การวิเคราะห์ธรณีสัณฐานจากบริเวณกว้ดแกว่งของแม่น้ำน่าน อำเภอปัว จังหวัดน่าน

น.ส.ฉัตรแก้ว เพ็ญศิริ
เลขประจำตัวนิสิต 513 27079 23

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชา ธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พุทธศักราช 2554

GEOMORPHIC ANALYSIS FROM MEANDERING ZONE OF NAN RIVER, AMPHOE PUA, CHANGWAT NAN

Miss Chatkaew Phensiri

ID: 513 27079 23

A Report Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Bachelor of Science, Department of Geology, Chulalongkorn University, and Academic Year 2011

วันที่ส่ง .....//.....

วันที่อนุมัติ .....//.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ชูวงษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

การวิเคราะห์ธรณีสัณฐานจากบริเวณกวัดแกว่งของแม่น้ำน่าน อำเภอปัว จังหวัดน่าน

น.ส. ฉัตรแก้ว เพ็ญศิริ

ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โทรศัพท์: 08-7511-1142 **อีเมลล์**: thebgirl_one@hotmail.com

บทคัดย่อ

แม่น้ำปัวเป็นสาขาหนึ่งของแม่น้ำน่านซึ่งเป็นแม่น้ำสายสำคัญในภาคเหนือ ที่มีชนิดธรณีสัณฐานของแม่น้ำ ที่น่าสนใจและชัดเจนเป็นอย่างมาก โดยมีวิวัฒนาการอยู่ในบริเวณแอ่งที่ราบระหว่างเขา

งานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการแปลภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อศึกษาชนิดธรณีสัณฐานในพื้นที่ศึกษา และกำหนดตำแหน่งในการออกภาคสนามเพื่อศึกษาสภาพและขนาดร่องน้ำในพื้นที่ โดยทำการวัดความลึกของร่องน้ำแต่ละจุดศึกษา และนำข้อมูลความลึกที่ได้ มาสร้างภาพตัดขวางของร่องน้ำ เพื่อศึกษารูปแบบและลักษณะของร่องน้ำ

จากผลการศึกษา สามารถแบ่งชนิดธรณีสัณฐานในพื้นที่ศึกษาได้ 16 หน่วย ได้แก่ ชุดหิน (Rock unit) ลานตะพักลำน้ำ (Terrace) ขั้นที่ 1 ลานตะพักลำน้ำ (Terrace) ขั้นที่ 2 ลานตะพักลำน้ำ (Terrace) ขั้นที่ 3 ตะกอนน้ำพารูปพัดยุคใหม่ (Modern alluvial fan) ตะกอนเชิงเขา (Colluvium) ที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain) สันดอนทราย (Point bar) สันดอนทรายเก่า(Paleo-point bar) ขั้น1 สันดอนทรายเก่า(Paleo-point bar) ขั้น2 สันดอนทรายเก่า(Paleo-point bar) ขั้น3 ทะเลสาบรูปแอก (Oxlbow lake) ร่องรอยทางน้ำเก่า (Meandered scar) แม่น้ำปัจจุบัน (River channel) แม่น้ำเก่า (Paleochannel) แม่น้ำสายรอง (Intermitten stream) และจากศึกษาภาพตัดขวางร่องน้ำพบว่า ขนาดตะกอนในร่องน้ำลดลงตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ ความกว้างของร่องน้ำเพิ่มขึ้นตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ พื้นที่ที่ราบน้ำท่วมถึงลดลงตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ แม่น้ำในพื้นที่ศึกษามีค่า Sinuosity ratio = 1.86 ซึ่งมีรูปแบบเป็นแม่น้ำแบบโค้งตวัด (Meander river) และมีรูปร่างร่องน้ำแบบไม่สมมาตร (asymmetry) โดยมีตำแหน่งร่องน้ำลึก (thalweg)อยู่ทางด้านซ้ายของแม่น้ำจากต้นน้ำไปยังปลายน้ำ

GEOMORPHIC ANALYSIS FROM MEANDERING ZONE OF NAN RIVER, AMPHOE PUA, CHANGWAT NAN

Chatkaew Phensiri*, Montri Choowong

Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University

TEL: 087-511-1142, E-mail: thebgirl_one@hotmail.com

Abstract

The Pua River is a branch of the Nan River, one of the important fluvial systems in the northern Thailand. The Pua River itself shows distinctive fluvial landforms which its evolution occurs within narrow intermountain basin. The main purpose of this research is to characterize the types of landforms along the Pua River and part of the Nan River. We first interpreted aerial photographs and satellite images to indentify the landforms. In the field, we measured the dimension of the Pua River in terms of channel width and depth. The cross-section of channel from each of measured locality was analyzed.

As a result, we mapped the geomorphological units of the area into 16 units, including 1st terrace, 2nd terrace, 3rd terrace, modern alluvial fan, colluvium, floodplain, point bar, 1st paleo-point bar, 2nd paleo-point bar, 3rd paleo-point bar, oxbow lake, meandered scar, recent channel, paleo-channel, intermittent stream and rock area. The cross-section across channels exhibits that average grain size of bedload sediments within channels and channel width are decreasing from upstream to downstream. In contrast, floodplain area decreases from downstream to upstream. The sinuosity ratio of the Pua River is 1.86 which implies that the evolution of the river is recently in “meandering” stage. The river profile is generally asymmetrical shape with thalweg mainly locates in the left side of the river.

Keywords: Meandering zone, Pua River, Nan River

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ชูวงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ให้กำลังใจ ให้คำแนะนำชี้แนะอันเป็นประโยชน์ในการทำงานวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จด้วยดี ขอขอบพระคุณ อาจารย์ปิยพงษ์ เชนร้าย และพี่สุเมธ พันธุวงค์ราช ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนคอยช่วยเหลือในการออกสำรวจภาคสนาม ขอบคุณ นายธนกฤต ทองขาว นายสุรพัฒน์ วรวาทิน และนายพงษ์ศิริ คำแก้ว ที่ช่วยเหลือในการออกสำรวจภาคสนาม สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และห้องปฏิบัติการต่างๆ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทที่ 1 บทนำ (Introduction)	
1.1 บทนำ (Introduction)	1
1.2 นิยามปัญหา (Problem Defined)	1
1.3 วัตถุประสงค์ (Objective)	2
1.4 สมมติฐาน (Hypothesis)	2
1.5 ทฤษฎีพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Theory and relevant research)	2
1.6 ขั้นตอนการวิจัย (Methodology)	4
1.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย (Tools)	4
1.8 ขอบเขตการศึกษา (Scope of work)	4
1.9 ผลที่คาดว่าจะได้รับ (Expected Output)	4
บทที่ 2 พื้นที่ศึกษา (Study Area)	
2.1 ที่ตั้ง ขนาด และอาณาเขต	6
2.2 ลักษณะภูมิประเทศ	6
2.3 ลักษณะภูมิอากาศ	7
2.4 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา (Study Area)	7
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)	
3.1 วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)	8
3.2 การรวบรวมข้อมูล (Data Acquisition)	10
3.2.1 การรวบรวมข้อมูลภาพ	10
3.2.2 การสำรวจภาคสนาม	13

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (Result and Interpretation)

4.1 ผลการสำรวจภาคสนาม 16

4.2 ผลการแปลภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม การสำรวจภาคสนาม แผนที่ธรณีวิทยา และแผนที่ภูมิประเทศ 28

บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผล (Discussion and Conclusion)

5.1 อภิปรายผลการศึกษา (Discussion) 29

5.1.1 ชนิดธรณีสัณฐานในพื้นที่ศึกษา 29

5.1.2 ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของธรณีสัณฐานแต่ละชนิด 30

5.1.3 รูปแบบของทางน้ำและขนาดของร่องน้ำ 31

5.1.4 ลักษณะตะกอนในร่องน้ำ 32

5.1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain) และขนาดร่องน้ำ (Channel) 33

5.1.6 อุทกภัยในพื้นที่ศึกษา 35

5.2 สรุปผลการศึกษา (Conclusion) 36

รายการอ้างอิง (References) 37

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 : ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณดัชนีการโค้งตวัด (sinuosity) 3

รูปที่ 1.2 : ความสัมพันธ์ของความเร็วในการไหลในแม่น้ำกับตำแหน่งร่องน้ำลึก 3

รูปที่ 2.1 : แผนที่การพัฒนาแหล่งน้ำในเขตพื้นที่จังหวัดน่าน (ฝ่ายวางแผนและแก้ไขปัญหา เรื่องน้ำ ส่วนจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา สำนักชลประทานที่2 พ.ศ. 2552) 5

รูปที่ 2.2: แผนที่ภูมิประเทศบริเวณพื้นที่ศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 1-RTSD ลำดับชุด L7018 ระวาง 5147 II WGS 84 มาตราส่วน 1:50,000 (กรมแผนที่ทหาร พ.ศ. 2542) 7

รูปที่ 3.1: แผนที่ภูมิประเทศแสดงพื้นที่ศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 1-RTSD ลำดับชุด L7018 ระวาง 5147 II WGS 84 มาตราส่วน 1:50,000 (กรมแผนที่ทหาร พ.ศ. 2542) 10

รูปที่ 3.2: ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณ อำเภอปัว จังหวัดน่าน ปี 1996 11

รูปที่ 3.3: ภาพถ่ายดาวเทียมจากโปรแกรม Point Asia บริเวณอำเภอปัว จังหวัดน่าน ปี 2007 11

รูปที่3.4: แผนที่ธรณีวิทยาของกรมทรัพยากรธรณี (Imsamut, per.com.) 12

รูปที่ 3.5: แสดงขั้นตอนการกำหนดความยาวของเชือก โดยมีระยะห่างทุกๆ 1 เมตร 14

รูปที่ 3.6: แสดงการวัดขนาดและความลึกของแม่น้ำ โดยมีระยะห่างทุกๆ 3 เมตร 14

รูปที่ 3.7: แสดงตำแหน่งจุดศึกษาบนแผนที่ภูมิประเทศพิมพ์ครั้งที่ 1-RTSD ลำดับชุด L7018 ระวาง 5147 II WGS 84 มาตราส่วน 1:50,000 (กรมแผนที่ทหาร พ.ศ. 2542) 15

รูปที่ 4.1: ภาพตัดขวางของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 1 16

รูปที่ 4.2 แสดงสภาพและขนาดของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 1 16

รูปที่ 4.3: ภาพตัดขวางของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 2 17

รูปที่ 4.4: แสดงสภาพและขนาดของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 2 17

รูปที่ 4.5: ภาพตัดขวางของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 3 18

รูปที่ 4.6: แสดงสภาพและขนาดของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 3 18

รูปที่ 4.7: ภาพตัดขวางของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 4 19

รูปที่ 4.8: แสดงสภาพและขนาดของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 4 19

รูปที่ 4.9: ภาพตัดขวางของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 5 20

รูปที่ 4.10: แสดงสภาพและขนาดของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 5 20

รูปที่ 4.11: ภาพตัดขวางของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 6 21

หน้า

รูปที่ 4.12: แสดงสภาพและขนาดของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 6 21
รูปที่ 4.13: ภาพตัดขวางของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 7 22
รูปที่ 4.14: แสดงสภาพและขนาดของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 7 22
รูปที่ 4.15: ภาพตัดขวางของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 8 23
รูปที่ 4.16: แสดงสภาพและขนาดของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 8 23
รูปที่ 4.17: เนินตะกอนที่พบในจุดศึกษาที่ 9 24
รูปที่ 4.18: เนินตะกอนที่พบในจุดศึกษาที่ 10 25
รูปที่ 4.19: เนินตะกอนที่พบในจุดศึกษาที่ 11 25
รูปที่ 4.20: เนินตะกอนที่พบในจุดศึกษาที่ 12 26
รูปที่ 4.21: เนินตะกอนที่พบในจุดศึกษาที่ 13 27
รูปที่ 4.22: แผนที่ธรณีสัณฐานวิทยาบริเวณพื้นที่ศึกษา 28
รูปที่ 5.1: แผนที่ธรณีสัณฐานวิทยาของพื้นที่ศึกษา 30
รูปที่ 5.2: แสดงภาพตัดขวางของร่องน้ำ ตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ ในพื้นที่ศึกษา 32
รูปที่ 5.3: แสดงตำแหน่งภาพตัดขวางตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ และขนาดตะกอนในร่องน้ำ 33
รูปที่ 5.4: แสดงปริมาณตะกอนในร่องน้ำ และระดับความสูงของน้ำในแต่ละจุดศึกษา 35

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1: ตารางแสดงตำแหน่งจุดศึกษาและพิกัดทางภูมิศาสตร์ 13
ตารางที่ 5.1: ตารางแสดงชนิดธรณีสัณฐานในพื้นที่ศึกษา 29

สารบัญกราฟ

หน้า

กราฟที่ 5.1: กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของร่องน้ำและตำแหน่งจุดศึกษา 31
กราฟที่ 5.2: กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของที่ราบน้ำท่วมถึง และตำแหน่งจุดศึกษา 34
กราฟที่ 5.3: กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของที่ราบน้ำท่วมถึง และความกว้างของร่องน้ำ 34

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 3.1 : แสดงขั้นตอนดำเนินการวิจัย 9

บทที่1 บทนำ (Introduction)

1.1 บทนำ (Introduction)

ธรณีสัณฐานวิทยา(geomorphology) เป็นสาขาทางธรณีวิทยาที่ว่าด้วยผิวพื้นของโลก ซึ่งประมวลเอาทั้งรูปร่างธรรมชาติ กระบวนการเกิด การปรับตัวของพื้นผิวโลก ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงที่ประสบในปัจจุบัน ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทางธรณีสัณฐานวิทยาสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับงานหลายๆด้าน อาทิเช่น ด้านวิศวกรรม ด้านโบราณคดี สำรวจหาแหล่งทรัพยากรธรรมชาติ การสำรวจพิบัติภัยต่างๆ ตลอดจน อธิบายกลไกการทำงานของ น้ำ ลม ธารน้ำแข็งที่ปรากฏบนพื้นผิวโลกได้อย่างชัดเจน ดังนั้นจึงเป็นการดีที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับธรณีสัณฐานวิทยาของประเทศไทย โดยมุ่งเน้นไปที่กระบวนการทำงานของธารน้ำ ที่นับว่ามีความสัมพันธ์กับการดำรงชีวิตของประชาชนชาวไทยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

ภาคเหนือของประเทศไทย เป็นที่รู้จักกันดีว่ามีแม่น้ำสายหลัก 4 สาย คือ แม่น้ำปิง แม่น้ำวัง แม่น้ำยม และแม่น้ำน่าน มีวิวัฒนาการอยู่ในบริเวณแอ่งที่ราบระหว่างเขา (Intermontain basin) (Choowong,2010) โดยทั่วไปมักประกอบไปด้วยแอ่งที่ราบระหว่างเขาทั้งใหญ่และเล็ก ซึ่งแอ่งเหล่านี้มีรายงานว่ามีตะกอนชั้นหนาของทะเลสาบ และตะกอนแม่น้ำในมหายุคซีโนโซอิก โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากยุคไมโอซีน ถึง ยุคควอเทอร์นารี (Bhongaraya,1998) จากการศึกษางานวิจัยต่างๆที่ผ่านมา มักพบว่าบริเวณแม่น้ำน่าน จังหวัดน่าน ยังมีข้อมูลการศึกษาทางด้านธรณีสัณฐานวิทยาไม่เพียงพอ ประกอบกับ บริเวณพื้นที่ศึกษามีชนิดของธรณีสัณฐานของแม่น้ำ (fluvial landform) ที่น่าสนใจและชัดเจนเป็นอย่างมาก เช่น ลานตะพักลำน้ำ (terrace) ที่ราบน้ำท่วมถึง(floodplain) คันดินธรรมชาติ(natural levee) รวมถึง พื้นที่การกวัดแกว่งของแม่น้ำน่าน(meandering zone) กินบริเวณกว้าง และเป็นพื้นที่ที่พบการกัดเซาะตลิ่ง (erosional bank) เกิดการทับถมงอกออกมา(depositional bank) อย่างสัมพันธ์ในเชิงกระบวนการซึ่งกันและกัน ซึ่งมีผลกระทบต่อวิถีชีวิตชุมชนที่ตั้งถิ่นฐานในบริเวณริมฝั่งแม่น้ำน่าน

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้เลือกศึกษากระบวนการทำงานและวิวัฒนาการของแม่น้ำน่าน โดยการใช้ข้อมูลโทรสัมผัสรวบรวมข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศ ภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม รวมถึงการศึกษารูปร่างของร่องน้ำ(channel geometry) จะทำให้สามารถเข้าใจความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของธรณีสัณฐานแต่ละชนิด และสามารถใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการตั้งผังเมืองริมฝั่งแม่น้ำในอนาคต

