



โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

การวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศในพื้นที่ลุ่มน้ำห่าน: ประยุกต์ใช้สำหรับธรณี
แปรสัณฐาน

โดย

นายหัตถพงศ์ อุลลาวัลย์

เลขประจำตัวนิสิต 5832720623

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี

ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของโครงการทางวิชาการที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของโครงการทางวิชาการที่ส่งผ่านทางคณะที่สังกัด

The abstract and full text of senior projects in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)

are the senior project authors' files submitted through the faculty.

การวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน : ประยุกต์ใช้สำหรับธรณีแปรสัณฐาน

นายนัทพงศ์ อุลลาวัลย์

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2561

TERRAIN ANALYSIS IN NAN WATERSHED : APPLICATION FOR TECTONIC

MISTER NATTAPONG UNLAWAN

A project submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of the Bachelor of Science in Geology

Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University

Academic Year 2018

หัวข้อโครงการ

การวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน :
ประยุกต์ใช้สำหรับธรณีแปรสัณฐาน

โดย

นายันทพงษ์ อุลลาวัลย์

สาขาวิชา

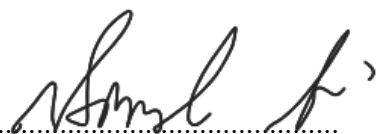
ธรณีวิทยา

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก

ร.ศ. ดร. สันติภัยหลบลี

วันที่ส่ง.....

วันที่อนุมัติ.....

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ภัยหลบลี)

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก

5832720623: ภาควิชาธรณีวิทยา

คำสำคัญ : ดัชนีธรณีสัณฐาน / ทางการสำรวจจากระยะไกล / ธรณีแปรสัณฐาน / ลุ่มน้ำน่าน

ดัชนีความลาดชันทางน้ำ / ดัชนีความคดโค้งเชิงเขา

นัทรพงศ์ อุลลาวัลย์ : การวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน :

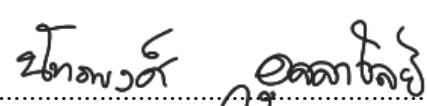
ประยุกต์ใช้สำหรับธรณีแปรสัณฐาน

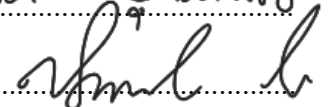
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร.สันติภักย์ หลบลี้, 32 หน้า

ดัชนีธรณีสัณฐานเป็นการศึกษาพฤติกรรมทางธรณีสัณฐาน โดยใช้ข้อมูลทางการสำรวจจากระยะไกลในการแปลความหมายเป็นหลัก ซึ่งได้นำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินความสัมพันธ์ทางธรณีแปรสัณฐานกับลักษณะภูมิประเทศที่เกิดขึ้นในพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำน่านที่เห็นได้ชัดเจนโดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมและแผนที่แสดงความสูงแบบดิจิทัลงานวิจัยนี้เลือกศึกษาโดยใช้ดัชนีธรณีสัณฐาน 2 ชนิด ได้แก่ ดัชนีความลาดยาวทางน้ำ และดัชนีความคดโค้งเชิงเขา

ผลจากการวิเคราะห์พบว่า ดัชนีความลาดยาวทางน้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษาพบว่ามีค่ามากกว่า 60 ขึ้นไปกระจายตัวทั่วบริเวณพื้นที่ศึกษา ซึ่งอาจสัมพันธ์กับการแปรสัณฐาน และจากค่าดัชนีดัชนีความลาดยาวทางน้ำทำให้พบว่าค่ามีแนวโน้มสูงในบริเวณที่มีความชันของพื้นที่สูง ส่วนค่าดัชนีความคดโค้งเชิงเขาในบริเวณพื้นที่ศึกษาพบว่า ทางตอนใต้ของพื้นที่ศึกษามีค่าเข้าใกล้ 1 จึงอาจส่งผลกระทบต่อให้เกิดแผ่นดินไหวได้บ่อยครั้งในบริเวณนั้น

ดัชนีธรณีสัณฐานที่ได้เป็นเพียงข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเบื้องต้นของพฤติกรรมกระบวนการธรณีแปรสัณฐาน จากการศึกษาลักษณะภูมิประเทศโดยรวมเพื่อบ่งบอกลักษณะการเปลี่ยนแปลงและผลที่อาจเกิดจากรอยเลื่อนมีพลัง นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะเป็นแนวทางในการศึกษาต่อและใช้ประโยชน์ในอนาคต

ภาควิชา :ลายมือชื่อนิสิต 

สาขาวิชา :ลายมือ อ. ที่ปรึกษาหลัก 

ปีการศึกษา :

KEYWORDS: Geomorphic Index / Remote Sensing / Tectonic / Nan basin /
Stream length gradient index / Mountain front sinuosity index

**NATTAPONG UNLAWAN: TERRAIN ANALYSIS IN NAN WATERSHED :
APPLICATION FOR TECTONIC**

ADVISOR: ASSOC. PROF. SANTI PAILOPLEE, Ph.D., 32 p

Abstract:

Geomorphic Index is one of the quantitative methods evaluating effectively the tectonic activities related erosional process. This study focuses on the investigation of geomorphic index along the Nan Basin. This is analyzed by remote sensing data, satellite image and digital elevation model. Totally 2 index are recognized in this study including the Stream length gradient index (SL) and Mountain front sinuosity Index (Smf)

The results of the analysis for SL index, in the study areas are more than 60 implying the high tectonic activities. In case of Smf Index analyzed from mountain front, the South part of the study areas has a value of close to 1 implying the high tectonic activities

However, the geomorphic index are only preliminary data on study tectonic activity. The study of landscape as a whole to describe the changes and activity in the area caused of active fault. The result from this study can help study area for other exploration on this area.

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ภัยหลบลี้ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ให้คำแนะนำ แนวทาง วิธีการคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง โดยตลอดจนโครงงานเล่มนี้ผ่านพ้นไปด้วยดี รวมทั้งให้แนวทางในการดำเนินชีวิต และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้จากใน และนอกห้องเรียน ที่ไม่สามารถหาได้จากการอ่านหนังสือทั่วไป ผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุก ๆ ท่านในภาควิชา ธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ได้สั่งสอน ให้ความรู้ กับผู้จัดทำตลอด 4 ปีที่ผ่านมา

ขอขอบคุณ นางสาวพัชริดา อุดมเวช นางสาวศุภางค์ งามสม นางสาวฐิตินันท์ เอนกจินดารัตน์ นางสาวเบญญา เลิศจันทิก และ นางสาวมณัญชยา จงสุตทวิวงศ์ ที่คอยช่วยเหลือ และแนะนำข้อมูล บางส่วนในการทำงาน ให้ทำงานได้อย่างราบรื่นและสำเร็จไปด้วยดีและขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่น Geo'59 ทุกคน ที่ร่วมทุกข์ร่วมสุขและช่วยเหลือกันตลอดมา

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่เปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนให้คำปรึกษาในเรื่องต่าง ๆ รวมทั้งเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ (CONTENT)

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (ABSTRACT)	ข
กิตติกรรมประกาศ (ACKNOWLEDGEMENT)	ค
สารบัญ (CONTENT)	ง
สารบัญรูปภาพ (FIGURE CONTENT)	ฉ
สารบัญสมการ (EQUATION CONTENT)	ณ
บทที่ 1 บทนำ (INTRODUCTION)	1
1.1. ที่มาและความสำคัญ (Theme and Background)	1
1.2. พื้นที่ศึกษา (Study Area)	2
1.3. วัตถุประสงค์ (Objective)	3
1.4. ขอบเขตการศึกษา (Scope of Study)	3
1.5. ผลที่คาดว่าจะได้รับ (Expected Result)	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (THEORY AND LITERATURE REVIEW)	4
2.1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Relevant Theory)	4
2.2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Reviews)	5
2.2.1. งานวิจัยของ Hamdoni และคณะ (2007)	8
2.2.2. งานวิจัยของ Sraps และคณะ (2011)	9
บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย (Methodology)	11

3.1	ระเบียบวิธีการวิจัย (Methodology)	11
3.2.	การรวบรวมข้อมูล (Data Acquisition)	12
3.3.	ระเบียบวิธีวิจัยค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำ (Stream length gradient index, SL)	13
3.4	ระเบียบวิธีวิจัยค่าดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (Mountain front Index Methodology, Smf)	20
บทที่ 4	การวิเคราะห์และผลการศึกษา (ANALYSIS AND RESULT)	25
4.1.	ค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำ (Stream length gradient index, SL)	25
	-อภิปรายผลการวิจัยค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำ (Stream length gradient index Discussion)	27
4.2.	ค่าดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (Mountain front sinuosity index, Smf)	28
	-อภิปรายผลการวิจัยค่าดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (Mountain front Index Discussion)	30
บทที่ 5	อภิปรายและสรุปผล (DISCUSSION AND CONCLUSION)	31
5.1.	ดัชนีความลาดยาวทางน้ำ (Stream length gradient index, SL)	31
5.2.	ดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (Mountain front sinuosity index, Smf)	32
	เอกสารอ้างอิง (REFERENCES)	33
	ภาคผนวก (Appendix)	34

สารบัญรูปภาพ

(FIGURE CONTENT)

	หน้า
รูป 1.1 ลักษณะความสูงของภูมิประเทศแบบดิจิทัล (Digital Elevator Model, DEM) ของพื้นที่ศึกษาบริเวณลุ่มน้ำน่าน	2
รูป 2.1 แสดงวิธีหาค่า SL บนแม่น้ำ Hack (1973) (บน) A : แสดงกราฟความสัมพันธ์ของค่า SL บนแม่น้ำ Hack (1973) (ล่าง) B : แสดงลักษณะสันปันน้ำกับตำแหน่งจุดที่ใช้ในการคำนวณค่า SL และตัวแปร L ΔL ΔH รูป	5
รูป 2.2 แผนที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า L_{mf} และ L_s ในการคำนวณค่า S_{mf} (Saberri และคณะ, 2014)	7
รูป 2.3 แสดงการกระจายตัวดัชนีความลาดยาวทางน้ำ (Stream length gradient index, SL)(Hamdomi และคณะ 2007)	8
รูป 2.4 แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษาของ Yenicaga Basin ประเทศตุรกี	9
รูป 2.5 การวิเคราะห์พื้นที่ศึกษาโดยใช้ Mountain front sinuosity Index (S_{mf})	10
รูป 3.1 ลักษณะความสูงของภูมิประเทศแบบดิจิทัล (Digital Elevator Model, DEM) ของพื้นที่ศึกษา	12
รูป 3.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 การเติมเต็มพื้นที่ (Fill)	13
รูป 3.3 ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำ (Flow Direction)	14
รูป 3.4 ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์การไหลสะสมของน้ำ (Flow Accumulation)	15
รูป 3.5 ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์ลำดับของลำน้ำ (Stream order)	15

รูป 3.6 ผลลัพธ์ที่ได้จากการนำข้อมูลทางน้ำหลักเทียบกับข้อมูลทางน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์	16
รูป 3.7 ผลลัพธ์ที่ได้จากการนำข้อมูลทางน้ำรองเทียบกับข้อมูลทางน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์	17
รูป 3.8 ผลลัพธ์ที่ได้จากการนำข้อมูลทางแนวรอยเลื่อนเทียบกับ ข้อมูลทางน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์	18
รูป 3.9 ผลลัพธ์ที่ได้จากการนำไปทำให้เกิดข้อมูลแบบจุดของเส้นทางน้ำรอง	19
รูป 3.10 ผลลัพธ์ที่ได้จากการ Generate Contours กำหนดค่า Contour Interval 50 Meters	21
รูป 3.11 ผลลัพธ์ที่ได้จากการ Generate Contours กำหนดค่า Contour Interval 100 Meters	22
รูป 3.12 ผลลัพธ์ที่ได้จากการ Generate Contours กำหนดค่า Contour Interval 200 Meters	23
รูป 3.13 ผลลัพธ์ที่ได้จากการ Generate Contours กำหนดค่า Contour Interval 300 Meters	24
รูป 4.1 แผนที่แสดงการกระจายตัวค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำ (Stream length gradient index, SL)	25
รูป 4.2 แผนที่แสดงการเปรียบเทียบกระจายตัวค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำ และชนิดหินบริเวณพื้นที่ศึกษา	26
รูป 4.3 แผนที่แสดงการเปรียบเทียบกระจายตัวค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำ และแนวรอยเลื่อนบริเวณพื้นที่ศึกษา	27

รูป 4.4 แผนที่แสดงการกระจายตัวค่าดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (Mountain front sinuosity index, Smf) บริเวณพื้นที่ศึกษา	28
รูป 4.5 แผนที่แสดงการเปรียบเทียบกระจายตัวค่าดัชนีคดโค้งเชิงเขา และชนิดหินบริเวณพื้นที่ศึกษา	29
รูป 4.6 แผนที่แสดงการเปรียบเทียบกระจายตัวค่าดัชนีคดโค้งเชิงเขา และแนวรอยเลื่อนบริเวณพื้นที่ศึกษา	30

สารบัญสมการ
(EQUATION CONTENT)

	หน้า
สมการ 2.1. ดัชนีความลาดยาวทางน้ำ (Stream length gradient index, SL)	4
สมการ 2.2 ดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (Mountain front sinuosity Index, Smf)	6

บทที่ 1

บทนำ (Introduction)

1.1 ที่มาและความสำคัญ (Theme and Background)

สภาพแวดล้อมและสภาพภูมิประเทศในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านบริเวณภาคเหนือของประเทศไทยตอนบน มีลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาและมีที่ราบในหุบเขาส่วนตอนล่างมีลักษณะเป็นที่ราบที่จังหวัด พิษณุโลกและจังหวัดพิจิตร ซึ่งแสดงถึงลักษณะสูงต่ำของพื้นที่ที่อาจเกิดจากปัจจัยของธรณีแปรสัณฐาน และการศึกษาโดยนักวิจัยในอดีต พบว่าบริเวณลุ่มน้ำน่าน ประกอบด้วยรอยเลื่อนมีพลัง 2 แนว ได้แก่ รอยเลื่อนปัว และรอยเลื่อนอุตรดิตถ์ การศึกษาธรณีแปรสัณฐานในบริเวณพื้นที่ดังกล่าวจึงเป็นพื้นฐานความรู้และสร้างความเข้าใจต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิประเทศในปัจจุบัน

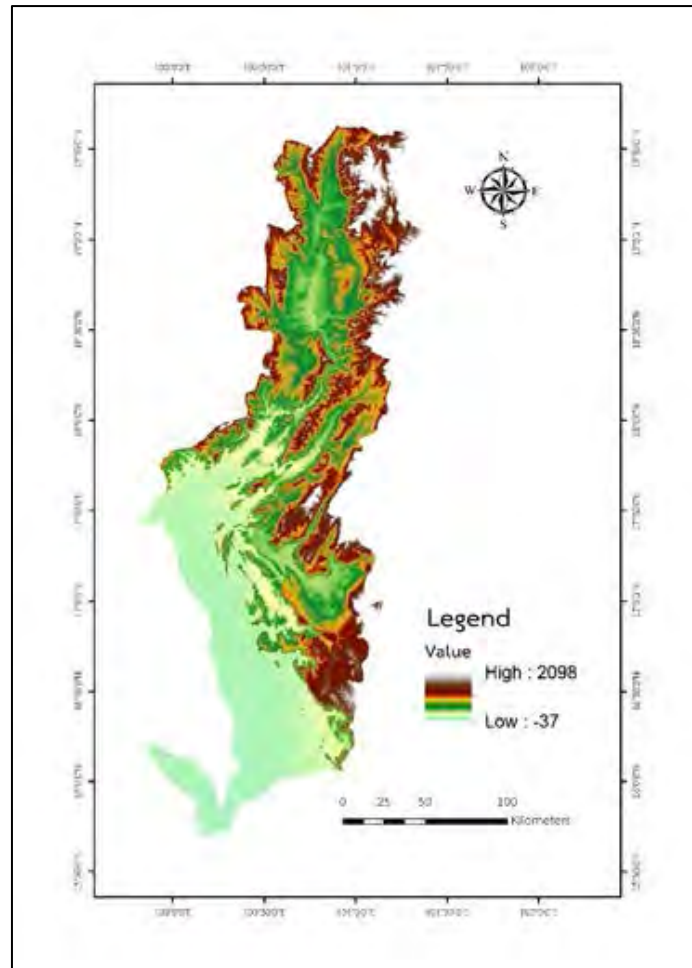
ในการศึกษาธรณีแปรสัณฐานปัจจุบันมีหลากหลายรูปแบบแต่ละแบบมีข้อดีข้อเสียต่างกัน และในการศึกษาต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงและระยะเวลามาก จึงมีแนวคิดที่จะนำค่าดัชนีธรณีสัณฐาน หรือ Geomorphic index ซึ่งเป็นการศึกษากระบวนการการแสดงลักษณะหรือพฤติกรรมทางธรณีสัณฐานในเชิงปริมาณหรือเชิงตัวเลข เพื่ออธิบายกระบวนการการแปรสภาพที่ก่อให้เกิดลักษณะทางธรณีสัณฐานในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งการศึกษาดัชนีธรณีสัณฐานนั้นถือว่าเป็นวิธีที่น่าสนใจและได้รับการยอมรับจากทั่วโลก หลายงานวิจัยได้ใช้ค่าดัชนีธรณีสัณฐานในการประเมินความรุนแรงจากกระบวนการแปรสัณฐานในพื้นที่หลายแห่ง ซึ่งแต่ละงานวิจัยจะใช้ค่าดัชนีธรณีสัณฐานแตกต่างกันไป

Hamdouni และคณะ (2008) ได้ทำการศึกษาธรณีแปรสัณฐานบริเวณขอบตะวันตกเฉียงใต้ของ Sierra Nevada ทางตอนใต้ของประเทศสเปนโดยการใช้ค่าดัชนีธรณีแปรสัณฐานในการศึกษา และเป็นกลุ่มแรกๆที่มีการจัดกลุ่มค่าดัชนีธรณีสัณฐานแต่ละดัชนีเพื่อบอกถึงระดับความรุนแรงในการเกิดธรณีแปรสัณฐานในพื้นที่ศึกษา ต่อมา Dehbozorgi และคณะ (2010) ได้ศึกษาบริเวณพื้นที่ Sarvestan ตอนกลางของเทือกเขา Zagros ประเทศอิหร่าน ซึ่งถือว่าอยู่บริเวณแนวคโค้ง Zagros ซึ่งเป็นผลจากการชนกันของแผ่นเปลือกโลกยูเรเชียและอาราเบีย และ Mahmood และคณะ (2012) ได้ศึกษาบริเวณแนวเทือกเขา Hindu Kush Karakorum และ Himalayas ที่เป็นผลมาจากการชนกันของแผ่นเปลือกโลกอินเดียและยูเรเชียได้มีการศึกษาโดยใช้ค่าดัชนีธรณีแปรสัณฐานและจัดกลุ่มค่าดัชนีธรณีสัณฐานแต่ละดัชนีเพื่อบอกถึงระดับความรุนแรงเช่นกัน

จากงานการศึกษาและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จึงนำมาสู่การศึกษาลักษณะภูมิประเทศในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านประยุกต์ใช้สำหรับธรณีแปรสัณฐาน ดังนั้นการทราบถึงระดับความรุนแรงของธรณีแปรสัณฐานจึงเป็นแนวทางในการศึกษาธรณีแปรสัณฐานในแต่ละพื้นที่ได้

1.2. พื้นที่ศึกษา (Study Area)

พื้นที่ศึกษาบริเวณลุ่มน้ำน่าน ตั้งอยู่ทางภาคเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 34,682 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ที่ละติจูดที่ 15 – 19 องศาเหนือ และลองจิจูดที่ 99-101 องศาตะวันออก (กรมทรัพยากรน้ำ, 2548)



รูป 1.1 ลักษณะความสูงของภูมิประเทศแบบดิจิทัล (Digital Elevator Model, DEM) ของพื้นที่ศึกษาบริเวณลุ่มน้ำน่าน

1.3 วัตถุประสงค์ (Objectives)

เพื่อประเมินการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของค่าดัชนีธรณีสัณฐานที่มีนัยสำคัญถึงกิจกรรมธรณีแปรสัณฐานเชิงสัมพันธ์

1.4 ขอบเขตการศึกษา (Scope of Study)

วิเคราะห์ดัชนีธรณีแปรสัณฐานคือดัชนีความลาดยาวทางน้ำ และดัชนีความคดโค้งเชิงเขาโดยใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ (Expected Output)

เพื่อจัดทำเป็นแผนที่แสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของค่าดัชนีธรณีสัณฐานที่มีนัยสำคัญถึงกิจกรรมธรณีแปรสัณฐานเชิงสัมพันธ์

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(THEORY AND LITERATURE REVIEW)

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Relevant Theory)

ดัชนีธรณีสัณฐาน (Geomorphic Index) คือการศึกษากระบวนการที่แสดงถึงลักษณะหรือพฤติกรรมทางธรณีสัณฐานในเชิงปริมาณ (Quantitative) หรือเชิงตัวเลข เพื่อเป็นการอธิบายกระบวนการที่ทำให้เกิดลักษณะธรณีสัณฐานต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลจากภาพถ่ายจากดาวเทียมและข้อมูลโทรสัมผัสด้านอื่น ๆ ประกอบ วิธีการศึกษาดัชนีธรณีสัณฐาน ถือเป็นวิธีที่น่าสนใจและมีการยอมรับกันทั่วโลก (Keller และ Pinter, 1996) ในงานวิจัยนี้เลือกดัชนีธรณีสัณฐานมาใช้ในการศึกษาภูมิลักษณะธรณีแปรสัณฐานของระบบรอยเลื่อนในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำนาน คือ ดัชนีความลาดชันทางน้ำ (stream length gradient index, SL) และดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (mountain front sinuosity index, S) เป็นตัวชี้วัด

2.1.1 ดัชนีความลาดยาวทางน้ำ (Stream length gradient index, SL)

ดัชนีความลาดยาวทางน้ำ (SL) เริ่มมีการศึกษาครั้งแรกโดย Hack (1973) จากการศึกษา ลักษณะความต้านทานของหินภายใต้การกัดกร่อนของแม่น้ำ บริเวณเทือกเขาแอปพาเลเชียน (Appalachian Mountains) โดยอาศัยหลักการที่ว่า การเปลี่ยนแปลงของภูมิประเทศเป็นผลมาจากสมดุลเชิงพลศาสตร์ระหว่างการกัดกร่อนของแม่น้ำและการไหลของแม่น้ำผ่านความเค้น ความเครียดของหินและดิน

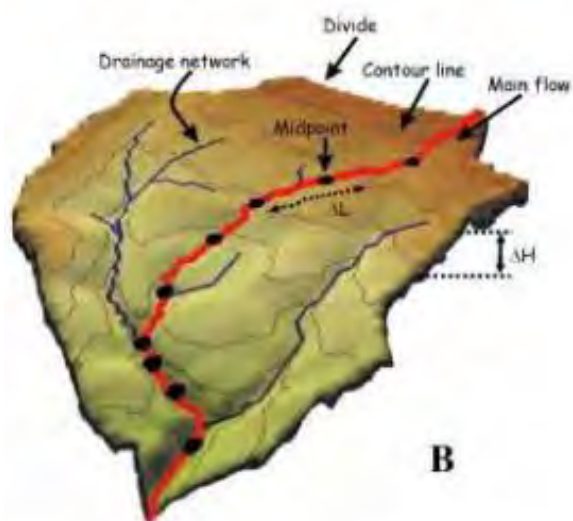
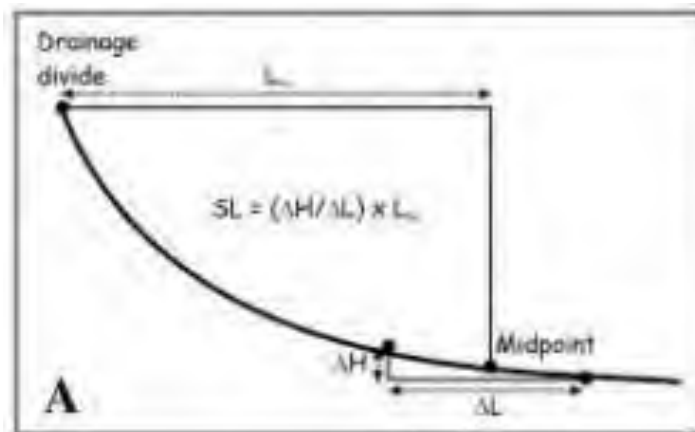
ค่า SL จึงเป็นค่าที่ใช้ศึกษาบริเวณที่มีความชันผิดปกติ (Knick points) ความลาดยาวทางน้ำ ที่เกิดจากผลกระทบของแปรสัณฐานบนเส้นทางน้ำ เช่น บริเวณการยุบตัว ยกตัว หรือแนวรอยเลื่อน รวมทั้งอธิบายลักษณะการกัดกร่อนและความต้านทานของหินจากการกระทำของทางน้ำโดยค่า SL ศึกษาจากสมการ (1)

$$SL = (\Delta H / \Delta L) * L \quad (2.1)$$

กำหนดให้ SL คือ ดัชนีความลาดยาวทางน้ำ เป็นจุด ๆ หนึ่งบนเส้นทางน้ำ หรือเรียกว่าจุด Midpoint

ΔH คือ ความสูงในแนวตั้งระหว่างจุด Midpoint

ΔL คือ ความยาวในแนวระนาบระหว่างจุด Midpoint L คือ ความยาวของลำน้ำ



รูป 2.1 แสดงวิธีหาค่า SL บนแม่น้ำ Hack (1973)

(บน) A : แสดงกราฟความสัมพันธ์ของค่า SL บนแม่น้ำ Hack (1973)

(ล่าง) B : แสดงลักษณะสันปันน้ำกับตำแหน่งจุดที่ใช้ในการคำนวณค่า SL และตัวแปร L ΔL ΔH

จากสมการ 1 จะเห็นว่า ค่า SL ของแต่ละจุดบนเส้นทางน้ำ มาจากการนำอัตราส่วนความชันในแต่ละจุด มาคูณกับความยาวของทางน้ำจากจุดต้นน้ำ หรือ จุดที่เส้นแม่น้ำย่อยแยกออกมากจากเส้นแม่น้ำหลัก ถึงจุดที่คำนวณค่าดัชนี SL สามารถนำค่าดัชนี SL ที่คำนวณค่าเรียบร้อยแล้วมาวิเคราะห์ภายใต้หลักการดังนี้

1. ถ้าค่าดัชนี SL ทุกจุดบนเส้นแม่น้ำเดียวกันมีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่ามีการแปรสัณฐานบนเส้นแม่น้ำสายนี้เป็นไปตามปกติ หรือ การกักตกร่อนของแม่น้ำ ลักษณะความเค้นหรือความเครียดของหินเข้าสู่สภาพสมดุล หรือ ไม่มีการแปรสัณฐานที่รุนแรง

2. ถ้ามีค่าดัชนี SL บางจุดบนเส้นแม่น้ำมีความแตกต่างอย่างมากกับจุดค่าใกล้เคียงอื่น ๆ บนแม่น้ำเดียวกัน แสดงว่าในบริเวณจุดที่มีค่าดัชนี SL แตกต่างกับจุดอื่น มีลักษณะความชันที่ผิดปกติ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการแปรสัณฐานที่รุนแรง หรือ ความแตกต่างของต้านทาน ความเค้น ความเครียดของหินต่อการถูกกัดกร่อนจากแม่น้ำ

2.1.2 ดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (Mountain front sinuosity Index, Smf)

ดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (Smf) จากการศึกษ Bull และ McFadden (1977) เป็นค่าดัชนีที่บ่งบอกให้เห็นถึงความสมดุลระหว่างกระบวนการกัดกร่อนด้านหน้าภูเขา (Mountain Front) ที่ทำให้เกิดการคดเคี้ยวของหน้าภูเขา รวมทั้งกระบวนการแปรสัณฐาน (Tectonics) ที่ก่อให้เกิดการยกตัวของและยุบตัวของพื้นที่ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาใช้ค่าดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (Smf) มาวิเคราะห์ถึงความเก่า – ใหม่ หรือความสูง – ต่ำ ของกิจกรรมด้านธรณีแปรสัณฐานที่เกิดขึ้นซึ่งอาจเป็นสาเหตุของแผ่นดินไหวโดยนัยสำคัญ

ดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (Smf) คือ ถ้า $Smf = 1$ หมายถึงหน้าเขามีลักษณะเป็นผารอยเลื่อนที่คมชัด เกิดกระบวนการแปรสัณฐาน (Tectonics) ไม่นานเพิ่งเกิดขึ้นหรืออาจเกิดจากความทนของหินในเขานั้นมาก

