

การระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำจากปัจจัยทางด้านกายภาพของแม่น้ำและเมือง กรณีศึกษา แม่น้ำยมและเมืองแพร่

Riverscape Boundaries Identification Based on Physical Factors of River and City: A Case Study of The Yom River and Mueang Phrae

รับบทความ	03/10/2022
แก้ไขบทความ	03/11/2022
ยอมรับบทความ	03/11/2022

ณัฐพงศ์ สิริสมพรคง ดนัย ทายตะคุ

ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Nuttapong Sirisompornkong, Danai Thaitakoo

Department of Landscape Architecture, Faculty of Architecture, Chulalongkorn University

snuttapong.w@gmail.com, danaithai@gmail.com

บทคัดย่อ

การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มีความเกี่ยวข้องกับภูมินิเวศแม่น้ำในหลายมิติ โดยเฉพาะมิติทางนิเวศ ดังนั้นการระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำจึงเป็นส่วนสำคัญในการบ่งชี้ถึงเงื่อนไขที่แม่น้ำมีผลต่อการเลือกทำเลในการตั้งถิ่นฐานทั้งทางบกและทางลพ ซึ่งสามารถบ่งชี้ได้จากเงื่อนไขทางธรณีสัณฐานวิทยาของแม่น้ำ รวมถึงคุณลักษณะของแม่น้ำด้วย เช่น ระดับน้ำ การไหลของน้ำจากแม่น้ำ

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำยมในระดับต่าง ๆ ด้วยกราฟรูปตัด (cross section graph) จากข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลขที่เรียกว่า FABDEM ร่วมกับการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ที่นำมาจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน เพื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์ในเชิงพื้นที่ของแม่น้ำยมกับเมืองแพร่

ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพและตำแหน่งที่ตั้งของแม่น้ำยมและเมืองแพร่ ควบคู่กับการศึกษารูปแบบโครงสร้างของแม่น้ำ ทำให้เห็นว่าตัวเมืองแพร่ (บริเวณเมืองเก่า) ตั้งอยู่ชิดแนวเขตที่ราบน้ำท่วมถึงของแม่น้ำยมหรือตั้งอยู่บนลานตะพักลำน้ำ เป็นพื้นที่ซึ่งสามารถเข้าถึงแม่น้ำได้สะดวก และสามารถเลี่ยงผลกระทบจากกระบวนการของแม่น้ำได้ แต่ในปัจจุบันมีการขยายพื้นที่สิ่งปลูกสร้างล้ำเข้าไปในพื้นที่แม่น้ำยมมากขึ้น ซึ่งจะเกิดผลเสียต่อเมืองและภูมินิเวศแม่น้ำในอนาคต

คำสำคัญ: ภูมินิเวศแม่น้ำ จำแนกสิ่งปกคลุมดิน แบบจำลองความสูงเชิงเลข แม่น้ำยม เมืองแพร่

Abstract

Human settlements are related to riverscape in many dimensions, especially the ecological dimension. The identification of riverscape boundaries is therefore important to identify positive and negative riverscape conditions on human settlements. Riverscape boundaries can be identified by the river geomorphological conditions, including characteristics of the river, such as water level and hydrological regime. These characteristics can be identified clearly by the topographical analysis method.

This study aims to identify riverscape boundaries by comparing (1) cross section graphs constructed from digital elevation model: FABDEM, (2) land cover classification map using Landsat 8 imagery data to determine the spatial relationship between the Yom River and human settlement of Mueang Phrae. The results show that Phrae old town was located on the Yom River terrace, near floodplain area. This area had an easy access to the river and was not affected by impacts of the river dynamics. However, the built-up areas have been expanding into the Yom River boundaries, which will result in negative impacts on the city and the riverscape in the future.

keywords: *Riverscape, Land-cover Classification, FABDEM, Yom River, Mueang Phrae*

ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันพื้นที่เมืองมีการขยายตัวมากขึ้น และบางเมืองมีการขยายตัวไปในพื้นที่ของแม่น้ำ (Yousefi et al., 2019) แต่เดิมพื้นที่บริเวณแม่น้ำมักเป็นพื้นที่ที่มนุษย์เลือกในการตั้งถิ่นฐาน (McGaugh, 1970) เช่นเดียวกับเมืองแพร่ในปัจจุบัน ที่มีการขยายตัวออกจากขอบเขตเมืองเก่า เมืองแพร่ใช้ประโยชน์จากแม่น้ำยมและลำน้ำสาขา เช่น ความสำคัญต่อธุรกิจไม้สัก ทั้งด้านทรัพยากรธรรมชาติ และการขนส่งไม้สักทางน้ำ (องค์การบริหารส่วนจังหวัดแพร่, 2550) แต่ในปัจจุบันบทบาทในการใช้งานแม่น้ำยมเปลี่ยนแปลงไป การขยายตัวของเมืองในเชิงพื้นที่ รวมทั้งการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินผังเมืองรวมเมืองแพร่ พ.ศ. 2554 ที่มีการวางแผนขยายพื้นที่ใช้งานของมนุษย์เข้าไปในพื้นที่แม่น้ำมากขึ้น (กฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมเมืองแพร่ พ.ศ. 2554, 2554) ส่งผลให้การรับรู้และการตระหนักในคุณค่าความสำคัญของแม่น้ำลดลง

มนุษย์พึ่งพาธรรมชาติและปรับตัวไปตามสภาพแวดล้อม รวมถึงปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมเพื่อการอยู่อาศัย (McGaugh, 1970) การขยายตัวของเมืองเป็นการปรับเปลี่ยนภูมิทัศน์ โดยการเพิ่มพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง ลดพื้นที่ธรรมชาติ จึงส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและแม่น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม (Wohl, 2014) การพัฒนาเมืองอย่างไม่คำนึงถึงระบบแม่น้ำ ทำให้รูปแบบและการทำงานของระบบแม่น้ำเปลี่ยนแปลงไป (Gurnell, Lee, & Souch, 2007) ดังนั้นในบทความวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจตั้งแต่พื้นฐานในเชิงนิเวศของแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำ (riverscape) โดยเฉพาะประเด็นที่เกี่ยวกับการตั้งถิ่นฐาน จึงนำไปสู่คำถามในการวิจัย คือ (1) สามารถระบุขอบเขตของแม่น้ำและภูมินิเวศแม่น้ำได้อย่างไรจากสภาพเมืองในปัจจุบัน และ (2) รูปแบบโครงสร้างและกระบวนการของระบบแม่น้ำ มีผลอย่างไรต่อการเลือกทำเลในการตั้งถิ่นฐานของเมือง

การศึกษานี้อาศัยพื้นฐานจากแนวความคิดภูมินิเวศวิทยา (landscape ecology) ซึ่งภูมินิเวศแม่น้ำเป็นแนวคิดที่พัฒนาต่อเนื่องมาในภายหลัง (Torgersen et al., 2021) โดยมุ่งเน้นไปที่ระบบน้ำในภูมินิเวศ (Wiens, 2002) เป็นการศึกษาที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างของมนุษย์กับแม่น้ำมากขึ้น เข้าใจในกระบวนการและพลวัตของแม่น้ำ เพื่อตระหนักถึงสภาพตามธรรมชาติ และรับรู้ถึงคุณค่าที่แม่น้ำมีต่อมนุษย์ ความรู้ความเข้าใจดังกล่าวจะเป็นพื้นฐานสู่การวางแผนการจัดการหรือวางแผนอนาคตในการอยู่ร่วมกับแม่น้ำได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อระบุและอธิบายขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำในมิติทางนิเวศวิทยาในแต่ละระดับ (scales)
2. เพื่อศึกษาลักษณะทางธรณีสัณฐานของแม่น้ำกับการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์ โดยเฉพาะประเด็นด้านการตั้งถิ่นฐาน

ขอบเขตและพื้นที่ศึกษา

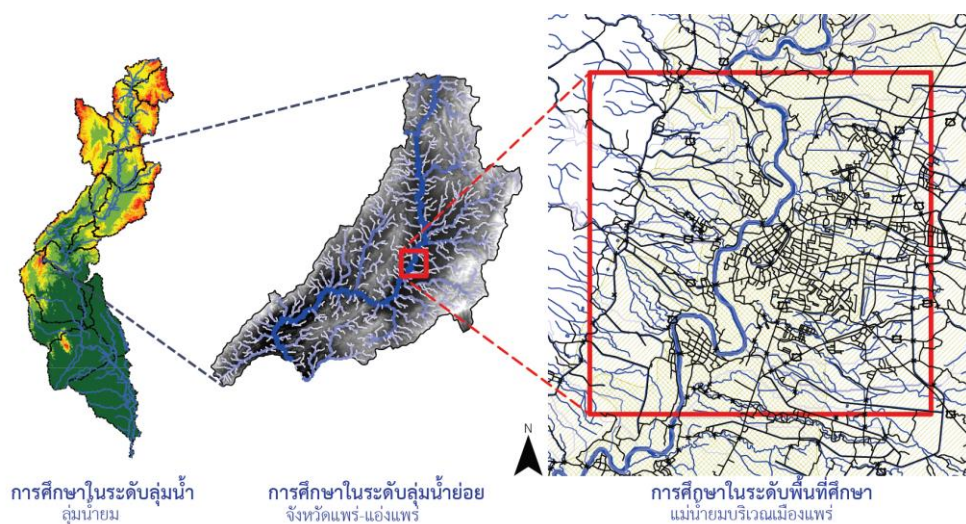
ในการศึกษาภูมินิเวศแม่น้ำจะต้องศึกษาในหลายระดับ โดยในแต่ละระดับมีประเด็นหรือแง่มุมที่สนใจแตกต่างกันแต่มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบหรือเครือข่าย (Erős & Lowe, 2019; Fausch et al., 2002; Torgersen et al., 2021; Wiens, 2002) ในการศึกษาส่วนใหญ่จึงมีการแบ่งขอบเขตออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับลุ่มน้ำ ระดับลุ่มน้ำย่อย และระดับลำน้ำ (Fausch et al., 2002) โดยในบทความวิจัยนี้จะมุ่งความสนใจเพียง 2 ระดับ ได้แก่ ระดับลุ่มน้ำย่อยหรือระดับแอ่ง และระดับลำน้ำหรือระดับพื้นที่ศึกษา