1.2 นิยามปัญหา (Problem Defined)

ในบริเวณการกวัดแกว่งของแม่น้ำน่านในบริเวณอำเภอปัว จังหวัดน่าน พบธรณีสัณฐานหลายชนิดที่บ่งชี้วิวัฒนาการของแม่น้ำน่านได้หลายช่วงอายุหรือไม่

1.3 **วัตถุประสงค์** (Objective)

1. จำแนกชนิดธรณีสัณฐานจากพื้นที่กวัดแกว่งของแม่น้ำน่าน จังหวัดน่าน
2. ศึกษาความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของธรณีสัณฐานแต่ละชนิด

1.4 **สมมติฐาน** (Hypothesis)

การกวัดแกว่งของแม่น้ำน่านในพื้นที่จำกัดทำให้ได้ธรณีสัณฐานหลายอายุของการกวัดแกว่ง

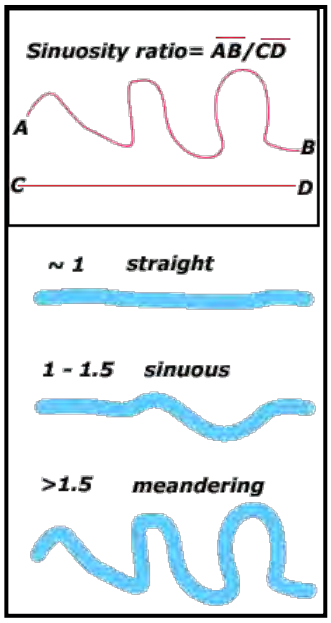
1.5 **ทฤษฎีพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** (Theory and relevant research)

ตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาได้มาจากการศึกษา ธรณีสัณฐานวิทยาของลุ่มแม่น้ำปิงและแม่น้ำวัง บริเวณพื้นที่อำเภอสามเงา และอำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก โดย สน พงศ์อารยะ(2541) เป็นการศึกษาเพื่อจำแนกขอบเขตของแต่ละธรณีสัณฐาน รวมถึงการศึกษาชนิดและลักษณะของตะกอน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนกับสภาพแวดล้อมการสะสมตัวในอดีต ซึ่งพบว่าขอบเขตของแต่ละธรณีสัณฐานแบ่งได้เป็น 3 หน่วย คือ หน่วยที่1 คือ หินแปร หินตะกอน หินอัคนี หน่วยที่2 คือ ตะกอนธารน้ำพา และหน่วยที่3 คือ ธรณีสัณฐานของแม่น้ำ ได้แก่ ลานตะพักลำน้ำสูง(high terrace) ลานตะพักลำน้ำกลาง (middle terrace) ลานตะพักลำน้ำต่ำ (low terrace) , ที่ราบน้ำท่วมถึง(flood plain), คันดินธรรมชาติ (natural levee), สันดอนทราย(point bar) และสรุปว่าตะกอนแม่น้ำที่สะสมตัวตั้งแต่ยุคซีโนโซอิกตอนปลายมีลักษณะทางกายภาพที่คล้ายคลึงกัน การสึกกร่อนอย่างรวดเร็วและการเกิดธรณีแปรสัณฐานย่อยๆ รวมกับการเปลี่ยนแปลงของอากาศสมัยไพลสโตซีนมีอิทธิพลต่อวิวัฒนาการของธรณีสัณฐานในพื้นที่ศึกษา จากบทความวิชาการชื่อว่า Floodplain deposit, Channel change and riverbank stratigraphy of the Mekong River area at the 14th –Century city of Chiang Saen, Northern Thailand โดย Spencer H.Wood , Alan D. Ziegler, และ Tharaporn Bundarnsin ได้แสดงผลการศึกษาลำดับชั้นการตกสะสมตัวของตะกอนแม่น้ำและทางน้ำเก่าของแม่น้ำโขง บริเวณอำเภอเชียงแสน เพื่อหาหลักฐานทางโบราณคดี โดยพบว่าการกวัดแกว่งของแม่น้ำโขงบริเวณทางเหนือของประเทศไทยเป็นพื้นที่แคบๆ แต่มีการเลื่อนของแม่น้ำโดยรอยเลื่อนแม่จันทร์ ซึ่งทำให้ทางต้นน้ำ(เชียงแสน) มีที่ราบน้ำท่วมถึง(floodplain) กว้าง 2-5 กิโลเมตร ทางปลายน้ำเป็นรูป เอส (s-shaped) ทางผู้วิจัยได้สรุปว่า ลำดับชั้นการตกสะสมตัวของตะกอนแบ่งออกเป็น ล่างสุดเป็นชั้นของตะกอนหยาบ(cobble gravel)ที่มีการเรียงตัว(imbrication) ถูกปิดทับด้วยชั้นหนาของตะกอนขนาดละเอียด(silt size) สีน้ำตาล-แดง แทรกสลับกับตะกอนขนาดทราย(sand size) ด้านบนสุดเป็นชั้นของดินสีน้ำตาลเข้ม หนาน้อยกว่า 1 เมตร ซึ่งเป็นชั้นที่พบชิ้นส่วนเครื่องปั้นดินเผา เศษอิฐ และถ่าน ซึ่งมีอายุ 1,475 ปี (radiocarbon dating)

อีกชิ้นงานจากบันทึกการประชุม Correlation of Quarternary successions in South,East and Southeast asia เป็นการศึกษาของ Paul Bishop (1989) เรื่อง Late Holocene alluvial stratigraphy and history in the Sisatchanalai area, north central Thailand ได้แนะนำว่า ระบบทางน้ำในพื้นที่ศึกษานี้ยัง

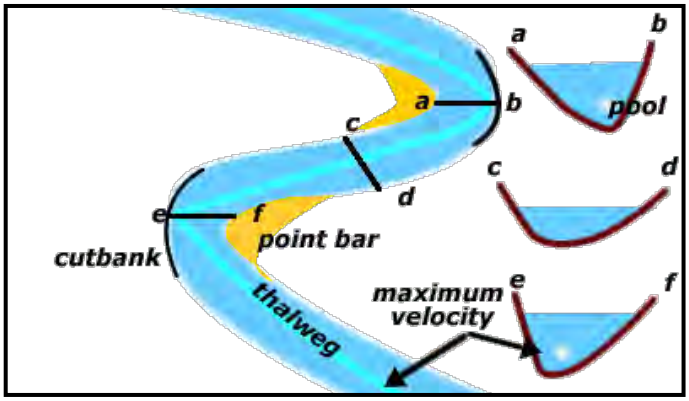
ทำงานอยู่มากกว่า 2,000 ปีที่แล้ว ผู้วิจัยสรุปว่า ธรณีสัณฐานประกอบด้วย ลานตะพักลำน้ำ(terrace) ที่ราบน้ำท่วมถึงส่วนบน(upper-floodplain) และที่ราบน้ำท่วมถึงส่วนล่าง(lower-floodplain) ซึ่งในปัจจุบัน ที่ราบน้ำท่วมถึงส่วนบน(upper-floodplain) และที่ราบน้ำท่วมถึงส่วนล่าง(lower-floodplain)อยู่ติดกับแม่น้ำยมที่เป็นร่องน้ำที่มีการกวัดแกว่งเมื่อ 1,800 ปีที่แล้ว ด้านบนของลานตะพักลำน้ำยังไม่มีการระบุอายุ แต่ลานตะพักลำน้ำต้องมีอายุในช่วงที่ร่องน้ำมีการเปลี่ยนทิศทาง คือ ประมาณ 1,800 ปี และผู้วิจัยแสดงหลักฐานได้ชัดเจนถึงการตกสะสมตัวของตะกอนในยุคโฮโลซีนของที่ราบน้ำท่วมถึง ที่มีความสัมพันธ์กับแหล่งของโบราณคดี

และจากหนังสือธรณีสัณฐานวิทยาพื้นฐาน(Basic Geomorphology) ของ มนตรี ชูวงษ์ (2553) และ Fluvial Hydrosystems ของ G.E. PETTS AND C. AMOROS (1996) ได้อธิบายกลศาสตร์การทำงานของแม่น้ำ ที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาเพื่อทำการวิจัยในครั้งนี้ กล่าวคือดัชนีที่ใช้บอกความโค้งของแม่น้ำ คือ ความคดเคี้ยว (sinuosity) ซึ่งหมายถึง สัดส่วนระหว่างความยาวจริงของแม่น้ำต่อระยะห่างระหว่างหุบเขาที่แม่น้ำไหลผ่าน แม่น้ำที่จัดเป็นแม่น้ำแบบตรงจะมีดัชนีการคดเคี้ยวน้อยกว่า 1.5 (รูปที่ 1.1) อย่างไรก็ตามแม้ว่ารูปแบบทางราบของแม่น้ำชนิดนี้จะดูเกือบเป็นเส้นตรง แต่เส้นเชื่อมต่อจุดลึกที่สุดของร่องน้ำลึกไม่อยู่ที่กึ่งกลางความกว้างของแม่น้ำแต่ละเคลื่อนย้ายตำแหน่งจากฝั่งหนึ่งของแม่น้ำไปอีกฝั่งหนึ่งตลอดเวลา ทำให้เกิดการโค้งตวัด โดยธรรมชาติแล้ว ความเร็วและความแรงการไหลของแม่น้ำจะสัมพันธ์กับความลึก โดยที่ร่องน้ำลึกที่มากที่สุดจะมีความเร็วการไหลมากที่สุดด้วย (รูปที่ 1.2) ในทางทฤษฎี แม่น้ำสายตรงที่มีรูปร่างท้องน้ำแบบสมมาตร(symmetry) ความเร็วมากที่สุดของการไหลอยู่ตรงกลางร่องน้ำลึกหรือกลางแม่น้ำ และความเร็วจะลดลงไปทางตลิ่งด้านข้าง แต่โดยธรรมชาติแล้วการย้ายตำแหน่งของร่องน้ำลึกเกิดขึ้นได้เป็นปรกติ ซึ่งการย้ายตำแหน่งมักถูกควบคุมโดยสภาพธรณีวิทยาที่แม่น้ำไหลผ่าน



รูปที่ 1.1 : ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณดัชนีการโค้งตวัด (sinuosity)

(ภาพจาก http://216.130.16.10/~lhanson/gls210/gls210_streams2.htm)



รูปที่ 1.2 : ความสัมพันธ์ของความเร็วในการไหลในแม่น้ำกับตำแหน่งร่องน้ำลึก

(ภาพจาก http://216.130.16.10/~lhanson/gls210/gls210_streams2.htm)

1.6 **ขั้นตอนการวิจัย** (Methodology)

1. ศึกษารายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. วิเคราะห์ข้อมูลทางธรณีวิทยาที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา
3. แปลภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมอย่างละเอียดเพื่อจำแนกขอบเขตของแต่ละธรณีสัณฐาน
4. ออกภาคสนามเพื่อตรวจสอบชนิดธรณีสัณฐานที่ทำการแปลแล้ว และศึกษาสภาพและขนาดของแม่น้ำน่านในปัจจุบัน (channel geometry)
5. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล
6. อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

1.7 **อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย** (Tools)

1. ภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม
2. กล้องมองภาพ 3 มิติ (Mirror stereoscope)
3. เซือกและตลับเมตร

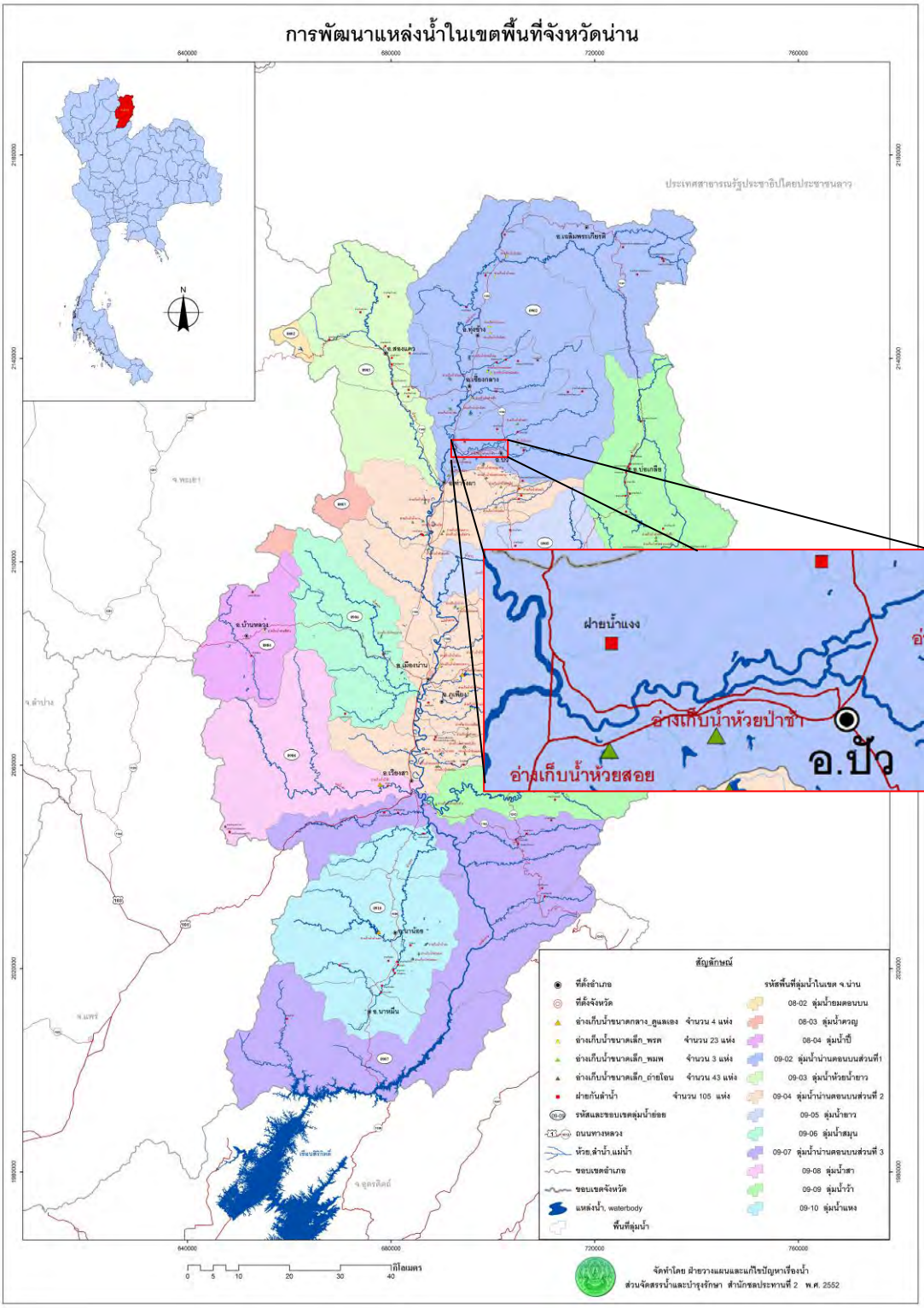
1.8 **ขอบเขตการศึกษา** (Scope of Work)

ศึกษาชนิดและความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของธรณีสัณฐาน จากพื้นที่กวัดแกว่งของแม่น้ำน่าน อำเภอปัว จังหวัดน่าน โดยการแปลภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ และศึกษาสภาพ ขนาดของร่องน้ำในปัจจุบัน

1.9 **ผลที่คาดว่าจะได้รับ** (Expected Output)

1. ทราบชนิดธรณีสัณฐานที่เกิดจากการกวัดแกว่งของแม่น้ำน่าน
2. ทราบวิวัฒนาการการกวัดแกว่งของแม่น้ำน่าน
3. ได้แผนที่ธรณีสัณฐานวิทยารายละเอียดบริเวณแม่น้ำน่าน อำเภอปัว จังหวัดน่าน
4. ทราบสภาพและขนาดของร่องน้ำ (channel geometry) จริงในพื้นที่ศึกษา

บทที่ 2 พื้นที่ศึกษา (Study Area)



รูปที่ 2.1 : แผนที่การพัฒนาแหล่งน้ำในเขตพื้นที่จังหวัดน่าน (ฝ่ายวางแผนและแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำ ส่วนจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา สำนักชลประทานที่2 พ.ศ. 2552)

2.1 ที่ตั้ง ขนาด และอาณาเขต

จังหวัดน่าน ตั้งอยู่ติดกับชายแดนทางด้านทิศตะวันออกของภาคเหนือตอนบน ติดกับสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ห่างจากกรุงเทพมหานครโดยทางรถยนต์ ประมาณ 668 กิโลเมตร บริเวณเส้นละติจูดที่ 18 องศา 46 ลิปดา 30 ฟิลิปดาเหนือ เส้นลองติจูดที่ 18 องศา 46 ลิปดา 44 ฟิลิปดาตะวันออก ระดับความสูงของพื้นที่อยู่สูง 2,112 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีพื้นที่ 11,472.076 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 7,170,045 ไร่ มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ดังนี้

ทิศเหนือ ประกอบด้วย อำเภอเชียงกลาง อำเภอปัว มีอำเภอทุ่งช้าง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ อำเภอบ่อเกลือ ที่มีพื้นที่ติดต่อกับเขตเศรษฐกิจพิเศษ เชียงฮ่อน - หงสา (สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว)

ทิศตะวันออก ประกอบด้วย อำเภอภูเพียง อำเภอสันติสุข โดยมีอำเภอแม่จริม อำเภอเวียงสา มีพื้นที่ติดต่อกับแขวงไชยบุรี (สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว)

ทิศใต้ ประกอบด้วย อำเภอนาน้อย อำเภอนาหมื่น มีพื้นที่ติดต่อกับจังหวัดอุตรดิตต์ อำเภอนาน้อย มีพื้นที่ติดต่อกับจังหวัดแพร่ อำเภอเวียงสา มีพื้นที่ติดต่อกับจังหวัดแพร่

ทิศตะวันตก ประกับด้วย อำเภอบ้านหลวง มีพื้นที่ติดต่อกับอำเภอเชียงม่วนจังหวัดพะเยา อำเภอท่าวังผา มีพื้นที่ติดกับอำเภอปง จังหวัดพะเยา อำเภอสองแคว มีพื้นที่ติดต่อกับอำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา

ทิศเหนือ และทิศตะวันออก มีอาณาเขตติดต่อกับสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (สปป.ลาว) เป็นระยะทางยาวประมาณ 227 กม.

