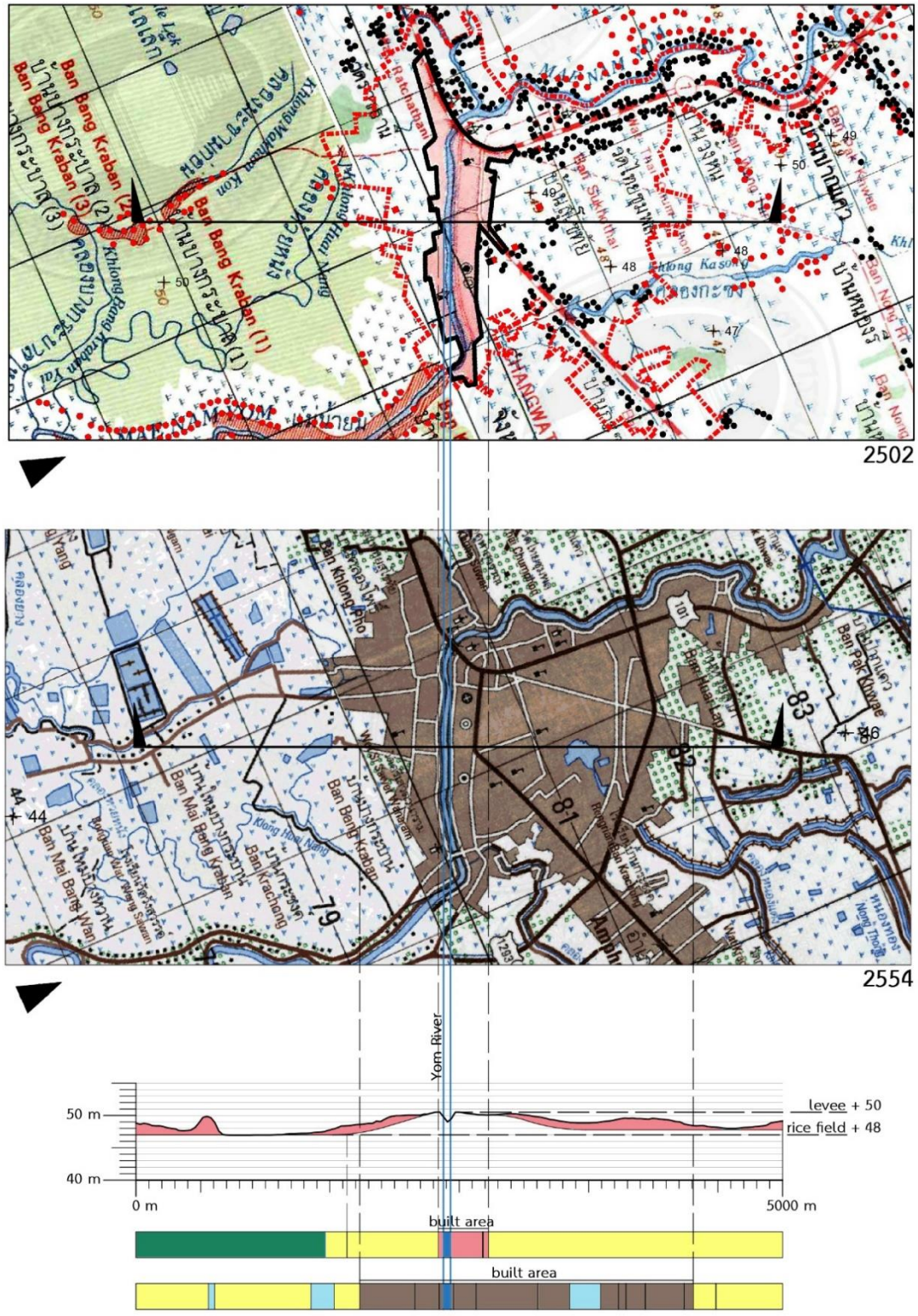
ลักษณะและความแตกต่างของระดับคันดินธรรมชาติและที่ลุ่มหลังคันดินริมแม่น้ำยมบริเวณตัวเมืองสุโขทัยสามารถแสดงในรูปตัดดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



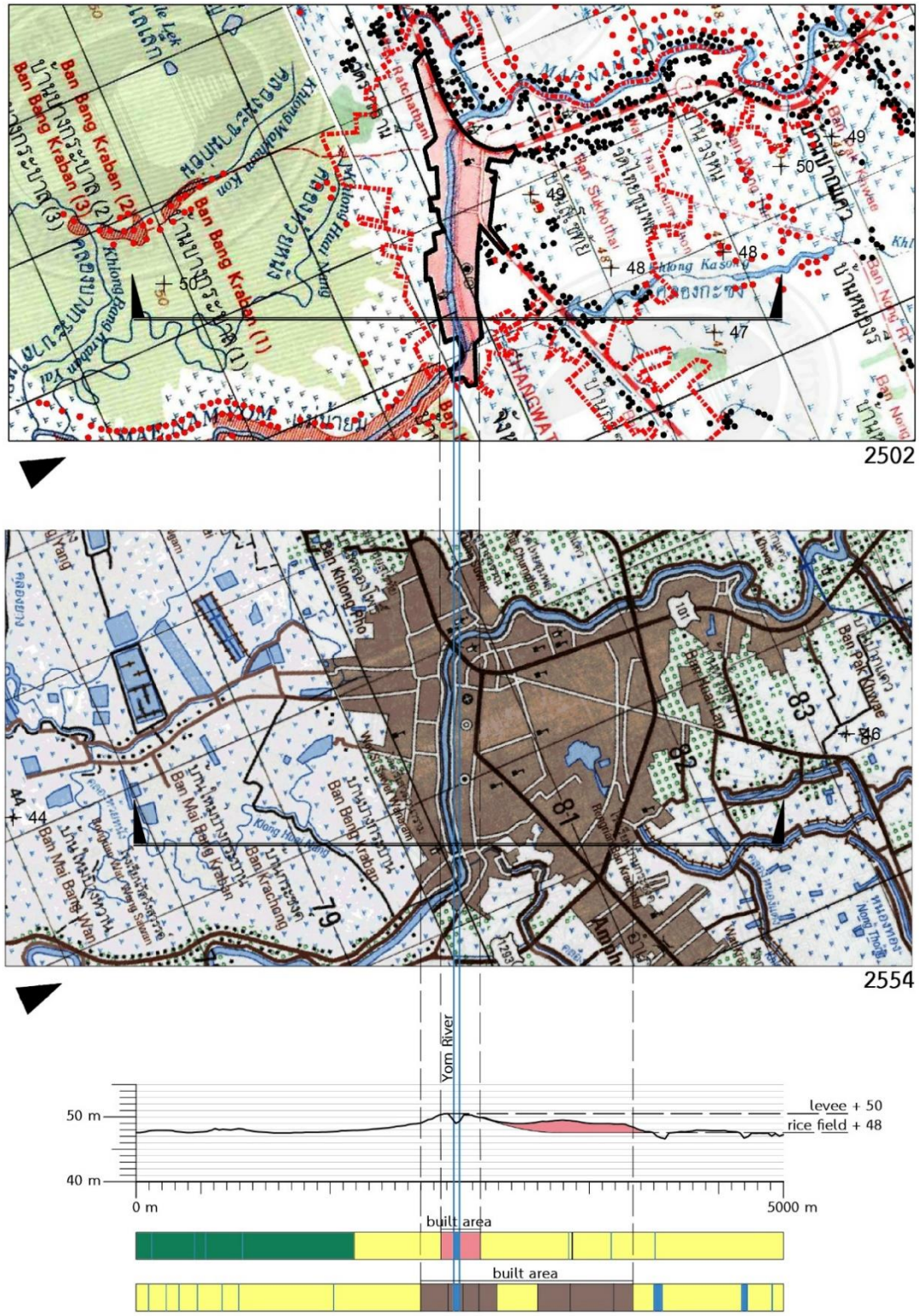
ภาพที่ 150 รูปตัด 1D-1D' การขยายตัวเมืองสุโขทัยและการเปรียบเทียบสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2502 และ 2554

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมแผนที่ทหาร (2502); (2554)



ภาพที่ 151 รูปตัด 2D-2D' การขยายตัวเมืองสุโขทัยและการเปรียบเทียบสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2502 และ 2554

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมแผนที่ทหาร (2502); (2554)



ภาพที่ 152 รูปตัด 3D-3D' การขยายตัวเมืองสุโขทัยและการเปรียบเทียบสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2502 และ 2554

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมแผนที่ทหาร (2502); (2554)

รูปตัดบริเวณริมแม่น้ำแสดงแนวคันดินธรรมชาติที่มีลักษณะค่อนข้างแคบ การเปรียบเทียบข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดินกับรูปตัดแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ตัวเมืองในแผนที่ L708 กับความกว้างของคันดินธรรมชาติ การเปรียบเทียบข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดินจากแผนที่ L7018 แสดงให้เห็นตัวเมืองปัจจุบันที่มีการขยายออกจากเดิมที่มีลักษณะเป็นแนวยาวตามแนวคันดินธรรมชาติลงสู่พื้นที่ลุ่มที่มีความแตกต่างกันของระดับความสูงประมาณ 2 เมตร

แนวโน้มการขยายตัวของเมืองจากแผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินผังเมืองรวมจังหวัดสุโขทัย พ.ศ. 2560 แสดงให้เห็นการขยายตัวของตัวเมืองสุโขทัยที่ขวางทางน้ำ ด้วยลักษณะโครงสร้างและเงื่อนไขภูมินิเวศของพื้นที่ตั้งเป็นที่ราบน้ำท่วมถึงที่มีพลวัตของน้ำหลากตามฤดูกาล ทำให้เป็นการยากที่จะแก้ปัญหาน้ำท่วม แต่การพัฒนาพื้นที่โดยเฉพาะการขยายตัวของพื้นที่เมืองและการจัดการน้ำ ที่ไม่เข้าใจโครงสร้างพลวัตของภูมินิเวศจะยิ่งทำให้เกิดความเสียหายเพิ่มมากยิ่งขึ้น

ภาพที่ 153 แสดงแผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินผังเมืองรวมจังหวัดสุโขทัย พ.ศ. 2560 ประกอบกับเส้นทางน้ำและขอบเขตที่ราบน้ำท่วมถึง

ที่มา : ดัดแปลงจาก พระราชบัญญัติการผังเมือง (2560); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.); กรมแผนที่ทหาร (2502)

5.4 สรุปผลการวิจัย

ที่ราบภาคกลางตอนบนเป็นภูมินิเวศที่เกิดจากกระบวนการธารน้ำ ลักษณะภูมิประเทศมีการเปลี่ยนความชันจากภูเขาลงสู่ที่ราบภาคกลางตอนบนทำให้น้ำมีลักษณะการไหลแบบแผ่ โครงสร้างภูมินิเวศของที่ราบภาคกลางตอนบนสามารถจำแนกตามลักษณะภูมิสัณฐานออกเป็นตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงซึ่งเป็นตัวกำหนดคุณลักษณะหรือเงื่อนไขภูมินิเวศ

พลวัตน้ำหลากเป็นเงื่อนไขของที่ราบน้ำท่วมถึง กล่าวคือลักษณะพื้นที่มีน้ำมากในฤดูน้ำและเป็นพื้นที่แล้งน้ำในฤดูแล้งเป็นคุณลักษณะของภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบนที่มีความสัมพันธ์กับฤดูกาล เป็นผลมาจากลักษณะทางธรณีสัณฐานและภูมิอากาศของพื้นที่ พลวัตน้ำหลากเป็นวัฏจักรของธรรมชาติที่สัมพันธ์กับวงจรชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศแม่น้ำ

ภูมินิเวศเป็นเงื่อนไขพื้นฐานของการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมือง ตำแหน่งที่ตั้งของเมืองในภูมินิเวศส่งผลต่อข้อจำกัดของเมือง เมืองเก่าสุโขทัยเป็นการตั้งถิ่นฐานเดิมบริเวณที่ลาดเชิงเขาบนตะพักลำน้ำซึ่งเป็นพื้นที่สูง แต่ด้วยลักษณะของพื้นที่ตะพักลำน้ำที่เป็นพื้นที่แล้งไม่มีแหล่งน้ำถาวร ตัวเมืองจำเป็นจะต้องปรับภูมินิเวศและวางโครงสร้างพื้นฐานในการจัดการน้ำ เพื่อป้องกันน้ำไหลบ่าจากภูเขาทางทิศตะวันตกรวมทั้งการชักน้ำเข้าคูเมืองส่งไปเก็บในตระพังหรือสระน้ำและบ่อน้ำในเมืองเพื่อการอุปโภคบริโภคในฤดูแล้ง ด้านของตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันบริเวณริมแม่น้ำยมเป็นการขยายตัวของเมืองจากเดิมบนแนวคันดินธรรมชาติลงสู่ที่ลุ่มหลังคันดินที่เป็นส่วนหนึ่งของที่ราบน้ำท่วมถึงแม่น้ำยม มีลักษณะเป็นพื้นที่รับน้ำตามธรรมชาติ ทำให้น้ำท่วมเป็นเงื่อนไขของพื้นที่มาตั้งแต่แรกเริ่ม การจัดการน้ำเพื่อเปลี่ยนให้น้ำไม่ท่วมพื้นที่น้ำหลากจึงเป็นการขัดขวางกระบวนการภูมินิเวศ