- 1 ระดับลุ่มน้ำย่อย (Sub watershed scale): เพื่ออธิบายลักษณะธรณีสัณฐานและภูมิประเทศที่เกี่ยวข้องกับแม่น้ำ ระดับลุ่มน้ำย่อยเป็นระดับในเชิงพื้นที่ที่เป็นส่วนประกอบหรือเป็นลุ่มน้ำสาขาของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ในการศึกษาเน้นให้ครอบคลุมพื้นที่แอ่งแพร่ จึงใช้แนวเขตจังหวัดแพร่ที่ประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อยหลายลุ่มเป็นพื้นที่ศึกษาเบื้องต้น ขอบเขตภูมินิเวศถูกกำหนดโดยธรรมชาติหรือกระบวนการเชิงนิเวศ รูปแบบสัณฐานของแม่น้ำและแอ่งเกิดจากกระบวนการทางธรณีวิทยาเกี่ยวกับหิน ดิน แร่ธาตุ และอื่น ๆ ผ่านการวิวัฒนาการและช่วงเวลายาวนาน (กรมทรัพยากรธรณี, 2549) ข้อมูลทางธรณีวิทยาจึงเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สามารถใช้ในการอธิบายลักษณะทางธรณีสัณฐานของพื้นที่แอ่งแพร่ เพื่อระบุขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำได้

2. ระดับลำน้ำหรือพื้นที่ศึกษา (Reach or site scale): เพื่ออธิบายโครงสร้างและกระบวนการของแม่น้ำยมที่เป็นปัจจัยในการระบุขอบเขตภูมินิเวศแม่น้ำ และเป็นเงื่อนไขให้กับการตั้งถิ่นฐานของเมืองแพร่ ระดับลำน้ำ เป็นระดับที่มุ่งความสนใจไปยังพื้นที่บริเวณลำน้ำหรือแม่น้ำสายเดียว ทำให้เห็นรายละเอียดในเชิงพื้นที่เพียงพอต่อการศึกษาด้านวัตถุประสงค์ ในการวิจัยนี้จึงใช้แนวเขตเมืองเก่าแพร่ที่ต่อเนื่องกับแม่น้ำยมและบริเวณทลเป็นพื้นที่ศึกษาหลัก ขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำในระดับนี้มีรูปแบบและกระบวนการของแม่น้ำเป็นปัจจัยสำคัญ (Fausch et al., 2002) จึงใช้ข้อมูลทางธรณีวิทยาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการของแม่น้ำ เช่น ตะกอนน้ำพาและตะกอนตะกักลำน้ำเป็นข้อมูลเบื้องต้น จากนั้นจึงศึกษาในรายละเอียดของรูปแบบโครงสร้างและกระบวนการของแม่น้ำตามสภาพธรรมชาติเพื่อระบุขอบเขตของแม่น้ำยม และอธิบายถึงความสัมพันธ์กับการใช้งานของมนุษย์

ลุ่มน้ำยมประกอบด้วยลุ่มน้ำสาขา 19 สาขา (สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ, 2564) แม่น้ำและลำน้ำต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำมีลักษณะเชื่อมโยงกันเป็นเครือข่ายในเชิงพื้นที่ สามารถระบุขอบเขตได้จากแนวสันปันน้ำที่เป็นจุดเริ่มต้นของลำน้ำตามทฤษฎีการลำดับชั้นลำน้ำ เช่น ทฤษฎีของ Strahler (1957) (อ้างถึงใน FISRWG, 1998) ซึ่งสอดคล้องกับแนวขอบเขตที่กำหนดโดยสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (2564) นอกจากนี้จังหวัดแพร่มีลักษณะทางธรณีวิทยา ลักษณะภูมิประเทศ และภูมิอากาศที่หลากหลาย ส่งผลให้เกิดภูมิทัศน์รูปแบบต่าง ๆ เช่น พื้นที่ราบลุ่ม (lowland) พื้นที่แอ่ง (valleys) ที่ราบน้ำท่วมถึง (floodplains) ซึ่งเป็นลักษณะที่มักมีมนุษย์อยู่อาศัยและตั้งถิ่นฐาน (McGaugh, 1970) เมืองเก่าแพร่เองเป็นเมืองหนึ่งที่ตั้งอยู่ในแอ่งแพร่ และมีปฏิสัมพันธ์กับแม่น้ำรวมถึงภูมิทัศน์ในแอ่งมายาวนาน จนเมืองมีการขยายตัวที่มากขึ้นอย่างในปัจจุบัน

ความเป็นเมืองของเมืองแพร่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพเรื่อยมา ขอบเขตด้านเวลาในการศึกษานี้จึงเน้นไปที่ข้อมูลในช่วงเวลาปัจจุบันหรือใกล้เคียงกับปัจจุบันที่สามารถดาวน์โหลดได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย เช่น ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลขที่เรียกว่า FABDEM (ค.ศ. 2019) โดยอาจมีการใช้ข้อมูลย้อนหลังมาช่วยในการอธิบายผลเพิ่มเติมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับขอบเขตของทางเดินแม่น้ำด้วย



ภาพ 1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาในแต่ละระดับ

ดัดแปลงจาก Hawker et al. (2022) และ กรมแผนที่ทหาร (2552)

ทบทวนวรรณกรรม

ความหมายของภูมินิเวศแม่น้ำ

ภูมินิเวศแม่น้ำ (riverscape) เป็นส่วนหนึ่งของภูมินิเวศ (landscape) โดยเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบน้ำ (Haslam, 2008; Wiens, 2002) และเป็นพื้นที่ซึ่งมีการซ้อนกันของมิติต่าง ๆ เช่น มิติทางธรรมชาติ มิติทางประวัติศาสตร์และ

วัฒนธรรม (Haslam, 2008; Stanford, Alexander, & Whited, 2017) จากการศึกษาทฤษฎีและคำนิยามต่าง ๆ สามารถจำแนกมุมมองของภูมินิเวศแม่น้ำออกเป็น 2 มุมมองหลัก คือ มุมมองในเชิงนิเวศ และมุมมองในเชิงสังคมหรือมนุษย์