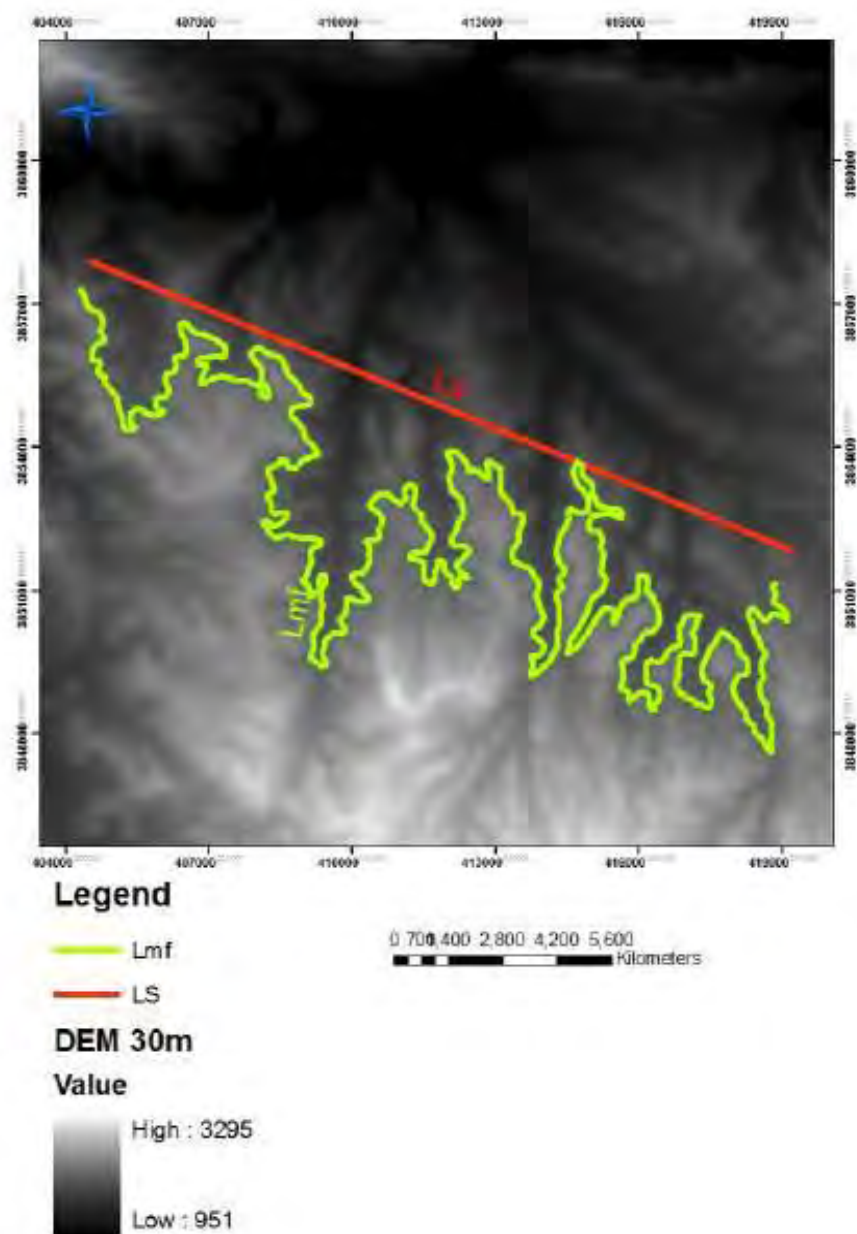
ถ้า $Smf > 1$ มากเท่าใด แสดงว่าหน้าเขาถูกกัดกร่อนไปมากเช่นกัน แปลได้ว่า เกิดกระบวนการแปรสัณฐาน (Tectonics) มานานแล้ว หรือหินไม่มีความทน หรือการผุพังอาจจะสูง โดยค่า Smf สามารถแสดงในรูปสมการ 2 (Bull และ McFadden, 1977)

$$Smf = Lmf / Ls \quad (2.2)$$

กำหนดให้ Smf คือ ค่าดัชนีความคดโค้งเชิงเขา

Lmf คือ ระยะทางความยาวจริงเชิงเขาตามแนวรอยต่อเชิงเขากับที่ราบ

Ls คือ ระยะทางความยาวตรงที่วัดจากจุดหนึ่งของเชิงเขาไปยังอีกจุดหนึ่ง



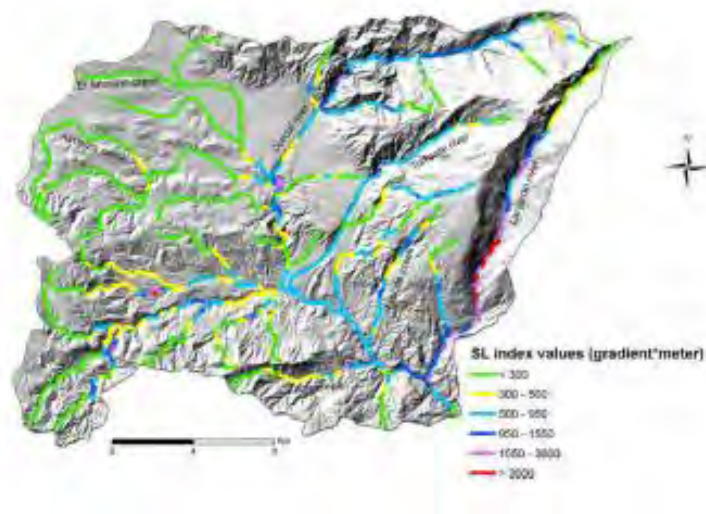
รูป 2.2 แผนที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Lmf และ Ls ในการคำนวณค่า Smf (Saberri และคณะ, 2014)

2.2. งานศึกษาในอดีต (Literature Review)

Hamdomi และคณะ (2007) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของกระบวนการแปรสัณฐานบริเวณ Sierra Nevada ทางตอนใต้ของประเทศสเปน โดยใช้ค่าดัชนี SL เป็นดัชนีธรณีสัณฐานในการศึกษา ได้ผลการศึกษาดัง (รูป 2.3) และอธิบายลักษณะการกระจายตัวค่าดัชนี SL ดังนี้

ค่าดัชนี SL บริเวณทิศตะวันตกเฉียงใต้ของSierra Nevada มีการกระจายตัวหลากหลายค่า ซึ่งหลายบริเวณทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้หน้าเทือกเขา Padul มีค่าดัชนี SL ที่สูงผิดปกติ ซึ่งสัมพันธ์กับหินพวก Soft Rock ในพื้นที่และในบริเวณบนแม่น้ำ Terrante ค่าดัชนี SL ก็มีค่าเพิ่มขึ้น ตรงที่มีการแนวรอยเลื่อน Niguales ตัดผ่าน ค่าดัชนี SL บริเวณทางด้านตะวันออกของ Sierra Nevada เป็นบริเวณที่ค่าดัชนี SL สูงสุดและอาจเป็นค่าที่ผิดปกติที่แสดงบนแม่น้ำ Lanjaron ซึ่งค่าสูงสุดที่แสดงออกมานี้ ไม่ได้มีนัยสำคัญกับลักษณะความต้านทานของหินในพื้นที่

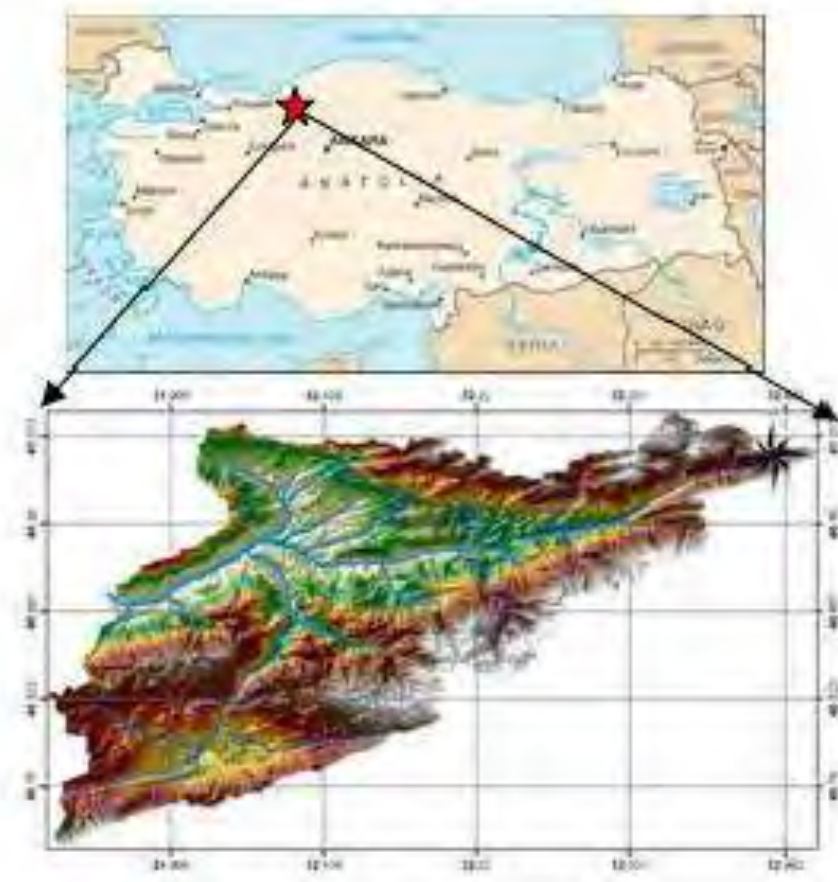
ค่าSL บริเวณทางด้านทิศเหนือของพื้นที่ มีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างต่ำ จึงถือเป็นบริเวณที่ไม่ค่อยมีการแปรสัณฐานใด บางจุดที่มีค่าดัชนี SL สูงออกมาก็อาจเป็นผลมาจากความต้านทานของหินมากกว่าการเกิดกระบวนการแปรสัณฐานในพื้นที่



รูป 2.3 แสดงการกระจายตัวดัชนีความลาดยาวทางน้ำ (Stream length gradient index, SL)

(Hamdomi และคณะ 2007)

Sarp และคณะ (2011) เป็นการศึกษาลักษณะของธรณีแปรสัณฐานของพื้นที่ประเทศตุรกี บริเวณแอ่งเยนิคากา (Yenicaga Basin) ซึ่งตั้งอยู่บน North Anatolian Fault Zone (NAFZ) ในลักษณะรอยเลื่อนเลื่อนข้าง (Strike-slip fault) โดยใช้ข้อมูลทาง Remote sensing และ โปรแกรม Arc GIS มาช่วยวิเคราะห์ โดยศึกษาจากดัชนีธรณีฐานได้แก่ ดัชนีความลาดยาวทางน้ำ (SL), ดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (Smf), ค่าดัชนีรูปร่างหุบเขา (Vf), และดัชนีความไม่สมมาตรของแอ่งรับน้ำ (T) และจากการวิเคราะห์จากค่าดัชนี Smf, Vf และ SL สามารถบอกได้ว่า พื้นที่นี้ได้รับอิทธิพลมาจากกระบวนการแปรสัณฐาน โดยเป็นผลมาจากรอยเลื่อน NAFZ ซึ่งเป็นรอยเลื่อนที่มีพลัง



รูป 2.4 แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษาของ Yenicaga Basin ประเทศตุรกี



รูป 2.5 การวิเคราะห์พื้นที่ศึกษาโดยใช้ Mountain front sinuosity Index (S_{mf})

บทที่ 3

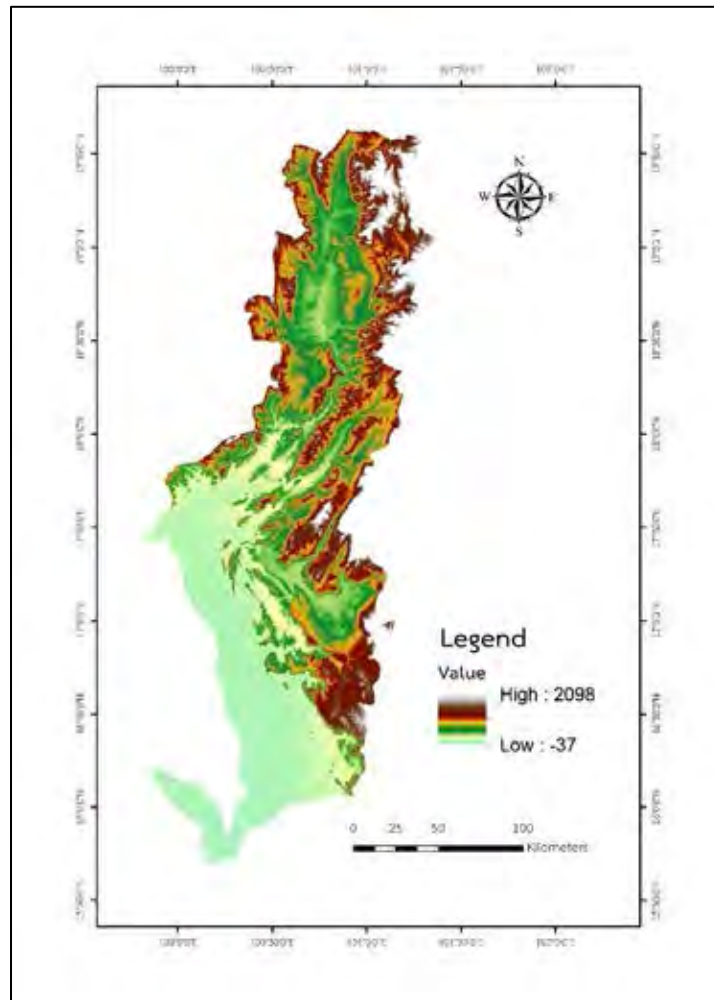
ระเบียบวิธีการวิจัย (Methodology)

3.1 ระเบียบวิธีการวิจัย (Methodology)

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยศึกษางานวิจัยที่มีการวิเคราะห์ค่าดัชนีธรณีสัณฐานมาใช้ในการศึกษากระบวนการธรณีแปรสัณฐานที่เกิดขึ้น และรวบรวมเอกสารพื้นฐานบริเวณพื้นที่ศึกษา ได้แก่
 - ลักษณะภูมิประเทศ (Topography)
 - ลักษณะธรณีสัณฐานวิทยา (Geomorphology)
 - ลักษณะธรณีวิทยาแปรสัณฐาน (Morphotectonics)
2. จัดเตรียมข้อมูลและซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ แผนที่ลักษณะความสูงของภูมิประเทศแบบดิจิทัล (Digital Elevation Model, DEM), ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมจากโปรแกรม Google Earth เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ส่วนซอฟต์แวร์ที่ใช้การประมวลผล ได้แก่ ArcGis 10.5, Google Earth, SAGA GIS, Global Mapper 15 และ Surfer
3. คำนวณค่าดัชนีธรณีสัณฐาน ได้แก่ ดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (Smf), ดัชนีความลาดยาวทางน้ำ (SL)
4. วิเคราะห์ค่าดัชนีธรณีสัณฐานที่สัมพันธ์กับธรณีแปรสัณฐานในพื้นที่ศึกษา
5. อภิปรายและสรุปผลการศึกษา
6. นำเสนอข้อมูลในรูปแบบสัมมนาและจัดทำรูปเล่มรายงาน

2.2 การรวบรวมข้อมูล (Data Acquisition)

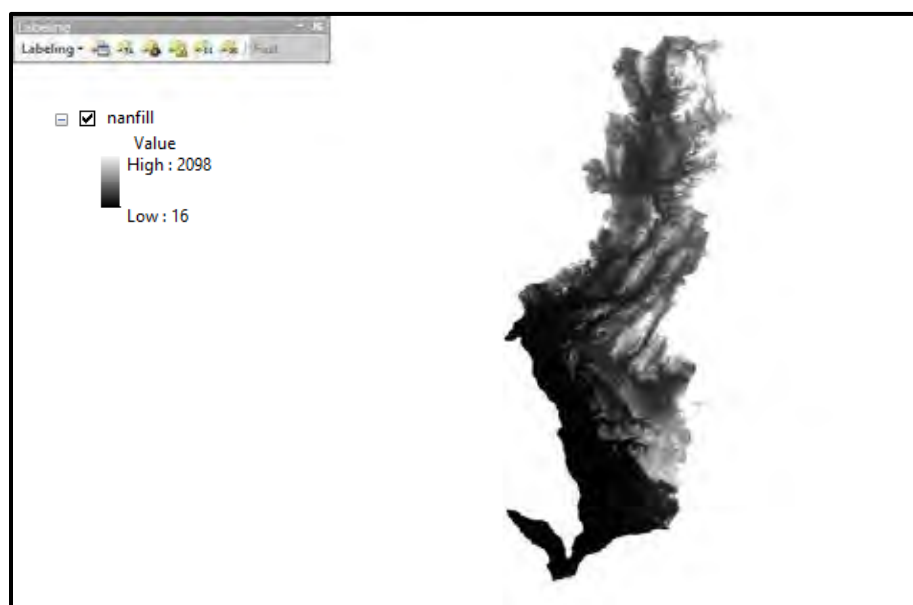
1. ดาวน์โหลดข้อมูลแผนที่ลักษณะความสูงของภูมิประเทศแบบดิจิทัล (Digital Elevator Model, DEM) ของพื้นที่ศึกษาจากเว็บไซต์ <http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/>