2.2 ลักษณะภูมิปะเทศ

จังหวัดน่าน มีทิวเขาหลวงพระบางและทิวเขาผีปันน้ำ ซึ่งเป็นทิวเขาหินแกรนิต ที่มีความสูง 600 - 1,200 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล ทอดผ่านทั่วจังหวัด คิดเป็นพื้นที่ประมาณร้อยละ 40 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด

พื้นที่ของจังหวัดน่านโดยทั่วไป มีสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่น ลอนชันเกิน 30 องศา ประมาณร้อยละ 85 ของพื้นที่จังหวัด ส่วนลูกคลื่นลอนลาด ตามลุ่มน้ำ จะเป็นที่ราบแคบๆ ระหว่างหุบเขาตามแนวยาวของลุ่มน้ำน่าน ลุ่มน้ำสา ลุ่มน้ำว้า ลุ่มน้ำปัว และลุ่มน้ำกอน

จังหวัดน่านมีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 7,170,045 ไร่ หรือ 11,472.07 ตารางกิโลเมตร จำแนกเป็น

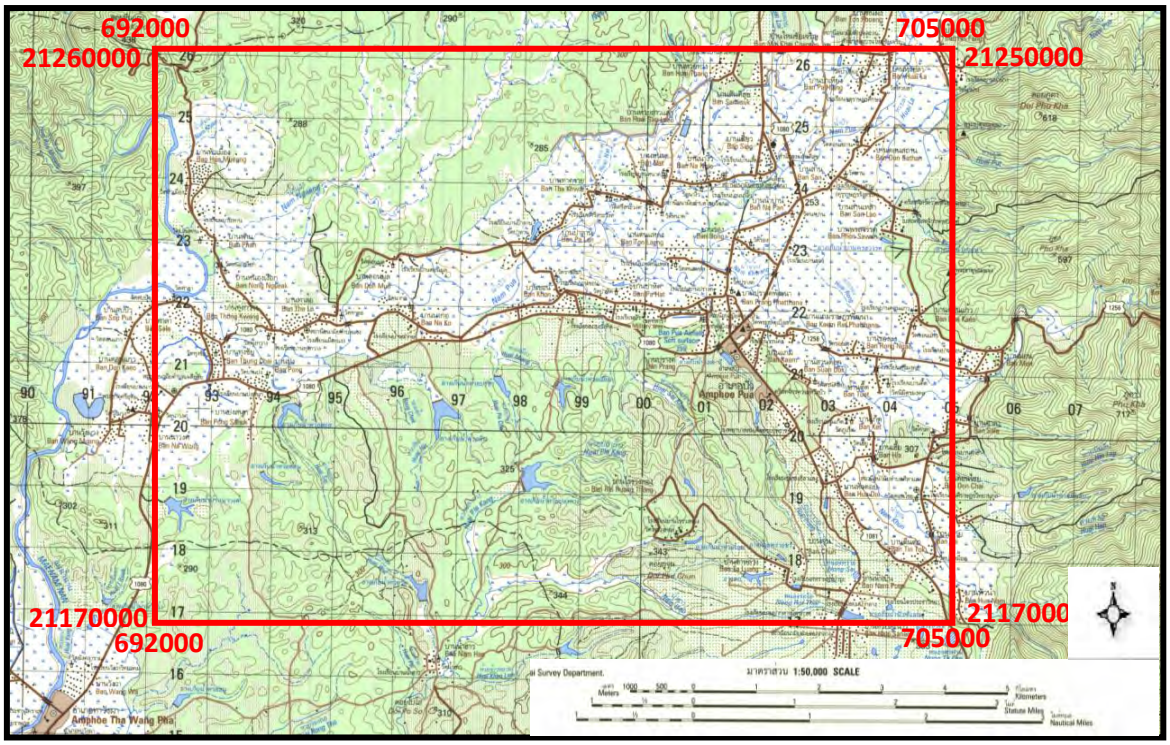
1. พื้นที่ป่าไม้และภูเขา 3,437,500 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 47.94
2. พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม 2,813,980 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 39.24
3. พื้นที่ทำการเกษตร 876,043 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 12.22
4. พื้นที่อยู่อาศัยและอื่นๆ 43,522 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.60

2.3 ลักษณะภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศของจังหวัดน่าน มีความแตกต่างกันของฤดูกาล โดยอากาศจะร้อนอบอ้าวในฤดูร้อน และหนาวเย็นในฤดูหนาว โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พัดพาเอาความชุ่มชื้นมาสู่ภูมิภาค ทำให้มีผลตกชุก ในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน และจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พัดพาเอาความหนาวเย็นสู่ภูมิภาค ในเดือนตุลาคมถึงกุมภาพันธ์ และในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน จะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ทำให้มีสภาพอากาศร้อน

นอกจากนี้จังหวัดน่าน ยังมีสภาพภูมิประเทศโดยรอบ เป็นหุบเขาและภูเขาสูงชันมาก ทิวเขาวางตัวในแนวเหนือใต้ ทำให้บริเวณยอดเขา สามารถรับความกดอากาศสูงที่แผ่มาจากประเทศจีนในฤดูหนาวได้อย่างทั่วถึงและเต็มที่ ขณะเดียวกันที่ทิวเขาวางตัวเหนือใต้ ทำให้เสมือนกำแพงปิดกั้นลมมรสุมทางทิศตะวันออก รวมทั้งยังมีระดับความสูงเฉลี่ยบนยอดเขา กับความสูงเฉลี่ยที่ผิวแตกต่างกันมาก และยังมีระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล จากปัจจัยทั้งหลายเหล่านี้ ในตอนกลางวัน ถูกอิทธิพลของแสงแดดเผา ทำให้อุณหภูมิร้อนมาก และในตอนกลางคืนจะได้รับอิทธิพลของลมภูเขา พัดลงสู่หุบเขา ทำให้อากาศเย็นในตอนกลางคืน

2.4 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา (Study Area)



รูปที่ 2.2: แผนที่ภูมิประเทศบริเวณพื้นที่ศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 1-RTSD ลำดับชุด L7018 ระวาง 5147 II WGS 84 มาตราส่วน 1:50,000 (กรมแผนที่ทหาร พ.ศ. 2542)

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

3.1 วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1 ศึกษารายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา

1.2 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำมาประยุกต์ใช้กับการดำเนินงาน

2. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลทางธรณีสัณฐานวิทยาของพื้นที่ศึกษา

2.1 ข้อมูลแผนที่ ศึกษาแผนที่ภูมิประเทศ (topographic map) แผนที่ทางธรณีวิทยา (geological map) และแผนที่เส้นทางคมนาคม (route map)

2.2 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (satellite image) และภาพถ่ายทางอากาศ (aerial photograph)

2.3 ข้อมูลในเชิงพื้นที่ของพื้นที่ศึกษา เช่น ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะภูมิอากาศ เป็นต้น

2.4 กำหนดกรอบพื้นที่ศึกษา

2.5 แปลภาพถ่ายทางอากาศ ร่วมกับภาพถ่ายดาวเทียมโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา(morphology) เพื่อจำแนกชนิดธรณีสัณฐาน

2.6 จัดทำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ และแผนที่ภูมิประเทศ มาตรส่วน 1: 50,000 บริเวณพื้นที่ศึกษาเพื่อตรวจสอบธรณีสัณฐานที่ได้ทำการแปลไว้แล้วในข้างต้นและกำหนดตำแหน่งที่จะทำการศึกษาขนาด และสภาพของร่องน้ำในปัจจุบัน

2.7 รวบรวมข้อมูลที่ได้เพื่อออกภาคสนาม

3. ออกภาคสนาม

3.1 ตรวจสอบชนิดธรณีสัณฐานในพื้นที่ศึกษา ที่ได้ทำการแปลไว้แล้ว

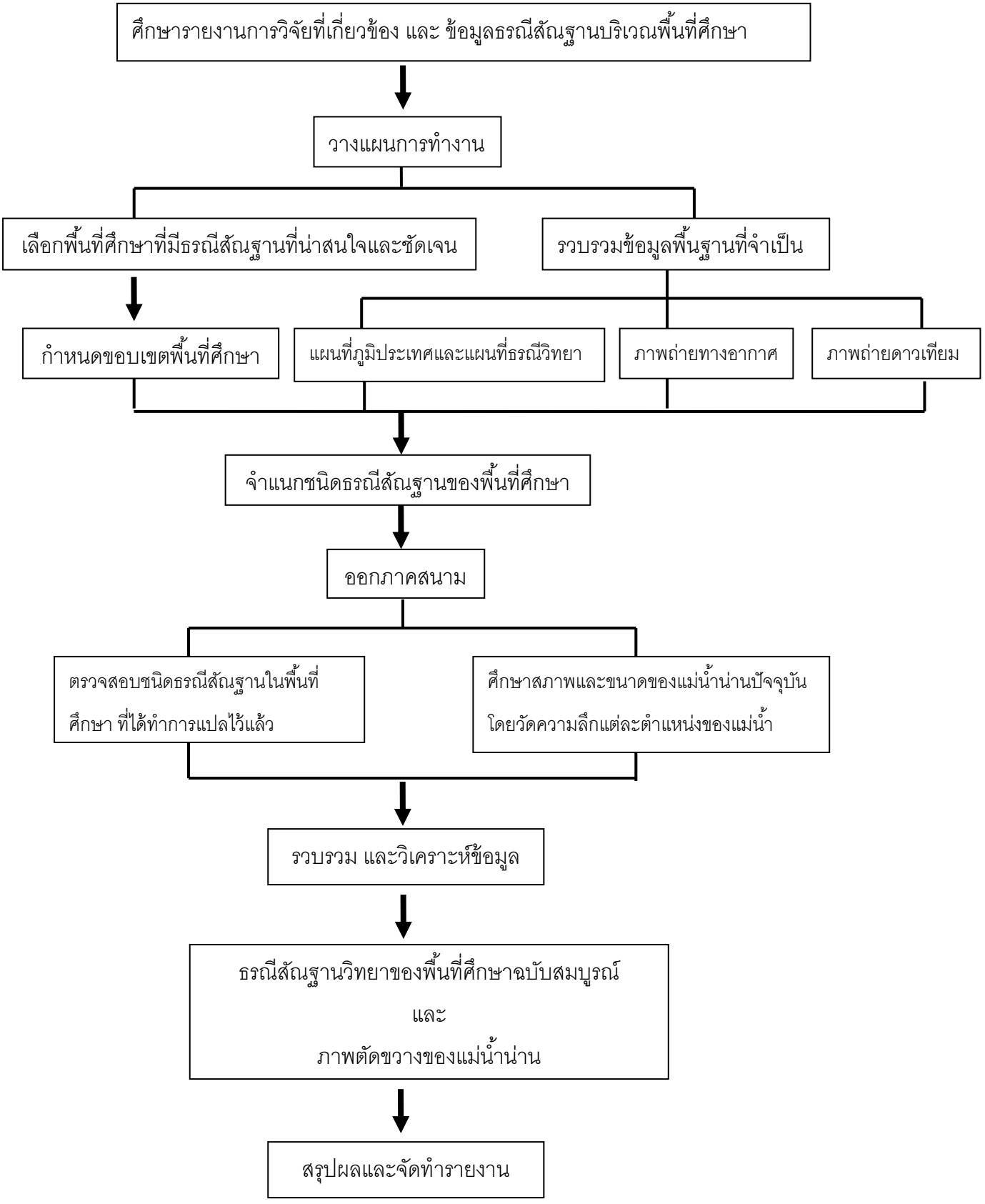
3.2 ศึกษาสภาพและขนาดของแม่น้ำปัจจุบัน โดยวัดความลึกแต่ละตำแหน่งของแม่น้ำ

4. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 แก้ไข และปรับปรุงชนิดธรณีสัณฐานที่ได้ทำการแปลไว้แล้วให้ถูกต้อง เพื่อจัดทำแผนที่ธรณีสัณฐานวิทยาของพื้นที่ศึกษาฉบับสมบูรณ์

4.2 สร้างภาพตัดขวางแม่น้ำ และวิเคราะห์กระบวนการการกวัดแกว่ง ตะกอนที่ตกสะสม รวมไปถึงสิ่งแปลกปลอมต่างๆ เช่น กองขยะ กองผัก เป็นต้น ที่อยู่ในแม่น้ำ