ตาราง 1 งานวิจัยและบทความวิชาการเกี่ยวกับภูมินิเวศแม่น้ำ

Citation	คำฟ้องความหมาย	ความหมาย (Definition)	ขอบเขต (Boundary)
Wiens (2002)	- Riverine landscape - Riverine ecosystem - Stream landscape	- ระบบที่เกี่ยวข้องกับระบบของน้ำไม่ว่าจะเป็น Riverscape or Streamscape or Aquascape - แม่น้ำหรือลำธารเคยเป็นเพียงองค์ประกอบหนึ่งของโมเสกของภูมิทัศน์ (landscape mosaic) ซึ่งด้วยความหลากหลายที่มีอยู่ แม่น้ำเองจึงสามารถเป็น riverscape ในตัวเองด้วย	- ระบบที่เกี่ยวข้องกับน้ำทั้งหมด - ขึ้นอยู่กับระดับที่เปลี่ยนแปลง ระดับมีผลต่อปัจจัยต่าง ๆ เช่น คุณภาพของผืนภูมิทัศน์ ขอบเขต บริบท การเชื่อมต่อ การตอบสนองของสิ่งมีชีวิต
Fausch et al. (2002)	- Stream ecology / ecosystem	- แม่น้ำไม่ได้แยกเป็นสายเดียว แต่มีความต่อเนื่องและรวมถึงความหลากหลายในเชิงพื้นที่ของสภาพแวดล้อมของแม่น้ำ รวมถึงภูมินิเวศแม่น้ำที่ผ่านกาลเวลาด้วย	- ขึ้นอยู่กับระดับที่สนใจ ไม่สามารถศึกษาเพียงระดับเดียวได้ เพราะระดับมีความเชื่อมต่อกัน
Stanford, Alexander, & Whited (2017)	- River ecosystem	- มุมมองที่กว้างไกลของแม่น้ำหรือลำธาร และแหล่งน้ำ รวมถึงลักษณะทางธรรมชาติและวัฒนธรรม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน - มุมมองแบบองค์รวม ทั้งกระบวนการเชิงนิเวศวิทยา กระบวนการทางสังคม และกระบวนการทางเศรษฐกิจ ที่เชื่อมต่อกับสิ่งมีชีวิตและมนุษย์ในช่วงเวลา	- ครอบคลุมทั้งเครือข่ายของแม่น้ำ - ขอบเขตในการจัดการถูกกำหนดโดยด้านการปกครอง แต่ขอบเขตของระบบนิเวศมีการแลกเปลี่ยนด้วยการเคลื่อนที่ของวัสดุและพลังงาน ซึ่งมีธรรมชาติเป็นตัวกำหนด - ขอบเขตลุ่มน้ำเป็นขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำที่ใหญ่และซับซ้อน
Erős & Lowe (2019)	- Riverscape ecology	- หมายรวมถึงแหล่งที่อยู่อาศัยของลำธาร แม่น้ำ และขอบเขตชายน้ำที่เชื่อมโยงถึงกัน - มุมมองในเชิงพื้นที่ของระบบโครงสร้างที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบและกระบวนการเชิงนิเวศ ซึ่งให้ความสนใจมากกว่ามุมมองในเชิงเส้นของแม่น้ำ เช่น ต้นน้ำถึงปลายน้ำ - ภูมินิเวศแม่น้ำมีลักษณะเป็นระบบ (network)	- ขึ้นอยู่กับระดับที่สนใจ ทั้งเชิงพื้นที่และเวลา - โดยระดับในเชิงพื้นที่ (spatial) หมายถึงการเชื่อมโยงแต่ละลุ่มน้ำเป็นระบบเครือข่าย
Torgersen et al. (2021)	- Riverine ecology / ecosystem - Riverine landscape - A Scene of the river environment	- เป็นคำที่ทำให้เกิดมุมมองที่ต่างไปจากคำว่า 'scene' เพราะเกี่ยวข้องกับการรับรู้ของมนุษย์ (Meinig, 1979 อ้างถึงใน Torgersen et al., 2021) เปลี่ยนบริบทจากศิลปะสู่วิทยาศาสตร์ - มุมมองที่กว้างมากกว่า 'แม่น้ำ' ในแง่ของอิทธิพลของมนุษย์ กระบวนการทางกายภาพและชีวภาพ และสุนทรียภาพที่เกิดในพื้นที่ลุ่มน้ำ - แนวความคิดที่มีพื้นฐานบนแนวคิดที่ว่าแม่น้ำและสิ่งมีชีวิตเชื่อมโยงกับภูมิทัศน์ทั้งทางยาวด้านข้าง ทางตั้งและช่วงเวลา	- ขึ้นอยู่กับระดับ: ความละเอียด ขอบเขต และพื้นที่ที่สนใจ

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่า “ระดับ” (scale) เป็นประเด็นสำคัญที่กำหนดรายละเอียดและขอบเขตของภูมิภาคและภูมิภาคแม่น้ำ ปัจจัยและองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ขอบเขต บริบท ผืนภูมิทัศน์ ล้วนขึ้นอยู่กับระดับที่มีการเปลี่ยนแปลง (Wiens, 2002) โดยในทุกระดับยังคงมีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกันเป็นระบบ เช่นเดียวกันกับระบบแม่น้ำในเชิงพื้นที่

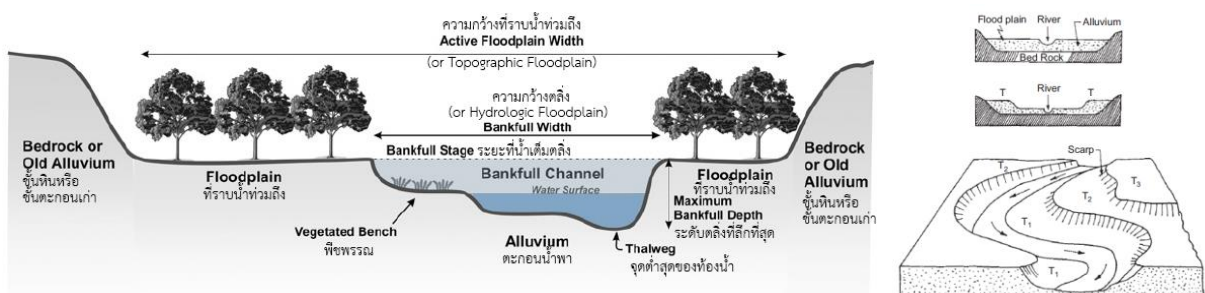
ด้วยความแตกต่างของระดับของภูมิภาคแม่น้ำ มีตั้งแต่ขนาดใหญ่อะดับลุ่มน้ำ (watershed scale) จนถึงขนาดเล็ก เช่น ระดับที่อยู่อาศัยขนาดเล็ก (microhabitat) (Wiens, 2002) เนื้อหาและขอบเขตของภูมิภาคแม่น้ำจึงแตกต่างกันไป แต่ขอบเขตของระบบนิเวศนั้นไม่มีความชัดเจนตายตัว เนื่องจากระบบนิเวศมีการแลกเปลี่ยน ถ่ายเทวัสดุและพลังงานอยู่ตลอดเวลา โดยมีธรรมชาติเป็นตัวกำหนด (Stanford, Alexander, & Whited, 2017) ดังนั้นในการระบุขอบเขตของภูมิภาคแม่น้ำในบทความวิจัยนี้จึงใช้การกำหนดประเด็นและเกณฑ์ที่ต้องการศึกษาในแต่ละระดับ โดยอ้างอิงจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับภูมิภาคแม่น้ำ (ตาราง 1) และขอบเขตของพื้นที่ศึกษาที่ได้กล่าวไปข้างต้น

1. แม่น้ำในมุมมองเชิงนิเวศ

แม่น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของภูมิภาคแม่น้ำ ซึ่งเป็นต้นทุนทางธรรมชาติให้กับมนุษย์ มนุษย์จึงใช้ประโยชน์จากแม่น้ำหลายด้าน รวมถึงการตั้งถิ่นฐานในบริเวณใกล้กับแม่น้ำด้วย (McGaugh, 1970; Wiens, 2002; Wohl, 2014) แม่น้ำเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดภูมิประเทศรูปแบบต่าง ๆ (McGaugh, 1970; Wohl, 2014) และเป็นตัวเชื่อมต่อของน้ำ แร่ธาตุและพลังงานภายในระบบนิเวศ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของตะกอนและแร่ธาตุไปสู่สิ่งแวดล้อมอื่น เป็นผลให้เกิดความหลากหลายทั้งในระบบแม่น้ำและสิ่งแวดล้อมโดยรอบ (Leopold et al., 1964 อ้างถึงใน Wohl, 2014) การเกิดขึ้นของแม่น้ำไม่ได้เกิดขึ้นอย่างแยกออกจากกัน แต่ต่างเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบหรือเครือข่าย (Rhoads, 2020)

ภูมิภาคแม่น้ำเกี่ยวข้องกับกระบวนการของลำน้ำ (fluvial process) และน้ำในระบบนิเวศ มีองค์ประกอบหลักคือ

- 1) ทางเดินแม่น้ำ (River corridor): แม่น้ำ มีองค์ประกอบหลายส่วนที่มากกว่าเพียงแค่ช่องทางน้ำ พื้นที่ริมฝั่งน้ำหรือที่ราบน้ำท่วมถึงเป็นส่วนหนึ่งของแม่น้ำด้วยเช่นกัน (European Environment Agency, 2020) โดย FISRWG (1998) ได้อธิบายองค์ประกอบหลักของทางเดินแม่น้ำไว้ดังนี้
 - ช่องทางน้ำ (Stream channel) หรือแนวลำห้วย คือ ส่วนที่น้ำและตะกอนไหลผ่าน โดยรูปแบบของช่องทางน้ำ (channel form) สะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นของตะกอนและการพัดพาตะกอน การไหลของน้ำ โครงสร้างหิน ภูมิอากาศ รวมถึงอินทรีย์สารในแนวช่องทางน้ำและบริบทโดยรอบ
 - ที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain) พื้นที่ทั้งสองด้านหรือด้านใดด้านหนึ่งของช่องทางน้ำที่น้ำสามารถท่วมได้ ลักษณะทางธรณีสัณฐานวิทยาของที่ราบน้ำท่วมถึงเกิดจากกระบวนการต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความหลากหลายของลักษณะเฉพาะของพื้นที่ (Opperman et al., 2017)
 - แนวเขตที่เปลี่ยนผ่านจากผืนน้ำสู่ที่ราบสูง (Transitional upland fringe) คือพื้นที่ราบที่อยู่สูงชันกว่าที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งเป็นพื้นที่เปลี่ยนผ่านระหว่างส่วนที่ได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำกับภูมิทัศน์โดยรอบ อาจสังเกตได้จากลักษณะทางธรณีสัณฐานที่เรียกว่า ลานตะพักแม่น้ำ (river terrace)



ภาพ 2 องค์ประกอบของทางเดินแม่น้ำ (ซ้าย) และ ภาพ 3 กระบวนการเกิดของลานตะพักลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง (ขวา)

ดัดแปลงจาก FISRWG (1998, pp. 1-18), Rhoads (2020, p. 145) และ Garde (2006, p. 96)