รูป 3.1 ลักษณะความสูงของภูมิประเทศแบบดิจิทัล (Digital Elevator Model, DEM) ของพื้นที่ศึกษา

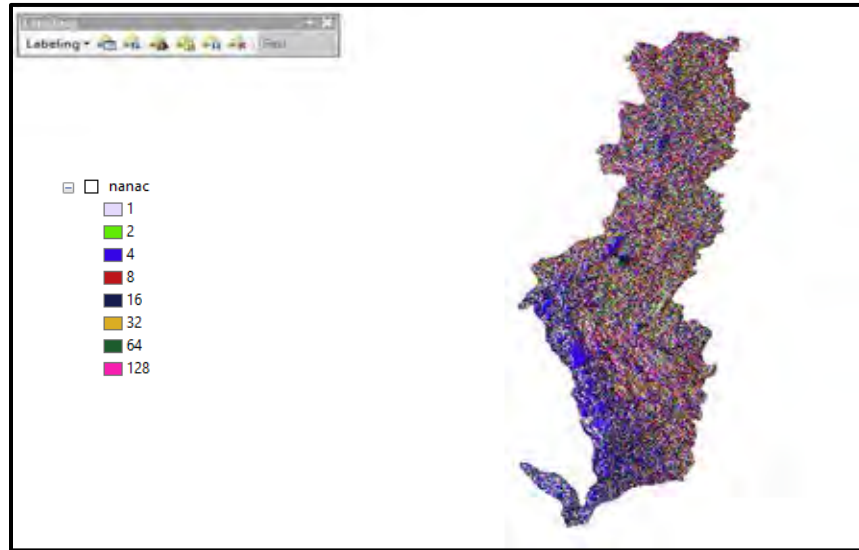
2.3 ระเบียบวิธีวิจัยค่าค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำ (Stream length gradient index, SL)

1. สังเกตลักษณะภูมิประเทศในบริเวณพื้นที่ศึกษาจากแผนที่ลักษณะความสูงของภูมิประเทศแบบดิจิตอล (Digital Elevator Model, DEM) โดยใช้โปรแกรม Google Earth
2. สร้างชั้นข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำโดยใช้โปรแกรม Arc Gis 10.5 โดยการนำข้อมูลลักษณะความสูงของภูมิประเทศแบบดิจิตอล (Digital Elevator Model, DEM) → ขั้นตอนการเติมเต็มพื้นที่ (Fill) เพื่อให้การไหลของน้ำเป็นไปอย่างต่อเนื่อง → เลือกกล่องเครื่องมือ Spatial Analyst Tools → เลือกชุดเครื่องมือ Hydrology → เลือกเครื่องมือการประมวลผลข้อมูล Fill จากนั้นนำผลลัพธ์ (รูป 2.2) ไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไป



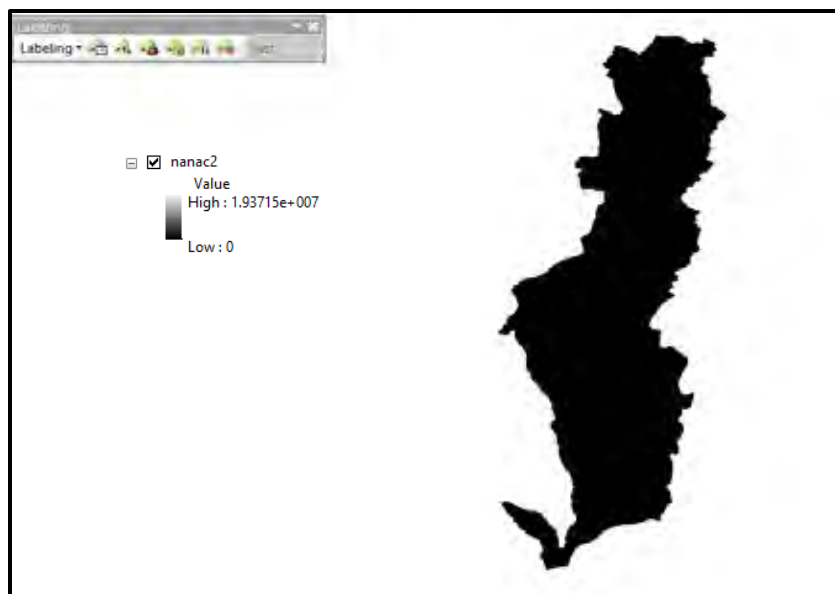
รูป 3.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 การเติมเต็มพื้นที่ (Fill)

3. สร้างชั้นข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำโดยใช้โปรแกรม Arc Gis 10.5 → วิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำ (Flow Direction) → เลือกเครื่องมือการประมวลผลข้อมูล Flow Direction จากนั้นนำผลลัพธ์ (รูป 2.3) ไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไป

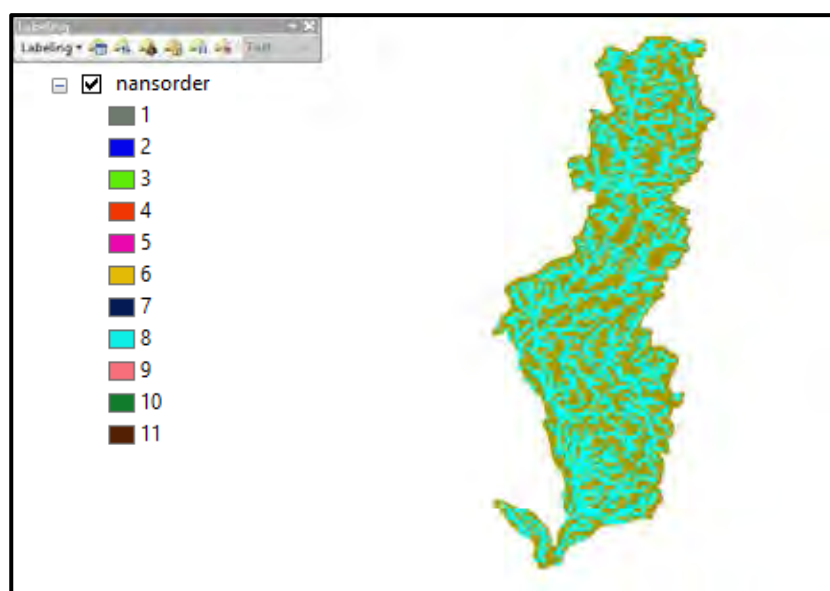


รูป 3.3 ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำ (Flow Direction)

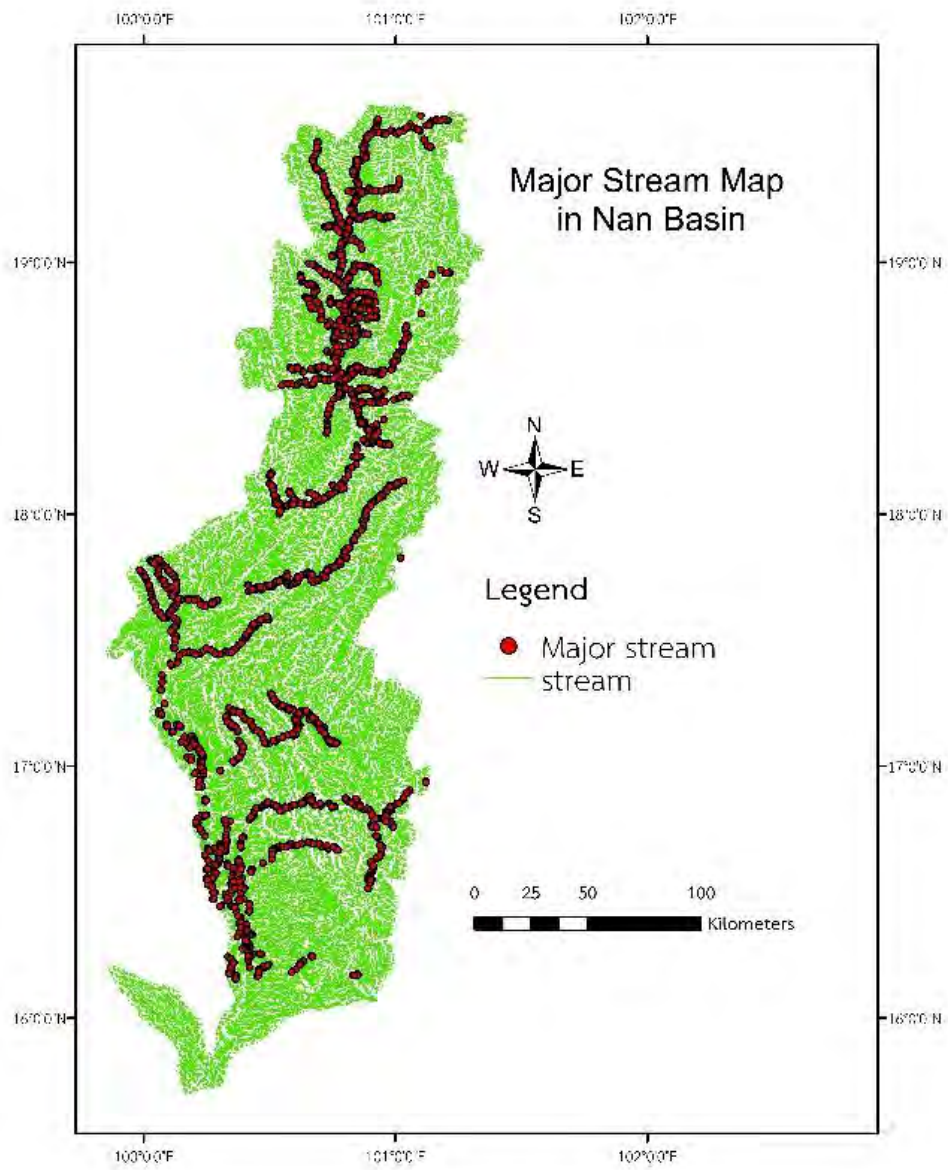
4. สร้างชั้นข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำโดยใช้โปรแกรม Arc Gis 10.5 → วิเคราะห์การไหลสะสมของน้ำ (Flow Accumulation) → เลือกเครื่องมือการประมวลผลข้อมูล Flow Accumulation จากนั้นนำผลลัพธ์(รูป 2.4)ไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไป
5. สร้างชั้นข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำโดยใช้โปรแกรม Arc Gis 10.5 → วิเคราะห์ลำดับของลำน้ำ (Stream order) → เลือกเครื่องมือการประมวลผลข้อมูล Stream order จากนั้นนำผลลัพธ์(รูปภาพที่ 5)ไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไป
6. นำข้อมูลลำดับของลำน้ำแบบจุดไปวิเคราะห์ร่วมกับ 1.) เส้นทางน้ำหลัก 2.) เส้นทางน้ำรอง 3.) แนวรอยเลื่อน ในบริเวณพื้นที่ศึกษาเพื่อเป็นการลดจำนวนข้อมูลและได้ข้อมูลที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา



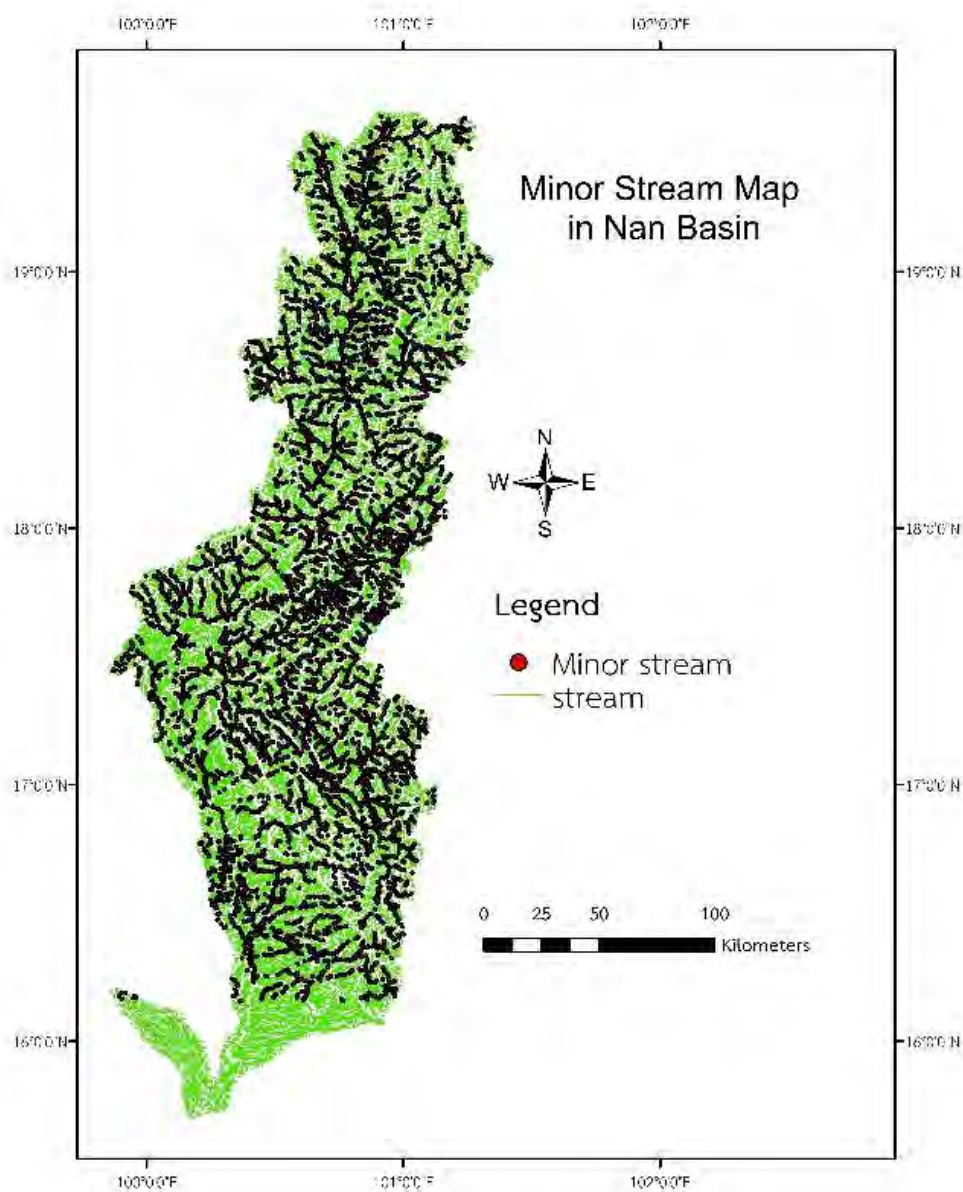
รูป 3.4 ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์การไหลสะสมของน้ำ (Flow Accumulation)