5. สรุปผลการศึกษา และจัดทำรายงาน

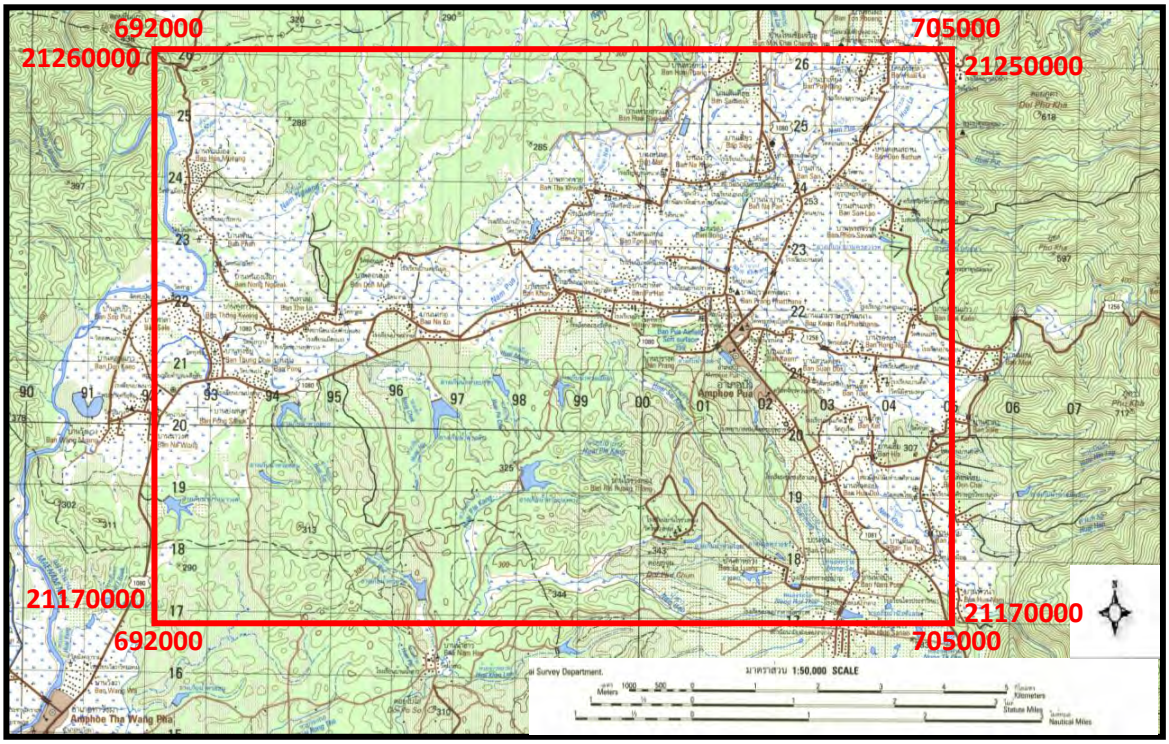


แผนภูมิที่ 3.1 : แสดงขั้นตอนดำเนินการวิจัย

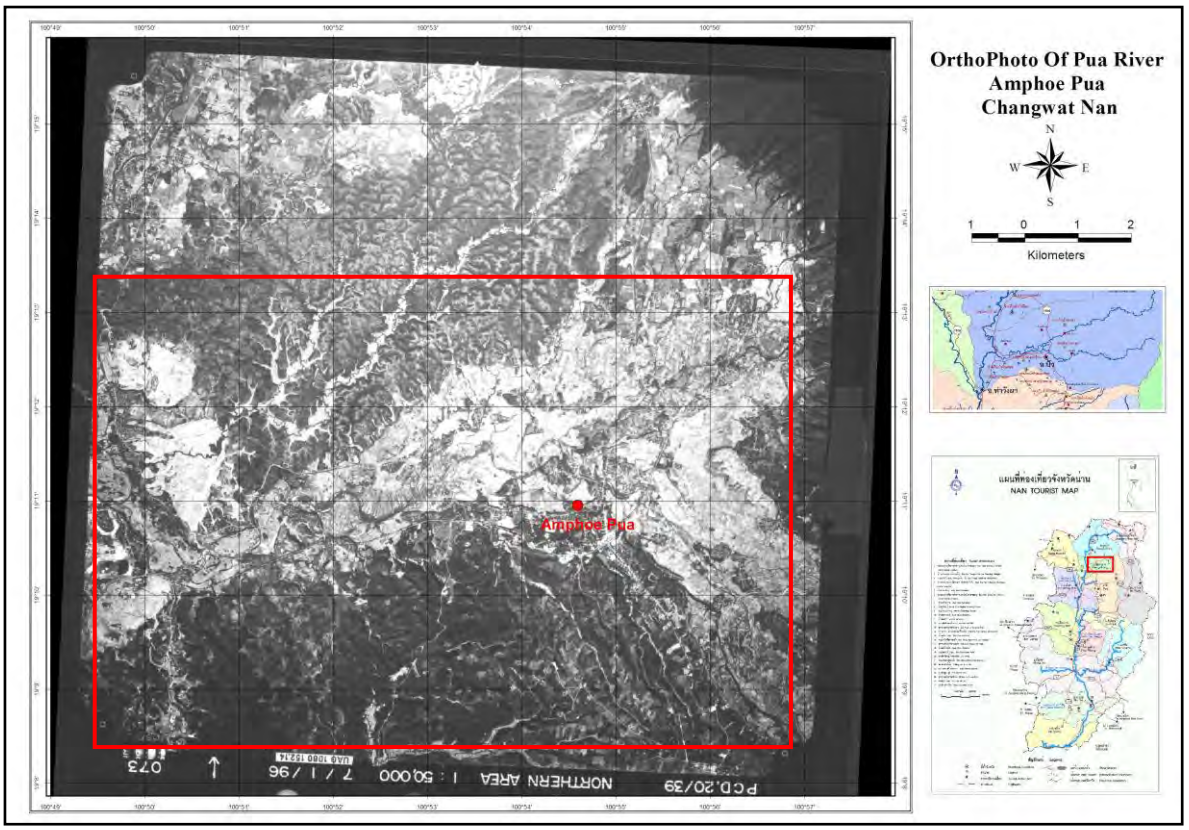
3.2 **การรวบรวมข้อมูล** (Data Acquisition)

3.2.1 การรวบรวมข้อมูลภาพ

1. แผนที่ภูมิประเทศพิมพ์ครั้งที่ 1-RTSD ลำดับชุด L7018 ระวาง 5147 II WGS 84 มาตราส่วน 1: 50,000 (กรมแผนที่ทหาร พ.ศ. 2542) (รูปที่ 3.1)
2. ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณ อำเภอปัว จังหวัดน่าน ปี 1996 (รูปที่ 3.2)
3. ภาพถ่ายดาวเทียมจากโปรแกรม Point Asia บริเวณอำเภอปัว จังหวัดน่าน ปี 2007 (รูปที่ 3.3)
4. แผนที่ธรณีวิทยาของกรมทรัพยากรธรณี (Imsamut, per.com.) (รูปที่ 3.4)

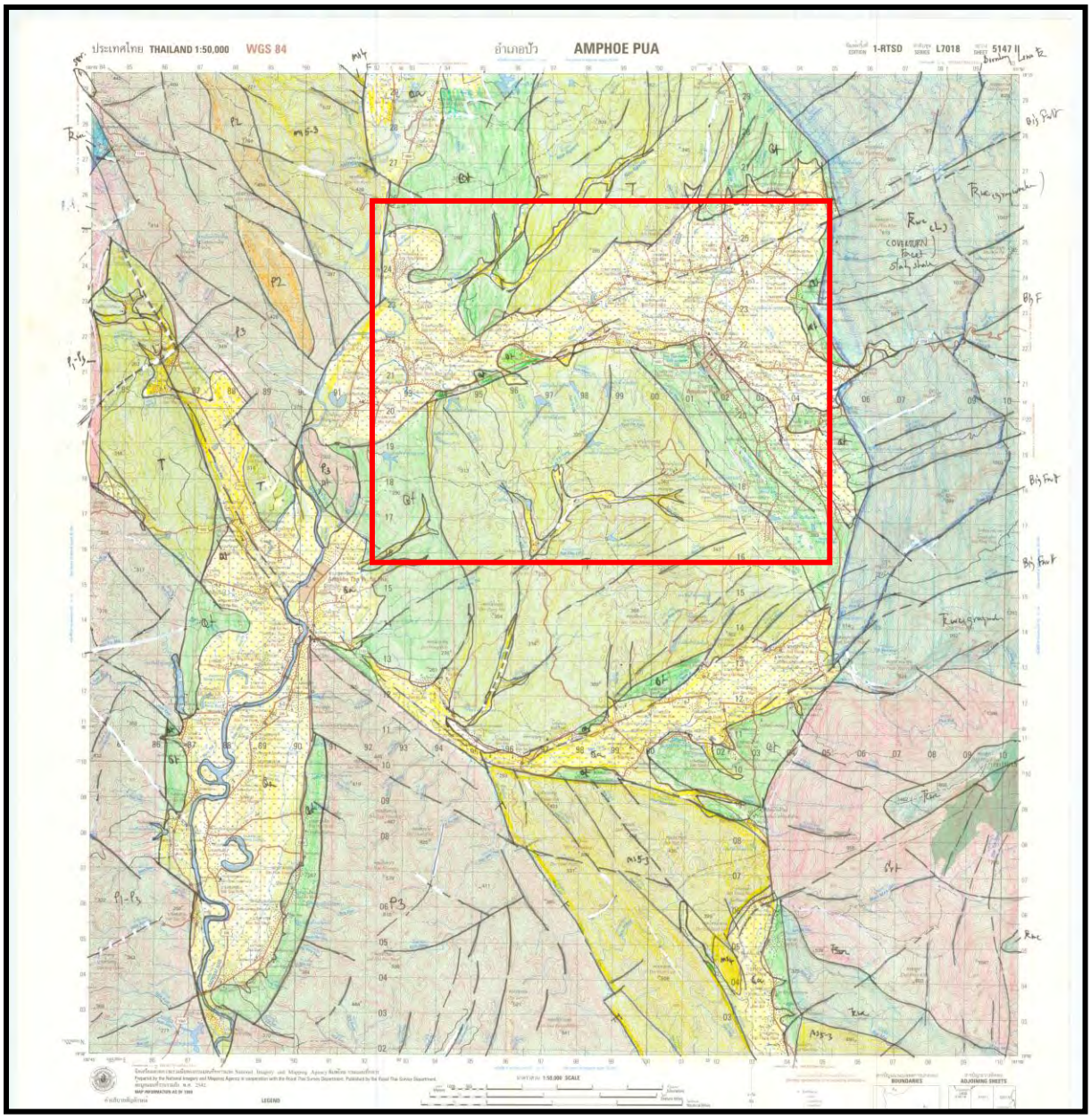


รูปที่ 3.1: แผนที่ภูมิประเทศแสดงพื้นที่ศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 1-RTSD ลำดับชุด L7018 ระวาง 5147 II WGS 84 มาตราส่วน 1:50,000 (กรมแผนที่ทหาร พ.ศ. 2542)



รูปที่ 3.2: ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณ อำเภอปัว จังหวัดน่าน ปี 1996
ถ่ายเมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม 2539 เวลา 13:47 น.

รูปที่ 3.3: ภาพถ่ายดาวเทียมจากโปรแกรม Point Asia บริเวณอำเภอปัว จังหวัดน่าน ปี 2007



รูปที่3.4: แผนที่ธรณีวิทยาของกรมทรัพยากรธรณี (Imsamut, per.com.)

3.2.2 **การสำรวจภาคสนาม**

จากการไปออกภาคสนามบริเวณอำเภอปัว จังหวัดน่าน เมื่อวันที่ 23-24 ธันวาคม 2554 ที่ผ่านมา เพื่อเข้าตรวจสอบชนิดธรณีสัณฐานต่างๆในพื้นที่ศึกษา และศึกษาสภาพและขนาดของร่องน้ำในปัจจุบัน ตามวัตถุประสงค์และสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีขั้นตอนในการศึกษา ดังนี้

1. สำรวจและศึกษาชนิดธรณีสัณฐานต่างๆที่เกิดจากการกวัดแกว่งของแม่น้ำ ตามที่ได้ทำการแปลไว้ จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศและแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ(Ortho photo) มาตราส่วน 1:50,000 เพื่อตำแหน่งที่ถูกต้องและชัดเจน
2. ศึกษาขนาด และสภาพของแม่น้ำในปัจจุบัน ในจุดศึกษาแต่ละจุด

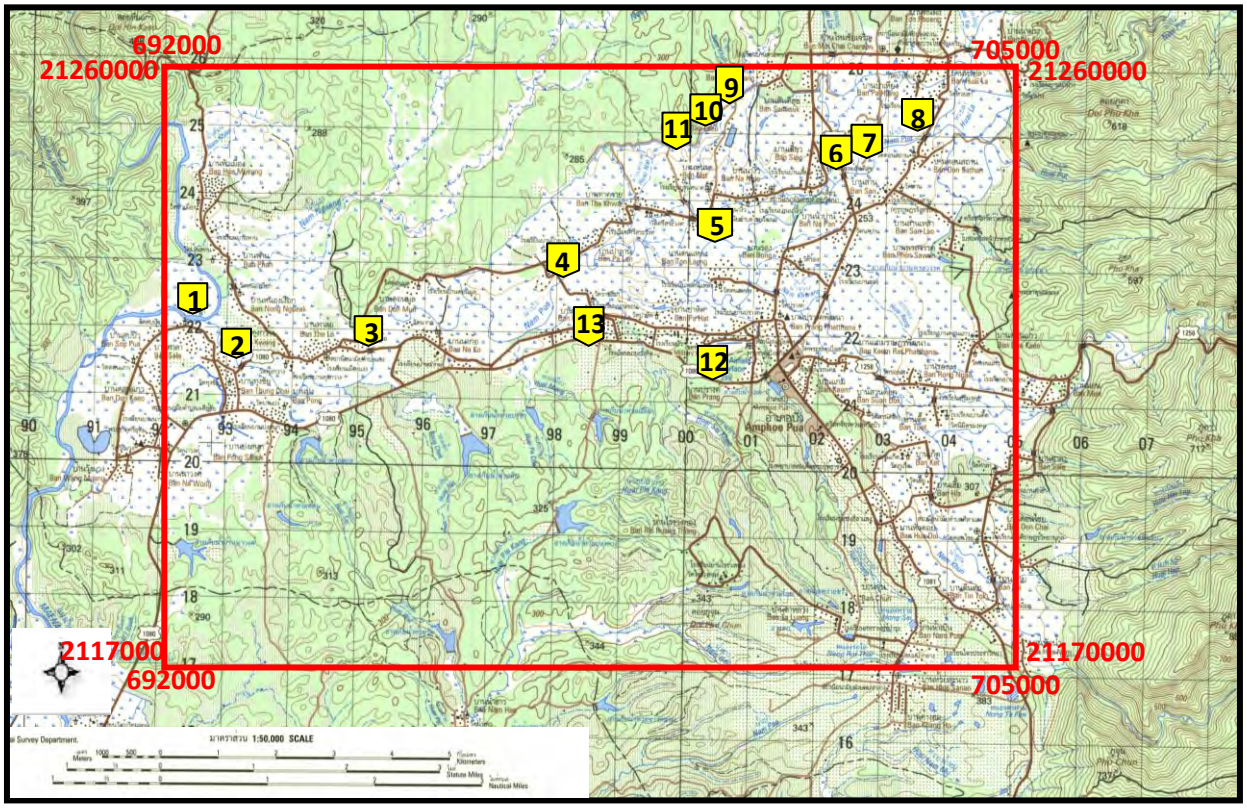
2.1 การศึกษาขนาด และสภาพของแม่น้ำในปัจจุบัน ใช้วิธีวัดความลึกของแม่น้ำแต่ละจุดศึกษา จะเลือกทำการวัดความลึกบริเวณที่มีสะพาน ใช้เชือกที่มีการกำหนดความยาวของเชือกโดยมีระยะห่างทุกๆ 1 เมตร(รูปที่ 3.5) โดยผูกเข้ากับอุปกรณ์ถ่วงน้ำหนัก แล้วจึงทำการวัดความลึกของแม่น้ำ ทุกๆ 3 เมตร ตลอดความยาวของสะพาน(รูปที่ 3.6) โดยลบความสูงของสะพานออกด้วย หากสะพานมีความโค้งจะวัดมุมความโค้งของสะพานมาด้วย เพื่อให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด ในการออกภาคสนามครั้งนี้ มีจุดศึกษาทั้งหมด 13 จุด ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1: ตารางแสดงตำแหน่งจุดศึกษาและพิกัดทางภูมิศาสตร์

ตำแหน่งจุดศึกษา	UTM Grid	**รายละเอียด**
1	692300/2122100	ศึกษาขนาด และสภาพแม่น้ำ
2	693200/1221300	ศึกษาขนาด และสภาพแม่น้ำ
3	695100/2121700	ศึกษาขนาด และสภาพแม่น้ำ
4	698000/2122800	ศึกษาขนาด และสภาพแม่น้ำ
5	700200/2123500	ศึกษาขนาด และสภาพแม่น้ำ
6	702200/2124300	ศึกษาขนาด และสภาพแม่น้ำ
7	702600/2124400	ศึกษาขนาด และสภาพแม่น้ำ
8	703500/2124900	ศึกษาขนาด และสภาพแม่น้ำ
9	700500/2125700	สำรวจและศึกษาชนิดธรณีสัณฐาน
10	700400/2125500	สำรวจและศึกษาชนิดธรณีสัณฐาน
11	700000/2124900	สำรวจและศึกษาชนิดธรณีสัณฐาน
12	700300/2121400	สำรวจและศึกษาชนิดธรณีสัณฐาน
13	698000/2121600	สำรวจและศึกษาชนิดธรณีสัณฐาน

รูปที่ 3.5: แสดงขั้นตอนการกำหนดความยาวของเชือก โดยมีระยะห่างทุกๆ 1 เมตร

รูปที่ 3.6: แสดงการวัดขนาดและความลึกของแม่น้ำ โดยมีระยะห่างทุกๆ 3 เมตร



รูปที่ 3.7: แสดงตำแหน่งจุดศึกษาบนแผนที่ภูมิประเทศพิมพ์ครั้งที่ 1-RTSD

ลำดับชุด L7018 ระวาง 5147 II WGS 84 มาตราส่วน 1:50,000 (กรมแผนที่ทหาร พ.ศ. 2542)

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (Result and Interpretation)