2) กระบวนการและพลวัตของแม่น้ำ

เนื่องจากระบบแม่น้ำมีคุณลักษณะที่สำคัญคือ การไหลของน้ำ การขนส่งตะกอน และสิ่งแวดล้อมวิทยา ซึ่งทั้ง 3 คุณลักษณะเกิดขึ้นอย่างเป็นวัฏจักร (Rhoads, 2020) แสดงว่าแม่น้ำมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลาโดยมีน้ำเป็นตัวกลางในการนำพาสิ่งต่าง ๆ ทั้งพลังงาน วัสดุและแร่ธาตุ (Wohl, 2014) เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดกระบวนการต่าง ๆ อย่างเป็นพลวัต โดยมีกระบวนการที่สำคัญคือ การเชื่อมต่อของแม่น้ำ (river connectivity) ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 มิติ (Opperman et al., 2017; Wiens, 2002) คือ ความเชื่อมต่อในมิติตามยาว (longitudinal connectivity) ความเชื่อมต่อในมิติตามขวางหรือด้านข้าง (lateral connectivity) และความเชื่อมต่อในมิติทางตั้ง (vertical connectivity)

ระบบแม่น้ำมีพลวัต (dynamic) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจึงเป็นเรื่องปกติตามธรรมชาติ (Hammit & Cole, 1987 อ้างถึงใน Thaitakoo, 1998) และส่งผลต่อโครงสร้างทางกายภาพของแม่น้ำและภูมินิเวศ เช่น การกัดเซาะและทับถมของตะกอนจากการไหลของน้ำ การขยายตัวและหดตัวทางขวางของแม่น้ำในที่ลุ่ม เป็นวัฏจักรที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากความผันแปรของกระแสน้ำในทุกช่วงปี (Modi, Kapoor, & Tare, 2022) แนวตลิ่งและขนาดช่องทางน้ำ จึงมีการเปลี่ยนแปลงทั้งจากการกัดเซาะและทับถมของตะกอนที่ทำให้เกิดการขยายตัวและถูกตัดขาดของผืนดิน (Bierman & Montgomery, 2014)

กระบวนการและการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำ ส่งผลต่อรูปแบบโครงสร้างทางกายภาพของภูมินิเวศ และลักษณะทางธรณีสัณฐาน ซึ่งเป็นเงื่อนไขของความสัมพันธ์ระหว่างภูมินิเวศแม่น้ำกับมนุษย์ โดยเฉพาะเรื่องการจัดถิ่นฐาน

2. ภูมินิเวศแม่น้ำในมุมมองของมนุษย์

มนุษย์เป็นส่วนหนึ่งของภูมินิเวศแม่น้ำ การที่มนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับแม่น้ำและภูมินิเวศส่งผลกระทบต่อแม่น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม (Wohl, 2014) โดยเฉพาะการจัดถิ่นฐานที่มนุษย์มักจะเลือกอยู่ใกล้กับแม่น้ำที่เป็นแหล่งทรัพยากรที่สำคัญ ซึ่งการที่มีคนอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นแสดงถึงความเพียงพอของทรัพยากรในพื้นที่ (McGaugh, 1970)

การเข้าถึงทรัพยากรน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญของการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งถิ่นฐาน เพราะน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำจะถูกนำไปใช้ในการดำรงชีวิต และการเกษตร ตลอดจนการเดินทางขนส่ง (Rashid, 2020; Wang & Gao, 2020) นอกจากนี้ลักษณะทางกายภาพอื่นก็มีบทบาทสำคัญเช่นกัน เช่น เป็นตำแหน่งพื้นที่ที่ติดต่อสื่อสารได้สะดวก มีความอุดมสมบูรณ์ของที่ดินที่เพียงพอต่อการเพาะปลูก เป็นพื้นที่ที่หลีกเลี่ยงน้ำท่วมได้ (Rashid, 2020) ดังนั้นในพื้นที่ลักษณะแอ่ง (เช่น แอ่งแพร่) มนุษย์จึงมักเลือกบริเวณลานตะพักแม่น้ำเป็นพื้นที่ในการตั้งถิ่นฐาน เนื่องจากเข้าถึงแม่น้ำได้สะดวก มีที่ดินที่อุดมสมบูรณ์เหมาะต่อการทำเกษตร และสามารถหลีกเลี่ยงหรือป้องกันผลกระทบจากกระบวนการของแม่น้ำได้ เช่น น้ำท่วมน้ำหลากในช่วงเวลาปกติ (Wang & Gao, 2020) เป็นการปรับตัวที่เข้าใจในสภาพตามธรรมชาติ เพื่ออยู่ร่วมกับพลวัตของแม่น้ำ

เครื่องมือและวิธีในการศึกษา

ในการศึกษานี้ นอกจากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับภูมินิเวศแม่น้ำแล้ว ยังใช้วิธีในการศึกษาอีก 2 อย่างคือ การทำกราฟรูปตัดลักษณะพื้นผิวภูมิประเทศ (cross section graph) เพื่อศึกษาลักษณะทางธรณีสัณฐานและรูปแบบภูมิประเทศ รวมถึงโครงสร้างทางกายภาพของแม่น้ำ และการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน (land cover classification) ออกเป็นผืนภูมิทัศน์ (patch) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบกับบทบาทของภูมิทัศน์ ที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงการใช้ที่ดินของมนุษย์ เมื่อนำผลจากทั้งสองวิธีมาเปรียบเทียบกัน จะช่วยให้สามารถระบุขอบเขตของภูมินิเวศแม่น้ำได้

1. การทำกราฟรูปตัดลักษณะพื้นผิวภูมิประเทศ (Cross section graph) ใช้ข้อมูล ดังนี้
 - ข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลขที่เรียกว่า Forest And Buildings removed copernicus DEM: FABDEM ที่มีการปรับแก้ข้อมูลด้วยเทคนิคทางระบบคอมพิวเตอร์ ที่นำพื้นที่ปลูกสร้างและความสูงของต้นไม้ออก เพื่อให้เห็นข้อมูลลักษณะพื้นผิวภูมิประเทศจริง (Hawker et al., 2022) โดย FABDEM ใช้ฐานข้อมูลจากปี พ.ศ. 2562 (ค.ศ. 2019) ซึ่งในปัจจุบันแหล่งข้อมูลยังคงมีการอัปเดตข้อมูลอยู่ (Hawker & Neal, 2021)

- ข้อมูลแผนที่ธรณียาของประเทศไทย ที่มีการจำแนกลักษณะชั้นหิน ดิน และอื่น ๆ ซึ่งผ่านการวิวัฒนาการและกระบวนการจนเกิดเป็นภูมิทัศน์รูปแบบต่าง ๆ เพื่อใช้ระบุขอบเขตภูมิโนเวคแม่น้ำในระดับแอ่งแพร่
 - 2. การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน (Land cover classification)
 - อ้างอิงจากระบบ High Ecological Resolution Classification for Urban Landscapes and Environmental Systems: HERCULES ที่เน้นความสนใจไปที่โครงสร้างทางชีวกายภาพของภูมิทัศน์ (Cadenasso et al., 2007) อ้างถึงใน มิ่งขวัญ นันทวิสัย, 2559) ซึ่งแบ่งประเภทสิ่งปกคลุมดินออกเป็น 3 องค์ประกอบคือ อาคาร วัสดุพื้นผิว และพืชพันธุ์ และแบ่งเป็นลักษณะย่อยได้ 6 ลักษณะคือ ต้นไม้ใหญ่ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน ดินเปล่า พื้นลาดแข็ง อาคาร และ กลุ่มอาคาร (Cadenasso et al., 2013) แต่ในการศึกษานี้แบ่งการจำแนกออกเป็น 5 กลุ่ม คือ (1) สิ่งปลูกสร้าง (2) ไม้พุ่มไม้คลุมดิน (3) ต้นไม้ใหญ่ (4) พื้นผิวน้ำ (5) พื้นที่เกษตร เพื่อศึกษาลักษณะของผืนภูมิทัศน์ตามสิ่งปกคลุมผิวดินที่สามารถสะท้อนถึงการใชที่ดินของเมืองได้
 - ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 เลือกใช้ปีที่ใกล้เคียงกับช่วงเวลาปัจจุบันและมีข้อมูลที่สามารถดาวน์โหลดได้ โดยมีเมฆปิดบังพื้นที่น้อยที่สุด จึงใช้ข้อมูลจากปี พ.ศ. 2564 ช่วงเดือนตุลาคมและธันวาคมจาก USGS (2021)
- ผลที่ได้จากการจำแนกจะนำไปเปรียบเทียบกับกราฟรูปตัดภูมิประเทศ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งปกคลุมดินกับลักษณะทางสัณฐานของพื้นที่ซึ่งเป็นลักษณะทางกายภาพที่จะต้องใช้เวลามากในการเปลี่ยนแปลงสภาพตามธรรมชาติ