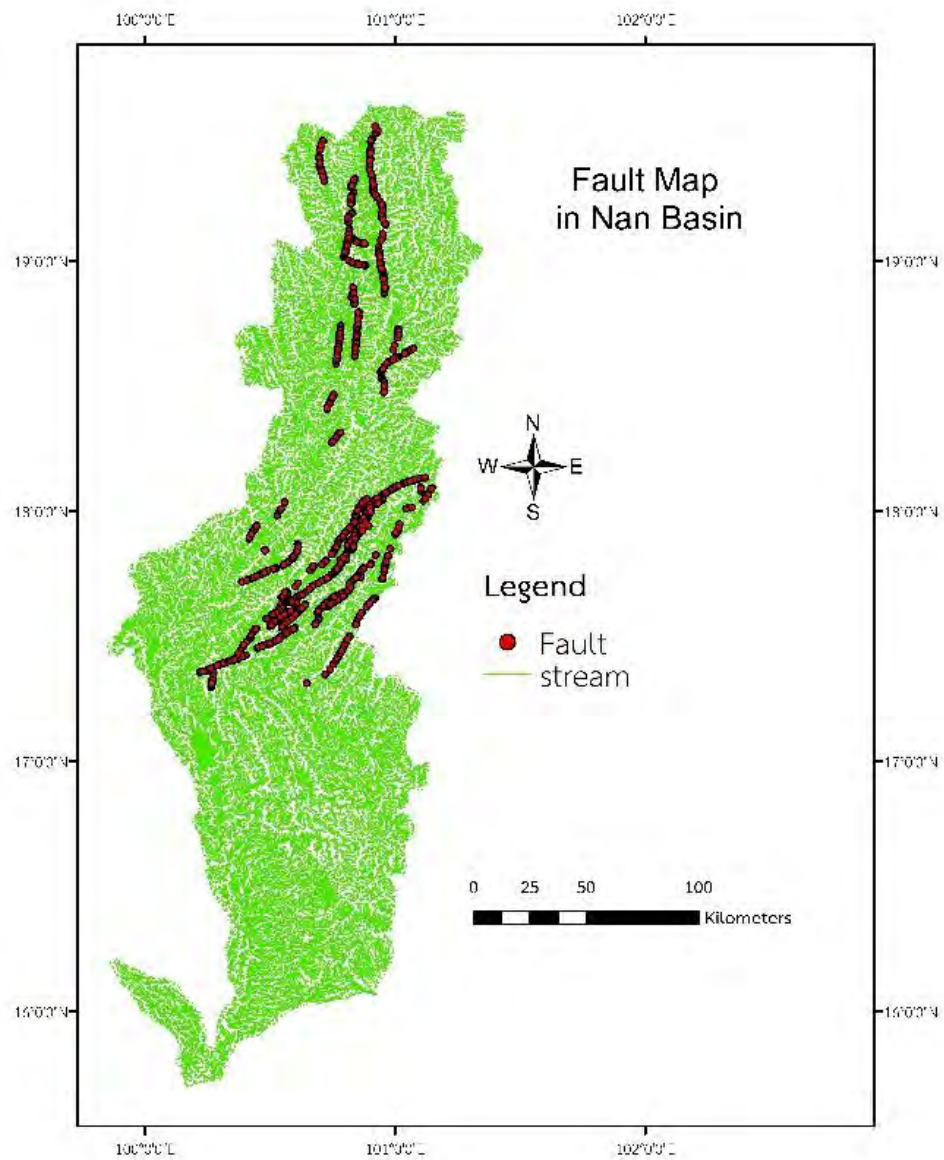
รูป 3.5 ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์ลำดับของลำน้ำ (Stream order)



รูป 3.6 ผลลัพธ์ที่ได้จากการนำข้อมูลทางน้ำหลักเทียบกับข้อมูลทางน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์

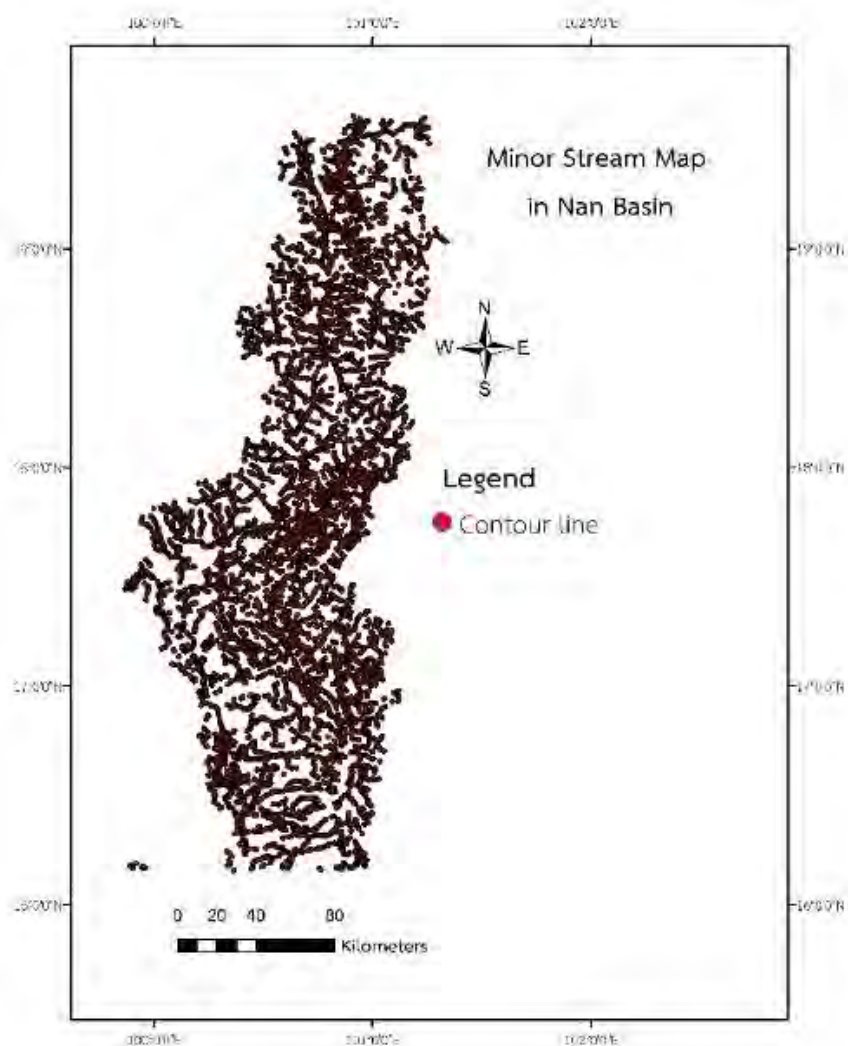


รูป 3.7 ผลลัพธ์ที่ได้จากการนำข้อมูลทางน้ำรองเทียบกับข้อมูลทางน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์



รูป 3.8 ผลลัพธ์ที่ได้จากการนำข้อมูลทางแนวรอยเลื่อนเทียบกับข้อมูลทางน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์

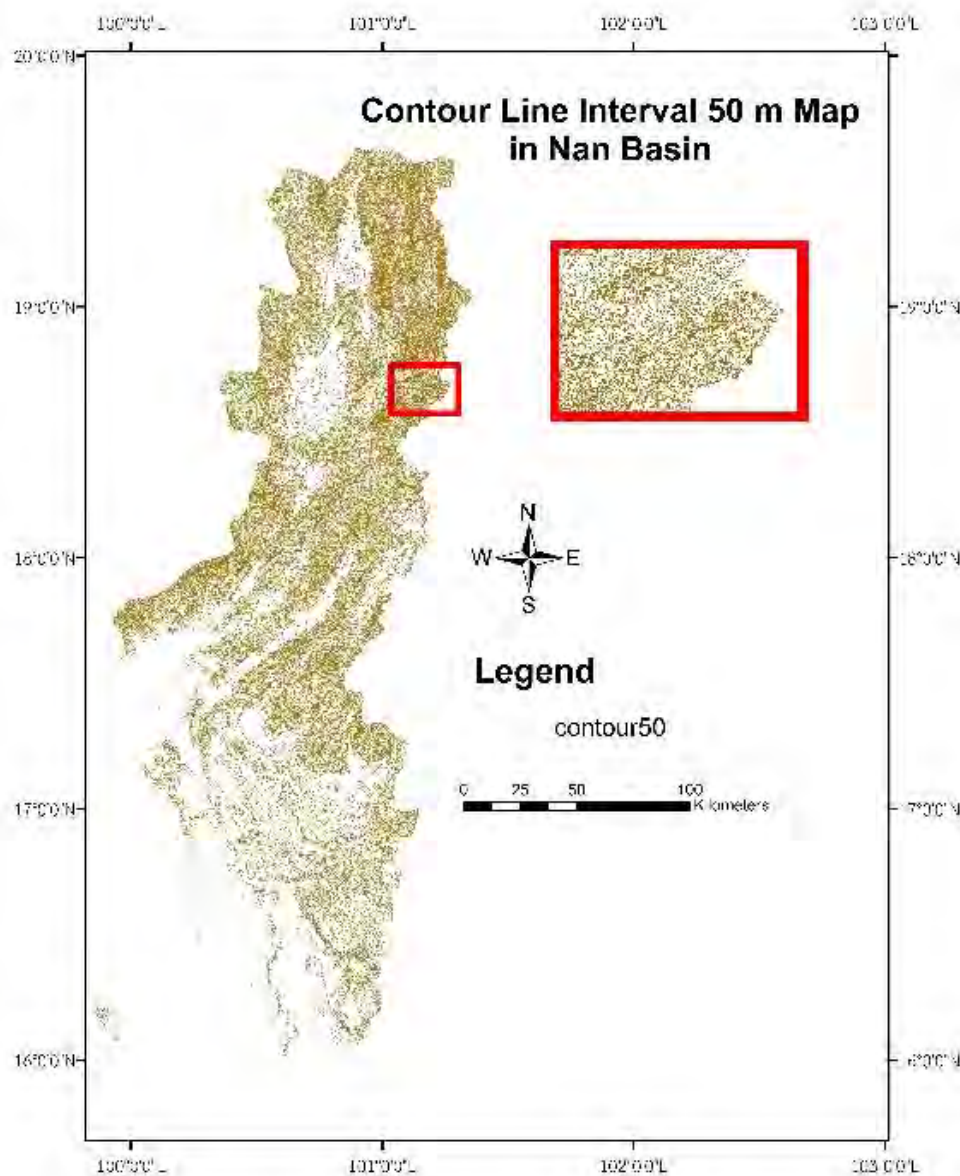
7. เลือกข้อมูลทางน้ำรองเนื่องจากครอบคลุมพื้นที่ศึกษาและจำนวนข้อมูลเพียงพอและข้อมูลลำดับลำน้ำมาเลือกคำสั่ง INTERSECT กัน โดยใช้โปรแกรม Arc Gis 10.5
8. นำข้อมูลที่ได้ไปทำให้เกิดข้อมูลแบบจุดโดยใช้โปรแกรม SAGA
9. นำข้อมูลแบบจุดที่ได้จากการวิเคราะห์ลำดับของลำน้ำไปคำนวณดัชนีความลาดยาวทางน้ำ (Stream length gradient index, SL) ดังสมการที่ 1
10. นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาทำแผนที่ดัชนีความลาดยาวทางน้ำ (Stream length gradient index, SL)



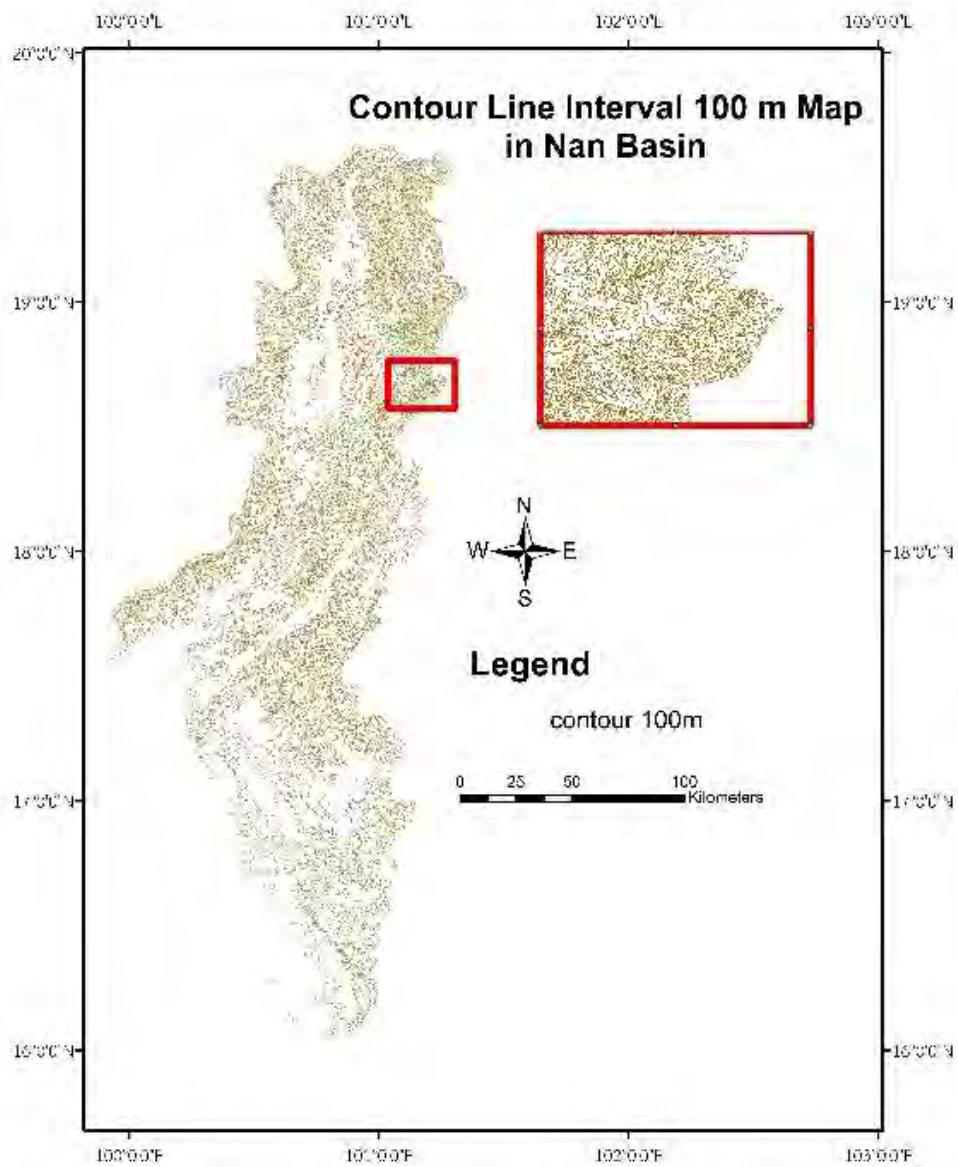
รูป 3.9 ผลลัพธ์ที่ได้จากการนำไปทำให้เกิดข้อมูลแบบจุดของเส้นทางน้ำรอง