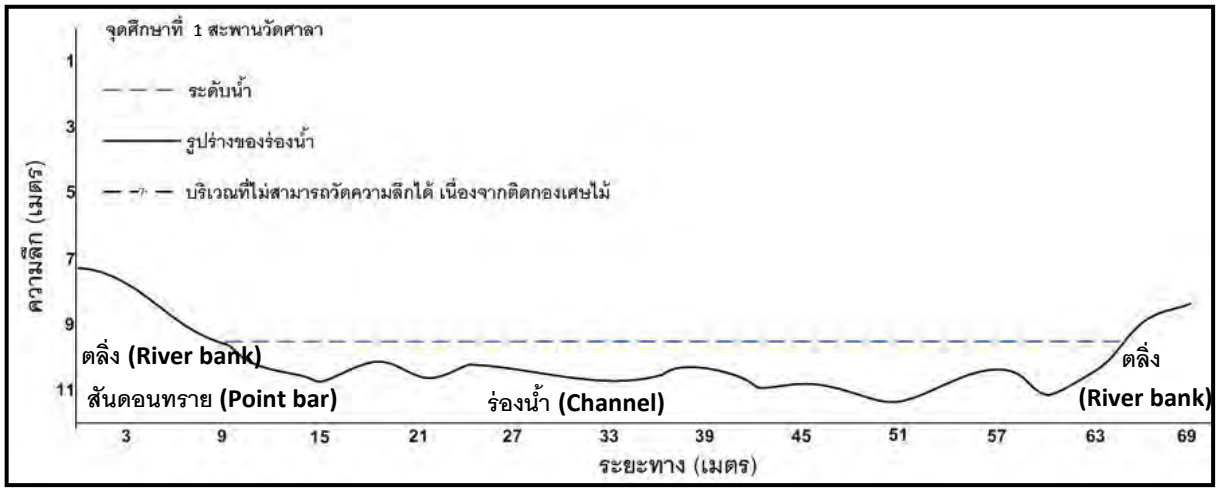
4.1 ผลการสำรวจภาคสนาม

จากการสำรวจภาคสนามสามารถแบ่งจุดศึกษาออกเป็น 13 จุด โดยมีรายละเอียดแต่ละจุดศึกษาดังนี้

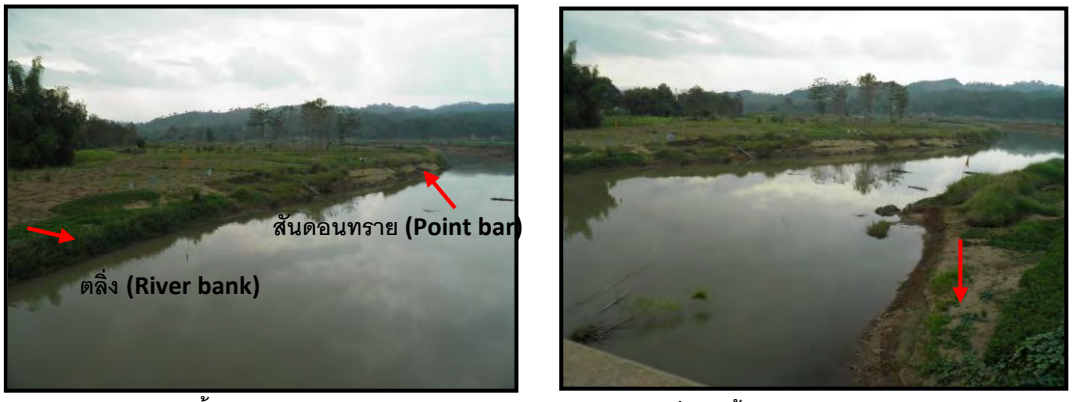
จุดศึกษาที่ 1

UTM Grid : 692300/2122100 สะพานวัดศาลา

ระดับน้ำ ณ เวลา 16.05 น. ของวันที่ 24 ธันวาคม พ.ศ. 2554 คือ 1.90 เมตร



รูปที่ 4.1: ภาพตัดขวางของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 1

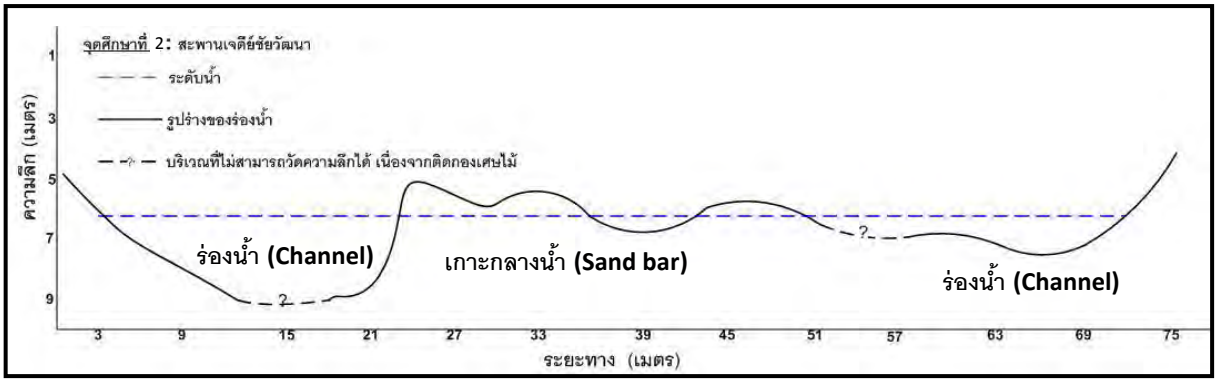


รูปที่ 4.2: แสดงสภาพและขนาดของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 1

จุดศึกษาที่ 2

UTM Grid : 693200/1221300 สะพานเจดีย์ชัยวัฒนา

ระดับน้ำ ณ เวลา 11.15 น. ของวันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ. 2554 คือ 2.80 เมตร



รูปที่ 4.3: ภาพตัดขวางของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 2

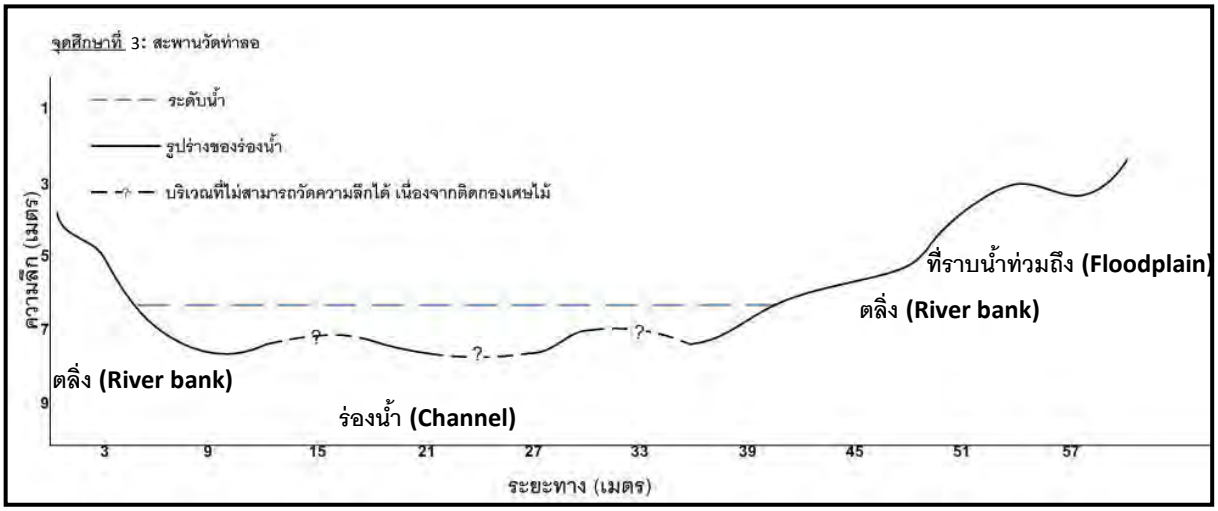
ร่องน้ำ **(Channel)** เกาะกลางน้ำ **(Sand bar)** ร่องน้ำ **(Channel)**

รูปที่ 4.4: แสดงสภาพและขนาดของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 2

จุดศึกษาที่ 3

UTM Grid : 695100/2121700 สะพานวัดท่าล้อ

ระดับน้ำ ณ เวลา 12.20 น. ของวันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ. 2554 คือ 1.40 เมตร



รูปที่ 4.5: ภาพตัดขวางของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 3

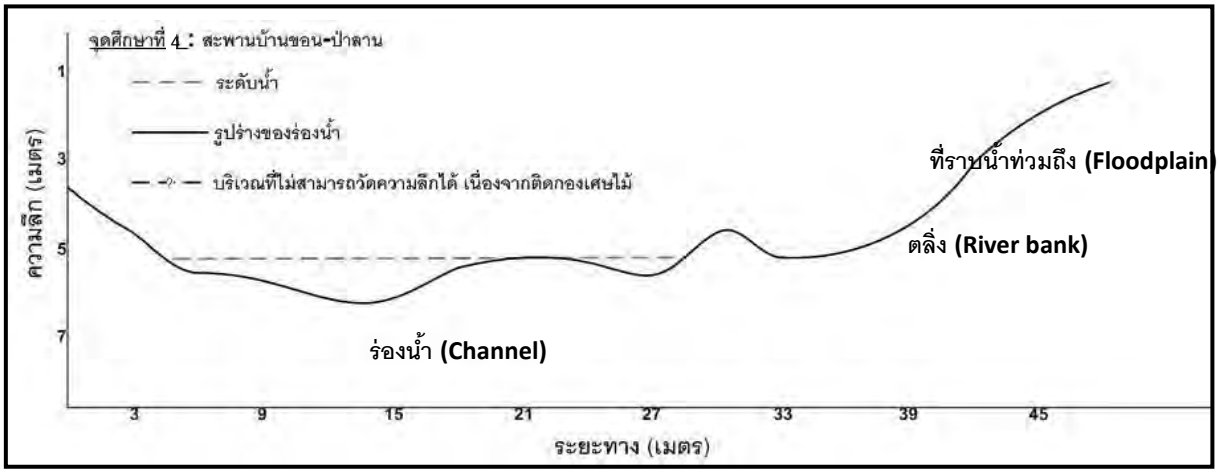
ร่องน้ำ (Channel) **ที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain)**

รูปที่ 4.6: แสดงสภาพและขนาดของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 3

จุดศึกษาที่ 4

UTM Grid : 698000/2122800 สะพานบ้านขอน-ป่าลาน

ระดับน้ำ ณ เวลา 14.05 น. ของวันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ. 2554 คือ 1.10 เมตร



รูปที่ 4.7: ภาพตัดขวางของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 4

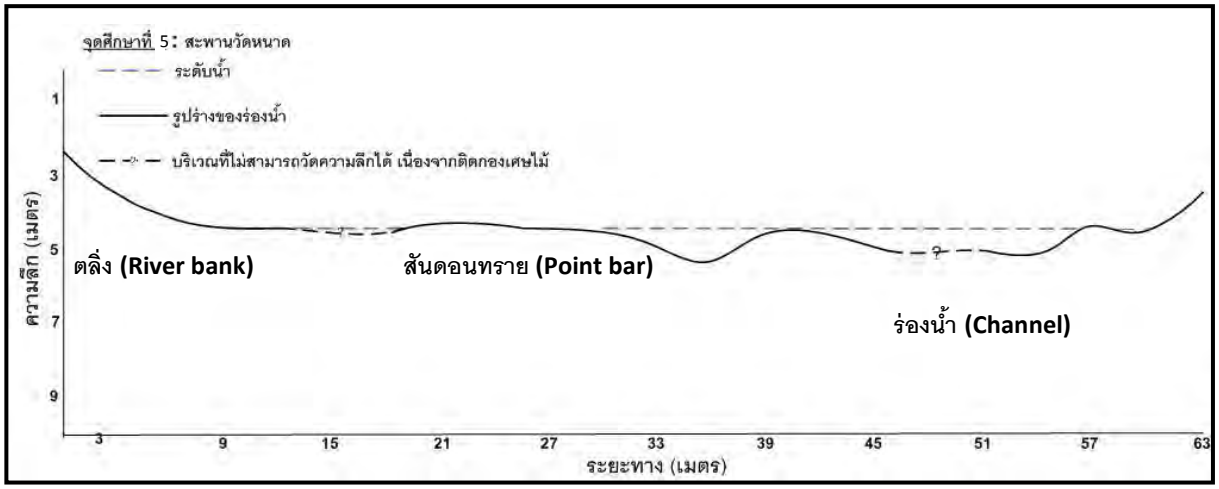
ร่องน้ำ (Channel) ที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain)

รูปที่ 4.8: แสดงสภาพและขนาดของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 4

จุดศึกษาที่ 5

UTM Grid : 700200/2123500 สะพานวัดหนาด

ระดับน้ำ ณ เวลา 14.45 น. ของวันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ. 2554 คือ 1.80 เมตร



รูปที่ 4.9: ภาพตัดขวางของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 5

สันดอนทราย **(Point bar)**

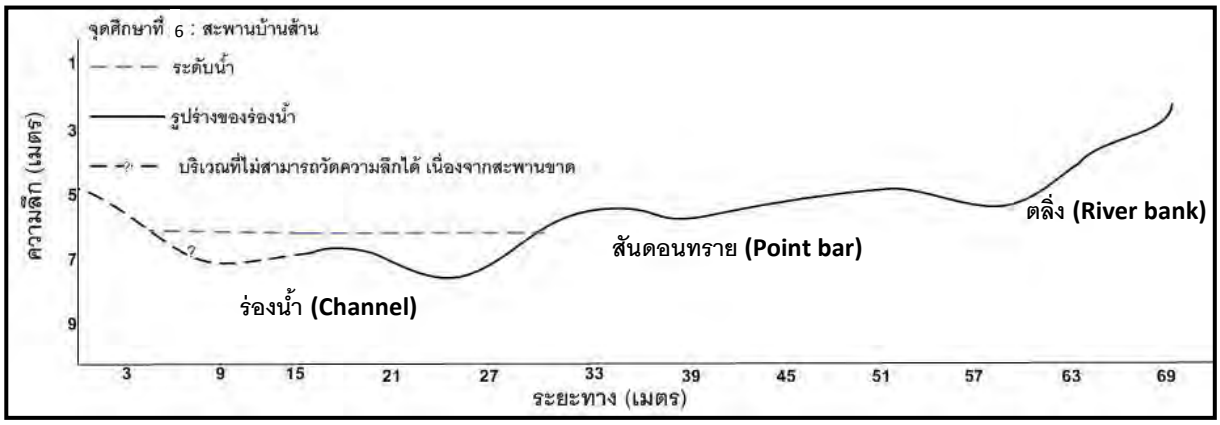
ร่องน้ำ **(Channel)**

รูปที่ 4.10: แสดงสภาพและขนาดของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 5

จุดศึกษาที่ 6

UTM Grid : 702200/2124300 สะพานบ้านส้าน

ระดับน้ำ ณ เวลา 11.20 น. ของวันที่ 24 ธันวาคม พ.ศ. 2554 คือ 1.43 เมตร



รูปที่ 4.11: ภาพตัดขวางของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 6

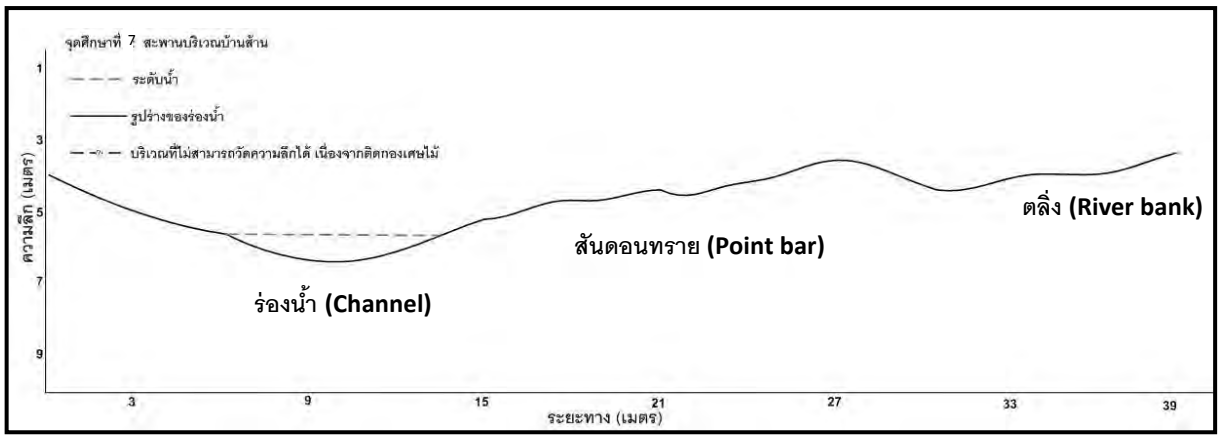
ร่องน้ำ (Channel) สันดอนทราย (Point bar)

รูปที่ 4.12: แสดงสภาพและขนาดของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 6