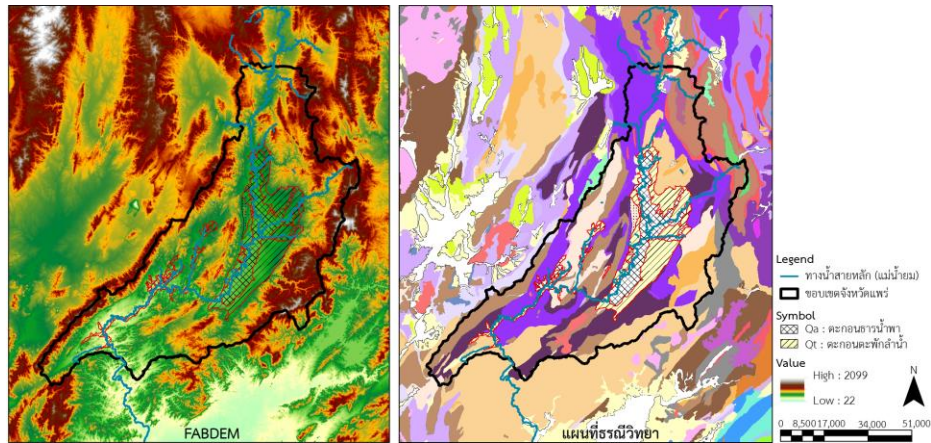
ผลการวิจัย

1. ระดับลุ่มน้ำย่อยหรือระดับแอ่ง (Sub watershed scale)

เนื่องจากธรณียาและลักษณะภูมิประเทศเป็นปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่อองค์ประกอบอื่นในภูมิโนเวค จึงเริ่มการศึกษาจากปัจจัยดังกล่าว จากการเปรียบเทียบแผนที่ธรณียาของจังหวัดแพร่และแบบจำลองความสูงเชิงเลข จะเห็นว่าบางพื้นที่ที่มีระดับความสูงใกล้เคียงกัน แตกต่างกันที่สภาพทางธรณียา เช่น เป็นชั้นดินตะกอน หรือเป็นชั้นหิน ซึ่งสัมพันธ์กับตำแหน่งที่ลำน้ำไหลผ่าน ส่งผลให้คุณลักษณะของภูมิทัศน์มีลักษณะแตกต่างกัน สามารถใช้เป็นตัวแปรในการระบุพื้นที่แอ่งแพร่ได้

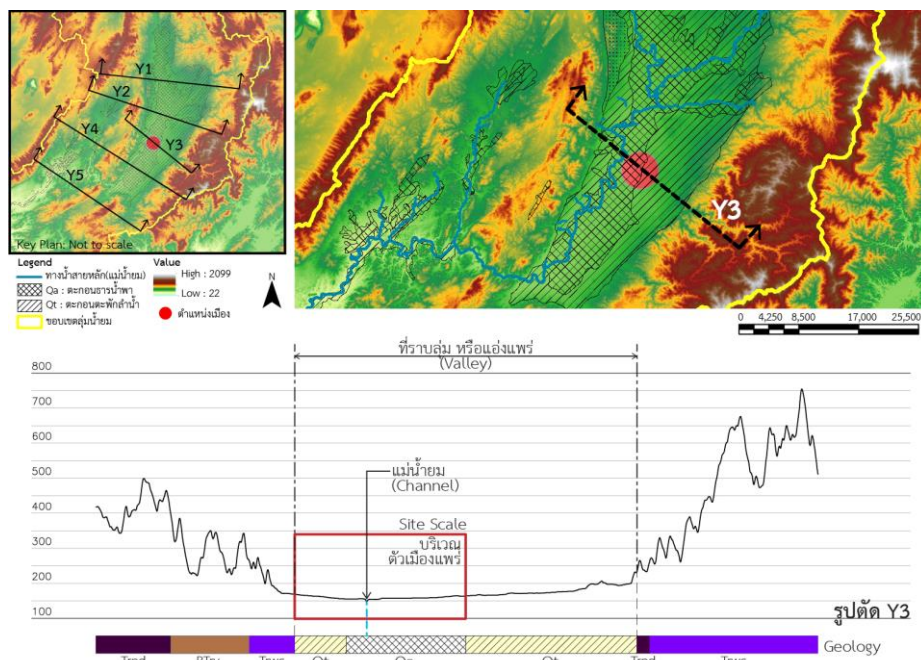
พื้นที่แอ่งแพร่นั้นเป็นที่ราบลุ่มที่มีแม่น้ำยมไหลผ่าน (ภาพ 6) แม่น้ำและลำน้ำสาขาเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศและลักษณะทางธรณียา โดยในพื้นที่แอ่งประกอบด้วยวัสดุตะกอนธารน้ำพา (Qa) และตะกอนลานตะพักลำน้ำ (Qt) (กรมทรัพยากรธรณี, 2559) เป็นลักษณะทางธรณียาที่ได้รับอิทธิพลโดยตรงจากระบบแม่น้ำ พื้นที่ราบลุ่มขนาดใหญ่ที่ประกอบด้วยดินตะกอน ที่คนสามารถใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เป็นปัจจัยที่เอื้อประโยชน์ในการตั้งถิ่นฐาน ส่วนพื้นที่ด้านทิศใต้ของจังหวัดที่มีระดับความสูงใกล้เคียงกัน แต่สภาพทางธรณียาแตกต่างไป ประกอบด้วยชั้นหินโคลน Trwc (ส่วนสีม่วง) และชั้นหินอื่น ๆ โดยมีชั้นดินตะกอนจำกัดอยู่ในช่วงที่แม่น้ำยมไหลผ่านเท่านั้น (รูปตัด Y5)

ทั้งจากขนาดพื้นที่และคุณลักษณะทางกายภาพ บริเวณแอ่งแพร่จึงมีประชากรอยู่อาศัยจำนวนมาก โดยเฉพาะบริเวณใกล้เคียงกับแนวแม่น้ำยม ที่จะสามารถมองเห็นตำแหน่งของชุมชนหรือเมืองได้ตลอดแนวแม่น้ำ

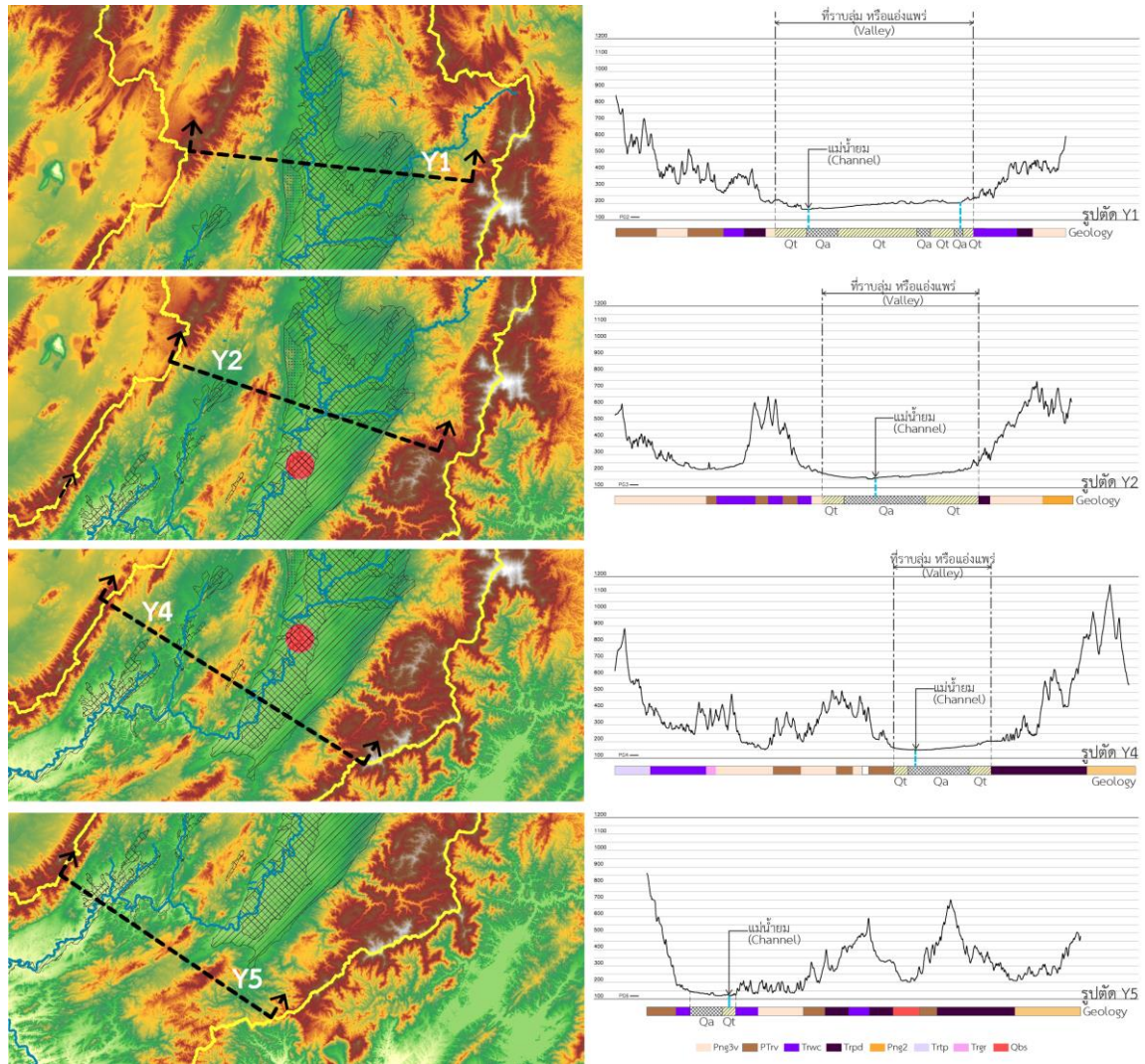


ภาพ 4 แบบจำลองความสูงเชิงเลข (FABDEM) (ซ้าย) เปรียบเทียบกับแผนที่ธรณีวิทยาของจังหวัดแพร่ (ขวา)
ดัดแปลงจาก Hawker & Neal (2021) และ กรมทรัพยากรธรณี (2559)