การพัฒนาเมืองต้องคำนึงถึงลักษณะภูมินิเวศของพื้นที่ ปัญหาอุทกภัยของตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันเกิดจากการพัฒนาที่ไม่สอดคล้องกับภูมินิเวศของพื้นที่ ด้วยความที่เมืองตั้งอยู่ในพื้นที่ราบน้ำถึง ซึ่งเป็นพื้นที่ทางผ่านของน้ำในการพัดพาตะกอนจากต้นน้ำลงสู่ที่ราบภาคกลางก่อนจะลงสู่อ่าวไทย การสร้างถนนและโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงนี้เป็นการขัดขวางกระบวนการภูมินิเวศ ความเข้าใจทางด้านภูมินิเวศจึงควรเป็นพื้นฐานในการพัฒนาเมือง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีคำถามและวัตถุประสงค์ในการวิจัยในการทำความเข้าใจโครงสร้างและพลวัตของภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบน เพื่อระบุเงื่อนไขภูมินิเวศที่เป็นข้อจำกัดต่อการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมือง ผลการวิจัยนี้ต้องการแสดงข้อมูลภูมิสารสนเทศและวิธีการในการวิเคราะห์เพื่อสร้างความเข้าใจเชิงภูมินิเวศในฐานะของเงื่อนไขที่ตั้งเมืองและปัญหาจากการขยายตัวของเมืองที่ไม่สอดคล้องกับภูมินิเวศ นำไปสู่ข้อเสนอแนะในการจัดการพื้นที่

6.1 สรุปผลการวิจัย

การสรุปผลการศึกษาจากการวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถรวบรวมเป็น 3 ประเด็น

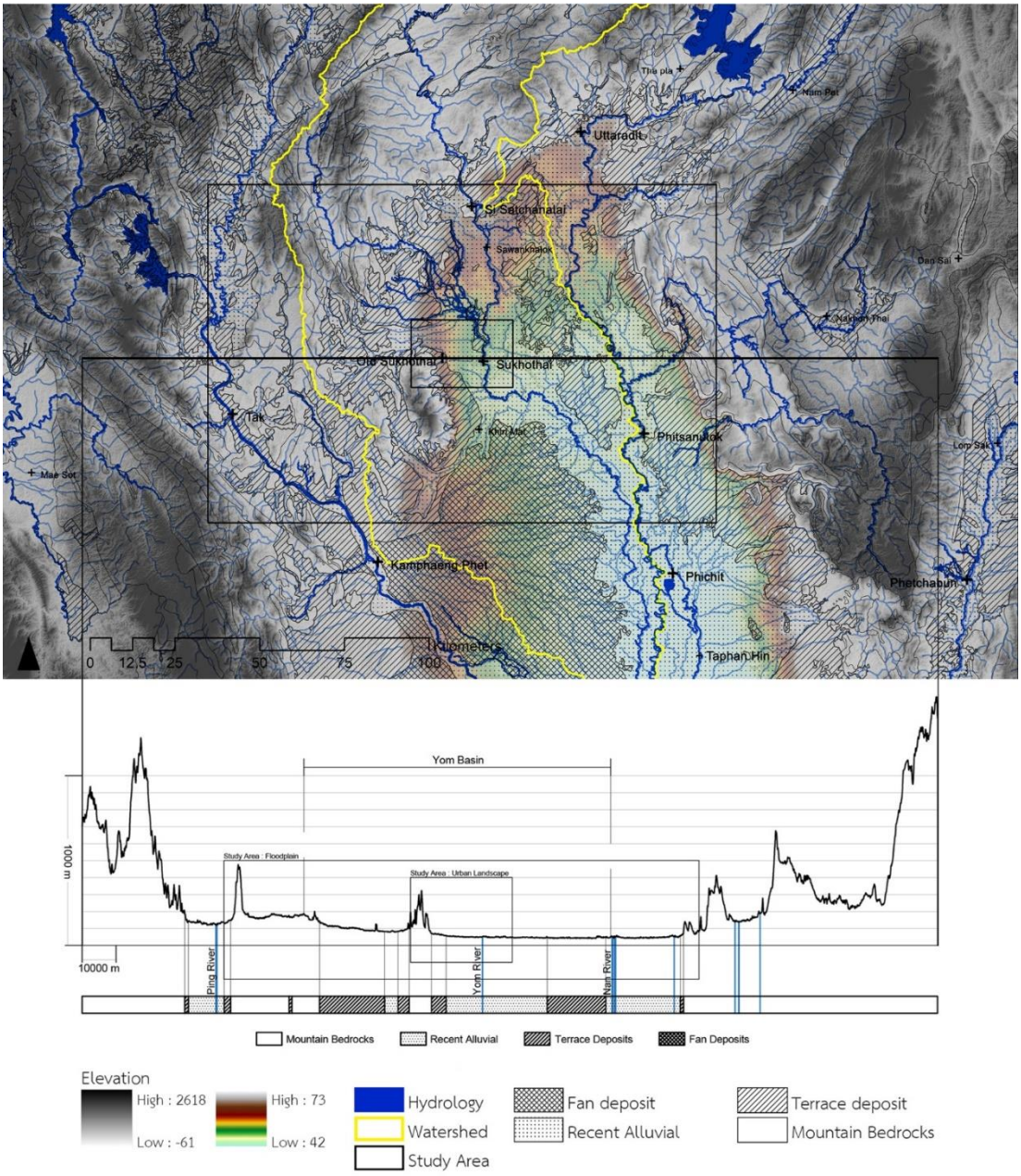
1) โครงสร้างภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบน
2) เงื่อนไขภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบนและความสัมพันธ์ต่อการตั้งถิ่นฐาน
3) ผลกระทบจากการขยายตัวของเมืองที่ไม่สัมพันธ์กับเงื่อนไขภูมินิเวศ

6.1.1 โครงสร้างภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบนและความสัมพันธ์ต่อการตั้งถิ่นฐานเมืองสุโขทัย

จากคำถามข้อที่ 1 ของวิทยานิพนธ์ที่ถามว่า โครงสร้างภูมินิเวศของที่ราบภาคกลางตอนบนเป็นอย่างไร การทบทวนวรรณกรรมและการดำเนินการวิจัยโดยการวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศด้วยข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข ข้อมูลธรณีสัณฐาน ข้อมูลธรณีวิทยา และข้อมูลทางน้ำ สามารถสรุปการศึกษาได้ดังนี้

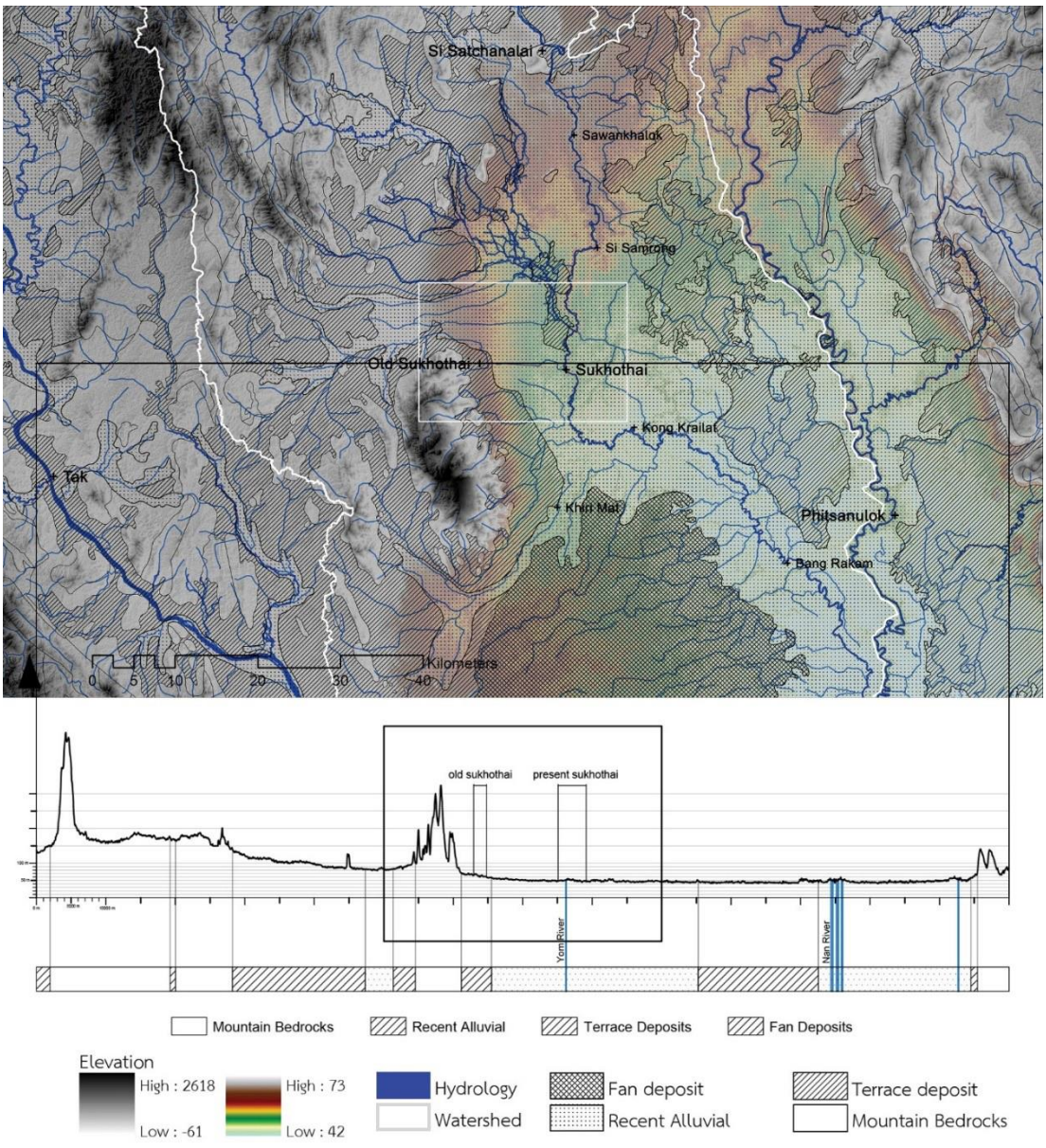
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบนเกิดจากกระบวนการธารน้ำ จากลักษณะของพื้นที่ที่เป็นพื้นที่ตอนกลางของลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา (Takaya, 1987) ทำให้พื้นที่มีลักษณะเป็นแอ่งรับน้ำจากภูเขาทางทิศเหนือ ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก ก่อนจะไหลผ่านไปยังที่ราบภาคกลางตอนล่าง โดยที่ราบภาคกลางตอนบนสามารถจำแนกโครงสร้างภูมินิเวศตามลักษณะทางธรณีสัณฐานของพื้นที่ออกเป็นเนินตะกอนรูปพัด ตะพักลำน้ำ และที่ราบน้ำท่วมถึง ภูมิสัณฐานมีผลต่อคุณลักษณะและพลวัตซึ่งเป็นเงื่อนไขของภูมินิเวศ กล่าวคือบริเวณเนินตะกอนรูปพัด ตะพักลำน้ำ เกิดจากทับถมของตะกอนบริเวณที่ลาดเชิงเขาเป็นพื้นที่แล้งเนื่องจากความลาดชันของพื้นที่ทำให้น้ำจากที่สูงไหลผ่านพื้นที่ไปอย่างรวดเร็ว ที่ราบน้ำท่วมถึงเกิดจากการสะสมตะกอนจากการหลากของน้ำในแม่น้ำ ทำให้มีความอุดมสมบูรณ์และเป็นพื้นที่น้ำท่วมตามฤดูกาล



ภาพที่ 154 แผนที่ชั้นความสูงและลักษณะทางธรณีสัณฐานประกอบกับรูปตัดที่ราบภาคกลางตอนบน