จุดศึกษาที่ 7

UTM Grid : 702600/2124400 สะพานบริเวณบ้านส้าน

ระดับน้ำ ณ เวลา 11.45 น. ของวันที่ 24 ธันวาคม พ.ศ. 2554 คือ 1.61 เมตร



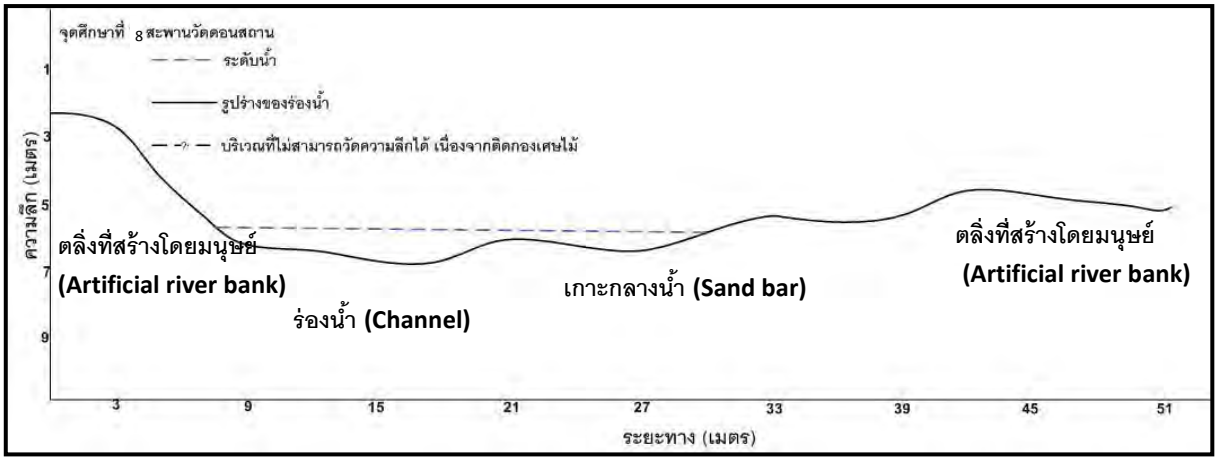
รูปที่ 4.13: ภาพตัดขวางของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 7

รูปที่ 4.14: แสดงสภาพและขนาดของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 7

จุดศึกษาที่ 8

UTM Grid : 703500/2124900 สะพานสถานพัฒนา

ระดับน้ำ ณ เวลา 12.05 น. ของวันที่ 24 ธันวาคม พ.ศ. 2554 คือ 0.94 เมตร



รูปที่ 4.15: ภาพตัดขวางของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 8

รูปที่ 4.16: แสดงสภาพและขนาดของแม่น้ำในจุดศึกษาที่ 8

จุดศึกษาที่ 9

UTM Grid : 700500/2125700 บ้านห้วยสาวแล้ว

ในบริเวณนี้พบเนินตะกอนที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ (artificial) ขนาด สูง 2 เมตร กว้าง 10 เมตร มีลักษณะเป็นตะกอนยังไม่แข็งตัว (unconsolidated sediment) มีสีหลากหลาย โดยเฉพาะ สีขาว-เทา, น้ำตาลแดง-น้ำตาล ประกอบด้วยตะกอนขนาด Gravel – very coarse sand มี การคัดขนาดปานกลาง (moderately sorted) ความมนค่อนข้างดี (subround) และความกลมปานกลาง (moderately sphericity) และ ตะกอนขนาด medium sand- fine sand เป็นส่วนประกอบหลักที่เป็นเนื้อพื้น (matrix support) ไม่พบลักษณะโครงสร้างทางตะกอน (sedimentary structure)

รูปที่ 4.17: เนินตะกอนที่พบในจุดศึกษาที่ 9

จุดศึกษาที่ 10

UTM Grid : 700400/2125500 บ้านห้วยสาวแล้ว

ในบริเวณนี้พบเนินตะกอนที่เกิดจากการตัดผ่านของถนน(roadcut) ขนาดสูง 3 เมตร กว้าง 20 เมตร ลักษณะเป็นตะกอนยังไม่แข็งตัว (unconsolidated sediment) มีสีหลากหลาย โดยเฉพาะ สีขาว-เทา, น้ำตาลแดง-น้ำตาล ประกอบด้วยตะกอนขนาด Gravel – Pebble มี การคัดขนาดแย่ (poorly sorted) ความมนปานกลาง (subangular) และความกลมปานกลาง (moderately sphericity) และตะกอนขนาด coarse sand- medium sand เป็นส่วนประกอบหลักที่เป็นเนื้อพื้น (matrix support) พบลักษณะโครงสร้างทางตะกอน (sedimentary structure) แบบการเพิ่มขนาดของตะกอนขึ้นด้านบน (coarsening upward)

รูปที่ 4.18: เนินตะกอนที่พบในจุดศึกษาที่ 10

จุดศึกษาที่ 11

UTM Grid : 700000/2124900 บ้านห้วยสาวแล้ว

ในบริเวณนี้พบเนินตะกอนที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ (artificial) ขนาด สูง 2.5 เมตร กว้าง 6 เมตร มีลักษณะเป็นตะกอนยังไม่แข็งตัว (unconsolidated sediment) มีสีหลากหลาย โดยเฉพาะ สีขาว-เทา, น้ำตาลแดง-น้ำตาล ประกอบด้วยตะกอนขนาด Gravel – very coarse sand มี การคัดขนาดปานกลาง (moderately sorted) ความมนค่อนข้างดี (subround) และความกลมปานกลาง (moderately sphericity) และ ตะกอนขนาด fine sand เป็นส่วนประกอบหลักที่เป็นเนื้อพื้น (matrix support) ไม่พบลักษณะโครงสร้างทางตะกอน (sedimentary structure) และตะกอนบางส่วนเริ่มเปลี่ยนเป็นศิลาแลง (laterite)

รูปที่ 4.19: เนินตะกอนที่พบในจุดศึกษาที่ 11

จุดศึกษาที่ 12

UTM Grid : 700300/2121400 บ้านปรางค์

ในบริเวณนี้พบเนินตะกอนที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ (artificial) ขนาด สูง 6 เมตร กว้าง 20 เมตร มีลักษณะเป็นตะกอนยังไม่แข็งตัว (unconsolidated sediment) มีสีหลากหลาย โดยเฉพาะ สีขาว-เทา, น้ำตาลแดง-น้ำตาล ประกอบด้วยตะกอนขนาด Boulder – Pebble เป็นส่วนประกอบหลัก (grain support) มี การคัดขนาดแย่ (very poorly sorted) ความมนค่อนข้างดี (angular-rounded) และความกลมปานกลาง (moderately sphericity) และ ตะกอนขนาด Gravel-very coarse sand เป็นเนื้อพื้น พบลักษณะโครงสร้างทางตะกอน (sedimentary structure) แบบการเพิ่มขนาดของตะกอนขึ้นด้านบน (coarsening upward) และพบหลักฐานการเรียงตัวของกรวดไปในทิศทางตะวันออกเฉียงเหนือ

รูปที่ 4.20: เนินตะกอนที่พบในจุดศึกษาที่ 12

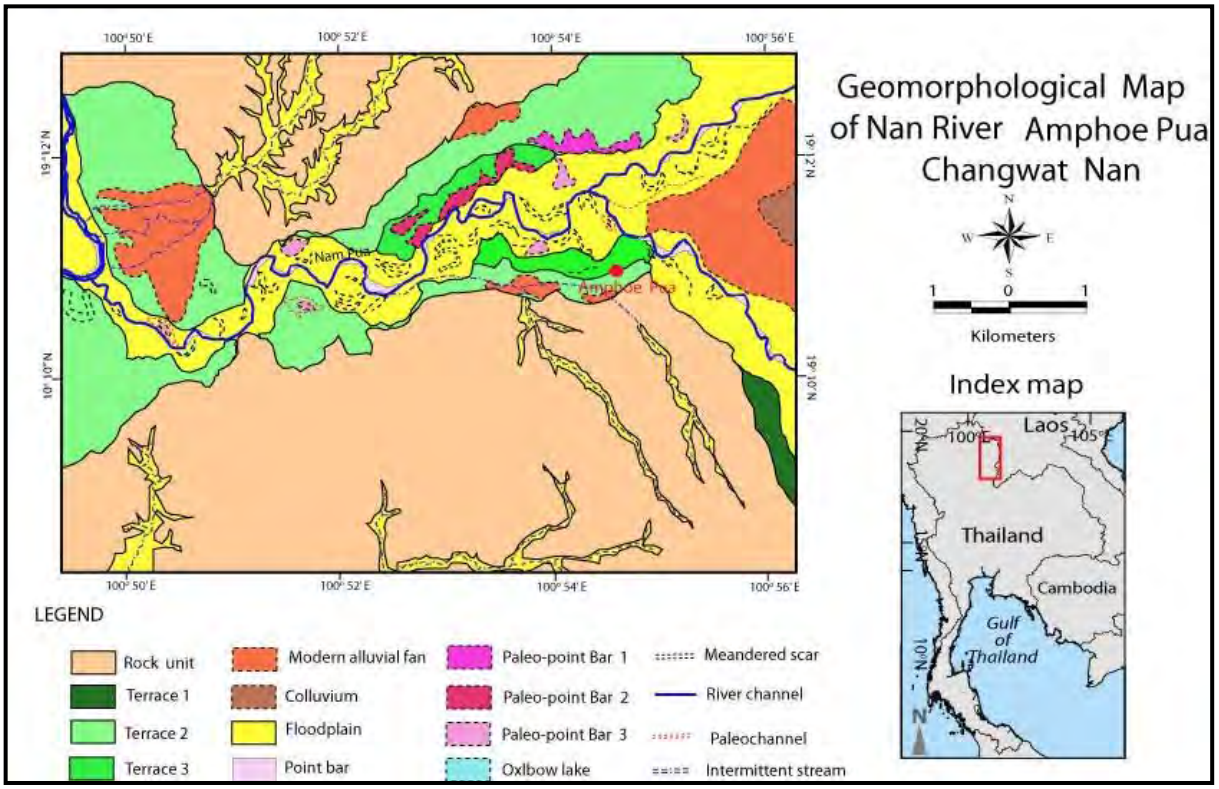
จุดศึกษาที่ 13

UTM Grid : 698000/2121600 บ้านขอน

ในบริเวณนี้พบเนินตะกอนที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ (artificial) ขนาดสูง 4.8 เมตร กว้าง 10 เมตร ลักษณะเป็นตะกอนยังไม่แข็งตัว (unconsolidated sediment) มีสีหลากหลาย โดยเฉพาะสีขาว-เทา, น้ำตาลแดง-น้ำตาล ประกอบด้วยตะกอนขนาด Gravel – Pebble มี การคัดขนาดแย่ (poorly sorted) ความมนปานกลาง (subangular) และความกลมปานกลาง (moderately sphericity) และ ตะกอนขนาด coarse sand- medium sand เป็นส่วนประกอบหลักที่เป็นเนื้อพื้น (matrix support) พบลักษณะโครงสร้างทางตะกอน (sedimentary structure) แบบการเพิ่มขนาดของตะกอนขึ้นด้านบน (coarsening upward) พบร่องรอยการหลุดออกของกรวด และการชอนไชของสิ่งมีชีวิต (burrow)

รูปที่ 4.21: เนินตะกอนที่พบในจุดศึกษาที่ 13

4.2 ผลการแปลภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม การสำรวจภาคสนาม แผนที่ธรณีวิทยา และแผนที่ภูมิประเทศ



รูปที่ 4.22: แผนที่ธรณีสัณฐานวิทยาบริเวณพื้นที่ศึกษา

บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผล (Discussion and Conclusion)

5.1 อภิปราย (Discussion)

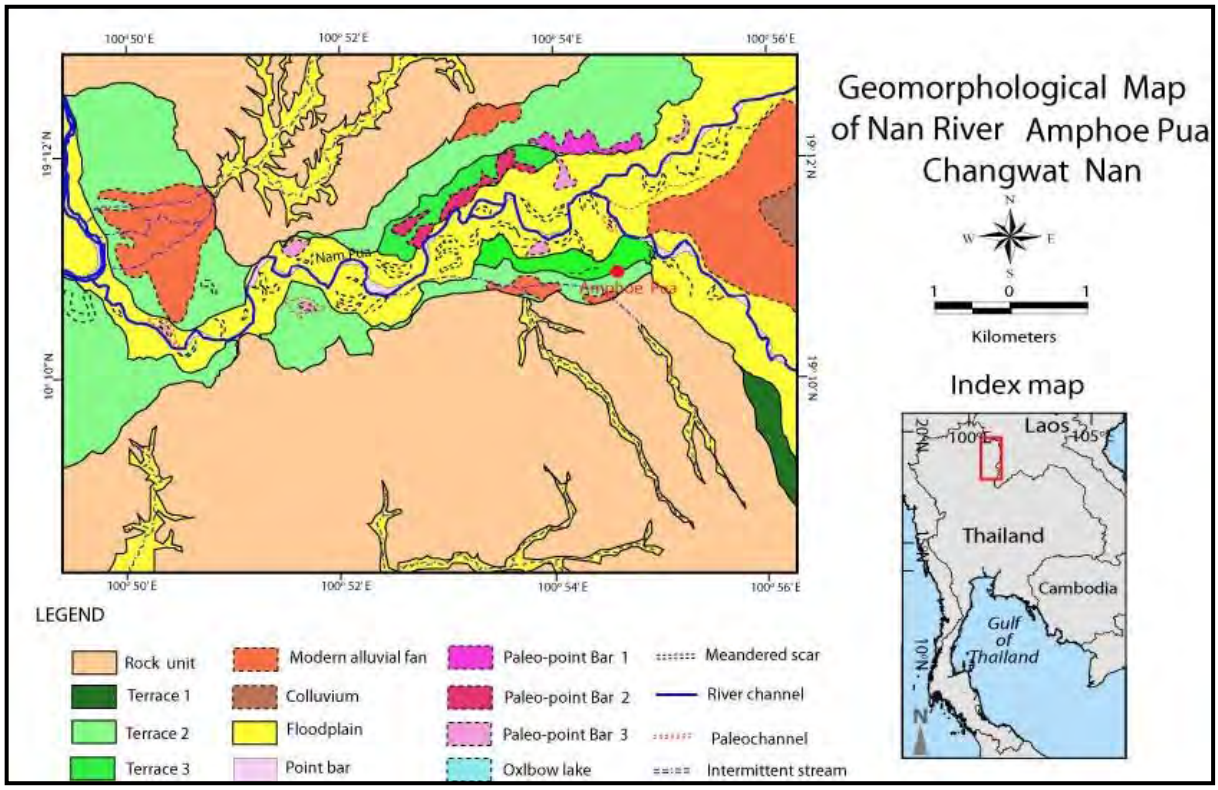
5.1.1 ชนิดธรณีสัณฐานในพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาการแปลภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่ภูมิประเทศ และการออกภาคสนาม สามารถจำแนกชนิดธรณีสัณฐานของพื้นที่ศึกษาจากการกวัดแกว่งของแม่น้ำน่าน อำเภอปัว จังหวัดน่าน ออกเป็น 16 หน่วย (Unit) ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1: ตารางแสดงชนิดธรณีสัณฐานในพื้นที่ศึกษา

หน่วยที่ (Unit)	**ชนิดธรณีสัณฐาน** (Landform)
1	ชุดหิน (Rock Unit) ได้แก่ - ตะกอนบนตะพักน้ำ ประกอบด้วย กรวด ทราย และแม่รัง อายุ ควอเทอร์นารี (Quarternary) - ชุดหินเคลย์ หินทรายแป้ง หินทราย หินโคลน ดินเบา และถ่านลิกไนต์ อายุ เทอเทียร์รี่ (Tertiary) - ชุดหินโคลนสีเทาดำ แทรกสลับบางบริเวณด้วยหินทราย ชั้นบางถึงชั้นหนา และหินปูน อายุ ไทรแอสซิก (Triassic) (กรมทรัพยากรธรณีวิทยา, Imsamut, per.com.)
2	ลานตะพักลำน้ำ (Terrace) ขั้นที่ 1
3	ลานตะพักลำน้ำ (Terrace) ขั้นที่ 2
4	ลานตะพักลำน้ำ (Terrace) ขั้นที่ 3
5	ตะกอนน้ำพารูปพัดยุคใหม่ (Modern alluvial fan)
6	ตะกอนเชิงเขา (Colluvium)
7	ที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain)
8	สันดอนทราย (Point bar)
9	สันดอนทรายเก่า(Paleo-point bar) ขั้น1
10	สันดอนทรายเก่า(Paleo-point bar) ขั้น2
11	สันดอนทรายเก่า(Paleo-point bar) ขั้น3
12	ทะเลสาบรูปแอก (Oxlbow lake)
13	ร่องรอยทางน้ำเก่า (Meandered scar)
14	แม่น้ำปัจจุบัน (River channel)
15	แม่น้ำเก่า (Paleochannel)
16	แม่น้ำสายรอง (Intermitten stream)