รูปตัด Y1, Y2 และ Y3 แสดงลักษณะภูมิประเทศบริเวณแอ่งที่มีแม่น้ำยมไหลผ่านและเป็นตัวแปรของกระบวนการที่ทำให้เกิดตะกอน Qa และ Qt ซึ่งเป็นตะกอนที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก ด้วยขนาดพื้นที่ที่กว้างและมีทรัพยากรเพียงพอต่อการดำรงชีวิตและอยู่อาศัยของคน พื้นที่แอ่งแพร่จึงมีพัฒนาการความเป็นเมืองมากกว่าพื้นที่ส่วนอื่นของจังหวัด (ภาพ 5)



ภาพ 5 รูปตัด Y3 แสดงลักษณะภูมิประเทศแอ่งแพร่ ดัดแปลงจาก Hawker & Neal (2021) และ กรมทรัพยากรธรณี (2559)



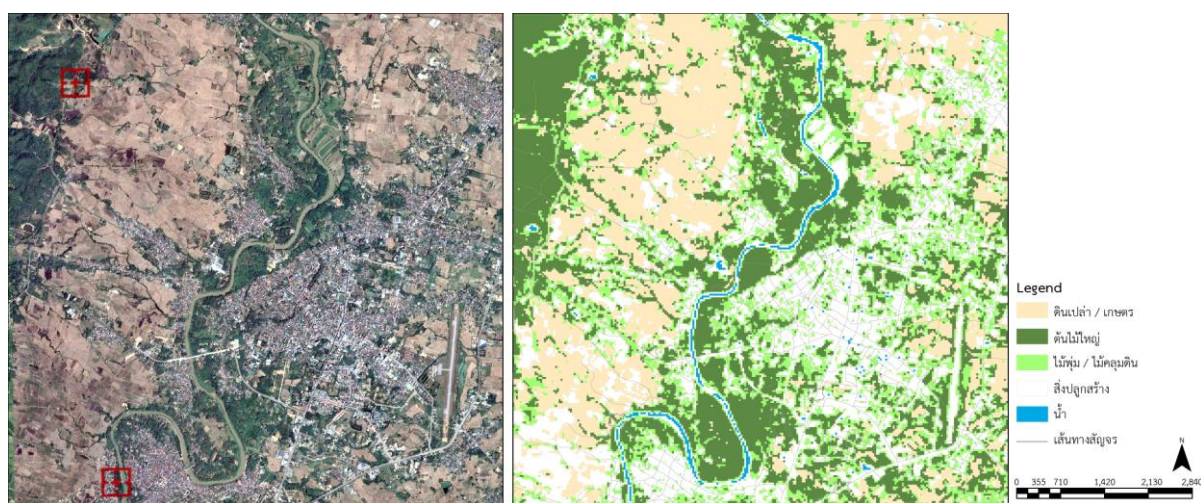
ภาพ 6 รูปตัด Y1, Y2, Y4 และ Y5 แสดงลักษณะภูมิประเทศและขนาดของแอ่งพวย เปรียบเทียบกับข้อมูลธรณีวิทยา
ดัดแปลงจาก Hawker & Neal (2021) และ กรมทรัพยากรธรณี (2559)

รูปตัด Y1, Y2 และ Y4 (ภาพ 6) จะเห็นว่าตำแหน่งดินตะกอนจะอยู่ในบริเวณพื้นที่ราบและมีแม่น้ำไหลผ่าน โดยมีขอบเขตแอ่งเป็นแนวเขาลาดชันที่เกิดจากชั้นหินอื่น และรูปตัด Y5 ตัดในส่วนพื้นที่ทางทิศใต้ของจังหวัดผ่านบริเวณคล้ายหุบเขาหรือแอ่งขนาดเล็กทางฝั่งตะวันตกของแอ่งพวย ซึ่งมีแม่น้ำยมไหลผ่านเช่นกัน แต่ด้วยขนาดพื้นที่ที่แคบและมีชั้นดินตะกอนจำกัด ทำให้ชุมชนหรือถิ่นฐานของคนบริเวณนี้มีปริมาณน้อยและวางตัวอยู่แค่บริเวณริมแม่น้ำเป็นหลัก ดังนั้นในบริเวณแอ่งพวยที่มีขนาดกว้างใหญ่กว่า และมีวัสดุทางธรณีวิทยาที่สามารถใช้ประโยชน์ได้มากกว่า จึงเป็นเงื่อนไขที่เอื้อให้คนมาตั้งถิ่นฐานในบริเวณแอ่งพวยมากกว่า นอกจากนี้เมืองพวยยังมีชื่อเสียงด้านธุรกิจค้าไม้สัก ทั้งด้านการขนส่งและการมีแหล่งไม้สักตามธรรมชาติ (องค์การบริหารส่วนจังหวัดพวย, 2550) เป็นประโยชน์ที่ได้มาจากทำเลที่ตั้งของเมืองในบริเวณแอ่ง ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับระบบแม่น้ำ เช่น แม่น้ำยมเป็นแม่น้ำสายสำคัญในการขนส่งไม้สัก ลักษณะทางด้านกายภาพและอุทกวิทยาของภูมิโนเวศที่ราบลุ่มมีความเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของไม้สัก รวมถึงพืชพันธุ์อื่น พื้นที่ในแนวขอบเขตแอ่งพวยตามลักษณะภูมิประเทศและธรณีวิทยาจึงมีศักยภาพเพียงพอต่อการตั้งถิ่นฐานและการอยู่อาศัยของมนุษย์

2. ระดับลำน้ำหรือพื้นที่ศึกษา (Reach or site scale)

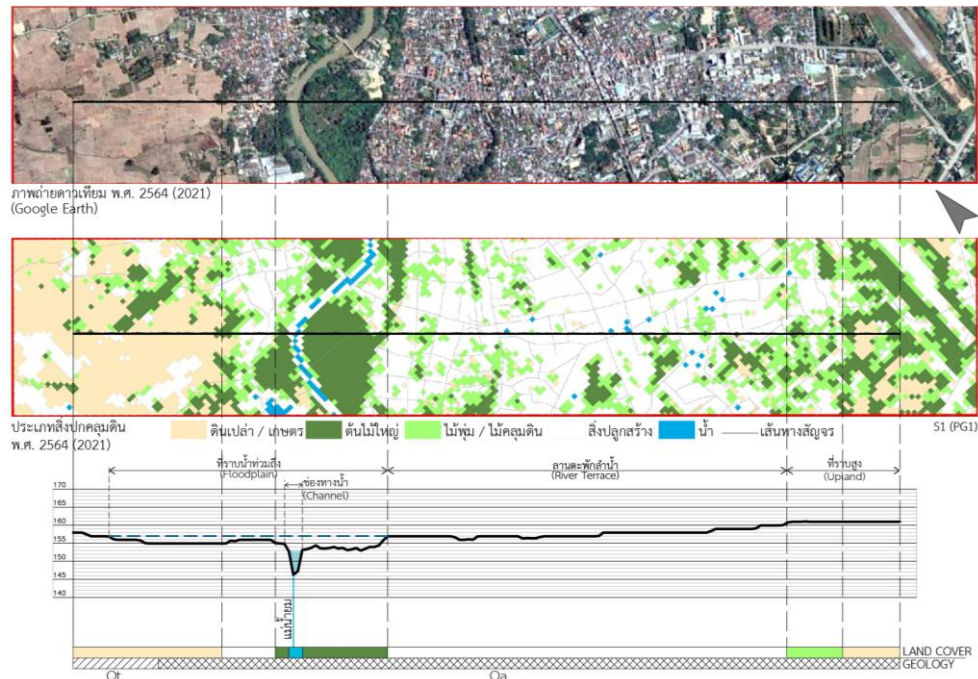
การระบุขอบเขตของภูมิโนเวศแม่น้ำในระดับลำน้ำ จะเน้นการศึกษาในเรื่ององค์ประกอบโครงสร้างเชิงกายภาพและกระบวนการของแม่น้ำที่มีความเชื่อมโยงกับการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์ โดยสังเกตจากลักษณะของสิ่งปกคลุมดินที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์ได้

ภาพ 7 แสดงการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินด้วยข้อมูล Landsat 8 ที่สามารถดาวน์โหลดได้จาก USGS (2021) โดยใช้ข้อมูลช่วงเดือนตุลาคมและธันวาคม พ.ศ. 2564 มาประมวลผลร่วมกัน เพื่อให้สามารถจำแนกพื้นที่เกษตรกรรมได้ ข้อมูลที่ได้จากการจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ มีความสอดคล้องกับภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google Earth (2021) ซึ่งสามารถอธิบายถึงโครงสร้างทางกายภาพที่สังเกตได้จากการจำแนกออกเป็นผืนภูมิทัศน์ สามารถมองเห็นแนวพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่ติดกับช่องทางน้ำ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เมือง รวมถึงพื้นที่ต้นไม้ตามธรรมชาติได้อย่างชัดเจน เมื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกับกราฟรูบัตตัดจากข้อมูล FABDEM จะเห็นได้ถึงเชื่อมโยงระหว่างภูมิโนเวศกับมนุษย์มากขึ้น (ภาพ 8)