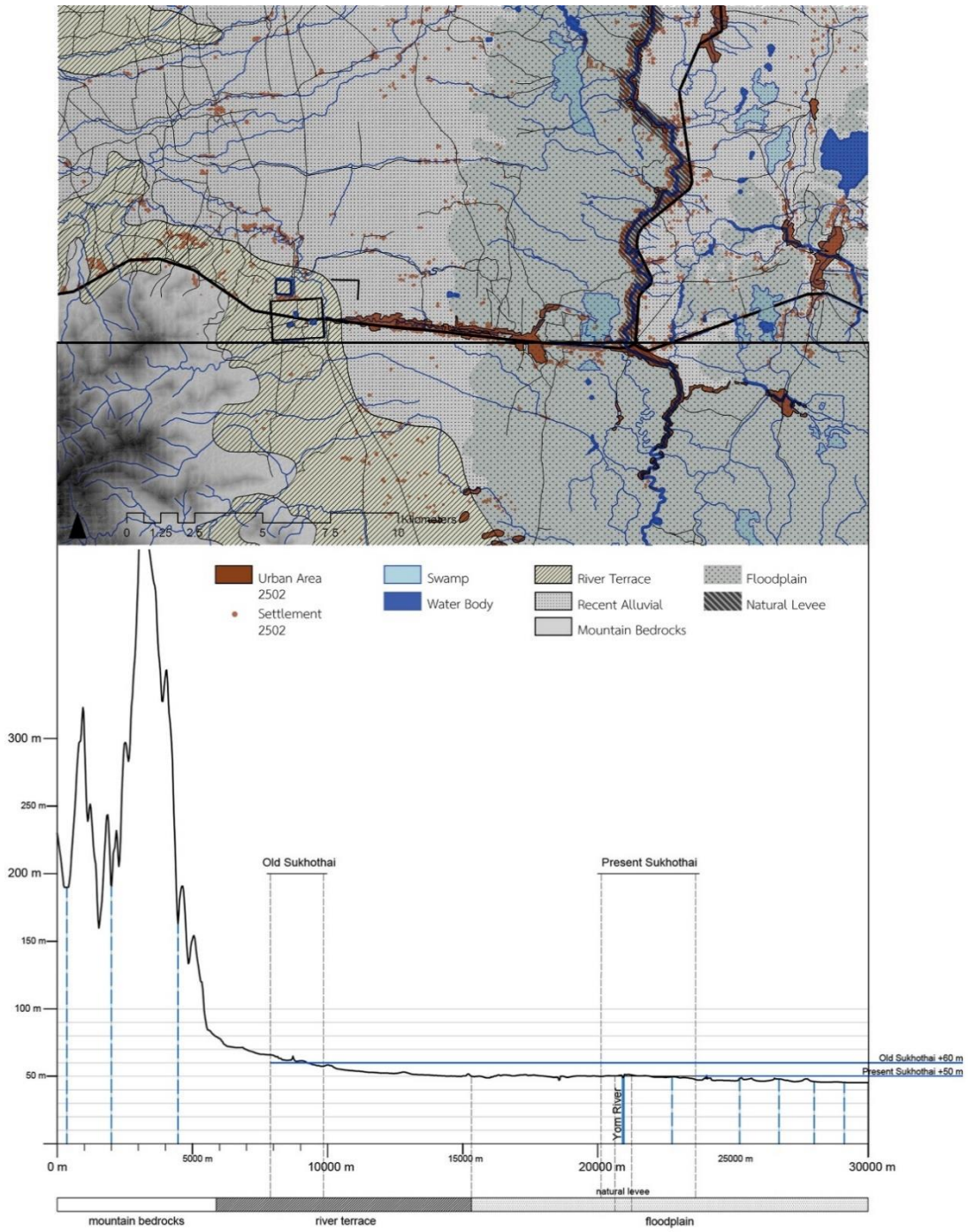
ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013) กรมทรัพยากรธรณี. (ม.ป.ป.); กรมทรัพยากรน้ำ (2563)



ภาพที่ 155 ขอบเขตโครงสร้างลานตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงในที่ราบภาคกลางตอนบนและตำแหน่งที่ตั้งเมือง
ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.); กรมทรัพยากรน้ำ (2563)

ตำแหน่งที่ตั้งเมืองในแผนที่โครงสร้างภูมินิเวศแสดงให้เห็นลักษณะของที่ตั้งของเมืองเก่าสุโขทัยและเมืองศรีสัชนาลัยที่เป็นเมืองร่วมสมัยเป็นที่สูงบริเวณขอบของที่ราบภาคกลางตอนบน ต่างจากการตั้งถิ่นฐานสมัยใหม่ริมแม่น้ำยม ลักษณะภูมิประเทศที่เป็นแอ่งที่ราบปกคลุมด้วยตะกอนน้ำพาบ่งชี้ว่าคุณลักษณะของพื้นที่

ที่ตั้งของเมืองเก่าสุโขทัยตั้งอยู่บนตะพักลำน้ำในที่สูงบริเวณที่เป็นขอบของที่ราบภาคกลางตอนบน ต่างจากที่ตั้งของตัวเมืองสุโขทัยริมแม่น้ำยมที่มีลักษณะภูมิประเทศที่เป็นแอ่งที่ราบน้ำท่วมถึงแม่น้ำยม



ภาพที่ 156 แผนที่และรูปตัดแสดงโครงสร้างภูมินิเวศและขอบเขตของเมือง

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021). กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.); กรมแผนที่ทหาร (2502)

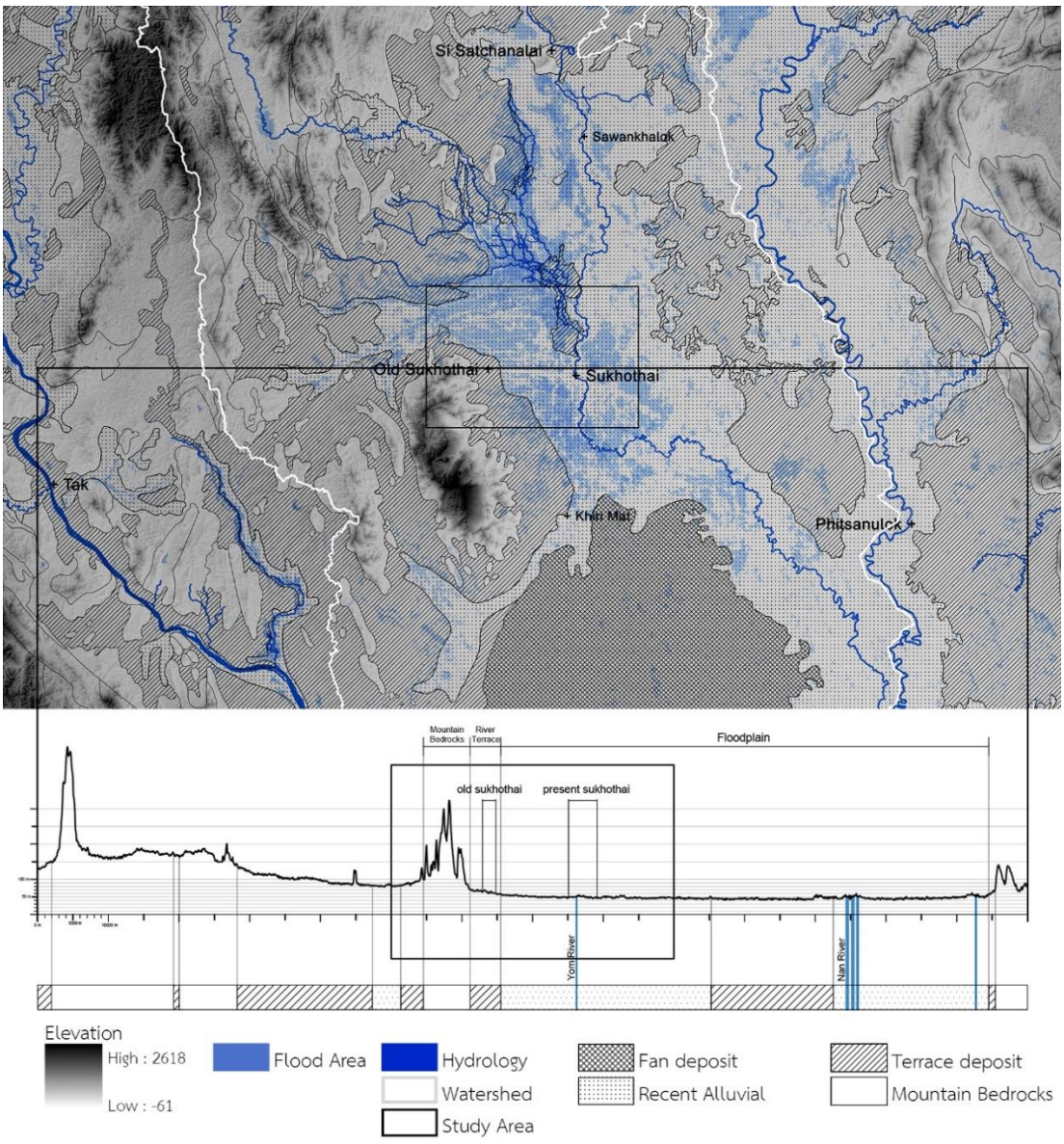
โครงสร้างภูมินิเวศของที่ตั้งเมืองสุโขทัย สามารถจำแนกพื้นที่ได้ดังนี้ พื้นที่เทือกเขาประทักษ์ ตะพักลำน้ำ พื้นที่เชิงเขาบริเวณขอบแอ่งมีลักษณะเป็นพื้นที่ลาดเป็นบริเวณที่ตั้งเมืองเก่าและเป็นทางผ่านของน้ำจากเทือกเขาประทักษ์ก่อนลงสู่ที่ลุ่ม ที่ราบน้ำท่วมถึงมีลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำที่มีน้ำเอ่อท่วมตามฤดูกาล

6.1.2 พลวัตของภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบนและความสัมพันธ์ต่อการตั้งถิ่นฐานเมืองสุโขทัย

จากคำถามข้อที่ 2 ที่ถามว่าเงื่อนไขภูมินิเวศในการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมืองสุโขทัยในที่ราบภาคกลางตอนบนสามารถอธิบายได้อย่างไร การดำเนินการวิจัยโดยการคำนวนค่าดัชนีผิวน้ำ MNDWI จากข้อมูลภาพถ่ายภาพดาวเทียมจากดาวเทียม LANDSAT 5 TM ตั้งแต่เดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2549 – เดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2550 เพื่อหาพื้นที่ผิวน้ำในรอบ 1 ปี สามารถสรุปการศึกษาได้ดังนี้

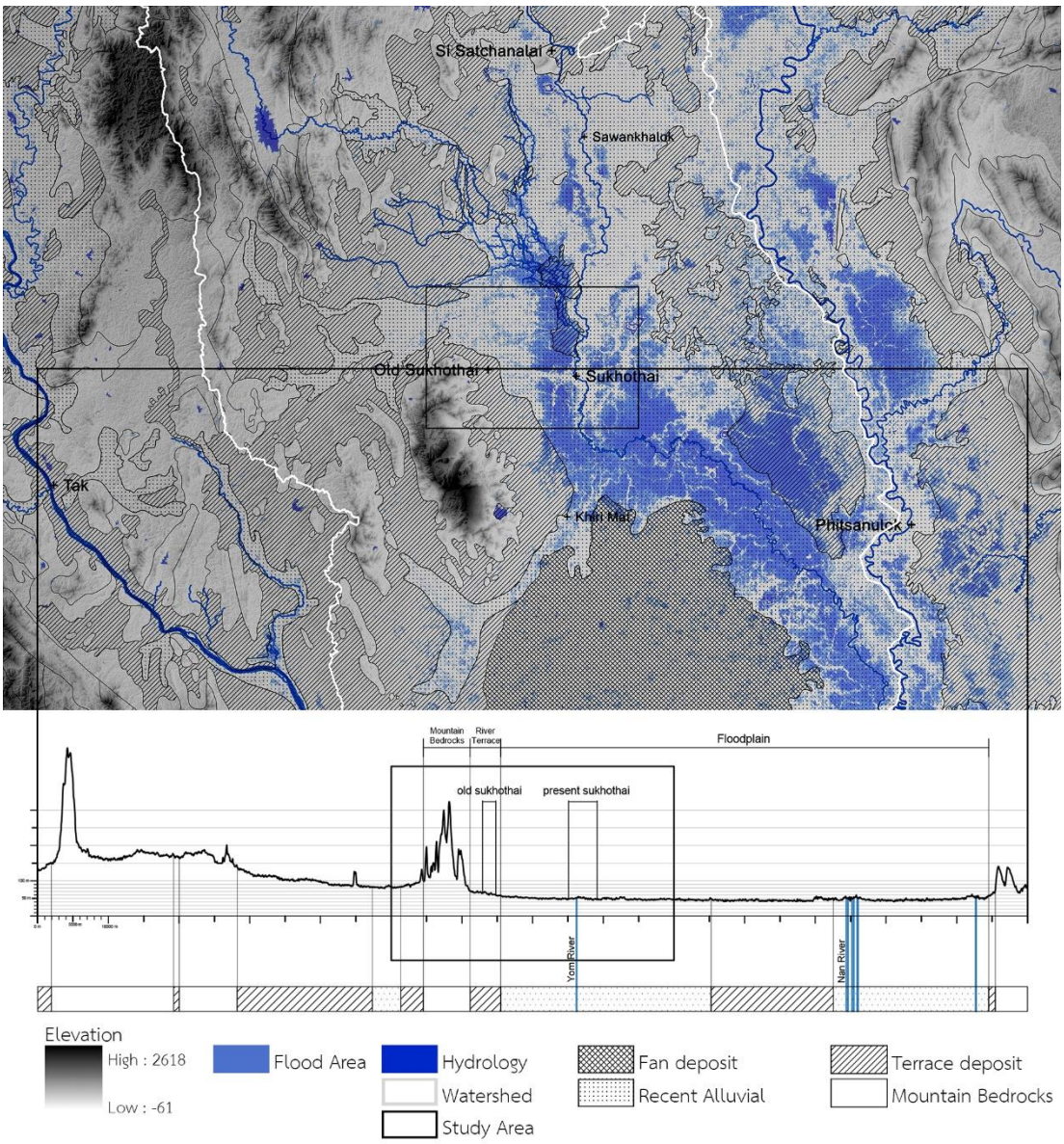
จากการศึกษาโครงสร้างภูมินิเวศ การเปลี่ยนความชันของภูมิประเทศการไหลของน้ำในพื้นที่ราบภาคกลางตอนบนเป็นลักษณะการแผ่ พื้นที่ผิวน้ำในรอบ 1 ปี แสดงรอบของพลวัตน้ำหลากที่มีความสัมพันธ์กับฤดูกาล ที่ราบน้ำท่วมถึงบริเวณเมืองสุโขทัยเกิดน้ำหลากในช่วงฤดูฝน โดยมีแหล่งที่มาของน้ำจากน้ำไหลบ่าจากภูเขาทางทิศตะวันตก ในช่วงต้นฤดูฝนที่มีฝนตกในพื้นที่มากและน้ำเอ่อท่วมจากน้ำในแม่น้ำยมล้นตลิ่งเข้าท่วมที่ลุ่มหลังคันดินในช่วงปลายฤดูฝนที่มีมวลน้ำจากพื้นที่ต้นน้ำทางทิศเหนือ