2.4 ระเบียบวิธีวิจัยค่าดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (Mountain front Index Methodology)

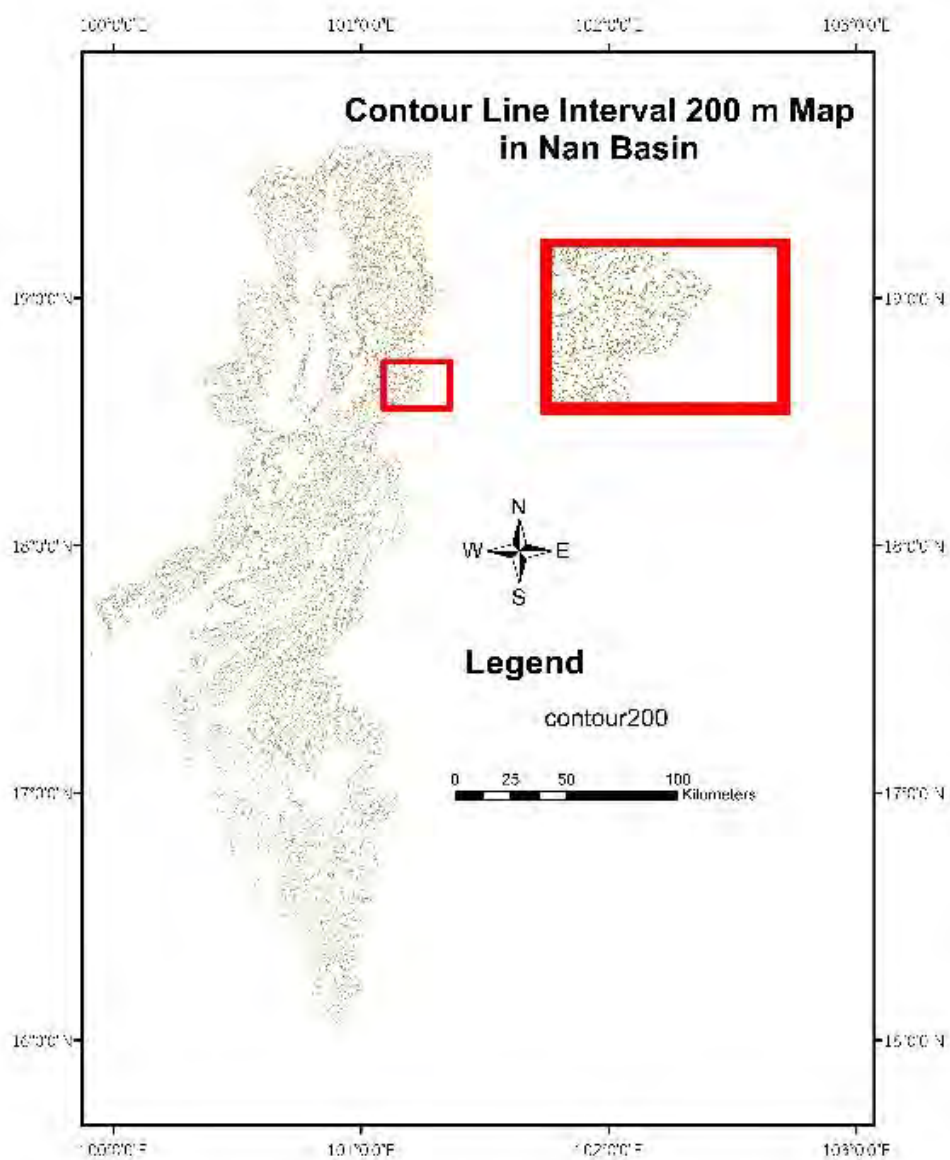
1. สังเกตลักษณะภูมิประเทศในบริเวณพื้นที่ศึกษาจากและแผนที่ลักษณะความสูงของภูมิประเทศแบบดิจิทัล (Digital Elevator Model, DEM) โดยใช้โปรแกรม Google Earth
2. สร้างเส้นที่แสดงลักษณะความสูงต่ำของพื้นที่ (Contour Line) โดยใช้โปรแกรม global mapper 15 โดยการนำข้อมูลลักษณะความสูงของภูมิประเทศแบบดิจิทัล (Digital Elevator Model, DEM) เลือกคำสั่ง Analyst → Generate Contours จะพบหน้าต่าง Contour Generation Options > กำหนดค่า Contour Interval 50 , 100 , 200 , 300 Meters
3. เลือกข้อมูลที่ Contour Interval 100 Meters เนื่องจากครอบคลุมพื้นที่และจำนวนข้อมูลเพียงพอเหมาะสม นำข้อมูลที่ได้ไปทำให้เกิดข้อมูลแบบจุดโดยใช้โปรแกรม SAGA
4. นำข้อมูลแบบจุดที่ได้จากการวิเคราะห์ ไปคำนวณดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (Mountain front Index Methodology) ดังสมการที่ 2
5. นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาทำแผนที่ดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (Mountain front Index Methodology)



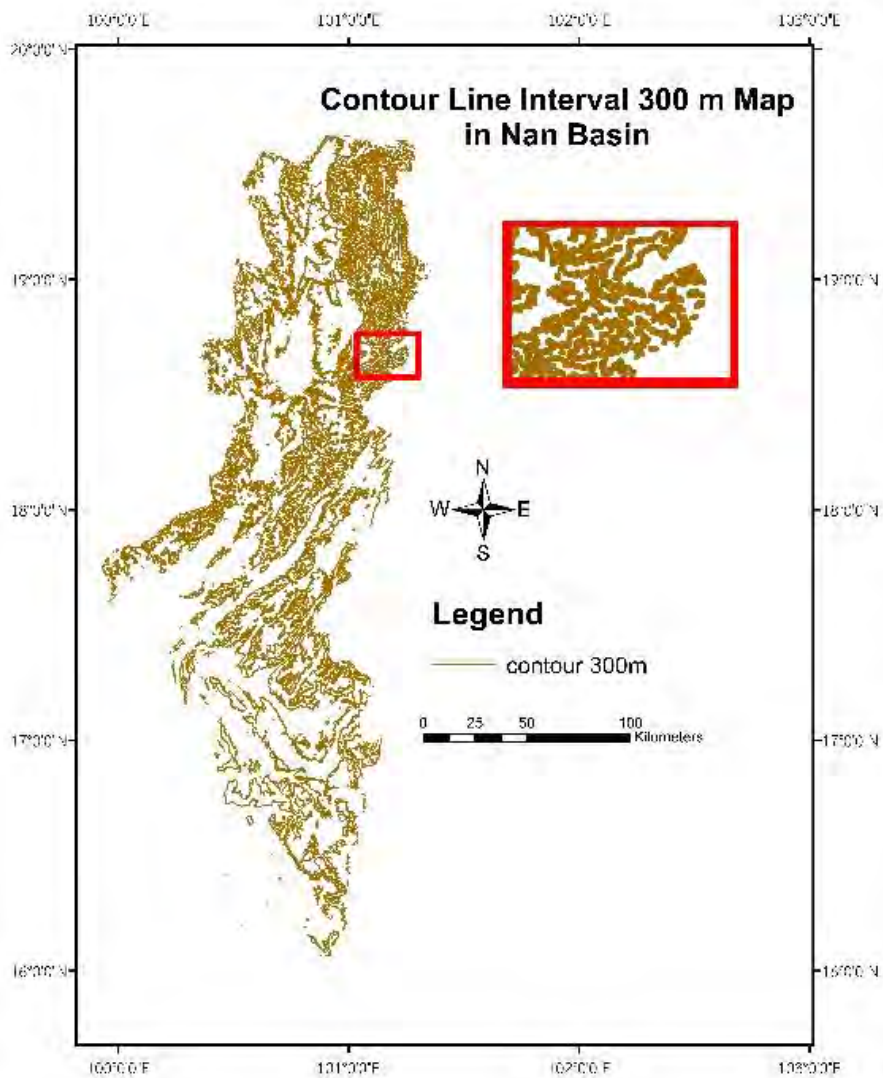
รูป 3.10 ผลลัพธ์ที่ได้จากการ Generate Contours กำหนดค่า Contour Interval 50 Meters



รูป 3.11 ผลลัพธ์ที่ได้จากการ Generate Contours กำหนดค่า Contour Interval 100 Meters



รูป 3.12 ผลลัพธ์ที่ได้จากการ Generate Contours กำหนดค่า Contour Interval 200 Meters



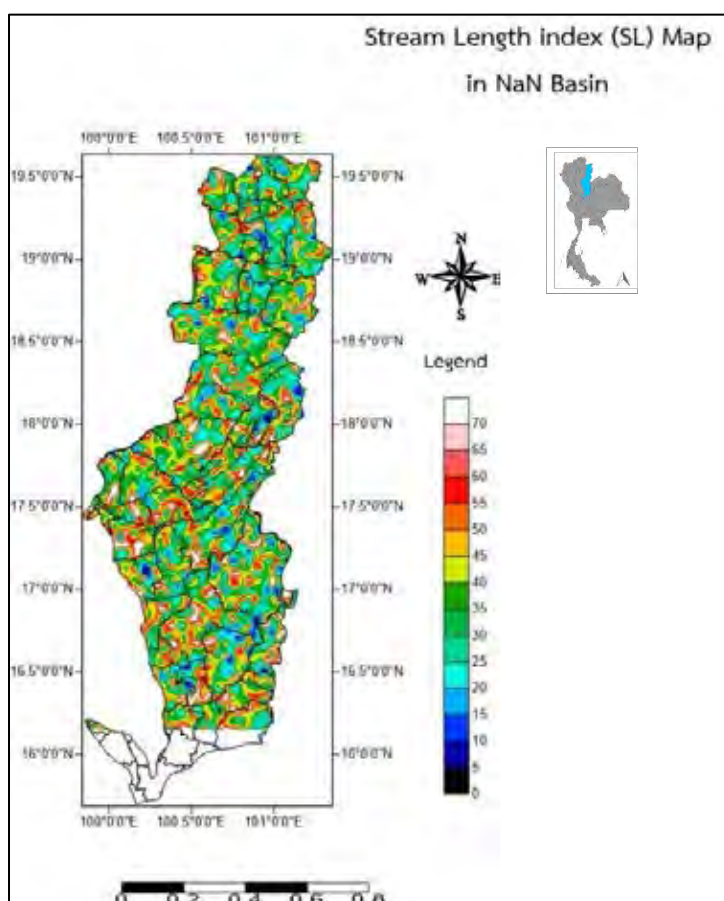
รูป 3.13 ผลลัพธ์ที่ได้จากการ Generate Contours กำหนดค่า Contour Interval 300 Meters

บทที่ 4

การวิเคราะห์และผลการศึกษา (ANALYSIS AND RESULT)

4.1 ดัชนีความลาดยาวทางน้ำ (Stream length gradient index, SL)

จากการ ตรวจสอบลักษณะภูมิประเทศในบริเวณพื้นที่ศึกษาโดยใช้ภาพ DEM ได้ข้อมูลค่าดัชนีทั้งหมด 505,772 ค่า (รูป 4.1)



รูป 4.1 แผนที่แสดงการกระจายตัวค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำ (Stream length gradient index, SL)

บริเวณพื้นที่ศึกษา

ในบริเวณพื้นที่ศึกษา สามารถแบ่งค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำ ได้เป็น 5 ระดับดังนี้

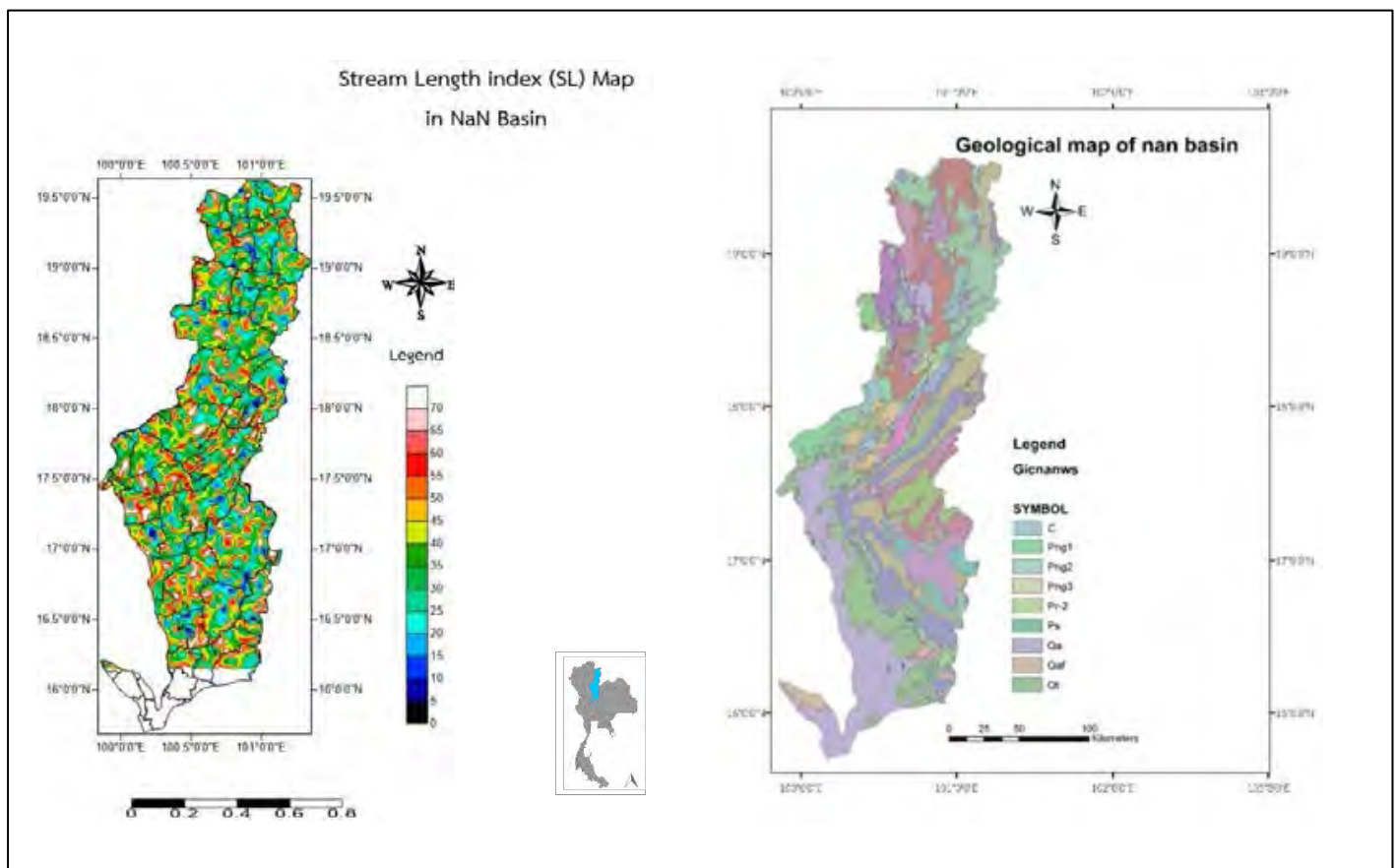
ระดับ 1 (สีฟ้า): มีค่า S_{mf} ในช่วง <29 จำนวนทั้งหมด 350,067 ค่า