ลักษณะธรณีสัณฐานทั้ง 16 หน่วย ดังกล่าว สามารถจัดทำแผนที่ธรณีสัณฐานวิทยาในพื้นที่ศึกษาได้ ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 : แผนที่ธรณีสัณฐานวิทยาของพื้นที่ศึกษา

5.1.2 **ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของธรณีสัณฐานแต่ละชนิด**

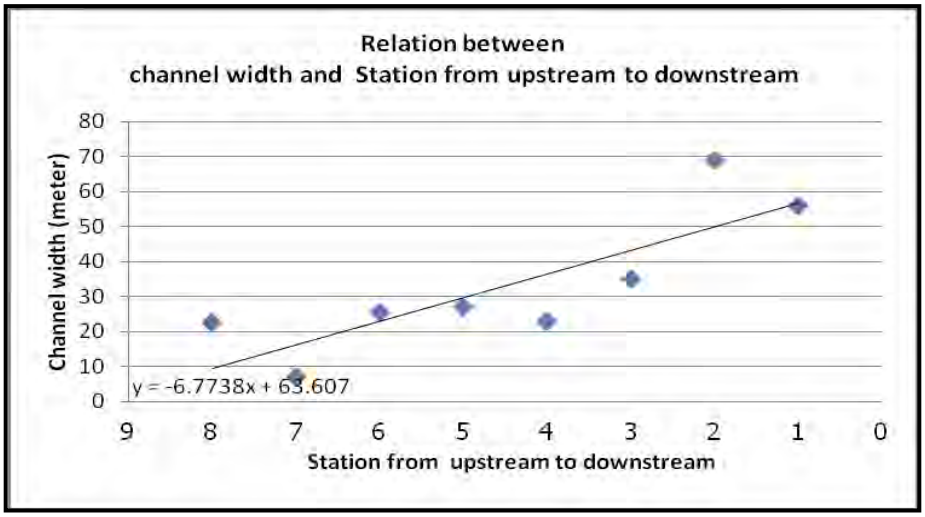
ลักษณะธรณีสัณฐานทั้ง 16 หน่วย มีลำดับการเกิดและความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการต่างๆ ดังนี้ ในบริเวณพื้นที่ศึกษาเกิดจากการกวัดแกว่งของแม่น้ำปัว ที่แยกสาขาออกมาจากแม่น้ำน่าน ซึ่งมีการกัดเซาะในแนวระนาบ และแนวดิ่งทำให้เกิดเป็นลานตะพักลำน้ำ(Terrace) ขั้นแรก หรือขั้นที่ 1 ขึ้น และเกิดการกัดกร่อนและถูกพัดพาไป (Erosion and Weathering) ทำให้เหลืออยู่บางส่วนในพื้นที่ศึกษา เป็นลานตะพักแบบไม่เป็นคู่ (Unpaired terrace) หลังจากนั้นมีการเปลี่ยนระดับพื้นฐาน (base level) เกิดลานตะพักลำน้ำ (Terrace) ขั้นที่2 บริเวณสองฝั่งของแม่น้ำทำให้ได้ลานตะพักลำน้ำแบบคู่ (Paired terrace) ซึ่งบนลานตะพักลำน้ำนี้ประกอบไปด้วย ตะกอนน้ำพารูปพัดยุคใหม่ (Modern alluvial fan) ที่ไหลลงมาจากภูเขาที่ขนาบอยู่ข้างแม่น้ำ โดยมีลักษณะส่วนใหญ่ เป็นตะกอนยังไม่แข็งตัว (unconsolidated sediment) มีสีหลากหลาย โดยเฉพาะ สีขาว-เทา, น้ำตาลแดง-น้ำตาล ประกอบด้วยตะกอนขนาด Boulder – Pebble เป็นส่วนประกอบหลัก (grain support) มี การคัดขนาดแย่ (very poorly sorted) ความมนค่อนข้างดี(angular-rounded) และความกลมปานกลาง (moderately sphericity) และ ตะกอนขนาด Gravel-very coarse sand เป็นเนื้อพื้น ไม่พบลักษณะโครงสร้างทางตะกอน (sedimentary structure)

และยังประกอบไปด้วยธรณีสัณฐานที่เกิดจากการกวัดแกว่งของแม่น้ำอีกด้วย คือ สันดอนทรายเก่า(Paleo-point bar) ขั้น1 แม่น้ำเก่า (Paleochannel) และร่องรอยทางน้ำเก่า (Meandered scar)บ้าง ถัดมาเกิดลานตะพักลำน้ำ ขั้นที่ 3 แบบคู่ (Paired terrace) ซึ่งประกอบด้วย สันดอนทรายเก่า(Paleo-point bar) ขั้น2 และบริเวณที่ใกล้แม่น้ำปัจจุบันมากที่สุด เป็นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain) ซึ่งบริเวณนี้มีธรณีสัณฐานที่เกิดจากการกวัดแกว่งของแม่น้ำเป็นจำนวนมาก คือ ร่องรอยทางน้ำเก่า (Meandered scar)เป็นส่วนใหญ่ แม่น้ำเก่า (Paleochannel) ทะเลสาบรูปแอก (Oxlbow lake) สันดอนทราย (Point bar)ที่เกิดจากแม่น้ำปัจจุบันกวัดแกว่ง ซึ่งถูกปิดทับด้วย ตะกอนน้ำพารูปพัดยุคใหม่ (Modern alluvial fan)และ ตะกอนเชิงเขา (Colluvium)

5.1.3 รูปแบบของทางน้ำและขนาดของร่องน้ำ

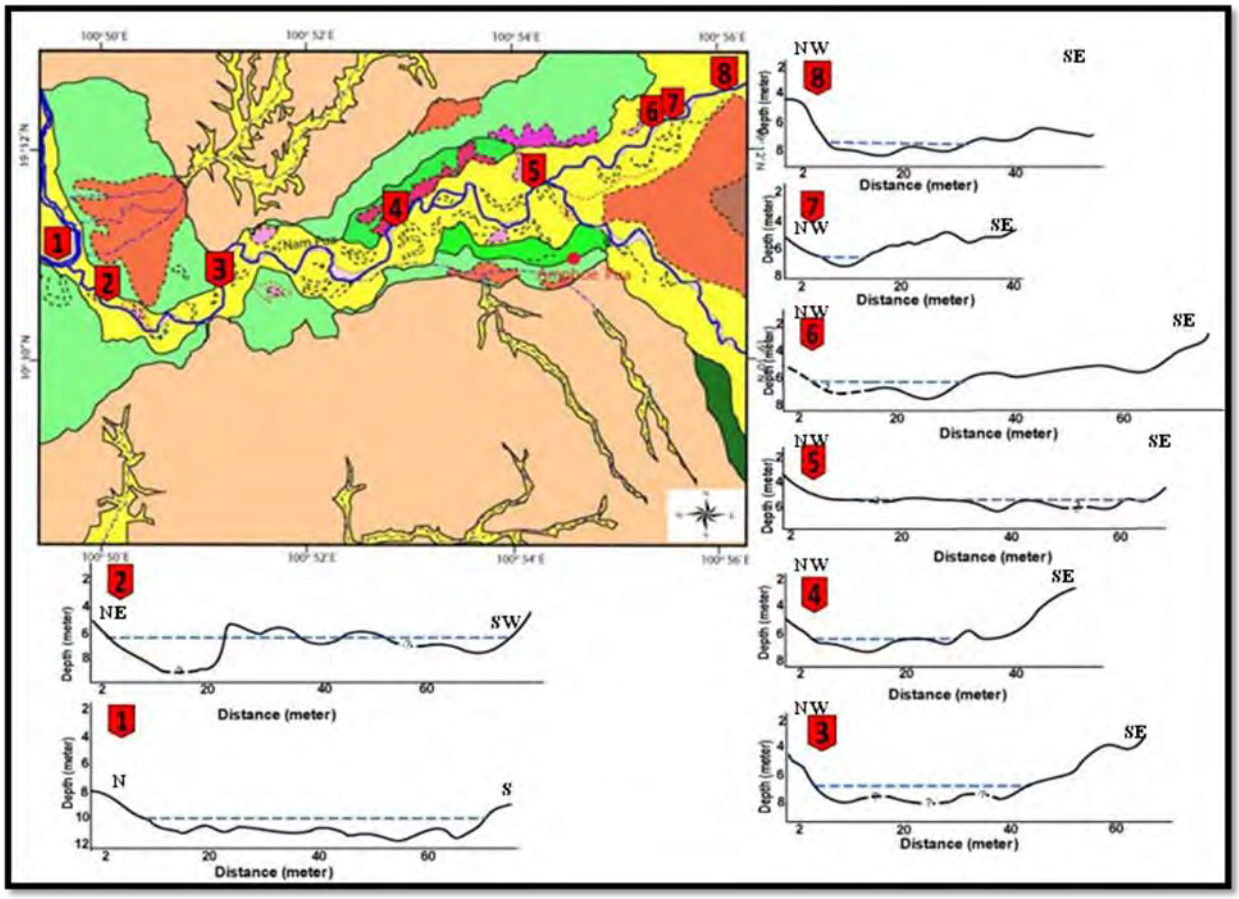
จากการศึกษาของมนตรี ชูวงษ์ (2553) กล่าวไว้ว่า ดัชนีที่ใช้บอกความคดโค้งของแม่น้ำคือ ความคดเคี้ยว (sinuosity) ซึ่งหมายถึง สัดส่วนระหว่างความยาวจริงของแม่น้ำต่อระยะห่างระหว่างหุบเขาที่แม่น้ำไหลผ่าน แม่น้ำที่จัดเป็นแม่น้ำแบบตรงจะมีดัชนีการคดเคี้ยวน้อยกว่า 1.5 โดยจากการศึกษาดัชนีความคดเคี้ยวของแม่น้ำน่านในพื้นที่ศึกษา พบว่ามีค่า 1.86 ดังนั้น รูปแบบทางน้ำในพื้นที่ศึกษาคือ meandering หรือ แม่น้ำแบบโค้งตวัด

จากการศึกษาภาพตัดขวางของแม่น้ำในพื้นที่ศึกษาตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ ดังรูปที่ 5.2 จะเห็นว่าขนาดของร่องน้ำตั้งแต่ตำแหน่งจุดศึกษาที่ 8 ซึ่งเป็นตำแหน่งต้นน้ำ จนไปถึงขนาดของร่องน้ำในตำแหน่งจุดศึกษาที่ 1 ซึ่งเป็นตำแหน่งปลายน้ำ แนวโน้มของร่องน้ำจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ จากต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ เนื่องจากบริเวณต้นน้ำมีปริมาณน้ำน้อย การกัดเซาะของแม่น้ำก็น้อย ทำให้มีขนาดของร่องน้ำแคบกว่าเมื่อเทียบกับปลายน้ำที่มีปริมาณน้ำมากกว่า การกัดเซาะของแม่น้ำก็มากกว่า จึงส่งผลให้ขนาดของร่องน้ำกว้างมากขึ้น ซึ่งขนาดของร่องน้ำและตำแหน่งของร่องน้ำในพื้นที่ต่างๆมีความสัมพันธ์กันในแนวเส้นตรง ดังกราฟที่ 5.1



กราฟที่ 5.1: กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของร่องน้ำและตำแหน่งจุดศึกษา

จากการศึกษาของ Thompson and Turk (1998) ในเรื่องของความสมมาตรของร่องน้ำที่มีความสัมพันธ์กับความเร็วและความแรงการไหลของน้ำในแม่น้ำ พบว่า แม่น้ำในพื้นที่ศึกษามีรูปร่างร่องน้ำแบบไม่สมมาตร (asymmetry) ความเร็วมากที่สุดของการไหล หรือ ตำแหน่งร่องน้ำลึก (thalweg) ส่วนใหญ่อยู่ทางซ้ายมือของภาพตัดขวางจากต้นน้ำไปยังปลายน้ำ ดังรูปที่ 5.2

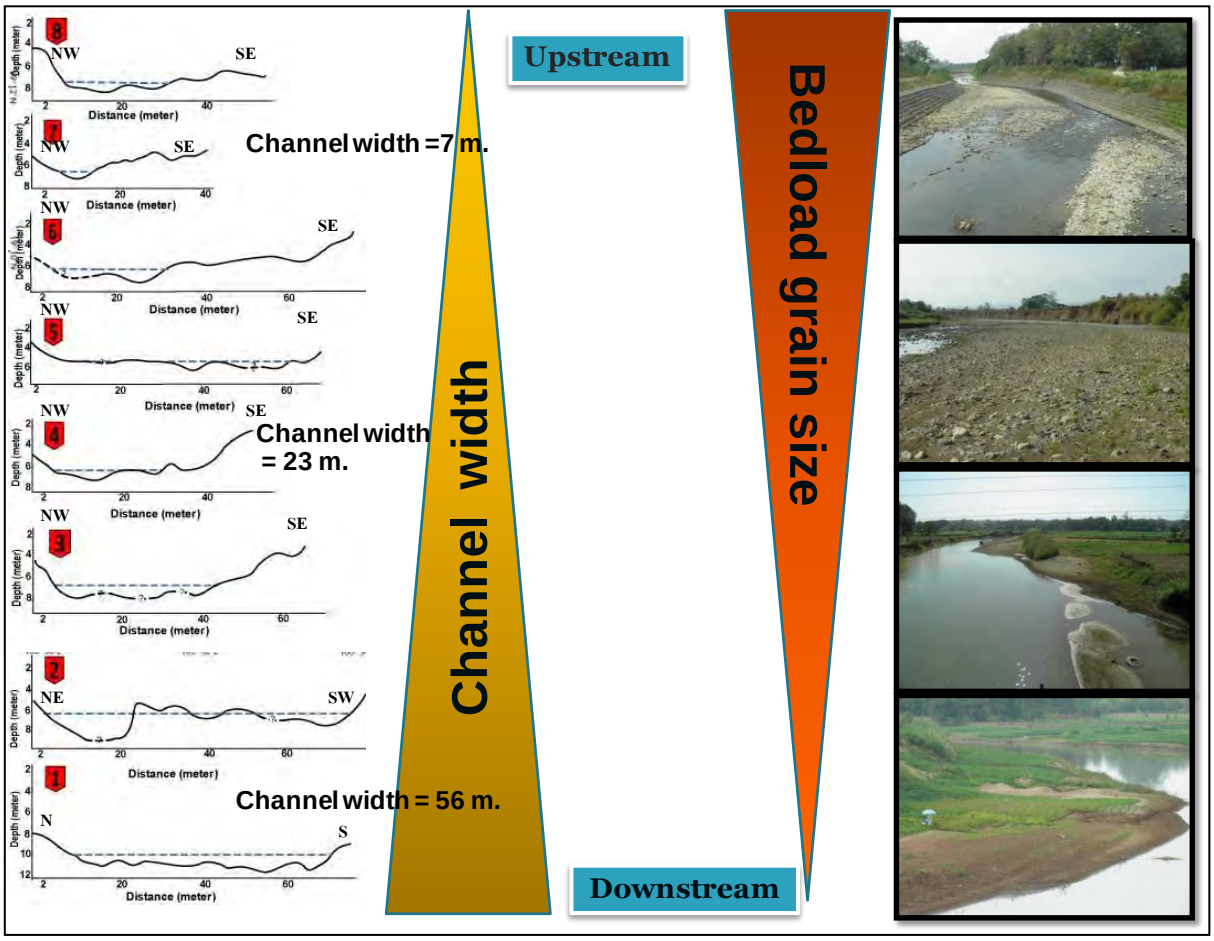


รูปที่ 5.2: แสดงภาพตัดขวางของร่องน้ำ ตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ ในพื้นที่ศึกษา

5.1.4 ลักษณะตะกอนในร่องน้ำ

จากการสังเกตในภาคสนามพบว่า ลักษณะตะกอนที่ต้นน้ำ จะเป็นตะกอน Boulder gravel –Coarse cobble gravel ความมนดี (Rounded) และความกลมปานกลาง (moderately sphericity) โดยขนาดและลักษณะของตะกอนต้นน้ำจะมีความคล้ายคลึงกันมาเรื่อยๆ จนมาถึงในจุดศึกษาที่ 5 เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเป็นตะกอนFine cobble gravel-Very coarse pebble gravel ความมนดี (Rounded) และความกลมปานกลาง (moderately sphericity) และมีตะกอน medium sand- fine sand เป็นส่วนประกอบหลักที่เป็นเนื้อพื้น (matrix support) และขนาดตะกอนเล็กลงเรื่อยๆ ไปทางปลายน้ำ โดยเริ่มเปลี่ยนในจุดศึกษาที่ 4 คือ เป็นตะกอน medium sand- fine sand และพบตะกอน Coarse pebble gravel ฝังประอยู่ในตะกอน medium sand- fine sand บ้าง โดยพบเป็นลักษณะเช่นนี้ไปจนถึงปลายน้ำ