พลวัตน้ำหลากเป็นเงื่อนไขของที่ราบน้ำท่วมถึง กล่าวคือลักษณะของพื้นที่ที่มีน้ำมากในฤดูน้ำและเป็นพื้นที่แล้งน้ำในฤดูแล้งเป็นคุณลักษณะของภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบนที่มีความสัมพันธ์กับฤดูกาล เป็นผลมาจากลักษณะทางธรณีสัณฐานและภูมิอากาศของพื้นที่ พลวัตในที่ราบน้ำท่วมถึงเป็นวัฏจักรของธรรมชาติที่สัมพันธ์กับวงจรชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศแม่น้ำ และส่งผลต่อเงื่อนไขของการตั้งถิ่นฐานในภูมินิเวศ



ภาพที่ 157 พื้นที่น้ำหลากและลักษณะทางธรณีสัณฐานช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); United States Geological Survey (2019); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)



ภาพที่ 158 พื้นที่น้ำหลากและลักษณะทางธรณีสัณฐานช่วงเดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน

ที่มา: ดัดแปลงจาก NASA JPL (2013); United States Geological Survey (2019); กรมทรัพยากรธรณี (ม.ป.ป.)

ที่ตั้งของเมืองเก่าสุโขทัยบริเวณที่ลาดเชิงเขามีลักษณะเป็นตะพักลำน้ำ ที่ตั้งของตัวเมืองมีการหลีกเลี่ยงที่ลาดทางทิศเหนือที่เป็นทางผ่านของน้ำที่ไหลตามภูมิประเทศไปรวมกับที่ราบน้ำท่วมถึงและแม่น้ำยม ตัวเมืองเก่ามีการจัดการกับน้ำไหลบ่าจากภูเขา รวมทั้งระบบคูเมืองและบ่อน้ำเพื่อการเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง (ธีรศักดิ์ ธนูศิลป์, 2563) ในส่วนของตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันบริเวณริมแม่น้ำยมตั้งอยู่ในที่ราบน้ำท่วมถึงแม่น้ำยม ซึ่งเป็นพื้นที่รับน้ำหลากตามฤดูกาลและเป็นที่ต่ำรับน้ำจากเทือกเขาทางทิศตะวันตก

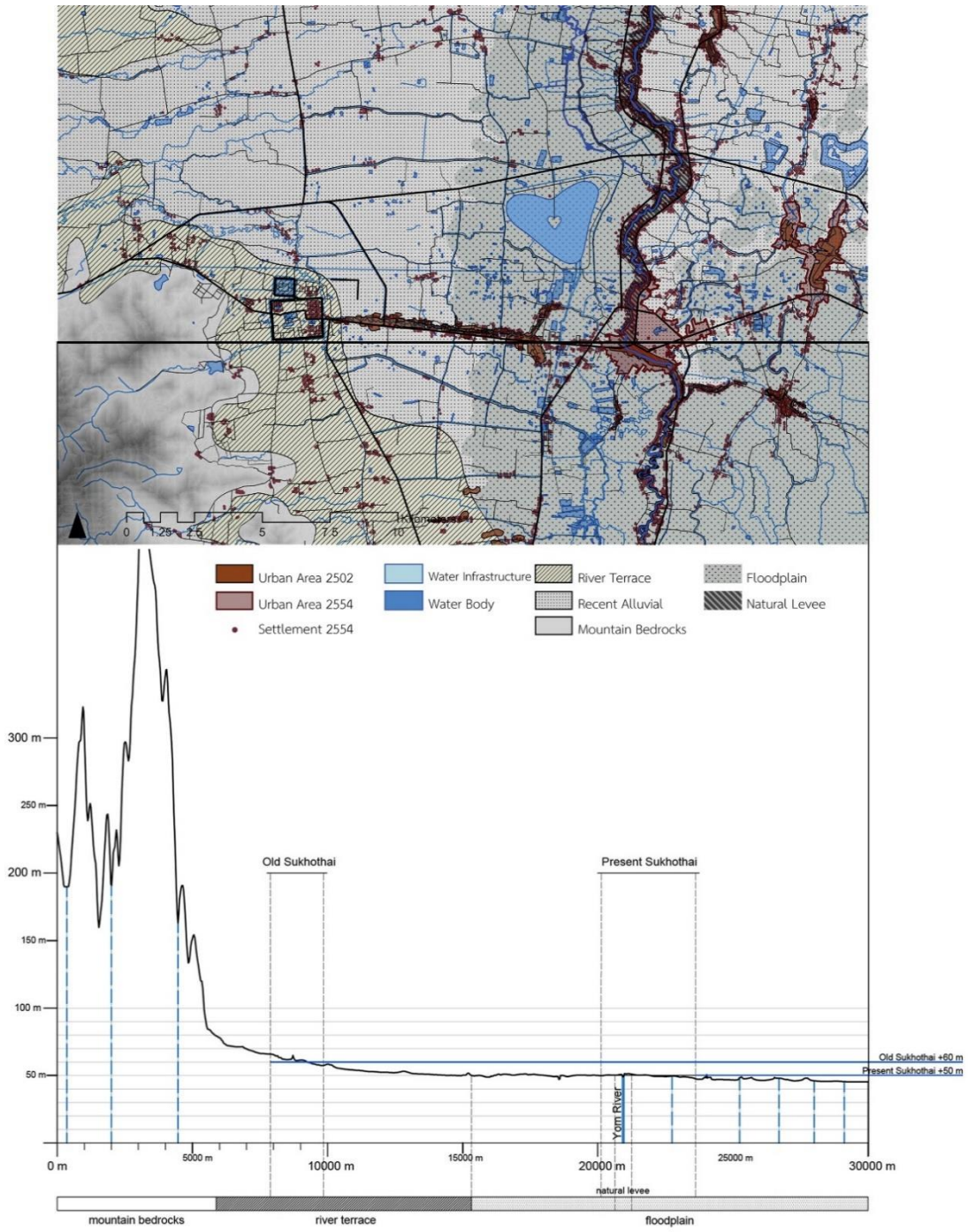
6.1.3 เงื่อนไขภูมินิเวศต่อการขยายตัวของเมือง

จากคำถามข้อที่ 3 ของวิทยานิพนธ์ที่ถามว่า การขยายตัวของเมืองสุโขทัยในภูมินิเวศส่งผลกระทบอย่างไร การเปรียบเทียบสิ่งปกคลุมผิวดินประเภทสิ่งปลูกสร้างและโครงข่ายถนนพื้นที่ศึกษาระหว่างปี พ.ศ. 2502 จากข้อมูลแผนที่ L708 และ พ.ศ. 2554 จากข้อมูลแผนที่ L7018 บนแผนที่โครงสร้างภูมินิเวศและแผนที่น้ำหลากสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

จากการศึกษาโครงสร้างและพลวัตภูมินิเวศที่ตั้งเมืองเก่าและตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันแสดงให้เห็นเงื่อนไขภูมินิเวศต่อการตั้งถิ่นฐานที่แตกต่างกัน เมืองเก่าสุโขทัยที่เป็นการตั้งถิ่นฐานเดิมบริเวณที่ลาดเชิงเขาที่เป็นขอบของตะพักลำน้ำติดกับที่ราบน้ำท่วมถึง น้ำหลากจากเทือกเขาทางทิศตะวันตกบริเวณที่ลาดทางทิศเหนือของเมืองและการล้นตลิ่งของแม่น้ำยมหรือบริเวณทะเลหลวงทางทิศตะวันออก *ภาพที่ 158*

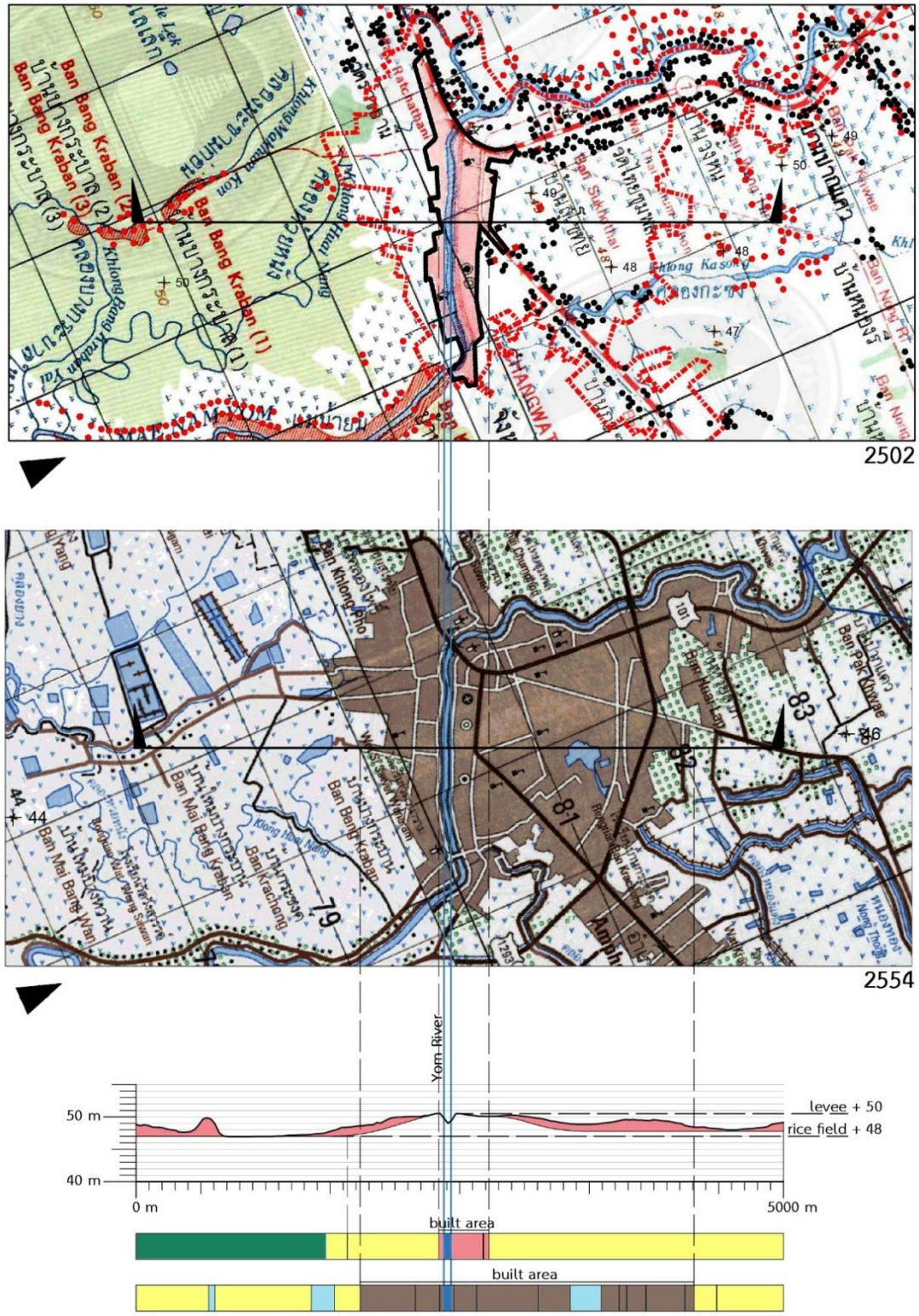
ในส่วนของที่ตั้งตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงแม่น้ำยม เป็นการตั้งถิ่นฐานของชุมชนเดิมบริเวณแนวคันดินธรรมชาติริมแม่น้ำ การเปรียบเทียบข้อมูลขอบเขตเมือง ที่ตั้งชุมชนและโครงข่ายถนนปี พ.ศ. 2502 และ ปี พ.ศ. 2554 จากแผนที่ภูมิประเทศชุด L708 และ ชุด L7018 ขอบเขตของตัวเมืองปัจจุบันและชุมชนมีการขยายตัวออกไปในที่ลุ่มตามการขยายตัวของถนนที่มีลักษณะขัดขวางทิศทางการไหลของน้ำ *ภาพที่ 159*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 159 การขยายตัวของชุมชนและตัวเมืองสุโขทัย