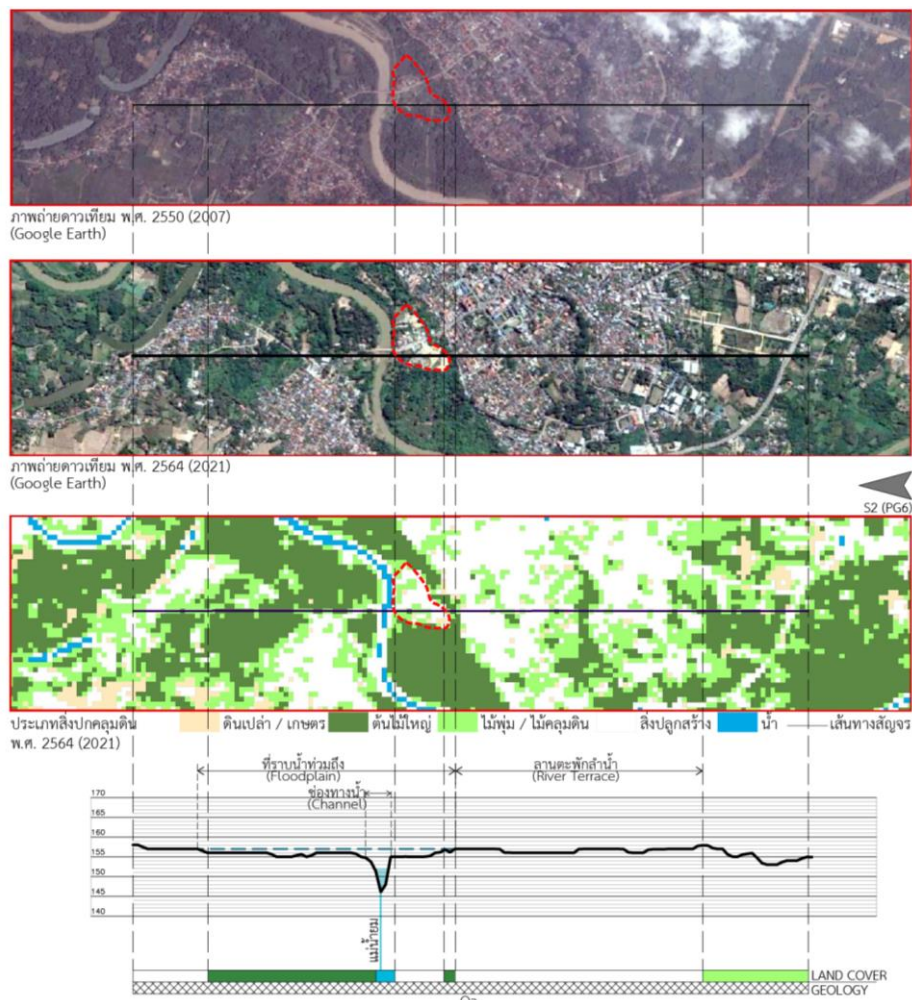


ภาพ 7 เปรียบเทียบภาพถ่ายดาวเทียมเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 (ซ้าย) และการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินของปี พ.ศ. 2564
ดัดแปลงจาก Google Earth (2021) และ USGS (2021)

จากกราฟรูบัตตัดภาพ 8 จะเห็นลักษณะธรณีสัณฐานของพื้นที่ที่สามารถอธิบายโครงสร้างทางกายภาพของภูมิโนเวศแม่น้ำได้ พื้นที่ต่อเนื่องกับช่องทางน้ำเป็นที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งมีพื้นที่ต่อเนื่องกับลานตะพักลำน้ำ (river terrace) ที่มีความสูงจากแนวตลิ่งของช่องทางน้ำประมาณ 4 เมตร เมื่อเปรียบเทียบกับภาพถ่ายดาวเทียมและประเภทสิ่งปกคลุมดินพบว่าพื้นที่สิ่งปลูกสร้างหรือตัวเมืองแพร่ แสดงให้เห็นว่าเมืองแพร่ตั้งอยู่บนลานตะพักลำน้ำติดกับที่ราบน้ำท่วมถึง บริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงนี้เป็นพื้นที่ธรรมชาติที่มีความหนาแน่นของไม้ต้น (สีเขียว) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากกระบวนการและพลวัตของแม่น้ำ



ภาพ 8 รูปตัดขยาย S1 แสดงลักษณะพื้นฐานของภูมิโนแ่น้ำยม เปรียบเทียบกับการจำแนกสิ่งปกคลุมดินและภาพถ่ายดาวเทียม พ.ศ. 2564
ดัดแปลงจาก Google Earth (2021), USGS (2021) และ Hawker and Neal (2021)



ภาพ 9 รูปตัดขยาย S2 เปรียบเทียบลักษณะพื้นฐานของภูมิโนแ่น้ำยมกับการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน และภาพถ่ายดาวเทียม
ดัดแปลงจาก Google Earth (2021), USGS (2021) และ Hawker and Neal (2021)

พื้นที่ในฝั่งตะวันตกของแม่น้ำยมจากภาพ 8 มองเห็นเป็นพื้นที่สิ่งปลูกสร้างหรือชุมชนเมืองอยู่ในตำแหน่งชิดกับช่องทางน้ำ ซึ่งหากเปรียบเทียบกับระดับความสูงของลานตะพักลำน้ำแล้ว พื้นที่ในส่วนนี้จะอยู่ในส่วนของที่ราบน้ำท่วมถึง แต่มีระดับความสูงมากกว่าพื้นที่ข้างเคียงซึ่งมีการใช้งานเป็นพื้นที่เกษตรกรรมเล็กน้อย

จากข้อมูลในเชิงพื้นที่ทั้งภาพถ่ายดาวเทียมและการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน พ.ศ. 2564 ของภาพ 9 จะเห็นผืนภูมิทัศน์ของสิ่งปลูกสร้าง (กรอบสีแดง) ถ้าเข้ามาอยู่ในพื้นที่สีเขียวที่ติดกับช่องทางน้ำ เพราะหากพิจารณาจากระดับความสูงและตำแหน่งตามกระบวนการและโครงสร้างของแม่น้ำแล้ว พื้นที่ส่วนนี้เป็นส่วนของที่ราบน้ำท่วมถึง อย่างไรก็ตามเพื่อให้เกิดความชัดเจนมากขึ้นของแนวขอบเขตทางเดินแม่น้ำ จึงใช้ภาพถ่ายดาวเทียมย้อนหลัง พ.ศ. 2550 ซึ่งเป็นช่วงปีที่ยังไม่ปรากฏผืนสิ่งปลูกสร้างในบริเวณดังกล่าวมาเปรียบเทียบเพิ่มเติม ทำให้เห็นแนวขอบเขตระหว่างพื้นที่สีเขียวที่เป็นที่ราบน้ำท่วมถึงกับแนวของสิ่งปลูกสร้างได้ชัดเจน เมื่อวิเคราะห์ร่วมกับผลจากปี พ.ศ. 2564 แสดงให้เห็นว่าเมืองแพร่ตั้งอยู่บนพื้นที่ลานตะพักลำน้ำเป็นความสัมพันธ์ของการตั้งถิ่นฐานกับเงื่อนไขด้านกายภาพของภูมิโนเวศแม่น้ำที่เห็นได้จากสภาพความเป็นเมืองในปัจจุบัน

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

(1) การระบุขอบเขตภูมิโนเวศแม่น้ำแตกต่างกันไปตามแต่ละระดับและวัตถุประสงค์ในการศึกษา โดยในบทความวิจัยนี้ใช้ข้อมูลธรณีวิทยาเป็นข้อมูลเริ่มแรกในการระบุ เนื่องจากข้อมูลทางธรณีวิทยาเป็นปัจจัยพื้นฐานของปัจจัยอื่นที่ทำให้เกิดภูมิโนเวศ และเป็นข้อมูลที่ใช้เวลายาวนานในการก่อตัวหรือเปลี่ยนแปลง จึงสามารถใช้เป็นเกณฑ์ร่วมกับวิธีวิจัยอื่นในแต่ละระดับได้ ทั้งนี้ ขอบเขตของภูมิโนเวศแม่น้ำนั้นมีความไม่ชัดเจน เนื่องจากระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงและเคลื่อนที่ตลอดเวลาในการศึกษานี้จึงนำขอบเขตจากปัจจัยเชิงนิเวศ เช่น ขอบเขตของทางเดินแม่น้ำ มาวิเคราะห์ร่วมกับมิติในเชิงมนุษย์ เพื่อศึกษาขอบเขตและความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างทั้ง 2 ปัจจัย ด้วยการวิเคราะห์ลักษณะทางธรณีสัณฐานจากข้อมูล FABDEM และการจำแนกสิ่งปกคลุมดินจากภาพถ่ายดาวเทียม โดยใช้ข้อมูลจากช่วงเวลาใกล้เคียงกันและใกล้เคียงกับช่วงเวลาในปัจจุบัน

(2) จากการวิเคราะห์ลักษณะทางธรณีสัณฐานวิทยา พบว่าเมืองแพร่ในปัจจุบันซึ่งมีศูนย์กลางเป็นตัวเมืองเก่าตั้งอยู่ในพื้นที่ที่เรียกว่า ลานตะพักลำน้ำ (river terrace) ติดกับที่ราบน้ำท่วมถึงของแม่น้ำยม เป็นบริเวณที่เข้าถึงแม่น้ำได้สะดวก มีที่ดินที่เอื้อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และสามารถเลี่ยงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงหรือกระบวนการของแม่น้ำได้ในช่วงเวลาปกติ แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในโครงสร้างและกระบวนการตามสภาพธรรมชาติของแม่น้ำและภูมิโนเวศแม่น้ำ

ข้อมูลจากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานเพื่อการวางแผนการจัดการภูมิโนเวศแม่น้ำได้อย่างถูกต้อง โดยไม่สร้างผลกระทบหรือมีผลกระทบน้อยที่สุดต่อแม่น้ำและภูมิโนเวศ เนื่องจากภูมิโนเวศแม่น้ำเป็นเงื่อนไขให้การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ทั้งเชิงโครงสร้างและกระบวนการ จะเห็นได้จากตัวอย่างการวิเคราะห์ข้างต้น เช่น ผืนภูมิทัศน์สิ่งปลูกสร้างที่อยู่ในพื้นที่สีเขียวตามธรรมชาติ (ภาพ 9) เป็นการใช้งานพื้นที่อย่างไม่เหมาะสม เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบของทางเดินแม่น้ำ ซึ่งอาจได้รับผลกระทบจากกระบวนการตามธรรมชาติของแม่น้ำ ขอบเขตของภูมิโนเวศแม่น้ำที่ได้จากการศึกษานี้สามารถอธิบายความเชื่อมโยงกันของปัจจัยทางด้านกายภาพกับสิ่งปกคลุมดิน รวมถึงการใช้ที่ดินของแต่ละพื้นที่ได้ การรู้รู้พื้นที่แม่น้ำจากการขยายตัวของพื้นที่เมือง จะส่งผลกระทบในทางลบต่อระบบนิเวศและต่อสังคมมนุษย์เองด้วย ดังนั้น การศึกษาและทำความเข้าใจ เพื่อให้ตระหนักถึงคุณค่าของสิ่งที่เป็พื้นฐานของภูมิโนเวศจะเป็นปัจจัยสำคัญต่อทิศทางการจัดการ และการอยู่ร่วมกับแม่น้ำในอนาคต

การระบุขอบเขตภูมิโนเวศแม่น้ำในบทความวิจัยฉบับนี้เป็นเพียงการศึกษาเบื้องต้นของการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างภูมิโนเวศแม่น้ำกับมนุษย์ จึงเน้นไปที่การทำความเข้าใจในโครงสร้างและกระบวนการของแม่น้ำ เพื่อระบุขอบเขตอิทธิพลของแม่น้ำและภูมิโนเวศต่อพื้นที่เมืองในปัจจุบัน โดยมุ่งความสนใจไปที่ผลการศึกษาในเชิงพื้นที่ จึงใช้ข้อมูลจากช่วงเวลาเพียงช่วงเดียวเป็นหลัก การศึกษาขั้นต่อไปจึงควรให้ความสำคัญกับมิติทางด้านเวลาเพิ่มเติม เพราะจะทำให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของทั้งปัจจัยทางธรรมชาติและปัจจัยด้านมนุษย์บนพื้นที่ภูมิโนเวศแม่น้ำมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- กฎกระทรวง ให้ใช้บังคับผังเมืองรวมเมืองแพร่ พ.ศ. 2554. (2554, 21 ตุลาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 128 ตอนที่ 76ก หน้า 1-10.
- กรมทรัพยากรธรณี. (2549). *ธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีจังหวัดแพร่ การจำแนกเขตและแนวทางการบริหารจัดการ*.
กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมทรัพยากรธรณี. (2559). *แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย [Shapefile]*.
- กรมแผนที่ทหาร. (2552). *แผนที่ภูมิศาสตร์มาตราส่วน 1:50,000 ชุด L7018*.
- มิ่งขวัญ นันทวิสัย. (2559). การจำแนกและวิเคราะห์พืชพรรณในเมืองเพื่อหาความสัมพันธ์ของรูปแบบพืชพรรณในเมืองที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวพื้นของเมือง : กรณีศึกษา กรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ. (2564). 22 ลุ่มน้ำในประเทศไทย และพระราชกฤษฎีกากำหนดลุ่มน้ำ พ.ศ. 2564.
- องค์การบริหารส่วนจังหวัดแพร่. (2550). *ประวัติศาสตร์เมืองแพร่ ฉบับ พ.ศ. 2550*.แพร่: องค์การบริหารส่วนจังหวัดแพร่.
- Bierman, P. R., & Montgomery, D. R. (2014). *Key concepts in geomorphology*. New York, NY: Freeman W. H. and Company.
- Cadenasso, M. L., Pickett, S. T. A., McGrath, B., & Marshall, V. J. (2013). Ecological heterogeneity in urban ecosystems: Reconceptualized land cover models as a bridge to urban design. doi: 10.1007/978-94-007-5341-9_6
- Erős, T., & Lowe, W. H. (2019). The landscape ecology of rivers: From patch-based to spatial network analyses. *Current Landscape Ecology Reports*, 4(4), 103-112. <https://doi.org/10.1007/s40823-019-00044-6>
- European Environment Agency. (2020). *Floodplains: A natural system to preserve and restore*. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/floodplains-a-natural-system-to-preserve-and-restore>
- Fausch, K. D., Torgersen, C. E., Baxter, C. V., & Li, H. W. (2002). Landscapes to riverscapes: Bridging the gap between research and conservation of stream fishes: A continuous view of the river is needed to understand how processes interacting among scales set the context for stream fishes and their habitat. *BioScience*, 52(6), 483-498. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0483:LTRBTG\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0483:LTRBTG]2.0.CO;2)
- FISRWG. (1998). *Stream corridor restoration: Principles, processes, and practices*. [Washington, DC?]: Federal Interagency Stream Restoration Working Group.
- Garde, R. J. (2006). *River morphology*. New Delhi: New Age International.
- Google Earth. (2021). *Phrae [Satellite image]*. Retrieved from https://earth.google.com/web/@18.07314809,100.15069722,8215.51752782a,0d,35y,-0h,44.9278t,-0r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=en

- Gurnell, A., Lee, M., & Souch, C. (2007). Urban rivers: Hydrology, geomorphology, ecology and opportunities for change. *Geography Compass*, 1(5), 1118-1137.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2007.00058.x>
- Haslam, S. M. (2008). *The riverscape and the river*. Cambridge: Cambridge University Press.
<https://doi.org/DOI: 10.1017/CBO9780511542060>
- Hawker, L., & Neal, J. (2021). *FABDEM*. <https://doi.org/10.5523/bris.25wfy0f9ukoge2gs7a5mqpq2j7>
- Hawker, L., Uhe, P., Paulo, L., Sosa, J., Savage, J., Sampson, C., & Neal, J. (2022). A 30 m global map of elevation with forests and buildings removed. *Environmental Research Letters*, 17(2), 024016.
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac4d4f>
- McGaugh, M. E. (1970). *A geography of population and settlement*. Dubuque, IA: Wm. C. Brown Company Publishers.
- Modi, A., Kapoor, V., & Tare, V. (2022, 2022/03/15/). River space: A hydro-bio-geomorphic framework for sustainable river-floodplain management. *Science of The Total Environment*, (812), 151470.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151470>
- Opperman, J. J., Moyle, P. B., Larsen, E. W., Florsheim, J. L., & Manfree, A. D. (2017). *Floodplains: Processes and management for ecosystem services*. Oakland, CA: University of California Press.
- Rashid, M. (2020, June). Factors affecting location and siting of settlements. *Journal of Southeast University*, 14, 44–53.
- Rhoads, B. L. (2020). *River dynamics: Geomorphology to support management*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/DOI: 10.1017/9781108164108>
- Stanford, J., Alexander, L., & Whited, D. (2017). Riverscapes. In F. Hauer, Gary Lamberti (Eds.), *Methods in stream ecology* (pp. 3-19). Amsterdam: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416558-8.00001-9>
- Thaitakoo, D. (1998). *The application and integration of landscape spatial structure analysis and modeling in the planning and design of nature reserves*. Berkeley: University of California.
- Torgersen, C. E., Le Pichon, C., Fullerton, A. H., Dugdale, S. J., Duda, J. J., Giovannini, F., . . . Baxter, C. V. (2021, November). Riverscape approaches in practice: Perspectives and applications. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 97(2), 481-504.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/brv.12810>
- USGS. (2021). *Landsat 8 OLI/TIRS C1 level-1 data products* [Landsat data]. Retrieved from <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Wang, F., & Gao, C. (2020). Settlement–river relationship and locality of river-related built environment. *Indoor and Built Environment*, 29(10), 1331-1335. <https://doi.org/10.1177/1420326X20976500>
- Wiens, J. A. (2002). Riverine landscapes: Taking landscape ecology into the water. *Freshwater Biology*, 47(4), 501-515. <https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00887.x>
- Wohl, E. (2014). *Rivers in the landscape science and management*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

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