และตำแหน่งปลายน้ำสุดท้าย (จุดศึกษาที่ 1) พบเป็นตะกอน medium sand- fine sand อย่างเดียวเท่านั้น ไม่พบตะกอนขนาดใหญ่ ดังรูปที่ 5.3



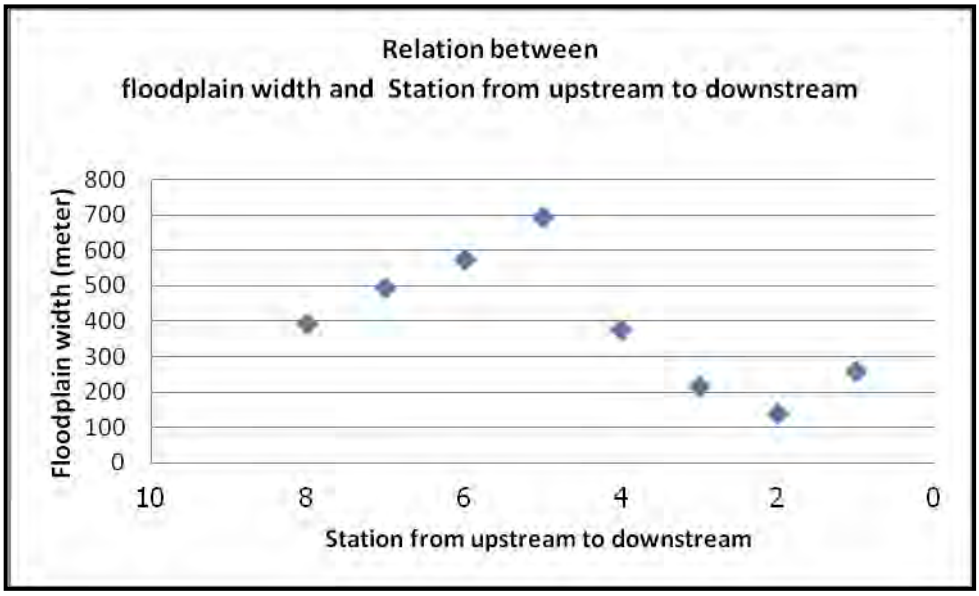
รูปที่ 5.3: แสดงตำแหน่งภาพตัดขวางตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ และขนาดตะกอนในร่องน้ำ

5.1.5 **ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่ราบน้ำท่วมถึง** (Floodplain) **และขนาดร่องน้ำ** (Channel)

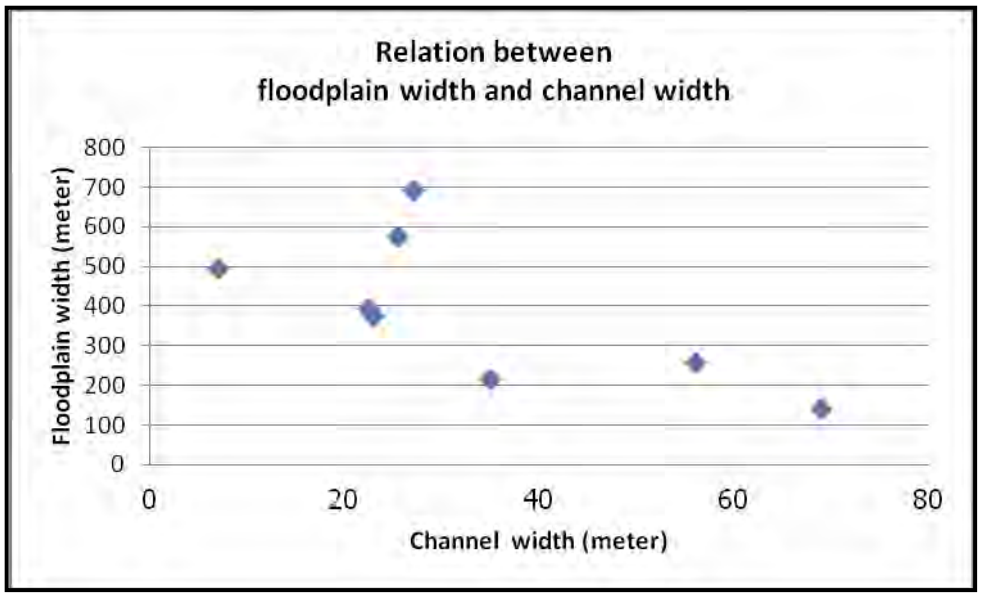
จากการศึกษาแผนที่ธรณีสัณฐานวิทยาในพื้นที่ศึกษาที่ได้ทำการแปลภาพถ่ายทางอากาศ ประกอบกับการออกภาคสนามศึกษาขนาดและสภาพของร่องน้ำแล้วพบว่า บริเวณต้นน้ำมีพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain) กว้างกว่าบริเวณกลางน้ำและปลายน้ำ เนื่องจากในพื้นที่บริเวณกลางน้ำถึงปลายน้ำถูกควบคุมด้วยลักษณะธรณีสัณฐาน คือ ลานตะพักลำน้ำ(Terrace) ขั้นที่2 และ 3 และลักษณะภูมิประเทศที่เป็นภูเขาขนาบข้าง ทำให้บริเวณปลายน้ำมีพื้นที่ที่ราบน้ำท่วมถึง(Floodplain)แคบกว่าบริเวณต้นน้ำ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีที่ราบมากกว่า แสดงข้อมูลดังกราฟที่ 5.2

ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่ราบน้ำท่วมถึง และขนาดร่องน้ำ พบว่า บริเวณต้นน้ำที่มีขนาดของร่องน้ำแคบ มีพื้นที่ที่ราบน้ำท่วมถึงมากกว่าปลายน้ำที่มีขนาดร่องน้ำกว้าง ดังข้อมูลจากกราฟที่ 5.3

ซึ่งเป็นลักษณะที่ผิดธรรมชาติ เนื่องจากพื้นที่บริเวณกลางน้ำถึงปลายน้ำถูกควบคุมด้วยลักษณะธรณีสัณฐานที่เป็นลานตะพักลำน้ำ(Terrace) ขั้นที่2 และ 3 และลักษณะภูมิประเทศที่เป็นภูเขาขนาบข้าง



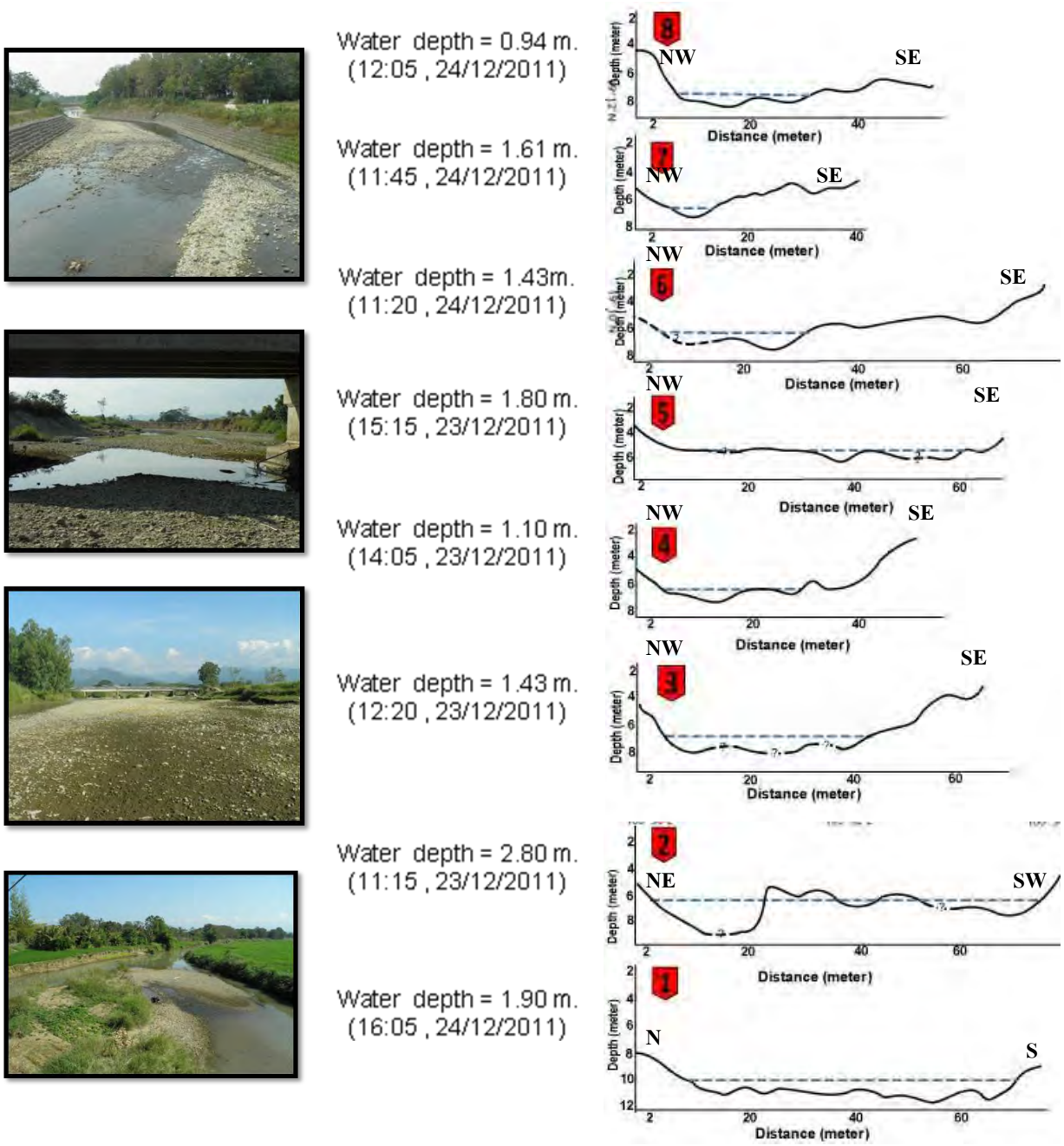
กราฟที่ 5.2: กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของที่ราบน้ำท่วมถึงและตำแหน่งจุดศึกษา



กราฟที่ 5.3: กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของที่ราบน้ำท่วมถึงและความกว้างของร่องน้ำ

5.1.6 อุทกภัยในพื้นที่ศึกษา

เมื่อต้นปี พ.ศ. 2554 เกิดอุทกภัยกินพื้นที่เป็นบริเวณกว้างในพื้นที่ภาคเหนือ รวมไปถึงในพื้นที่ศึกษาด้วย จากการออกภาคสนาม พบว่า ในแต่ละจุดศึกษามีปริมาณน้ำในแม่น้ำ สูงเฉลี่ยเพียง 1-2 เมตร เท่านั้น ทำให้เห็นปริมาณตะกอนจำนวนมากที่ตกสะสมในร่องน้ำ เมื่อถึงฤดูน้ำหลาก ส่งผลให้ร่องน้ำรับปริมาณน้ำได้น้อย เกิดการเอ่อล้น ท่วมออกนอกตลิ่ง กินพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง จึงเป็นหนึ่งในสาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษา ดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4: แสดงปริมาณตะกอนในร่องน้ำ และระดับความสูงของน้ำในแต่ละจุดศึกษา

5.2 **สรุปผล** (Conclusion)

1. ในพื้นที่ศึกษาสามารถแบ่งลักษณะธรณีสัณฐานได้ 16 หน่วย ได้แก่

   ชุดหิน (Rock unit)
   ลานตะพักลำน้ำ (Terrace) ขั้นที่ 1
   ลานตะพักลำน้ำ (Terrace) ขั้นที่ 2
   ลานตะพักลำน้ำ (Terrace) ขั้นที่ 3
   ตะกอนน้ำพารูปพัดยุคใหม่ (Modern alluvial fan)
   ตะกอนเชิงเขา (Colluvium)
   ที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain)
   สันดอนทราย (Point bar)
   สันดอนทรายเก่า(Paleo-point bar) ขั้น1
   สันดอนทรายเก่า(Paleo-point bar) ขั้น2
   สันดอนทรายเก่า(Paleo-point bar) ขั้น3
   ทะเลสาบรูปแอก (Oxbow lake)
   ร่องรอยทางน้ำเก่า (Meandered scar)
   แม่น้ำปัจจุบัน (River channel)
   แม่น้ำเก่า (Paleochannel)
   แม่น้ำสายรอง (Intermitten stream)
2. ขนาดตะกอนในร่องน้ำลดลงตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ
3. ความกว้างของร่องน้ำเพิ่มขึ้นตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ
4. พื้นที่ที่ราบน้ำท่วมถึงลดลงตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ เนื่องจากถูกควบคุมด้วยลักษณะธรณีสัณฐาน คือ ลานตะพักลำน้ำ(Terrace) ขั้นที่2 และ 3 และลักษณะภูมิประเทศที่เป็นภูเขาขนาบข้าง
5. แม่น้ำในพื้นที่ศึกษา มีค่า Sinuosity ratio = 1.86 ซึ่งมีรูปแบบเป็นแม่น้ำแบบโค้งตวัด (Meander river)
6. แม่น้ำในพื้นที่ศึกษา มีรูปร่างร่องน้ำแบบไม่สมมาตร (asymmetry) และมีตำแหน่งร่องน้ำลึกอยู่ทางด้านซ้ายของแม่น้ำจากต้นน้ำไปปลายน้ำ

รายการอ้างอิง (References)

มนตรี ชูวงษ์. 2553. ธรณีสัณฐานวิทยาพื้นฐาน (Basic Geomorphology). พิมพ์ครั้งที่ 1. พระนครศรีอยุธยา : เทียนวัฒนาพริ้นติ้ง, 202 หน้า

Allen, J.R.L., 1970, Physical processes of sedimentation: Earth Science Series No. 1, Elsevier, New York, 248 p

Bhongaraya, S. 1998. Geomorphology of the Ping and the Wang River Basin, Amphoe Sam Ngao and Ban Tak Area Changwat Tak. Unpublished M.Sc Thesis Department of Geology Science Faculty of Science Chulalongkorn University.

Bishop, P. 1989. Late Holocene Alluvial Stratigraphy and History in the Sisatchanalai Area, North Central Thailand. In Thiramongkol, N. (ed.). Proceeding of the workshop on Correlation Of Quaternary Successions in South, East and Southeast Asia. Nov. 21-24, Bangkok, Thailand, pp. 117-134.

Fagan, S.D., Nanson, G.C., July. 2003. The morphology and formation of floodplain-surface channels, Cooper Creek, Australia. Journal of Geomorphology 60, 107-126.

Hanson, L.S. Streams Part 2: Classifications [Online]. Department of Geological Sciences, Salem State College. Available from http://216.130.16.10/~lhanson/gls210/gls210_streams2.htm [2012, January 30]

Petts, G.E. and Amoros, C.(Editor). 1996. Fluvial Hydrosystems. 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK : Chapman & Hall,

Thompson G.R., and Turk, J., 1998. Introduction to physical geology. Saunders College Publishing. 371 p.

RoyalThaiSurveys.1999. Topographic Map (Serise L7018 sheet 5147II scale 1:50,000). Bangkok: Royal Thai Surveys

Wood, S.H., Ziegler, A.D., Bundarnsin, T., 2007. Floodplain deposit, Channel change and riverbank stratigraphy of the Mekong River area at the 14th –Century city of Chiang Saen, Northern Thailand. Journal of Geomorphology 101, 510-523.

จังหวัดน่าน. “ สภาพทั่วไปจังหวัดน่าน”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.nan.go.th/webjo/. สืบค้นวันที่ 30 มกราคม 2555

ฝ่ายวางแผนและแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำ ส่วนจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา. แผนที่การพัฒนาแหล่งน้ำในเขตพื้นที่จังหวัดน่าน [Online]. สำนักชลประทานที่2, 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.ori2.go.th:88/Download/nanmap.jpg. สืบค้นวันที่ 30 มกราคม 2555

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. จังหวัดน่าน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://th.wikipedia.org/wiki/จังหวัดน่าน. สืบค้นวันที่ 30 มกราคม 2555