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมแผนที่ทหาร (2502); (2554)



ภาพที่ 160 รูปตัดแสดงการขยายตัวเมืองสุโขทัยและการเปรียบเทียบสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2502 และ 2554

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมแผนที่ทหาร (2502); (2554)

การเปรียบเทียบขอบเขตตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันปี พ.ศ. 2502 และ พ.ศ. 2554 แสดงให้เห็นว่าแรกเริ่มตัวเมืองสุโขทัยตั้งอยู่บนคันดินธรรมชาติคันดินริมน้ำซึ่งเป็นที่สูงและใช้ประโยชน์จากที่ต่ำในการทำนา ในปัจจบันการขยายตัวเมืองลงสู่ที่ลุ่มทำให้เกิดปัญหา ตัวเมืองบนพื้นที่คันดินธรรมชาติมีระดับอยู่ที่ 48 เมตร ข้อมูลจากแผนที่ชั้นความสูงระบุระดับของพื้นที่ลุ่มเดิมอยู่ที่ 44-46 เมตร ส่งผลให้พื้นที่เมืองและที่ลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างน้อย 2 เมตร

การใช้ข้อมูลสิ่งปกคลุมผิวดินเพื่อสร้างรูปตัดเปรียบเทียบข้อมูลอดีตและปัจจุบันแสดงให้เห็นแนวคันดินริมน้ำที่ค่อนข้างแคบและการขยายตัวของเมืองที่มีการถมที่ออกไปในที่ลุ่มที่มีความแตกต่างกันของความสูงประมาณ 2 เมตร

6.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ว่า ภูมินิเวศที่เป็นเงื่อนไขของการตั้งถิ่นฐานและข้อจำกัดในการขยายตัวของเมือง ที่ตั้งที่ต่างกันของเมืองเก่าและตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันทำให้เกิดเงื่อนไขภูมินิเวศที่ต่างกัน

จากการวิเคราะห์ผลแสดงให้เห็นว่าเงื่อนไขภูมินิเวศที่แตกต่างกันของเมืองเก่าสุโขทัยและตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบัน เกิดจากโครงสร้างภูมินิเวศของที่ตั้งของเมือง ลักษณะภูมิประเทศ ระดับความสูงที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดจากรูปตัด เมืองเก่าสุโขทัยที่ตั้งอยู่บนตะพักลำน้ำซึ่งเป็นที่สูง ในขณะที่ตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันตั้งอยู่บริเวณริมแม่น้ำยมที่เป็นส่วนหนึ่งของที่ราบน้ำท่วมถึงแม่น้ำยมเป็นพื้นที่รับน้ำหลากตามพลวัตทางฤดูกาล การค้นพบนี้สนับสนุนสมมุติฐานข้อที่ 1

จากสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ว่า การพัฒนาเมืองในปัจจุบันที่ไม่ได้คำนึงถึงภูมินิเวศเดิมของพื้นที่เป็นการขัดขวางกระบวนการเชิงนิเวศ เป็นการทำลายความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ยังทำให้เกิดปัญหาภัยธรรมชาติและความเสื่อมโทรมสิ่งแวดล้อมที่ตามมา

การขยายตัวของตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันในที่ราบน้ำท่วมถึงจากเดิมบนแนวคันดินธรรมชาติลงสู่ที่ลุ่มที่เป็นพื้นที่นาในอดีต ทำให้พื้นที่ประสบปัญหาน้ำท่วม การขยายโครงข่ายถนนมีลักษณะที่ขัดขวางการไหลและระบายของน้ำตามธรรมชาติ นอกจากน้ำหลากจากแม่น้ำยมแล้วยังมีน้ำจากที่ลาดทางทิศตะวันตกและน้ำผิวดินจากปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ไหลมารวมที่บริเวณริมแม่น้ำยมตามลักษณะภูมิประเทศที่เป็นที่ต่ำ การสร้างคันกั้นน้ำจึงทำให้เกิดปัญหาใหม่จากการที่น้ำในเมืองไม่สามารถระบายออกสู่แม่น้ำยมได้ ซ้ำยังเป็นการขัดขวางกระบวนการเชิงนิเวศ ในการเชื่อมต่อของระบบนิเวศแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง การค้นพบนี้สนับสนุนสมมุติฐานข้อที่ 2

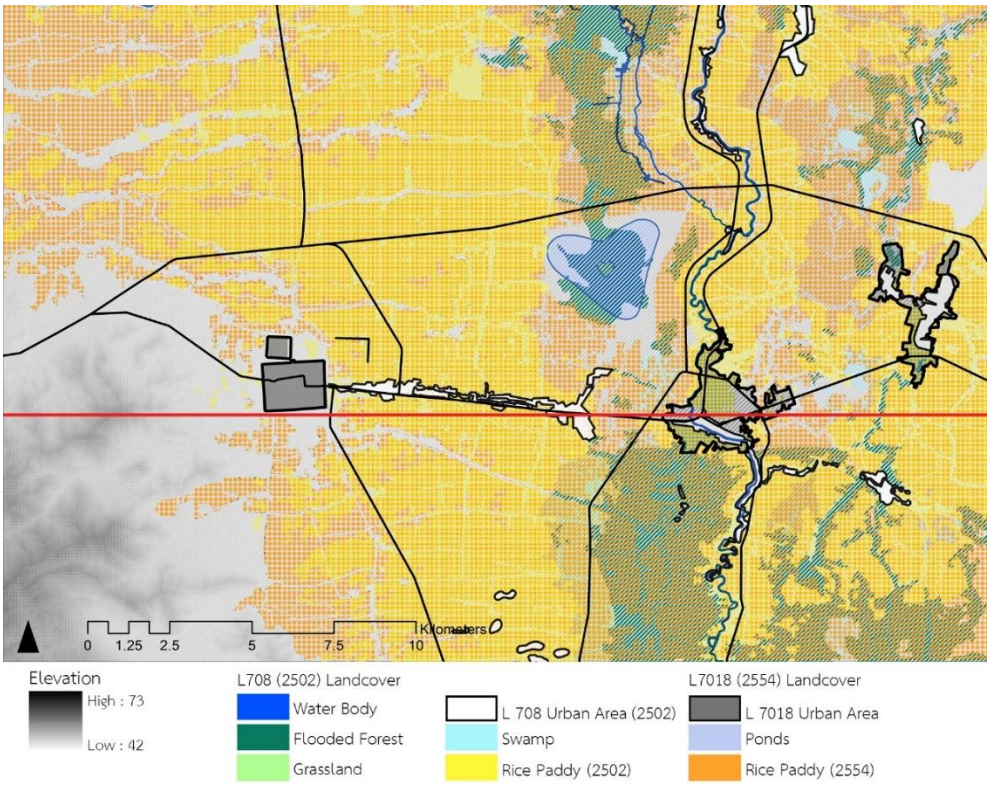
สรุปได้ว่าภูมินิเวศมีความสัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานและการพัฒนาเมืองอย่างแยกไม่ได้ เมืองเก่าสุโขทัยตั้งอยู่ในที่แล้งน้ำที่มีพื้นที่ปลูกข้าวจำกัด แต่การจัดการน้ำในเมืองเก่าสุโขทัยแสดงให้เห็นถึงการปรับตัวโดยการสร้างโครงสร้างพื้นฐานภูมินิเวศเพื่อแก้ปัญหาความแล้งน้ำของตัวเมือง ทำให้พื้นที่สามารถรองรับประชากรได้จำนวนหนึ่งจนเมืองสามารถขยายขึ้นมาได้

ในส่วนของตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันนั้น จะเห็นได้ว่าปัญหาอุทกภัยมาจากการที่เมืองตั้งอยู่ในที่ราบน้ำท่วมถึงและขยายขอบเขตของเมืองออกสู่พื้นที่ที่ลุ่มซึ่งเป็นพื้นที่รับน้ำตามธรรมชาติ โดยโครงข่ายของถนน โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมและตัวเมืองมีลักษณะขวางการไหลของน้ำตามธรรมชาติ การตัดขาดการเชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงเป็นการขัดขวางกระบวนการเชิงนิเวศ ภูมินิเวศควรเป็นพื้นฐานในการออกแบบวางแผนการจัดการพื้นที่ เพื่อที่จะนำไปสู่การพัฒนาเมืองและพื้นที่โดยรอบอย่างยั่งยืนและการจัดการน้ำที่เป็นระบบ การแก้ปัญหาโดยไม่เข้าใจภูมินิเวศของพื้นที่อย่างการสร้างคันกั้นน้ำเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาเพิ่มเติมจากการที่น้ำไม่สามารถระบายออกสู่แม่น้ำยมได้ ซ้ำยังเป็นการตัดขาดของระบบนิเวศแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงยังส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ แม้จะในปัจจุบันจะมีปัจจัยอื่นที่สามารถทดแทนข้อจำกัดความได้เปรียบทางของภูมินิเวศของพื้นที่ แต่ภูมินิเวศของที่ตั้งยังคงเป็นเงื่อนไขพื้นฐานที่มีผลต่อการตั้งถิ่นฐานและการพัฒนาของเมือง

การพัฒนาเมืองที่ไม่สอดคล้องกับภูมินิเวศของเมืองสุโขทัย สามารถแจกแจงลักษณะการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบได้ดังนี้

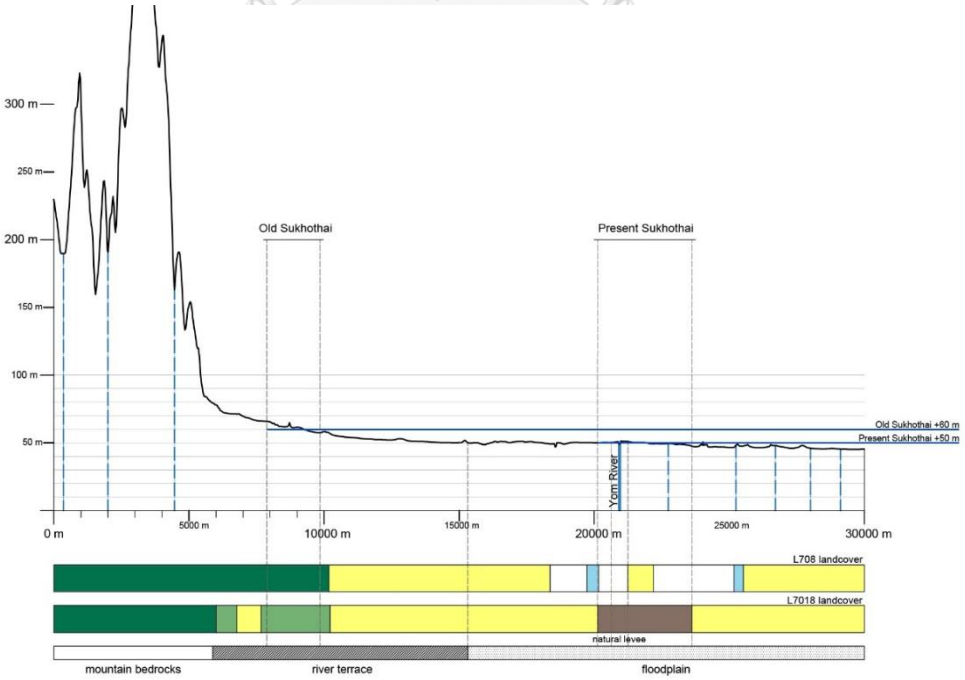
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมผิวดิน



ภาพที่ 161 การเปรียบเทียบสิ่งปกคลุมผิวดินปี พ.ศ. 2502 และ ปี พ.ศ. 2554

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมแผนที่ทหาร (2502); (2554)



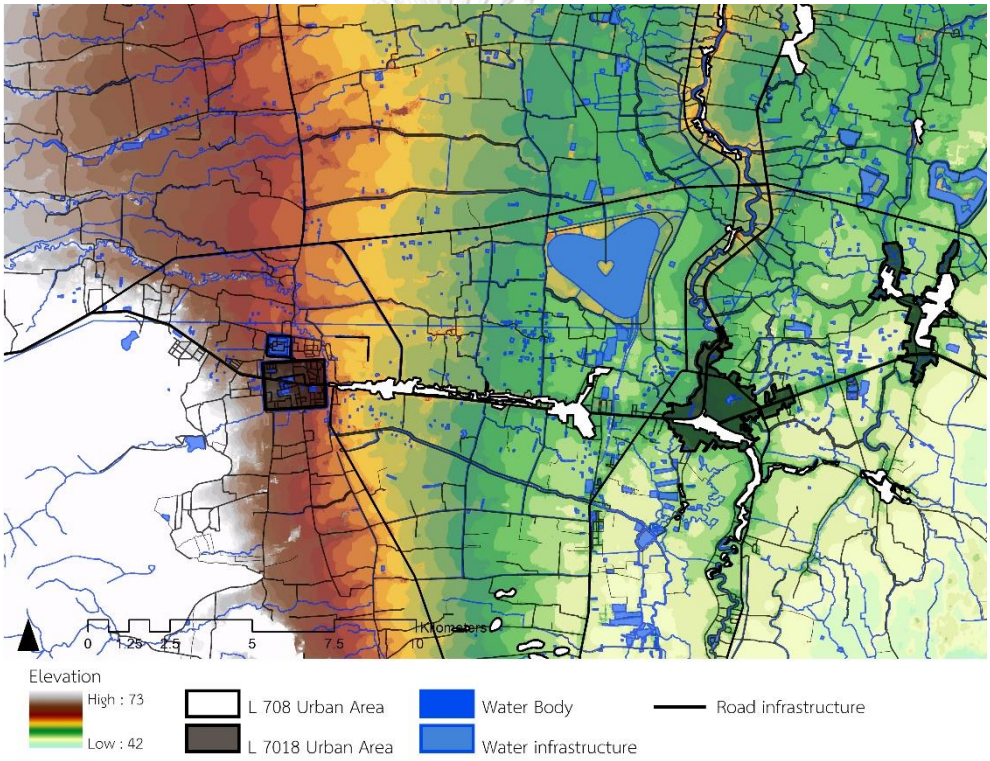
ภาพที่ 162 รูปตัดแสดงลักษณะภูมิสัณฐานและการเปรียบเทียบสิ่งปกคลุมผิวดิน ปี พ.ศ. 2502 และ ปี พ.ศ. 2554

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมแผนที่ทหาร (2502); (2554)

การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมผิวดินจากการขยายพื้นที่ปลูกข้าว ในอดีตพื้นที่ริมแม่น้ำยมในบริเวณที่ลุ่มหลังคันดิน มีลักษณะเป็นป่าไม้เต็ย ป่าละเมาะ ป่าหญ้า ที่ลุ่มและหนองน้ำ ที่มีความลึกของน้ำประมาณ 2 เมตร การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ลุ่มให้เป็นพื้นที่นาทำให้ต้องมีการควบคุมระดับน้ำไม่ให้เข้าท่วมพื้นที่ได้ตามเดิม *ภาพที่ 161*

การเปลี่ยนแปลงพื้นที่จากป่าน้ำท่วม ที่ลุ่มและหนองน้ำตามธรรมชาติ มาเป็นพื้นที่ทำนาทำให้ต้องมีการสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมเพื่อควบคุมระดับน้ำในนา ทำให้ความสามารถในการรองรับน้ำของพื้นที่หายไป รวมทั้งส่งผลต่อการสูญเสียบทบาทเชิงนิเวศของภูมินิเวศที่ราบน้ำท่วมถึง

2) ผลกระทบจากการขยายตัวของถนนและโครงสร้างการจัดการน้ำ



ภาพที่ 163 โครงสร้างถนนและทางน้ำ

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hawker and Neal (2021); กรมแผนที่ทหาร (2502); (2554)

พิจารณาจากแหล่งที่มาของน้ำหลากในพื้นที่ นอกจากการเอ่อท่วมจากน้ำในแม่น้ำยมล้นตลิ่งเข้าท่วมที่ลุ่มหลังคันดินแล้วยังมีน้ำจากภูเขาทางทิศตะวันตกที่ไหลมารวมในพื้นที่ตามความลาดของภูมิประเทศ

การป้องกันน้ำท่วมของเมืองสุโขทัยด้วยแนวถนน คันดินและกำแพงกันน้ำท่วมจึงเป็นการขวางการระบายของน้ำลงแม่น้ำยมและเป็นการตัดขาดการเชื่อมต่อของแม่น้ำกับที่ราบน้ำ

ท่วมถึง การเปลี่ยนแปลงคลองตามธรรมชาติโดยการทำทำนบเพื่อควบคุมน้ำให้อยู่ในร่องน้ำ เป็นการขัดขวางการไหลของน้ำตามธรรมชาติซึ่งเป็นการหลากในลักษณะการแผ่ อ่างเก็บน้ำทุ่งทะเลหลวงมีขอบที่สูงกว่าพื้นที่รอบข้าง จึงเป็นการขวางการระบายน้ำตามธรรมชาติของพื้นที่ลุ่มโดยน้ำไม่สามารถไหลเข้าออกหรือผ่านพื้นที่อ่างเก็บน้ำได้ตามธรรมชาติ (โครงการชลประทานสุโขทัย, 2563)

การขยายตัวของโครงข่ายถนนที่มีระดับความสูงมากกว่าพื้นที่ข้างเคียงมีลักษณะขัดขวางการไหลตามธรรมชาติของน้ำในพื้นที่ ส่งผลต่อการระบายน้ำของพื้นที่และปัญหาน้ำท่วมขัง โดยการขยายตัวของถนนส่งผลต่อการขยายตัวของเมืองขวางทางน้ำ ชุมชนและตัวเมืองมีการขยายตัวไปตามการขยายตัวของถนนซึ่งมีลักษณะขวางการไหลตามธรรมชาติของน้ำ เนื่องจากถนนที่ตัดใหม่มีระดับที่สูงกว่าพื้นที่รอบข้าง ส่งผลให้ชุมชนและตัวเมืองมีการขยายตัวออกจากที่สูงตามธรรมชาติเดิมไปกับถนนที่ขวางการระบายของน้ำ (โครงการชลประทานสุโขทัย, 2563)

จากผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง การพัฒนาเมือง การขยายของโครงข่ายถนนและการจัดการน้ำ เป็นการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ที่ไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขของภูมินิเวศ ส่งผลต่อความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศ แนวทางการพัฒนาเมืองควรอยู่บบฐานความเข้าใจในโครงสร้างและพลวัตของภูมินิเวศ

วิทยานิพนธ์เป็นการทำความเข้าใจภูมินิเวศอย่างเป็นระบบจากการประมวลข้อมูลภูมินิเวศและทำการแสดงผลในรูปแบบที่สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย เพื่อตรวจสอบข้อสันนิฐานและแสดงข้อเท็จจริงอย่างเป็นรูปธรรมโดยการสร้างแผนที่เพื่อแสดงข้อมูลในเชิงพื้นที่ การทำรูปตัดเพื่อแสดงลักษณะภูมิประเทศ เป็นการประเมินภูมินิเวศในเชิงปริมาณอย่างง่าย ๆ โดยการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในลักษณะนี้สามารถใช้เครื่องมือที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายอย่าง QGIS จึงเป็นวิธีการที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายมากในการทำความเข้าใจภูมินิเวศ ที่ภูมิสถาปนิกหรือผู้ที่สนใจสามารถใช้ในการประมาณและวิเคราะห์พื้นที่

6.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยในการวิเคราะห์โครงสร้างของภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบน เพื่อระบุเงื่อนไขภูมินิเวศที่เป็นข้อจำกัดต่อการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมือง ชี้ให้เห็นว่าภูมินิเวศเป็นเงื่อนไขของการตั้งถิ่นฐานและข้อจำกัดของการขยายตัวของเมือง การพัฒนาเมืองที่ไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขของภูมินิเวศ ส่งผลให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมา อย่างที่เห็นได้ชัดในกรณี

ปัญหาอุทกภัยน้ำท่วมซ้ำซากของตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบันที่มีสาเหตุมาจากการขยายตัวของเมืองเกินข้อจำกัดทางภูมินิเวศในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่มีเงื่อนไขพลวัตของน้ำหลากตามฤดูกาล

ข้อเสนอแนะในการพัฒนาเมืองให้สอดคล้องกับภูมินิเวศได้แก่

6.3.1 การวางผังภูมินิเวศ

ในการวางผังภูมินิเวศจำเป็นต้องทำความเข้าใจลักษณะของพื้นที่ในเชิงนิเวศวิทยา ความสามารถในการรองรับของธรรมชาติ และความเหมาะสมของพื้นที่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ลักษณะทางนิเวศวิทยาเป็นตัวกำหนดเงื่อนไขและข้อจำกัดในการพัฒนาเมืองในการคงไว้ซึ่งกระบวนการและความหลากหลายทางชีวภาพที่เป็นระบบเกื้อหนุนระบบนิเวศเมือง (Lynch, 1962)
2. ความสามารถในการรองรับของธรรมชาติ เป็นตัวบ่งชี้ขีดจำกัดของการขยายตัวของเมือง กล่าวคือ การพัฒนาที่ภูมินิเวศสามารถรองรับได้โดยไม่เสื่อมลงหรือเกิดความเสียหาย (Steiner, 1991)
3. การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสม ช่วยในระบุขีดจำกัดในการรองรับของธรรมชาติในพื้นที่ เพื่อใช้ในการวางแผนให้เกิดการใช้งานที่พอดีกับความสามารถในการรองรับของธรรมชาติ โดย McHarg (1969) ได้กำหนดเกณฑ์พื้นที่ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการพัฒนา ได้แก่ พื้นที่ที่ความลาดเอียงต่ำกว่า 5% ไม่ตั้งอยู่ในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงและไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำใต้ดิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในส่วนของการวางผังภูมินิเวศในประเทศไทย เดชา บุญค้ำ (2554) เสนอแนวทางการพัฒนาเมืองให้สอดคล้องกับภูมินิเวศไว้ ดังนี้

1. การวางผังภาคโดยพิจารณาโครงสร้างทางอุทกศาสตร์ ผังภาคควรแสดงขอบเขตลุ่มน้ำ เส้นทางน้ำ รวมทั้งขอบเขตที่ราบน้ำท่วมถึงที่มีการระบุพื้นที่น้ำหลากครอบคลุมพื้นที่น้ำท่วมรอบ 100 ปี
2. การจัดทำผังความเหมาะสมการใช้ที่ดิน จากการวิเคราะห์ความสามารถในการรองรับของธรรมชาติ เพื่อวางแผนการใช้ที่ดินที่เหมาะสมกับกิจกรรมของมนุษย์ โดยมีการกำหนดเขตอนุรักษ์
3. การตั้งกฎหมายเพื่อกำหนดการใช้ที่ดินและควบคุมสิ่งปลูกสร้างให้สอดคล้องกับภูมินิเวศ สร้างข้อกำหนดลักษณะอาคารและระดับถนนในเขตพื้นที่น้ำท่วม

รอบ 100 ปี รวมทั้งพิจารณารูปแบบสิ่งปลูกสร้างและโครงข่ายถนนที่มีลักษณะขวางการไหลของน้ำ

4. การศึกษารูปแบบของชุมชนและการเกษตรที่อยู่ร่วมกับพลวัตของน้ำ โดยจำเป็นต้องมีการศึกษาความสัมพันธ์ความสามารถในการรองรับ การจำกัดการขยายตัว และความเสี่ยงจากอุทกภัยที่รุนแรงขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