ระดับ 2 (สีเขียว): มีค่า S_{mf} ในช่วง 30-39 จำนวนทั้งหมด 41030 ค่า

ระดับ 3 (สีเหลือง): มีค่า S_{mf} ในช่วง 40-49 จำนวนทั้งหมด 31,109 ค่า

ระดับ 4 (สีส้ม): มีค่า S_{mf} ในช่วง 50-59 จำนวนทั้งหมด 24,360 ค่า

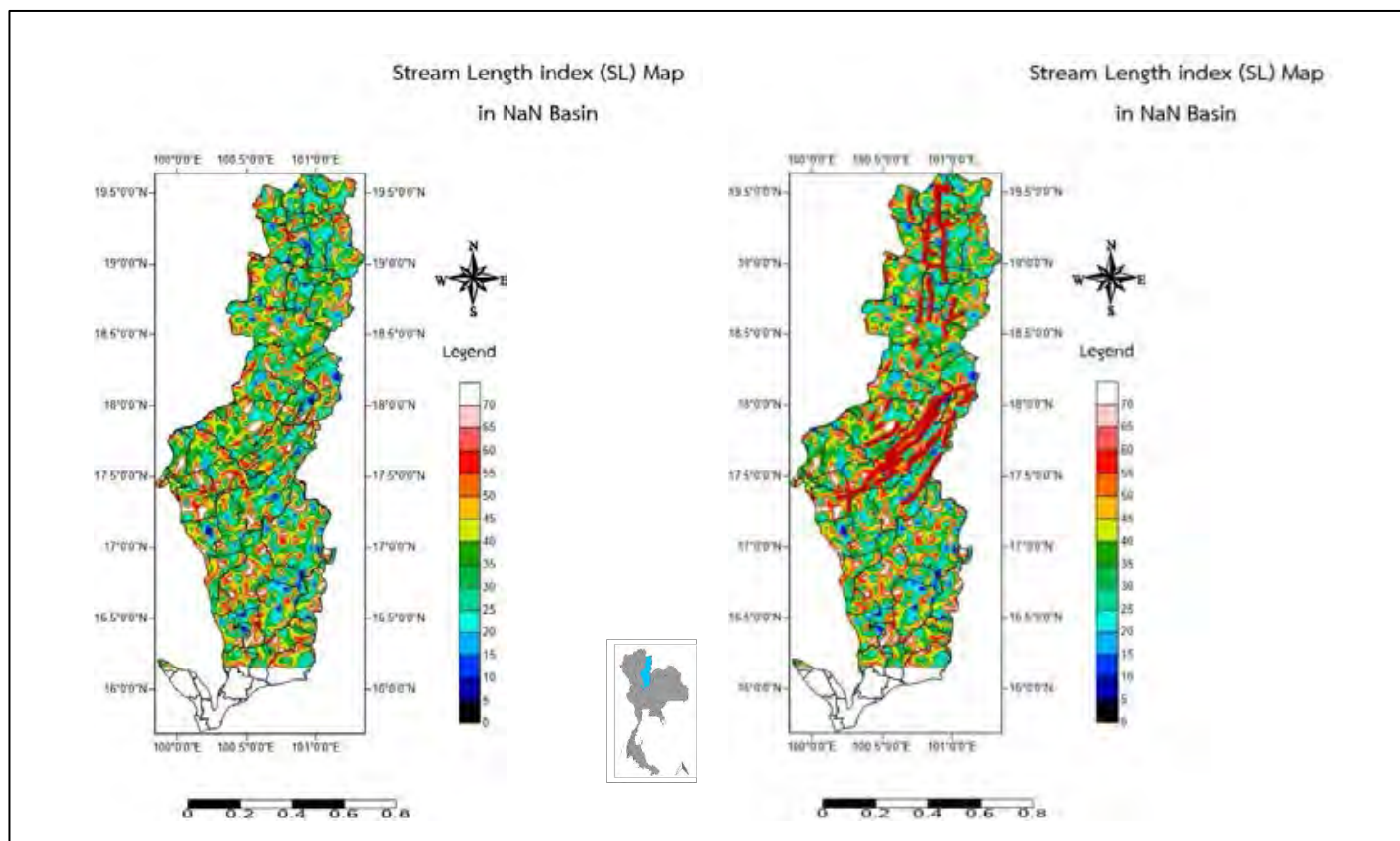
ระดับ 5 (สีแดง): มีค่า S_{mf} ในช่วง 60- จำนวนทั้งหมด 59,205 ค่า



รูป 4.2 แผนที่แสดงการเปรียบเทียบกระจายตัวค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำ และชนิดหินบริเวณพื้นที่ศึกษา

อภิปรายผลการวิจัยค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำ (Stream length gradient index Discussion)

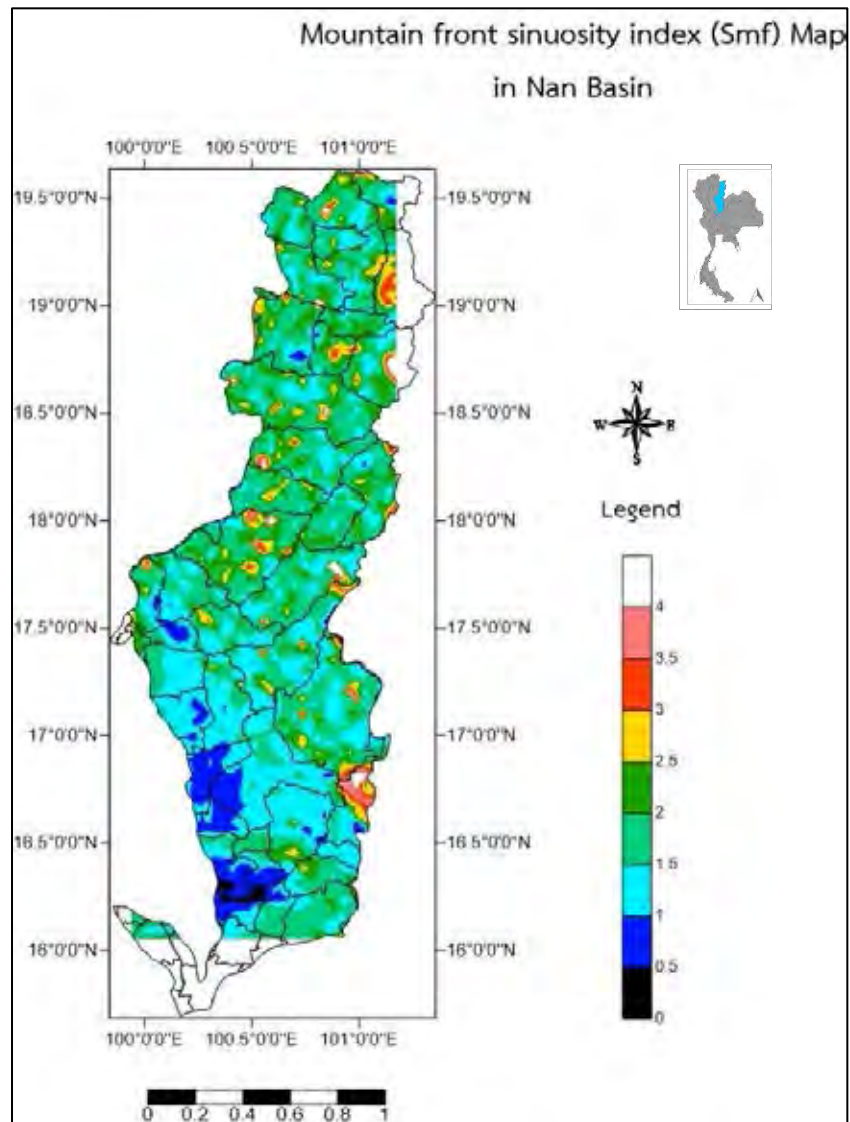
จากผลการวิจัยค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำ จะเห็นว่ามีธรณีแปรสัณฐานจะมีค่าสูงอยู่ทั่วบริเวณพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้จะพบค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำที่มีค่าสูงกระจายทั่วพื้นที่ และเมื่อนำผลจากการวิจัยค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์เทียบกับชนิดหินในพื้นที่และแนวรอยเลื่อนมีพลังจะพบว่ามีความสัมพันธ์ค่อนข้างน้อย แต่เมื่อนำค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาพบว่ามีความสัมพันธ์กับบริเวณพื้นที่ที่มีความสูงมาก ผลที่ได้จากการศึกษาค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำของพื้นที่ศึกษา เป็นเพียงข้อมูลเบื้องต้นของการศึกษาพฤติกรรมกระบวนการธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งสามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้ในการออกภาคสนามเพื่อศึกษาในเชิงลึกให้ละเอียดยิ่งขึ้นได้



รูป 4.3 แผนที่แสดงการเปรียบเทียบกระจายตัวค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำ และแนวรอยเลื่อนบริเวณพื้นที่ศึกษา

4.2 ดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (Mountain front sinuosity index, Smf)

จากการตรวจสอบลักษณะภูมิประเทศในบริเวณพื้นที่ศึกษาโดยใช้ภาพ DEM ได้ข้อมูลค่าดัชนีทั้งหมด 23,275 ค่า (รูป 4.4)



รูป 4.4 แผนที่แสดงการกระจายตัวค่าดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (Mountain front sinuosity index, Smf) บริเวณพื้นที่ศึกษา

ในบริเวณพื้นที่ศึกษา สามารถแบ่งค่าดัชนีความคดโค้งเชิงเขา ได้เป็น 5 ระดับดังนี้

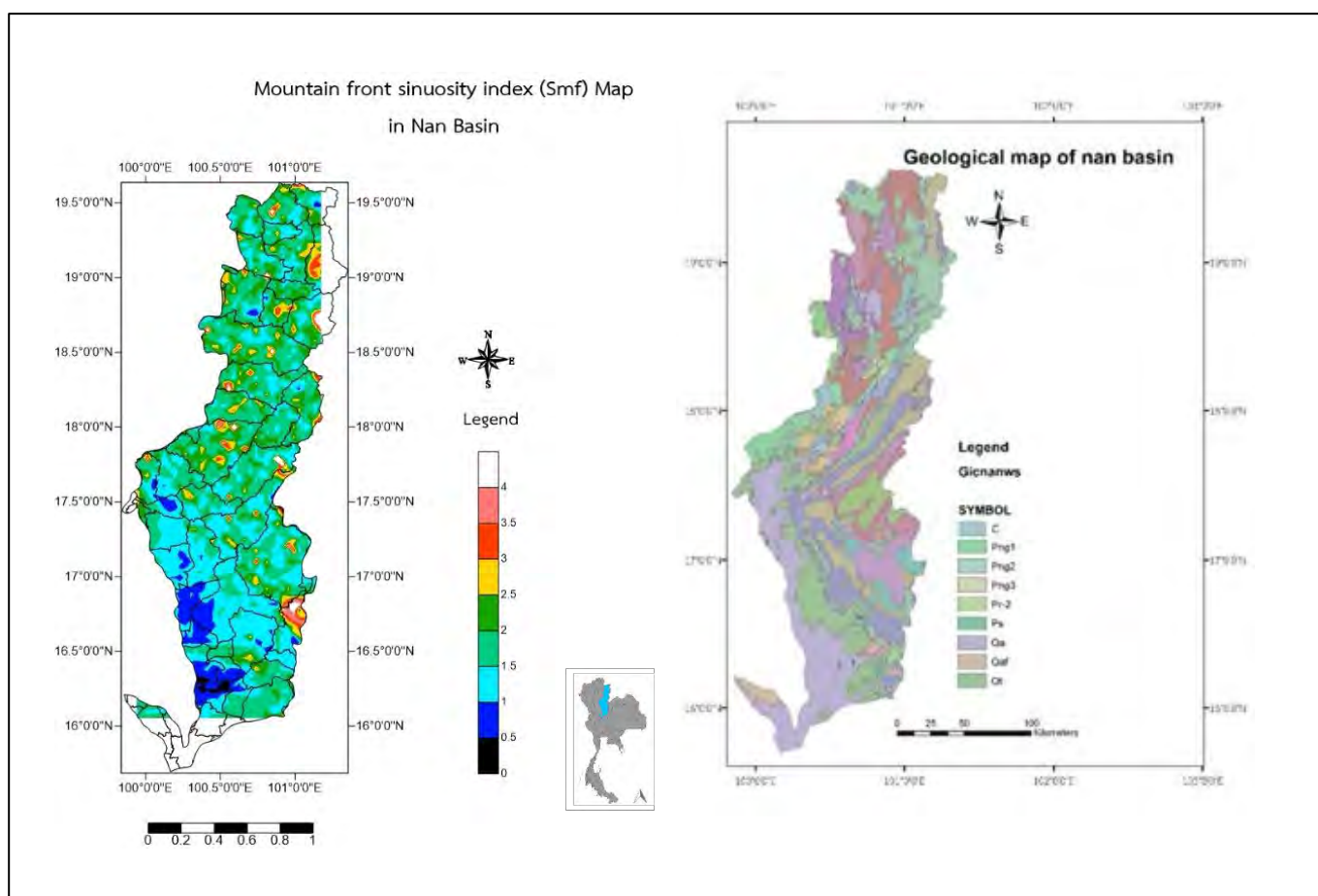
ระดับ 1 (สีฟ้า): มีค่า Smf ในช่วง <1.50 จำนวนทั้งหมด 9,304 ค่า

ระดับ 2 (สีเขียว): มีค่า Smf ในช่วง 1.51-2.00 จำนวนทั้งหมด 6,860 ค่า

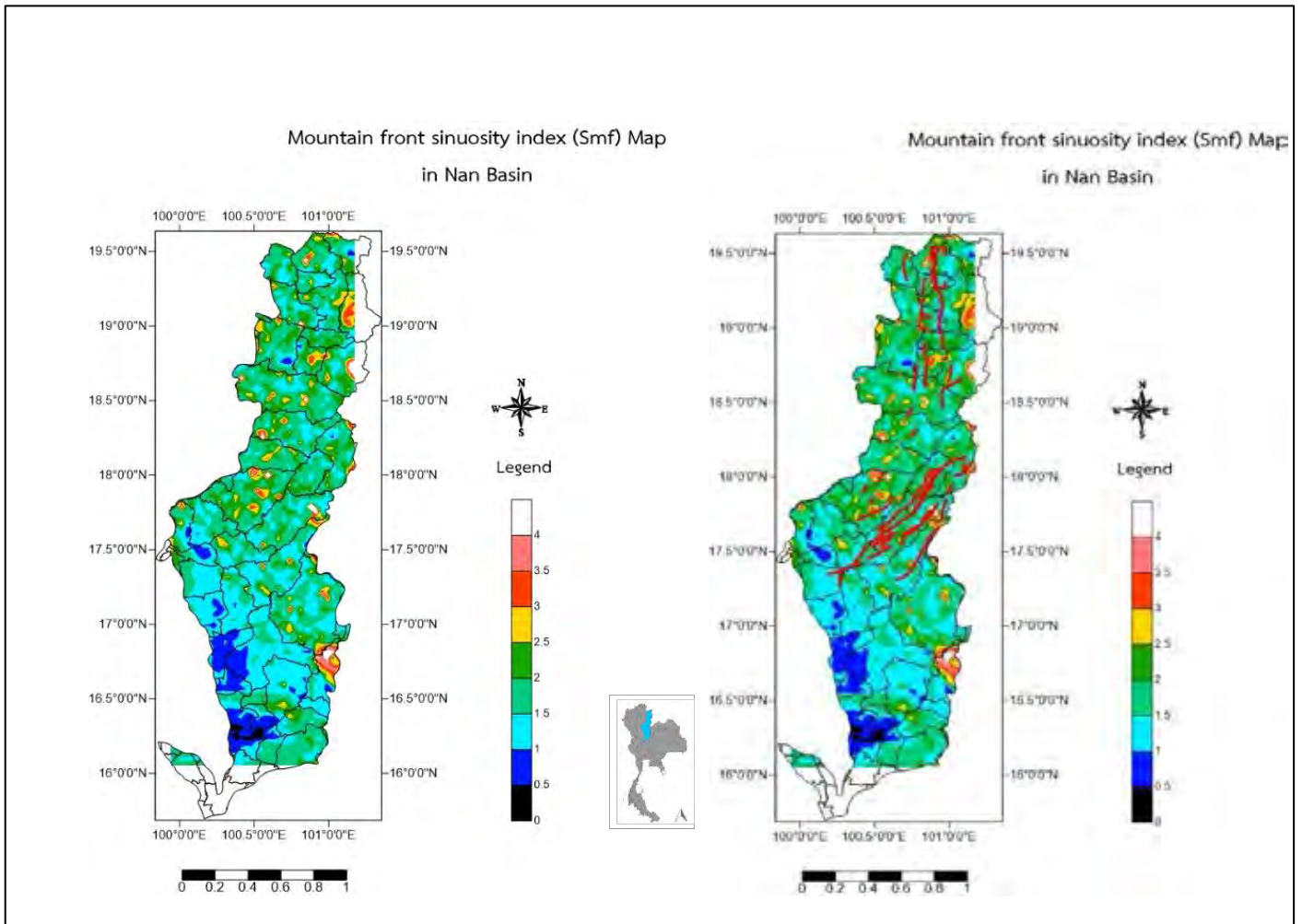
ระดับ 3 (สีเขียวเข้ม): มีค่า Smf ในช่วง 2.01-2.51 จำนวนทั้งหมด 3,284 ค่า

ระดับ 4 (สีเหลือง): มีค่า Smf ในช่วง 2.51-3.00 จำนวนทั้งหมด 1,630 ค่า

ระดับ 5 (สีแดง): มีค่า Smf ในช่วง >3.00 จำนวนทั้งหมด 2,196 ค่า



รูป 4.5 แผนที่แสดงการเปรียบเทียบกระจายตัวค่าดัชนีคดโค้งเชิงเขา และชนิดหินบริเวณพื้นที่ศึกษา



รูป 4.6 แผนที่แสดงการเปรียบเทียบกระจายตัวค่าดัชนีคดโค้งเชิงเขา และแนวรอยเลื่อนบริเวณพื้นที่ศึกษา

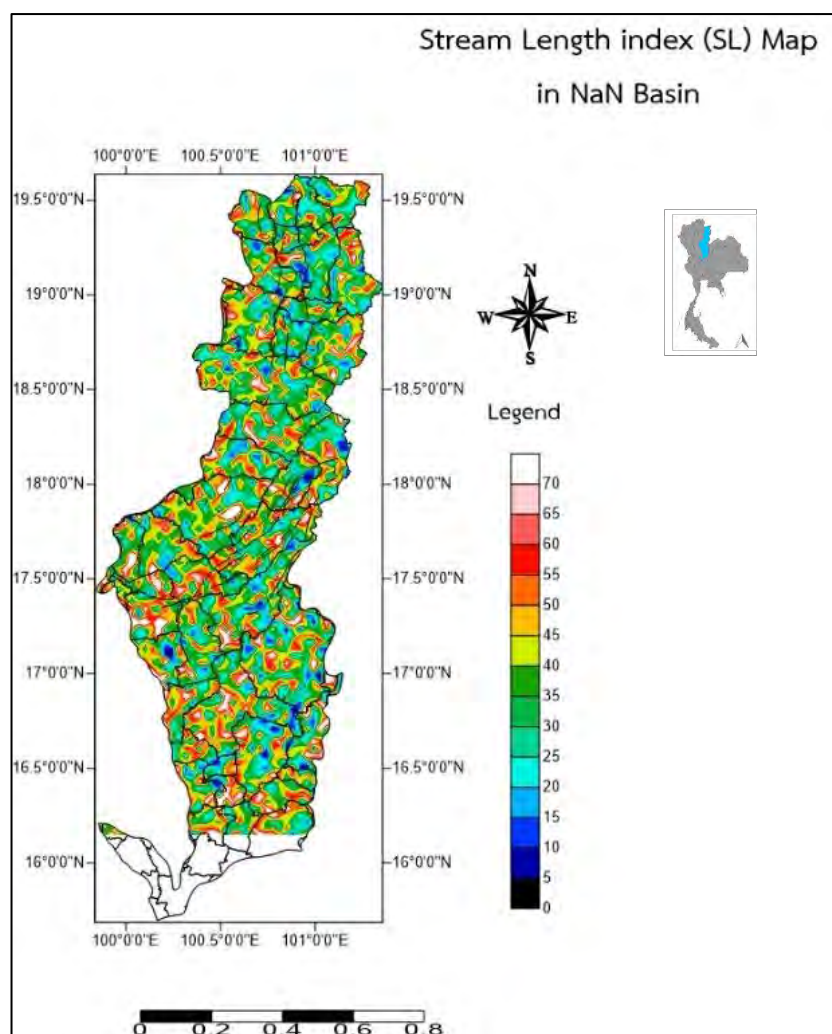
อภิปรายผลการวิจัยค่าดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (Mountain front Index Discussion)

จากผลการวิจัยค่าดัชนีความคดโค้งเชิงเขา จะเห็นว่ามีธรณีแปรสัณฐานจะมีค่าสูงอยู่บริเวณพื้นที่ทางใต้ของพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้จะพบมีค่าดัชนีความคดโค้งเชิงเขา กระจุกตัวมากกว่าบริเวณทางใต้ของพื้นที่ และเมื่อนำผลจากการวิจัยค่าดัชนีความคดโค้งเชิงเขาไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์เทียบกับชนิดหินในพื้นที่และแนวรอยเลื่อน มีพลังจะพบว่าค่าที่ได้อาจไม่ความสัมพันธ์กันเพราะมีปัจจัยอื่นมาเกี่ยวข้อง เช่น สภาพธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา และการกัดเซาะของร่องน้ำ ผลที่ได้จากการศึกษาค่าดัชนีความคดโค้งเชิงเขาของพื้นที่ศึกษา เป็นเพียงข้อมูลเบื้องต้นของการศึกษาพฤติกรรมกระบวนการ

บทที่ 5

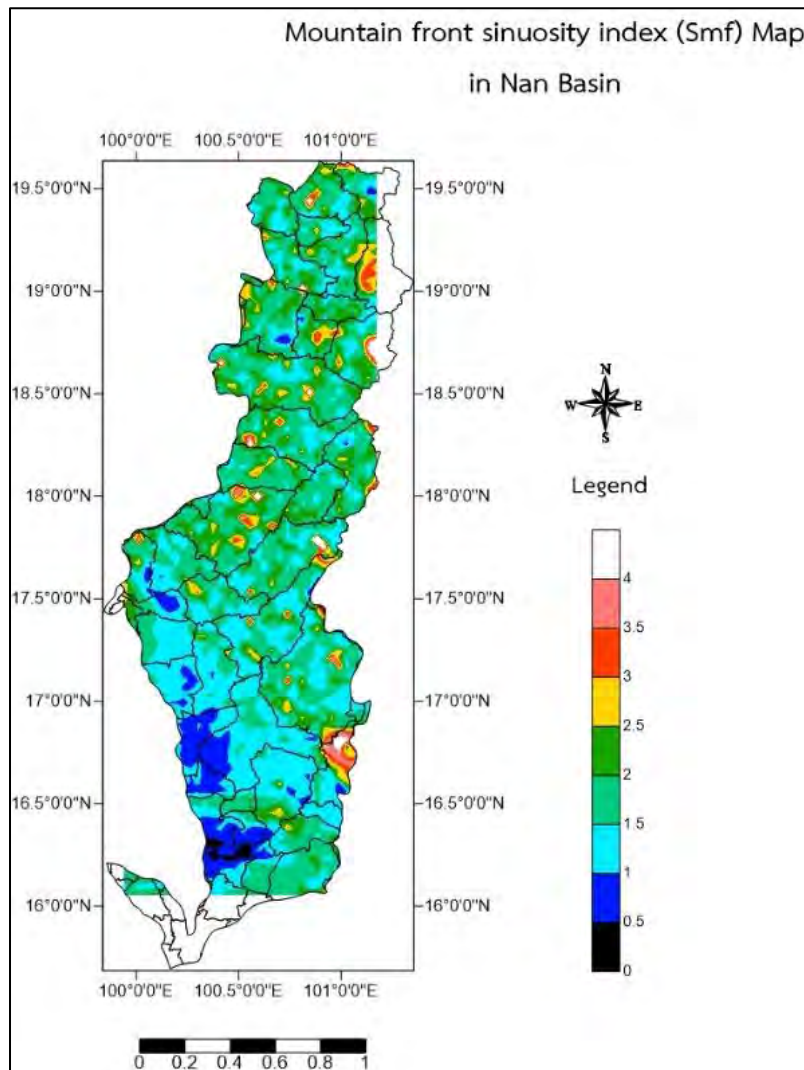
สรุปผลการวิจัย (Conclusion)

5.1 สรุปผลการวิจัยค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำ (Stream length gradient index, SL)



จากผลการวิจัยค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำ พบกรณีแปรสัณฐานในพื้นที่ศึกษาที่มีค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำที่มีค่าในช่วง 50-69 ซึ่งมีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวได้ทั่วบริเวณพื้นที่ศึกษา

5.2 สรุปผลการวิจัยค่าดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (Mountain front Index Discussion)



จากผลการวิจัยค่าดัชนีความคดโค้งเชิงเขา พบกรณีแปรสัณฐานในพื้นที่ศึกษาที่มีค่าดัชนีความคดโค้งเชิงเขาที่มีค่าในช่วง น้อยกว่า 1.5 ซึ่งมีโอกาสเกิดได้บริเวณทางตอนใต้ของพื้นที่ศึกษา

บรรณานุกรม

(REFERENCES)

- Dehbozorgi, M., Pourkermani, M., Arian, M., Matkan, A.A., Motamedi, H., Hosseiniasl, A., 2010. Quantitative analysis of relative tectonic activity in the Sarvestan area, central Zagros, Iran. Geomorphology, 121, 329-341.
- Hamdouni, R., Irigaray, C., Ferna'ndez, T. Chaco'n, J. and Kellar. E.A. (2008). Assessment of relative active tectonics, southwest border of the Sierra Nevada (southern Spain). Geomorphology, 96: 150-173.
- Mahmood, S. and Gloaguen, R. (2012). Appraisal of active tectonics in Hindu Kush: Insights from DEM derived geomorphic indices and drainage analysis. Geoscience Frontiers, 3(4): 407-428.
- Keller, E.A. and Pinter, N. (1996). Active Tectonics : Earthquakes, Uplift and Landscape. Prentice Hall, New Jersey.
- Langbein, W.B., 1947, Topographic characteristics of drainage basins, USGS Water Supply Paper 968-B, p. 125-157
- Perez-Pena, J.V., Azanon, J.M., Azor, A., 2009, CalHypso: an ArcGIS extension to calculate hypsometric curves and their statistical moments. Applications to drainage basin analysis in SE Spain. Computers & Geosciences 35 (6), 1214-1223.
- Cox, R.T., 1994, Analysis of drainage-basin symmetry as a rapid technique to identify area of possible Quaternary tilt-block tectonics: an example from the Mississippi Embayment. Bulletin of the Geological Society of America 106, 571-581.
- Garrote, J., Cox, R.T., Swann, C., Ellis, M., 2006, Tectonic geomorphology of the southeastern Mississippi Embayment in northern Mississippi, USA. Bulletin of the Geological Society of America 118, 1160-1170.
- Hack J. (1973). Stream profile analysis and stream gradient index, U. S. Geol. Surv. J. Res. 4: 421_429.

ภาคผนวก

(Appendix)

Long	Lat	percentSL	Z	Dist	DSurf	SL	Poi
101.0331	19.62181	38.605	704	0.001583	7.000604	14.67961	
101.0332	19.62153	73.01727	706	0.001875	9.000604	27.76492	
101.0333	19.62125	100	704	0.002168	11.0006	38.02514	
100.8989	19.62097	65.54779	604	0.001563	23.00029	33.7867	
100.8989	19.62069	44.71189	598	0.001841	29.00029	23.0468	
100.8989	19.62042	62.97716	600	0.00212	31.00029	32.46166	
100.8989	19.62014	67.3255	596	0.002398	35.00029	34.70302	
100.8989	19.61986	93.71611	597	0.002679	36.00029	48.30609	
100.8988	19.61958	59.1782	588	0.002969	45.00029	30.50348	
100.8988	19.61931	100	588	0.003253	45.00057	51.54513	

ตาราง 1 แสดงตัวอย่างค่าดัชนีความลาดยาวทางน้ำ (Stream length gradient index, SL)

ที่ได้จากการคำนวณ

RF	X	Y	Z	smf	num
0.0000000	99.9427708	17.5852362	100.0000000	1	1
109.0023420	99.9459729	17.5843785	99.0000000	1	46
199.0047441	99.9497970	17.5823260	105.0000000	1	91
268.0079067	99.9548965	17.5893266	100.0000000	1	136
339.0100400	99.9596376	17.5896868	99.0000000	1	181
379.0138153	99.9648031	17.5909899	105.0000000	1	226
440.0168648	99.9693347	17.5868411	102.0000000	1	271
512.0193428	99.9669419	17.5916292	98.0000000	1	316
590.0223800	99.9711549	17.5986657	100.0000000	1	361
625.0252944	99.9765556	17.5932838	101.0000000	1	406
709.0270465	99.9816460	17.5954077	99.0000000	1	451
752.0307714	99.9793744	17.6023099	102.0000000	1	496
798.0333361	99.9805079	17.6073577	100.0000000	1	541
862.0364469	99.9879859	17.6113043	100.0000000	1	586
917.0389345	99.9904573	17.6169984	101.0000000	1	631
942.0422275	99.9855014	17.6212222	100.0000000	1	676

ตาราง 2 แสดงตัวอย่างค่าดัชนีความคดโค้งเชิงเขา (Mountain front Index Discussion) ที่ได้จากการคำนวณ