6.3.2 แนวคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวในการจัดการน้ำ

บทบาทเชิงนิเวศของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงเกี่ยวข้องโดยตรงกับการจัดการน้ำ คือ ที่ราบน้ำหลากเป็นพื้นที่รับน้ำ ที่สามารถป้องกันความเสียหายของเมืองจากน้ำท่วมได้ และยังสามารถเป็นทางผ่านของน้ำเพื่อระบายออกจากพื้นที่ การฟื้นฟูพื้นที่ชุ่มน้ำแม่น้ำและการเชื่อมต่อที่ราบน้ำท่วมถึงสามารถชะลอและเก็บกักน้ำเพื่อลดการเกิดน้ำท่วมในขณะที่ช่วยกรองมลพิษและเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ (Opperman et al., 2017)

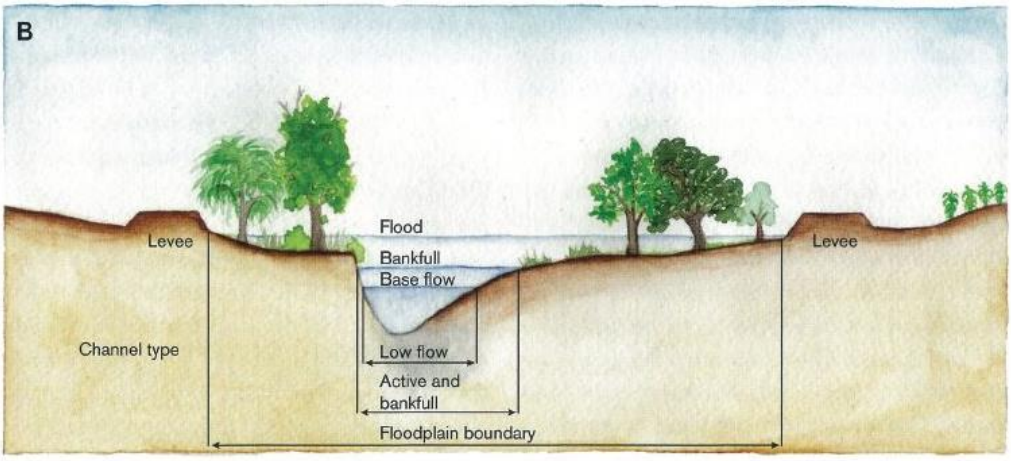
แนวคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (Green Infrastructure) ในการจัดการน้ำ โดย Opperman et al. (2017) กล่าวถึงการจัดการน้ำควบคู่ไปกับการรักษาการดำเนินไปของระบบนิเวศประกอบด้วย

1. การจัดสรรให้มีพื้นที่รับน้ำ เพื่อกักเก็บน้ำท่วมและชะลอน้ำไหลบ่า โดยการเพิ่มพื้นที่ป่า พื้นที่ชุ่มน้ำ การทำบ่อหน่วงน้ำจากพื้นที่เกษตรกรรม และการชะลอน้ำท่าจากพื้นที่เมือง โดยโครงการพื้นฐานสีเขียวภายในเมืองยังช่วยส่งเสริมคุณภาพชีวิตที่ดีภายในเมืองอีกด้วย

2. การจัดการที่ราบน้ำท่วมถึงในระดับมหภาค โดยการวางแผนการใช้ที่ดินให้มีพื้นที่ทีทำหน้าที่รับน้ำ โดยการควบคุมการพัฒนาพื้นที่บริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง ศึกษารูปแบบเกษตรกรรมที่สอดคล้องกับพลวัต การเชื่อมต่อแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงยังเป็นการรักษาระบบนิเวศเอื้อต่อการเกิดนิเวศบริการและมีคุณค่าในแง่เป็นพื้นที่เปิดโล่งของเมืองและการรักษาคุณภาพแหล่งน้ำ

3. การกำหนดระยะถอยร่นของคันกั้นน้ำออกมาจากแม่น้ำเพื่อป้องกันผลกระทบต่อนิเวศชายน้ำ เป็นการเพิ่มปริมาตรในการรองรับน้ำ ทำให้มวลน้ำไหลช้าลง ลดการกัดเซาะบริเวณคันกั้นน้ำ เอื้อให้กระบวนการโค้งตะวัดของแม่น้ำดำเนินไปได้อย่างปกติ และเป็นการรักษาพื้นที่ชายน้ำซึ่งเป็นแหล่งอาศัยและแหล่งอาหารที่สำคัญ

4. ไม่กีดขวางทางไหลของน้ำตามธรรมชาติ



ภาพที่ 164 การกำหนดระยะถอยร่นของคันกั้นน้ำออกมาจากแม่น้ำเพื่อป้องกันผลกระทบต่อนิเวศชายน้ำ

ที่มา : Opperman et al., (2017 p.126)

6.3.3 การพัฒนาเมืองร่วมกับพลวัตของน้ำ

ภูมินิเวศเขตร้อนชื้นมีวิถีชีวิตที่เกี่ยวพันกับน้ำเกิดขึ้นตั้งแต่อดีต แนวคิดการพัฒนาเมืองร่วมกับพลวัตของน้ำของ Thaitakoo and McGrath (2010) นำเสนอการออกแบบเมืองให้มีความยืดหยุ่นเพื่ออยู่ร่วมกับน้ำซึ่งมีสถานะเป็นของเหลว แทนที่จะออกแบบเมืองให้เป็นสภาพแวดล้อมที่ถาวร คงที่ หรือยึดถือสถานะของแข็งของความเป็นพื้นที่บนบกเพียงอย่างเดียว แนวคิดความยืดหยุ่นนี้มีพื้นฐานบนความเปลี่ยนแปลง การปรับตัว และการเติบโต โดยมีแนวทางในเชิงนโยบายดังนี้

1. การทำความเข้าใจระบบนิเวศเมืองในฐานะเงื่อนไขพื้นฐานที่เกื้อหนุนสิ่งมีชีวิตทั้งในเชิงกายภาพและในเชิงสังคมวัฒนธรรม
2. การพัฒนานโยบายในระดับท้องถิ่น
3. การกำหนดและให้คุณค่ากับพื้นที่เกษตรกรรม หนอง บึง และพื้นที่ชายน้ำ ให้เป็นพื้นที่เปิดโล่ง เพิ่มควบคุมอุณหภูมิและรักษาคุณภาพน้ำ
4. พื้นที่เมืองเป็นผลพวงทางวัฒนธรรมที่มีความซับซ้อนสูง การวางผังเมืองภูมินิเวศเมืองจำเป็นต้องเป็นการพัฒนาร่วมกันระหว่างการออกแบบ การศึกษา นิเวศวิทยา และการวิจัยทางสังคม
5. การศึกษาลักษณะประวัติศาสตร์การตั้งถิ่นฐาน โดยเฉพาะความสามารถในการปรับตัวและพัฒนาร่วมกับธรรมชาติของภูมิปัญญาท้องถิ่นในการจัดการและอยู่ร่วมกับน้ำ มีความสำคัญอย่างมากต่อการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รองรับความเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

6. ความเป็นประชาธิปไตย การมีส่วนร่วมของชุมชน เพื่อส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืน
7. การกระจายการพัฒนาโครงข่ายพื้นที่เปิดโล่ง พื้นที่สาธารณะ เพื่อการจัดการคุณภาพอากาศ น้ำ รวมทั้งการผลิตอาหาร
8. การเชื่อมโยงระหว่างเกษตรกรผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้กำหนดนโยบาย เพื่อการประเมินและติดตามผลอย่างเป็นรูปธรรม

6.4 ข้อจำกัดในการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาข้อมูลในอดีตเพื่อทำการเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงกับปัจจุบัน ในการวิเคราะห์ภูมิประเทศของพื้นที่บริเวณที่ตั้งเมืองเป็นการใช้ข้อมูลภูมิประเทศที่เปลี่ยนไปแล้วเนื่องจากไม่สามารถหาข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลขในอดีตเก่ามาได้

ในส่วนของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เนื่องจากตัวรับสัญญาณของดาวเทียม LANDSAT ไม่สามารถเจาะทะลุเมฆได้จึงทำให้ภาพถ่ายดาวเทียมมีการรบกวนของสภาพอากาศ ทำให้พื้นที่พื้นที่น้ำหลากมีไม่ครบถ้วนในบางภาพ และงานวิจัยนี้ไม่สามารถใช้ข้อมูลจากดาวเทียม Sentinel-2 เพื่อการวิเคราะห์ได้เนื่องจากมีข้อมูลย้อนหลังถึงแค่ปี พ.ศ. 2556 ซึ่งเป็นภายหลังจากที่ที่พลวัตของภูมินิเวศได้ถูกเปลี่ยนแปลงไปแล้วจากการสร้างประตูระบายน้ำและกำแพงป้องกันน้ำท่วม

ในการศึกษาสิ่งปกคลุมผิวดินและการใช้ที่ดินใช้ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50000 ชุด L708 ปี พ.ศ. 2502 และ L7018 ปี พ.ศ. 2554 ซึ่งเป็นปีเก่าสุดและล่าสุดที่สามารถเข้าถึงได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทั้งนี้ด้วยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ทำการศึกษาในช่วงการระบาดของโรคโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถทำการสำรวจพื้นที่จริงเพื่อเก็บข้อมูลได้อย่างเป็นระบบจึงไม่ได้มีการใช้ข้อมูลจากการสำรวจเพื่อการวิเคราะห์ผลการวิจัย

6.5 การศึกษาในลำดับถัดไป

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทำความเข้าใจโครงสร้างของภูมินิเวศที่ราบภาคกลางตอนบน ในแง่เงื่อนไขภูมินิเวศที่ส่งผลต่อการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมือง เพื่อเป็นสร้างความเข้าใจในภูมินิเวศที่ตั้งเมืองและเพื่อเป็นพื้นฐานของการพัฒนาที่สอดคล้องกับเงื่อนไขเชิงนิเวศของพื้นที่ เพื่อให้งานวิจัยนี้เกิดประโยชน์ในการนำไปใช้เพื่อการพัฒนาที่สามารถเกิดขึ้นจริง การศึกษาในลำดับถัดไปสามารถพัฒนาไปได้ตามแนวทางดังนี้

1) การศึกษาทางสังคม เศรษฐกิจ และวัฒนธรรม รวมถึงความรู้ทางด้านประวัติศาสตร์ ในวางผังพัฒนาพื้นที่เมืองเก่าและตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบัน งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาในเชิงเงื่อนไขภูมินิเวศวิทยาของพื้นที่ซึ่งเป็นฐานของการพัฒนาสังคมเศรษฐกิจและวัฒนธรรม นอกจากความรู้ทางด้านภูมินิเวศแล้ว ในการศึกษาเพื่อการวางผังพื้นที่ยังต้องมีการใช้ความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ ร่วมด้วย
2) การศึกษาการตั้งถิ่นฐานและขยายตัวของเมืองอื่นในที่ราบภาคกลางตอนบนหรือเมืองในภูมินิเวศแม่น้ำอื่น ๆ เนื่องจากงานวิจัยนี้เลือกทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเมืองเก่าสุโขทัยและตัวเมืองสุโขทัยปัจจุบัน การศึกษาเพื่อพัฒนาเมืองอื่น ๆ มีความสำคัญไม่แพ้กัน
3) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงผลกระทบต่อพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง งานวิจัยนี้ทำการศึกษาเพียงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่บริเวณตัวเมืองที่ส่งผลในกรอบพื้นที่ศึกษาเท่านั้น ยังไม่ได้มีการศึกษาถึงผลกระทบต่อพื้นที่อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกันในลุ่มน้ำและพื้นที่ปลายน้ำ รวมถึงการเปลี่ยนไปของพลวัตโดยรวมของลุ่มแม่น้ำยมและลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา
4) การศึกษาในแง่บทบาทเชิงนิเวศ งานวิจัยนี้เน้นการศึกษาเรื่องการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมืองต่อโครงสร้างและพลวัตภูมินิเวศเป็นหลัก การเปลี่ยนแปลงของเมืองและโครงสร้างพื้นฐานที่ส่งผลต่อความหลากหลายเชิงนิเวศ ที่ส่งผลต่อบริการเชิงนิเวศและคุณภาพชีวิตของมนุษย์ยังต้องเป็นการศึกษาในลำดับต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

Benedict, M. A. and McMahon, E. T. (2012). *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*: Island Press.

Bhatt, C. M. and Rao, G. S. (2016). Ganga floods of 2010 in Uttar Pradesh, north India: a perspective analysis using satellite remote sensing data. *Geomatics, Natural Hazards and Risk,* 7(2), 747-763. doi:10.1080/19475705.2014.949877

Bowen, W. M. and Gleeson, R. E. (2019). *The Evolution of Human Settlement*: Palgrave Macmillan Cham.

Bowman, D. (2019). *Principle of Alluvial Fan Morphology*. Netherlands: Springer.

Catling, D. (1999). *Rice in Deep Water*. London: The Macmillan Press Ltd.

Charlton, R. (2008). *Fundamentals of fluvial geomorphology*. London: Routledge.

Dheeradilok, P. (1995). Quaternary coastal morphology and deposition in Thailand. *Quaternary International,* 26, 49-54. doi:https://doi.org/10.1016/1040-6182(94)00045-7

Environmental Systems Research Institute (ESRI). (2022). About ArcGIS. Retrieved from https://www.esri.com/en-us/arcgis/about-arcgis/overview

European Commission. (2013). *Building a Green Infrastructure for Europe*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Forman, R. T. T. and Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*. New York: Wiley.

Hamilton, S. K. (2009). Flood Plains. In G. E. Likens (Ed.), *Encyclopedia of Inland Waters* (pp. 378-386). Oxford: Academic Press.

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

Ickes, B., Vallazza, J., Kalas, J. and Knights, B. (2005). *River floodplain connectivity and lateral fish passage: a literature review*. La Crosse, Wisconsin: U.S. Geological Survey, Upper Midwest Environmental Sciences Center.

Junk, W. J. (1997). General Aspects of Floodplain Ecology with Special Reference to Amazonian Floodplains. In W. J. Junk (Ed.), *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System* (pp. 3-20). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Heidelberg.

Junk, W. J., Bayley, P. and Sparks, R. (1989). *The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems*. Paper presented at the International Large River Symposium, Honey Harbour, Ontario, Canada.

Kengkarnchang, K. (2020, 29 August). River Engineering, Open Channel, Bernoulli's Equation. Retrieved from https://www.facebook.com/kai.kengkarnchang/posts/pfbid0bPiHAUkveVPvUYfwGzFLzYHeonGbDVEWmmriaw8iVGUfzsPeLQ5VXC7wz2p1J9dpl

Leopold, L. B., G., W. M. and P., M. J. (1964). *Fluvial Process in Geomorphology*. San Francisco: Dover Publications.

Lynch, K. (1962). *Site Planning*: M.I.T. Press.

Maidstone Borough Council. (2016). Green and Blue Infrastructure Strategy. Retrieved from http://www.maidstone.gov.uk/__data/assets/pdf_file/0004/164659/Green-and-Blue-Infrastructure-Strategy-June-2016.pdf

Marsh, M. W. (1983). *Landscape Planning: environmental applications* (Forth ed.). New York Wiley.

McGaugh, M. E. (1970). *A geography of population and settlement*. Dubuque, lowa: W.C. Brown Co. Publishers.

McGrath, B., Tachakitkachorn, T. and Thaitakoo, D. (2013). *Bangkok's Distributary Waterscape Urbanism*. Zurich, Switzerland: Park Books.

McHarg, I. L. (1969). *Design with nature*. New York: Jon Wiley & Son.

Molle, F., Chompadist, C. and Bremard, T. (2021). Intensification of Rice Cultivation in the Floodplain of the Chao Phraya Delta. *Southeast Asian Studies,* 10(1), 141-168. doi:10.20495/seas.10.1_141

Molle, F. and Keawkulaya, J. (1998). Water Management and Agricultural Change : A Case Study in the Upper Chao Phraya Delta. *Southeast Asian Studies,* 36.

Murata, G. and Matsumoto, E. (1974). Natural Vegetation and Physiography of the Central Plain of Thailand. *Kyoto University Center for Southeast Asian Studies,* 12, 280-290.

NASA JPL. (2013). *NASA Shuttle Radar Topography Mission Global* 1 *arc second number* [Dataset]. Retrieved from: doi: 10.5067/MEaSUREs/SRTM/SRTMGL1N.003

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Naveh, Z. and Lieberman, A. S. (1993). *Landscape Ecology : Theory and Application* (S. Edition Ed.). NY: Springer-Verlag New York.

OpenStreetMap contributors. (2022). OpenStreetMap database. Retrieved from https://www.openstreetmap.org

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

Sinsakul, S. (2000). Late Quaternary geology of the Lower Central Plain, Thailand. *Journal of Asian Earth Sciences,* 18(4), 415-426. doi:https://doi.org/10.1016/S1367-9120(99)00075-9

Steiner, F. (1991). *The Living Landscape : An Ecological Approach to Landscape Planning*. New York: McGraw-Hill.

Takaya, Y. (1971). Physiography of Rice Land in the Chao Phraya Basin of Thailand. *Japanese Journal of Southeast Asian Studies,* 9, 375-397.

Takaya, Y. (1987). *Agricultural Development of A Tropical Delta : A Study of the Chao Phraya Delta* (P. Hawkes, Trans.). Kyoto, Japan: The Center for Southeast Asian Studies, Kyoto University.

Thaitakoo, D. (1998). *The Application and Integration of Landscape Spatial Struture Analysis and Modeling in the Planning and Design of Nature Reserves. (Doctor of Philosophy).* University of California, Berkeley, (9923070)

Thaitakoo, D. (2017, 31 July - 4 August 2017). *Resilient Landscape in Southeast Asian Cities - Urbanization and it's impact on ecological services of Bangkok's urban ecosystem.* Paper presented at the 2nd TOT for Urban Climate Change Adaptation in Southeast Asia International Meeting on Building Capacity for Urban Climate Change Adaptation in Southeast Asia, EGL Hotel Bangkok, Thailand.

Thaitakoo, D. and McGrath, B. (2010). Chapter 3 Bangkok liquid perception: waterscape urbanism in the Chao Phraya river delta and implications to climate change adaptation. In S. Rajib & T. Danai (Eds.), *Water Communities* (Vol. 2, pp. 35-50): Emerald Group Publishing Limited.

Tomosugi, T. (1995). *Changing features of a rice growing village in central Thailand: A*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

fixed-point study from 1967-1993. Tokyo: The Toyo Bunko.

Turner, M. G. (1989). Landscape Ecology: The Effect of Pattern on Process. *Annual Review of Ecology and Systematics,* 20(1), 171-197. doi:10.1146/annurev.es.20.110189.001131

United States Geological Survey. (2019). *Landsat Level*-1 *Data Products* [Landsat Data]. Retrieved from: https://earthexplorer.usgs.gov/

United States Geological Survey. (2022a). landsat-satellite-missions. Retrieved from https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-satellite-missions

United States Geological Survey. (2022b). Spectral Bandpasses for all Landsat Sensors. Retrieved from https://www.usgs.gov/media/images/spectral-bandpasses-all-landsat-sensors

Way, D. L. (1973). *Terrain analysis*. Stroudsburg: Dowden, Hutchinson & Ross.

Wohl, E. (2018). Human Alterations of Rivers. In E. Wohl (Ed.), *Sustaining River Ecosystems and Water Resources* (pp. 59-104). Cham: Springer International Publishing.

Xu, H. (2006). Modification of Normalized Difference Water Index (NDWI) to Enhance Open Water Features in Remotely Sensed Imagery. *International Journal of Remote Sensing,* 27, 3025–3033. doi:10.1080/01431160600589179

Zonneveld, I. (1988). Landscape ecology and its application. *Landscape ecology and management*, 3-15.

Zonneveld, I. (1989). The land unit — A fundamental concept in landscape ecology, and its applications. *Landscape Ecology,* 3(2), 67-86. doi:10.1007/BF00131171

กรมทรัพยากรธรณี. (2551). การจำแนกขอบเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยา และทรัพยากรธรณี จังหวัดสุโขทัย. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรธรณี.

กรมทรัพยากรธรณี. (ม.ป.ป.). ข้อมูลภูมิศาสตร์สารสนเทศ กรมทรัพยากรธรณี [shapefile].

กรมทรัพยากรน้ำ. (2563). ชั้นข้อมูลแหล่งน้ำ (*FGDS)* [shapefile]. Retrieved from: https://opendata.data.go.th/dataset/item_60fac91a-01c5-43da-b429-19e145a1ce7a

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

กรมแผนที่ทหาร (Cartographer). (2554). แผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 ชุด L7018

กรมศิลปากร. (2557). ระบบชลประทานเมืองสุโขทัย. กรุงเทพฯ: โรงแรมบางกอกอินเฮาส์.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2562). ภูมิอากาศจังหวัดสุโขทัย. Retrieved from http://climate.tmd.go.th.

โครงการชลประทานสุโขทัย. (2563). โครงการชลประทานขนาดกลาง. Retrieved from http://ridceo.rid.go.th/sukhothai/index.php?option=com_content&view=article&id=26&Itemid=63

จรัณธร บุญญานุภาพ. (2557). หลักการรับรู้จากระยะไกลด้านนิเวศวิทยาพืชพรรณและการอนุรักษ์ (พิมพ์ครั้งที่ 2): โอเดียนสโตร์.

ฉวีวรรณ วุฒิญาโณ. (2543). ข้าวพื้นเมืองไทย: ศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.

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

เฉลิม พรกระแส. (2544). นทีศรียมนา. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.

เดชา บุญค้ำ. (2554). การวางแผนภูมิทัศน์ขนาดใหญ่กับการป้องกันน้ำท่วมเมือง: บรรยาย ณ ห้องประชุมสำนักศิลปกรรม ราชบัณฑิตยสถาน

ตรงใจ หุตางกูร และ นัทกฤษ ยอดราช. (2564). โฮโลซีน (Holocene). Retrieved from https://sac.or.th/portal/th/article/detail/230

ธิดา สาระยา. (2531). ข้าวไพร่-ข้าวเจ้า ของชาวสยาม. กรุงเทพฯ: เมืองโบราณ.

ธิดา สาระยา. (2544). ประวัติศาสตร์สุโขทัย : พลังคน อำนาจผี บารมีพระ. กรุงเทพฯ: เมืองโบราณ.

ธีรศักดิ์ ธนูศิลป์. (2564). พลวัตการจัดการภูมิศาสตร์ – วัฒนธรรมของเมืองโบราณสุโขทัย : มุมมองด้านโบราณคดีและธรณีวิทยา: บรรยายออนไลน์ พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติรามคำแหง.

ปัญญา จารุศิริ. สัน อัศวพัชร. สุวภาคย์ อิ่มสมุทร. กิตติ ขาววิเศษ. และ สันติ ภัยหลบลี้. (2545). ธรณีวิทยาเอเชียตะวันออกเฉียงใต้. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว. (2521). เที่ยวเมืองพระร่วง (พิมพ์ครั้งที่ 10). พระนคร: โรงพิมพ์บำรุงนุกูลกิจ.

พระราชบัญญัติการผังเมือง. (2560). กฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมสุโขทัย. Retrieved from https://download.asa.or.th/03media/04law/cpa/mr60-skt.pdf

พิเศษ เจียจันทร์พงษ์. (2562). สุโขทัยเมืองพระร่วง. กรุงเทพฯ: กรมศิลปากร.

มนตรี ชูวงษ์. (2554). ธรณีสัณฐานวิทยาพื้นฐาน: เทียนวัฒนาพริ้นท์ติ้ง.

ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง. (ม.ป.ป.-ก). ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน.

ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง. (ม.ป.ป.-ข). ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน.

ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง. (ม.ป.ป.-ค). ข้อมูลระดับน้ำรายวัน.

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร. (2555). การดำเนินการด้านการรวบรวมข้อมูลและ

วิเคราะห์ข้อมูลโครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำ และแบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้ง ลุ่มน้ำยม. ม.ป.ท.: บริษัท แอสดีคอน คอร์ปอเรชั่น จำกัด.

สมเด็จเจ้าฟ้ากรมพระยานริศรานุวัดติวงศ์. (2506). จดหมายระยะทางไปพิษณุโลก: โรงพิมพ์พระจันทร์.

สมพร สง่าวงศ์. (2552). การสำรวจจากระยะไกลในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินและการประยุกต์: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานจังหวัดสุโขทัย. (2541). ประวัติมหาดไทยส่วนภูมิภาคจังหวัดสุโขทัย (พิมพ์ครั้งที่ 2). สุโขทัย: สำนักงานจังหวัดสุโขทัย.

สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สนทช). (2564). *Shape File* พื้นที่ 22 ลุ่มน้ำ ตามพระราชกฤษฎีกา [shapefile]. Retrieved from: http://nwcc.onwr.go.th/download

สุจิตต์ วงษ์เทศ. (2562). สุโขทัยเมืองพระร่วง วิชาการก้าวหน้าของกรมศิลปากร. In: ต้นฉบับการประกอบการบรรยาย ให้สำนักพิพิธภัณฑ์ฯ กรมศิลปากร.

สุเพชร จิรขจรกุล. (2560). เรียนรู้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรม *ArcGIS Desktop* 10.5. นนทบุรี: บริษัท เอ.พี. กราฟฟิคดีไซน์และการพิมพ์ จำกัด.

เอนก สีหามาตย์. (2560). ระบบชลประทานและการควบคุมน้ำเมืองเก่าสุโขทัย: กรมศิลปากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	สุพิชญา โอสถศิลป์
วัน เดือน ปี เกิด	11 เมษายน 2535
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY