# การวิเคราะห์สัณฐานวิทยาของลุ่มน้ำบางปะกงโดยใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ

เศวตฉัตร ศรีสุรัตน์

*ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*
*sawettac@gmail.com*

**บทคัดย่อ**

*การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สัณฐานวิทยาของลุ่มน้ำบางปะกงโดยใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศด้วยเทคนิคของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล ทำการวิเคราะห์สัณฐานวิทยาของลุ่มน้ำบางปะกงและลุ่มน้ำสาขา เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาในพื้นที่บริเวณอื่นต่อไปและเป็นประโยชน์ต่อของหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง โดยการวิเคราะห์พารามิเตอร์สัณฐานวิทยาของลุ่มน้ำใน 3 ประเด็นคือ ด้านเชิงเส้น(Linear Aspect) เช่นความยาวลำธารและความยาวของการไหล ด้านเชิงพื้นที่ (Areal Aspect) เช่นความหนาแน่นของการระบายน้ำ ความถี่การไหลหรือความถี่ของลำน้ำ ฟอร์มแฟคเตอร์และพื้นผิวของการระบายน้ำ และด้านเชิงความสูง(Relief Aspect) เช่นอัตราส่วนการแยกไปสองทางและอัตราส่วนความเป็นทรงกลมของลุ่มน้ำ ผลการศึกษาพบว่า ความยาวรวมของลำน้ำทุกส่วนจะลดลงในขณะที่อันดับธารเพิ่มขึ้น ความยาวของการไหลของลุ่มน้ำต่ำมีความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งและอุทกภัยค่อนข้างสูง ความหนาแน่นของการระบายน้ำหยาบ พื้นที่ลุ่มน้ำส่วนใหญ่มีระดับความสูงและความชันไม่มาก ความสามารถในการซึมน้ำของดินมีสูง ความถี่การไหลต่ำมีความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง และอุทกภัยค่อนข้างสูง ฟอร์มแฟคเตอร์มีค่าใกล้กับ 0 บ่งชี้ว่าลุ่มน้ำจะมีการไหลของน้ำสูงสุดแบบค่อยเป็นค่อยไปเป็นเวลานาน น้ำจะค่อยๆ ไหลเอ่อท่วม ไม่ใช่น้ำท่วมแบบฉับพลัน การไหลของน้ำท่วมในลุ่มน้ำแบบรูปทรงยาวสามารถควบคุมได้ง่ายกว่าลุ่มน้ำแบบรูปทรงวงกลม พื้นผิวของการระบายน้ำหยาบมากบ่งบอกถึงภูมิประเทศที่ความสูงของภูเขาและลำน้ำอยู่ห่างกันมากอัตราส่วนการแยกไปสองทางมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานซึ่งหมายถึง โครงสร้างทางธรณีสัณฐานของลุ่มน้ำถูกรบกวน และท้ายที่สุดอัตราส่วนความเป็นทรงกลมของลุ่มน้ำมีค่าต่ำ เข้าใกล้ 0 จึงมีรูปร่างเป็นทรงกลมน้อย ทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย น้ำท่วมขัง กินระยะเวลาช่วงสั้นๆ*

**คำสำคัญ:** การวิเคราะห์สัณฐานวิทยา, พารามิเตอร์สัณฐานวิทยา, ภูมิสารสนเทศ

# Morphological Analysis of Bangpakong Watershed using Geo-Informatics Technique

Sawettachat Srisurat

*Department of Geography,Faculty of Social Sciences,Srinakarinwirot University*
*sawettac@gmail.com*

**Abstract**

*The objective of this study was to analyze the morphology of the Bangpakong watershed using geo-informatics (geographic information system and remote sensing). Morphological analysis of the Bangpakong Basin and the watershed branches were carried out. To be a guideline for further study in other areas and for the benefit research of relevant government agency. By analyzing the morphological parameters of watershed in 3 main criteria which were Linear Aspect such as stream length and Length of overland flow, Areal Aspect such as drainage density, stream frequency, form factors, drainage texture and Relief Aspect such as bifurcation ratio and Circulatory ratio. The study found that the total length of all sections of the stream reduced while stream order was increased. The risk of drought and flood was quite high because of the value of stream length is low. Coarse drainage density resulted of relief and slope of watershed area was gentle. The ability of water infiltration in the soil was high. The stream frequency was low so the risk of drought and flood was quite high. The form factor was close to zero, it indicated that the watershed had a gradual maximum water flow for a long time. Flood occurred slowly flow over and over, not flashy flood. Flood in the elongated shape watershed was easier to control than the circular shaped watershed. The drainage texture was very coarse, it indicated the mountainous relief and the channels were very far from each other. The bifurcation ratio is lower than the standard this indicated the more structural disturbance. Finally, the circularity ratio value was low (approach to zero), which indicated that the watershed was not circular in shape, therefore causing a risk of short-term flood.*

**Keywords:** morphometric analysis, morphometric parameters, geo-infomatic

**1. บทนำ**

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของทั้งมนุษย์ สัตว์ พืช น้ำมีความสำคัญต่อการเริ่มต้นการดำรงอยู่และการสิ้นสุดของสรรพสิ่ง นอกจากนี้น้ำยังเป็นแหล่งที่ก่อกำเนิดชุมชนมนุษย์และอารยธรรมอันเก่าแก่ในโลกล้วนสัมพันธ์ใกล้ชิดกับน้ำทั้งสิ้น ด้วยมนุษย์เชื่อจากการมองเห็นว่าในโลกนี้ มีน้ำเป็นสสารที่มีปริมาณมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสสารอื่นที่มีอยู่ มนุษย์จึงเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีการนำน้ำมาใช้ประโยชน์เพื่อตนเองในด้านต่างๆ มากที่สุดในบรรดาสิ่งมีชีวิตทั้งหลายในโลกใบนี้ หมายรวมถึงการใช้น้ำในประเทศไทยด้วย

ซึ่งการพัฒนาของประเทศและของโลกในช่วงเวลาสองทศวรรษที่ผ่านมามีการขยายตัวของภาคเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม ทำให้ความต้องการใช้น้ำของมนุษย์เพิ่มปริมาณมากขึ้นเป็นทวีคูณ โดยเฉพาะน้ำเพื่อการเกษตร และการผลิตพลังงาน ทำให้น้ำบริสุทธิ์จะกลายเป็นสิ่งที่ล้ำค่ามากขึ้นและคาดประมาณว่าภายในพ.ศ. 2568 ประชากร 2 ใน 3 ของประชากรโลกจะมีชีวิตความเป็นอยู่ท่ามกลางภาวะกดดันในเรื่องน้ำทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ อีกทั้งแนวโน้มปัญหาโลกร้อนจะเป็นปัจจัยสำคัญทำให้เกิดภาวะขาดแคลนน้ำรุนแรงมากขึ้น ขณะเดียวกันมีปัญหาภัยพิบัติที่เกิดจากน้ำก็มีเพิ่มขึ้นมากขึ้นทุกปี และทำให้เกิดความเสียหาย เกิดปัญหาตามมาอย่างมาก หากไม่มีการจัดการที่ดีจะทำให้เป็นปัญหาต่อเนื่องไป ในประเด็นต่างๆ และในอดีตที่ผ่านมาประเทศไทยไม่ได้ให้ความสนใจกับเรื่องของการจัดการหรือป้องกันปัญหาภัยพิบัติจากน้ำ ซึ่งในการที่จะมีการจัดการที่ดีได้นั้น ต้องทราบถึงการพัฒนาระบบระบายน้ำและรูปแบบการไหลของแม่น้ำเชิงพื้นที่ของพื้นที่

ลุ่มน้ำนั้นให้ดีเสียก่อน โดยทั่วไปลุ่มน้ำถือว่าเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดในการตอบสนองทางอุทกวิทยาของกิจกรรมการพัฒนาใด ๆ เพื่อจัดทำแผนการพัฒนาที่ครอบคลุมเพื่อการใช้ประโยชน์สูงสุดจากทรัพยากรธรรมชาติ การศึกษาลักษณะของลุ่มน้ำเป็นสิ่งจำเป็น สามารถเข้าใจได้จากสัณฐานวิทยาวิเคราะห์ หรือการวิเคราะห์สัณฐานวิทยา (morphometric analysis) และสามารถทำการวิเคราะห์ได้ดีด้วยเทคโนโลยีระบบภูมิสารสนเทศ (geoinfomatic system) โดยใช้ RS และ GIS

การวิเคราะห์สัณฐานวิทยาเป็นการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ ในการระบุค่าต่างๆของพื้นผิวของโลก เช่น รูปร่าง ขนาด มิติของภูมิประเทศและอื่นๆ (Clarke, 1996) ซึ่งอธิบายถึงเรขาคณิตของพื้นที่เชิงปริมาณและวิเคราะห์ด้านธรณีวิทยา ธรณีสัณฐาน ความชัน ความแข็งของหิน และโครงสร้างอื่น ๆ ที่ควบคุมพื้นที่ลุ่มน้ำ (Strahler, 1964) ดังนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับ การตรวจสอบวิเคราะห์ทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำใด ๆ สำหรับการจัดการลุ่มน้ำที่ดีขึ้น (Magesh et al., 2011) การพัฒนาระบบระบายน้ำและรูปแบบการไหลของแม่น้ำเชิงพื้นที่ ควบคุมโดยธรณีวิทยา ธรณีสัณฐาน ดิน การใช้ที่ดิน และส่วนประกอบโครงสร้างอื่น ๆ ของพื้นที่ที่น้ำไหลผ่าน ในการศึกษาระดับลุ่มน้ำนั้น ธรณีวิทยา ระดับความสูงและ สภาพภูมิอากาศมีส่วนสำคัญในการกำหนดหน้าที่ของระบบแม่น้ำ (Mesa, 2006) คุณสมบัติทางธรณีสัณฐานของลุ่มน้ำจะควบคุมพื้นที่ควบคุมการไหลบ่าของน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งมีความอ่อนไหวต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลุ่มน้ำ (Rudraiah et al., 2008) การวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลุ่มน้ำสามารถอธิบายในเชิงปริมาณของระบบระบายน้ำซึ่งเป็นสิ่งสำคัญของการจำแนกลักษณะของแหล่งต้นน้ำ (Mustaq Shaikh and Farjana Birajdar.2015) อีกทั้งการวิเคราะห์สัณฐานวิทยาของลุ่มน้ำแบบละเอียดสามารถให้ข้อมูลเชิงลึกของลักษณะของภูมิประเทศมีผลอย่างไรต่อสัณฐานวิทยาของระบบการระบายน้ำ การวิเคราะห์ในระดับลุ่มน้ำสามารถบอกเกี่ยวกับการก่อตัวและการพัฒนาของพื้นที่ลุ่มน้ำ เนื่องจากกระบวนการอุทกวิทยาและธรณีสัณฐานทั้งหมดเกิดขึ้นภายในลุ่มน้ำ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นเทคนิคที่ใช้กันทั่วไปในการประเมินพารามิเตอร์ สัณฐานวิทยา ของลุ่มน้ำและพื้นที่ระบายน้ำเนื่องจากมีความยืดหยุ่นในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงทั้งเชิงพื้นที่และเวลาในพื้นที่ลุ่มน้ำเพื่อการจัดการพื้นทีลุ่มน้ำที่ดียิ่งขึ้น (Sreedeviet al., 2009; Magesh et al., 2011; Pareta และ Pareta, 2011; Magesh et al., 2013)

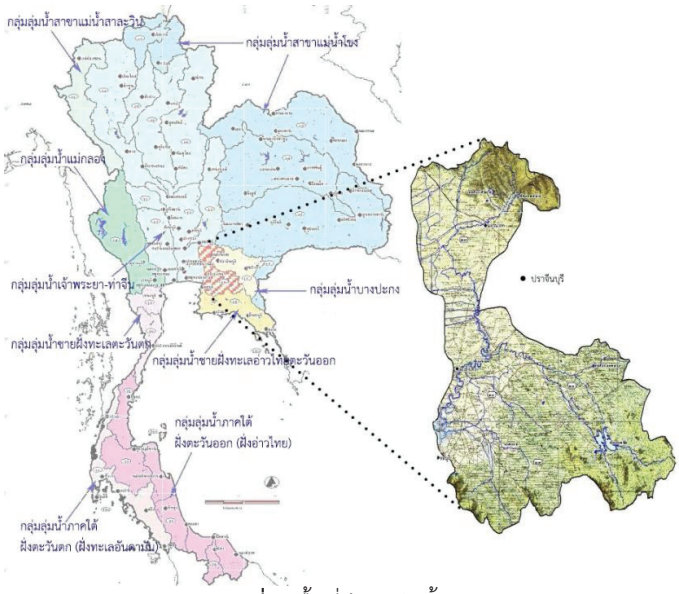
**2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1.เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลุ่มน้ำบางปะกง
2.เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาด้านต่างๆของลุ่มน้ำบางปะกง

**3. แนวคิดในการวิจัย**

การวิเคราะห์สัณฐานวิทยาของลุ่มน้ำ จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องมีเพื่อทำความเข้าใจกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาพื้นที่ภูมิประเทศในพื้นที่ลุ่มน้ำ ( (Magesh et al., 2013ลักษณะเชิงเส้นต่างๆ ทิศทางและความลาดเอียงของลุ่มน้ำรวมทั้งความต่างระดับความสูงของลุ่มน้ำเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อนักวิจัยในการกำหนดลักษณะของลุ่มน้ำและจัดลำดับความสำคัญของการพัฒนาเพื่อการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติของลุ่มน้ำ เพื่อการวางแผนและพัฒนาลุ่มน้ำอย่างเหมาะสม และในการศึกษาครั้งนี้มีแนวคิดเพื่อทำความเข้าใจลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลุ่มน้ำบางปะกง รวมทั้งลุ่มน้ำย่อยซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ลุ่มน้ำสาขา อันประกอบด้วยลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำนครนายก ลุ่มน้ำสาขาคลองท่าลาด ลุ่มน้ำสาขาคลองหลวง และลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำบางปะกงสายหลัก (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร,2555) เพื่อให้การวิเคราะห์ศึกษาสัณฐานวิทยาของลุ่มน้ำบางปะกงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาพื้นที่ภูมิประเทศในพื้นที่ลุ่มน้ำ ในการจัดลำดับความสำคัญของการพัฒนาเพื่อการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติของลุ่มน้ำเพื่อการวางแผนและพัฒนาลุ่มน้ำอย่างเหมาะสม และนำผลลัพธ์รวมทั้งผลสรุปที่ได้เป็นข้อมูลใช้ในการบูรณาการร่วมกับการวางแนวนโยบายด้านทรัพยากรน้ำของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

การวิจัยนี้มีการวิเคราะห์พารามิเตอร์สัณฐานวิทยาของลุ่มน้ำบางปะกง 3 ประเด็นคือ ด้านเชิงเส้น เช่นความยาวลำธารและความยาวของการไหล ด้านเชิงพื้นที่ เช่นความหนาแน่นของการระบายน้ำ ความถี่การไหลหรือความถี่ของลำน้ำ ฟอร์มแฟคเตอร์และพื้นผิวของการระบายน้ำ และด้านเชิงความสูง เช่นอัตราส่วนการแยกไปสองทางและอัตราส่วนความเป็นทรงกลมของลุ่มน้ำ




**ภาพที่ 1** พื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำบางปะกง

## 4. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการการสำรวจในภาคสนาม พร้อมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ อาทิ ข้อมูลแผนที่ดิจิตอลจากกรมส่งเสริมคุณภาพและสิ่งแวดล้อม ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) และใช้เครื่องมือระบบภูมิสารสนเทศในการตรวจสอบและจัดข้อมูลทางด้านระบบสารสนเทศจากหน่วยงานต่างๆเพื่อให้อยู่ในพิกัด Universal Transverse Mercator เดียวกัน ซึ่งโปรแกรมทางด้าน Image Processing ในการจัดกระทำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ส่วนโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการนำเข้าข้อมูล ปรับปรุงคุณภาพข้อมูล ตรวจสอบและแก้ไขข้อมูล ทั้งที่เป็นข้อมูลเชิงเส้นและข้อมูลเชิงอธิบาย รวมทั้งนำข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลเข้ามาร่วมเพื่อดำเนินการวิเคราะห์สัณฐานวิทยา ซึ่งเป็นการวิเคราะห์พารามิเตอร์สัณฐานวิทยาของลุ่มน้ำ ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์สัณฐานวิทยาหลักๆของลุ่มน้ำ สามารถแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ประเด็น ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** สูตรการวิเคราะห์พารามิเตอร์สัณฐานวิทยา (Morphometric parameters) ของลุ่มน้ำบางปะกง

| ประเด็น/หัวข้อ | สูตร | ที่มา |
|---|---|---|
| **ด้านเชิงเส้น (Linear Aspect)** | | |
| ความยาวลำธาร (Stream length : Ls) (km.) | $Ls = \frac{Lu}{Nu}$ | Strahler,1964 |
| ความยาวของการไหล (Length of overland flow : Lg) (km.) | $Lg = \frac{1}{2}D$ | Horton,1945 |
| **ด้านเชิงพื้นที (Areal Aspect)** | | |
| ความหนาแน่นของการระบายน้ำ (Drainage density : Dd) (km./sq.km.) | $Dd = \frac{Lu}{A}$ | Horton,1945 |
| ความถี่การไหลหรือความถี่ของลำน้ำ (Stream frequency : Fs)(part/sq.km.) | $Fs = \frac{\sum Nu}{A}$ | Horton,1945 |
| ฟอร์มแฟคเตอร์ (Form factor : Ff) (sq.km./km) | $Ff = \frac{A}{L^2}$ | Horton,1945 |
| พื้นผิวของการระบายน้ำ (Drainage texture : Dt) (part./km.) | $Dt = \frac{Nu}{\mathrm{P}}$ | Horton,1945 |
| **ด้านเชิงความสูง (Relief Aspect)** | | |
| อัตราส่วนการแยกไปสองทาง (Bifurcation ratio : Rb) (part) | $Rb = \frac{Nu}{Nu+1}$ | Schumm,1956 |
| อัตราส่วนความเป็นทรงกลมของลุ่มน้ำ (Circularity ratio : Rc) (sq.km./km) | $Rc = 4\pi\frac{A}{P^2}$ | Miller,1953 |

**5. ผลการวิจัย**

ผลของการวิเคราะห์สัณฐานวิทยา ซึ่งเป็นการวัดและการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของการกำหนดค่าของพื้นผิวโลก รูปร่างและขนาดของธรณีสัณฐานของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยใช้เทคนิคของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล มาใช้คำนวณและวัดค่าพารามิเตอร์สัณฐานวิทยาได้ผลของการวิเคราะห์พารามิเตอร์สัณฐานวิทยาหลักๆของลุ่มน้ำออกเป็น 3 ประเด็นคือ ด้านเชิงเส้น ด้านเชิงพื้นที่และด้านเชิงความสูง ดังนี้

1. ด้านเชิงเส้น

- ความยาวลำธาร (Stream length) และความยาวเฉลี่ยของลำธาร

ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาที่ 1 แม่น้ำนครนายก อันดับธารที่ มีความยาวลำน้ำ 1347.2 กม. อันดับธารที่ 2 มีความยาวลำน้ำ 155.93 กม. อันดับธารที่ 3 มีความยาวลำน้ำ 229.40 กม. อันดับธารที่ 4 มีความยาวลำน้ำ 107.58 กม. อันดับธารที่ 5 มีความยาวลำน้ำ 54.03 กม. อันดับธารที่ 6 มีความยาวลำน้ำ 36.48 กม. อันดับธารที่ 7 มีความยาวลำน้ำ 21.90 กม. และอันดับธารที่ 8 มีความยาวลำน้ำ 90.27 กม. รวมความยาวลำน้ำทุกอันดับ 1,042.79 กม. จำนวนลำน้ำทั้งสิ้น 299 ส่วน

ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาที่ 2 คลองท่าลาด อันดับธารที่ มีความยาวลำน้ำ 1464.23 กม. อันดับธารที่ 2 มีความยาวลำน้ำ 89.44 กม. อันดับธารที่ 3 มีความยาวลำน้ำ 143.10 กม. และอันดับธารที่ 4 มีความยาวลำน้ำ 23.73 กม.รวมความยาวลำน้ำทุกอันดับ 720.50 กม. จำนวนลำน้ำทั้งสิ้น 153 ส่วน

ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาที่ 3 คลองหลวง อันดับธารที่ มีความยาวลำน้ำ 1146.89 กม. อันดับธารที่ 2 มีความยาวลำน้ำ 29.59 กม. อันดับธารที่ 3 มีความยาวลำน้ำ 36.89 กม. และอันดับธารที่ 4 มีความยาวลำน้ำ 7.18 กม.รวมความยาวลำน้ำทุกอันดับ 220.55 กม. จำนวนลำน้ำทั้งสิ้น 43 ส่วน

ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาที่ 4 ที่ราบแม่น้ำบางปะกง อันดับธารที่ มีความยาวลำน้ำ 1349.36 กม. อันดับธารที่ 2 มีความยาวลำน้ำ 179.68 กม. อันดับธารที่ 3 มีความยาวลำน้ำ 65.28 กม. อันดับธารที่ 4 มีความยาวลำน้ำ 20.14 กม. อันดับธารที่ 5 มีความยาวลำน้ำ 12.01 กม. อันดับธารที่ 6 มีความยาวลำน้ำ 30.15 กม. และอันดับธารที่ 7 มีความยาวลำน้ำ 343.45 กม. รวมความยาวลำน้ำทุกอันดับ 1,000.07 กม. และจำนวนลำน้ำทั้งสิ้น 281 ส่วน ซึ่งจะเห็นได้ว่าสอดคล้องกับทฤษฎีของอันดับธารที่ว่าความยาวทั้งหมดของส่วนของลำธารจะมีค่ามากที่สุดในอันดับธารที่ 1 และลดลงตามอันดับธารที่เพิ่มขึ้น (Soni S. et al.,2013, Horton,1945)

ในส่วนความยาวเฉลี่ยของลำน้ำของลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำบางปะกงนั้น ลุ่มน้ำบางปะกงมีความยาวเฉลี่ยของลำน้ำ 3.85 กม. และภายในพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งประกอบด้วยลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำนครนายก ลุ่มน้ำสาขาคลองท่าลาด ลุ่มน้ำสาขาคลองหลวง ลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำบางปะกงมีค่าความยาวเฉลี่ยของลำน้ำ คือ 3.49, 4.71, 5.13 และ 3.56 กม.ตามลำดับ ความยาวเฉลี่ยของลำน้ำของลุ่มน้ำสาขาจะแตกต่างกันจาก 3.49 ถึง 5.13 กม. และความยาวรวมของลำน้ำทุกส่วนจะลดลงในขณะที่อันดับธารเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นเรื่องที่ปกติของธรรมชาติในทุกลุ่มน้ำ เนื่องจากเป็นลักษณะการไหลรวมของสายน้ำย่อยจากต้นน้ำไหลรวมกันลงสู่ปลายน้ำ ซึ่งบ่งบอกถึงแนวโน้มปกติของสัณฐานและภูมิประเทศที่มีความลาดชันที่ค่อนข้างราบเรียบ ความสูงพื้นที่ไม่มาก หินที่เป็นเนื้อเดียวกัน และดินที่มีความสามารถดูดซึมน้ำได้

- ความยาวของการไหล (Length of overland flow : Lg)

ลุ่มน้ำบางปะกงมีความยาวของการไหล 0.17 กม./ตร.กม.และภายในพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งประกอบด้วยลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำนครนายก ลุ่มน้ำสาขาคลองท่าลาด ลุ่มน้ำสาขาคลองหลวง ลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำบางปะกง มีค่าความยาวของการไหล คือ 0.21, 0.13, 0.13 และ 0.20 กม.ตามลำดับ ค่าความยาวของการไหลของลุ่มน้ำสาขาจะแตกต่างกันจาก 0.13 ถึง 0.20 กม. ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำ โดยลุ่มน้ำสาขาคลองท่าลาด ลุ่มน้ำสาขาคลองหลวงเป็นลุ่มน้ำที่มีค่าความยาวของการไหลต่ำที่สุด ดังนั้นลุ่มน้ำทั้ง 2 สาขานี้มีความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งและอุทกภัยค่อนข้างสูง เนื่องจากมีความยาวของการไหลสั้น ปริมาณน้ำที่สามารถเก็บกับไหลป้อนในท้องน้ำมีน้อยกว่า แต่พอเมื่อถึงฤดูน้ำหลาก พื้นที่หรือปริมาตรท้องน้ำที่สามารถเก็บกักน้ำมีประสิทธิภาพในการเก็บกักได้น้อยกว่าเช่นกันต่างจากลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำบางปะกงและลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำนครนายก

2.ด้านเชิงพื้นที่

- ความหนาแน่นของการระบายน้ำ (Drainage density : Dd)

ลุ่มน้ำบางปะกงมีความหนาแน่นของการระบายน้ำ 0.35 กม./ตร.กม. และภายในพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งประกอบด้วยลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำนครนายก ลุ่มน้ำสาขาคลองท่าลาด ลุ่มน้ำสาขาคลองหลวง ลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำบางปะกง มีความหนาแน่นของการระบายน้ำ คือ 0.42, 0.26,0.26 และ 0.40 กม./ตร.กม. ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ (ตามลำดับ)ฮอร์ตัน ((1945 พบว่า มีความหนาแน่นของการระบายน้ำ แบบหยาบ คือทุกสาขามีค่าต่ำกว่า แสดงว่าพื้นที่ลุ่มน้ำส่วนใหญ่มี.กม.ตร/.กม 5 ความสามารถในการซึมน้ำของดิน ระดับความสูงและความชันไม่มากมีสูง พืชพรรณธรรมชาติปกคลุมดินมีน้อย

- ความถี่การไหลหรือความถี่ของลำน้ำ (Stream frequency : Fs)

ลุ่มน้ำบางปะกงมีความถี่การไหล 0.09 ส่วน/ตร.กม. และภายในพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งประกอบด้วยลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำนครนายก ลุ่มน้ำสาขาคลองท่าลาด ลุ่มน้ำสาขาคลองหลวง ลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำบางปะกง มีความถี่การไหล คือ 0.12, 0.05,0.05 และ 0.11 ส่วน/ตร.กม. (ตามลำดับ)ค่าความถี่การไหลของลุ่มน้ำสาขาจะแตกต่างกันจาก 0.05 ถึง 0.12 ส่วน/ตร.กม. ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำ โดยลุ่มน้ำสาขาคลองท่าลาด ลุ่มน้ำสาขาคลองหลวงเป็นลุ่มน้ำที่มีค่าความถี่การไหลต่ำที่สุด ดังนั้นลุ่มน้ำทั้ง 2 สาขานี้มีความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งและอุทกภัยค่อนข้างสูง เนื่องจากมีค่าความถี่การไหลต่ำ ปริมาณน้ำที่สามารถไหลไปเก็บกับไหลป้อนในท้องน้ำมีน้อยกว่า แต่พอเมื่อถึงฤดูน้ำหลาก พื้นที่หรือปริมาตรท้องน้ำที่สามารถเก็บกักน้ำมีประสิทธิภาพในการเก็บกักได้น้อยกว่าเช่นกัน ต่างจากลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำบางปะกงและลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำนครนายก

- ฟอร์มแฟคเตอร์ (Form factor : Ff)

ลุ่มน้ำบางปะกงมีค่าฟอร์มแฟคเตอร์ 0.31 ตร.กม./กม. และภายในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง ซึ่งประกอบด้วยลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำนครนายก ลุ่มน้ำสาขาคลองท่าลาด ลุ่มน้ำสาขาคลองหลวง ลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำบางปะกง มีค่าฟอร์มแฟคเตอร์ คือ 0.52, 0.30, 0.30 และ 0.27 ตร.กม./กม. ตามลำดับ ลุ่มน้ำสาขาทั้ง 4 มีค่าใกล้กับ ดังนั้นรูปร่างของลุ่มน้ำ 1 มากกว่า 0 สาขาทั้งหมดจะมีรูปร่างค่อนข้างเป็นแนวยาวมากกว่า ซึ่งลุ่มน้ำสาขารูปทรงยาวที่มีค่าฟอร์มแฟคเตอร์ต่ำบ่งชี้ว่าลุ่มน้ำจะมีการไหลของน้ำสูงสุดแบบค่อยเป็นค่อยไปเป็นเวลานาน น้ำจะค่อยๆ ไหลเอ่อท่วม ไม่ใช่น้ำท่วมแบบฉับพลัน การไหลของน้ำท่วมในลุ่มน้ำแบบรูปทรงยาวสามารถควบคุมได้ง่ายกว่าลุ่มน้ำแบบรูปทรงวงกลม เช่นเดียวกัน เมื่อมองในภาพกว้างของลุ่มน้ำบางปะกง ซึ่งมีค่าฟอร์มแฟคเตอร์คือ 0.31 มีค่าใกล้กับ ดังนั้นรูปร่างของลุ่มน้ำบางปะกง จะมีร 0ูปร่างค่อนข้างเป็นแนวยาวมากกว่า สถานการณ์ของการไหลของน้ำสูงสุด การเอ่อท่วม และการควบคุมน้ำท่วมเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับลุ่มน้ำสาขา

- พื้นผิวของการระบายน้ำ (Drainage texture : Dt)

ลุ่มน้ำบางปะกงมีค่าพื้นผิวการระบายน้ำ 1.24 ส่วน/กม. และภายในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง ซึ่งประกอบด้วยลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำนครนายก ลุ่มน้ำสาขาคลองท่าลาด ลุ่มน้ำสาขาคลองหลวง ลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำบางปะกง มีพื้นผิวการระบายน้ำ 1.30, 0.55,0.20 และ 0.87 ส่วน/กม. (ตามลำดับ) จากค่าที่คำนวณ จะเห็นได้ว่าลุ่มน้ำสาขาทั้ง 4 ลุ่มน้ำมีพื้นผิวการระบายน้ำที่หยาบมาก มีค่าต่ำกว่า 2 ทุกลุ่มน้ำ ซึ่งบ่งบอกถึงวัสดุพื้นผิวที่น้ำซึมผ่านได้ดี โอกาสที่จะเกิดภาวะเสี่ยงภัยแล้งมีค่อนข้างสูง โดยเฉพาะ ลุ่มน้ำสาขาคลองหลวง รองลงมาคือลุ่มน้ำสาขาคลองท่าลาด หลวง ลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำบางปะกง และท้ายที่สุดคือลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำนครนายก อีกทั้งบ่งบอกถึงภูมิประเทศที่ความสูงของภูเขาและลำน้ำอยู่ห่างกันมาก

3.ด้านเชิงความสูง

- อัตราส่วนการแยกไปสองทาง (Bifurcation ratio : Rb)

ลุ่มน้ำบางปะกงมีค่าอัตราส่วนการแยกไปสองทาง 2.18 ส่วน และภายในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง ซึ่งประกอบด้วยลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำนครนายก ลุ่มน้ำสาขาคลองท่าลาด ลุ่มน้ำสาขาคลองหลวง และลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำบางปะกง มีค่าอัตราส่วนการแยกไปสองทาง เป็น 1.27, 2.84,2.99 และ 1.63 ส่วน (ตามลำดับ) ซึ่งโดยหลักการค่าอัตราส่วนการแยกไปสองทางโดยปกติค่าจะอยู่ระหว่าง 3.0 ถึง 5.0 ส่วน แต่ลุ่มน้ำสาขาทั้งสี่ รวมทั้งลุ่มน้ำบางปะกง มีค่าต่ำกว่าทั้งสิ้น ซึ่งหมายถึงโครงสร้างทางธรณีสัณฐานของลุ่มน้ำถูกรบกวน โดยรุนแรงมากที่สุดคือลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำนครนายก รองลงมาคือ ลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำบางปะกง ลุ่มน้ำสาขาคลองท่าลาด และลุ่มน้ำสาขาคลองหลวง

- อัตราส่วนความเป็นทรงกลมของลุ่มน้ำ (Circulatory ratio : Rc)

ลุ่มน้ำบางปะกงมีค่าอัตราส่วนความเป็นทรงกลม 0.28 ตร.กม./กม. และภายในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง ซึ่งประกอบด้วยลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำนครนายก ลุ่มน้ำสาขาคลองท่าลาด ลุ่มน้ำสาขาคลองหลวง ลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำบางปะกง มีค่าอัตราส่วนความเป็นทรงกลม 0.60, 0.46, 0.24 และ 0.30 ตร.กม./กม. (ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า (ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำนครนายกมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย น้ำท่วมขัง กินระยะเวลายาวนานกว่าลุ่มน้ำสาขาอื่นๆ เนื่องจากมีค่าอัตราส่วนความเป็นทรงกลม มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ลุ่มน้ำสาขาคลองท่าลาด ลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำบางปะกง และท้ายที่สุดลุ่มน้ำสาขาคลองหลวง โดยรวมลุ่มน้ำสาขาเหล่านี้มีรูปร่างเป็นทรงกลมน้อย บ่งบอกถึงลักษณะธรณีวิทยามีหินที่เป็นเนื้อเดียวกัน มีความสามารถในการซึมน้ำได้สูง เช่นเดียวกับเมื่อมองภาพกว้างคลุมทั้งลุ่มน้ำบางปะกง มีค่าอัตราส่วนความเป็นทรงกลม 0.28 ซึ่งเข้าใกล้ 0 มีรูปร่างเป็นทรงกลมน้อยเช่นกัน จึงทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยน้ำท่วมขัง กินระยะเวลาช่วงสั้นๆ

## 6. สรุปและอภิปลายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ข้อสรุปว่า สัณฐานวิทยาของลุ่มน้ำบางปะกงโดยรวมมีแนวโน้มปกติ มีความสอดคล้องกับทฤษฎีของอันดับธารที่ว่าความยาวทั้งหมดของส่วนของลำธารจะมีค่ามากที่สุดในอันดับแรกและลดลงตามลำดับธารที่เพิ่มขึ้น สัณฐานและภูมิประเทศมีระดับความสูงและความชันไม่มาก พื้นที่ส่วนใหญ่ค่อนข้างราบเรียบ พืชพรรณธรรมชาติปกคลุมดินมีน้อย ลักษณะหินที่เป็นเนื้อเดียวกัน ความสามารถในการซึมน้ำของดินมีสูง โอกาสที่จะเกิดภาวะเสี่ยงภัยแล้งมีค่อนข้างสูง ลุ่มน้ำมีความหนาแน่นของการระบายน้ำต่ำ อีกทั้งมีค่าความยาวของการไหลไม่มาก ทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งและอุทกภัยค่อนข้างสูง เนื่องจากมีความยาวของการไหลสั้น ปริมาณน้ำที่สามารถเก็บกัก และไหลในท้องน้ำมีน้อย แต่พอเมื่อถึงฤดูน้ำหลาก พื้นที่หรือปริมาตรท้องน้ำไม่มีประสิทธิภาพในการเก็บกักน้ำหลากปริมาณมากไว้ได้ จึงมักเกิดอุทกภัย และสอดคล้องกับค่าความถี่การไหลที่มีค่าน้อยเช่นกัน

ในส่วนของรูปทรงลุ่มน้ำที่มีรูปทรงยาว โดยค่าฟอร์มแฟคเตอร์ที่ต่ำบ่งชี้ว่า ลุ่มน้ำจะมีการไหลของน้ำไหลสูงสุดเกิดแบบค่อยเป็นค่อยไป น้ำจะค่อยๆ ไหลเอ่อท่วม ไม่ใช่น้ำท่วมแบบฉับพลัน ความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยน้ำท่วมขัง กินระยะเวลาช่วงสั้นๆ การไหลของน้ำท่วมในลุ่มน้ำแบบรูปทรงยาวสามารถควบคุมได้ง่ายกว่าลุ่มน้ำแบบรูปทรงกลม

## 7. ข้อเสนอแนะของการวิจัย

การวิเคราะห์สัณฐานวิทยาของลุ่มน้ำเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องมีเพื่อทำความเข้าใจกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาพื้นที่ภูมิประเทศในพื้นที่ลุ่มน้ำ พารามิเตอร์สัณฐานวิทยาเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการกำหนดลักษณะลุ่มน้ำและจัดลำดับความสำคัญของการพัฒนาเพื่อการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติลุ่มน้ำ และเพื่อวางแผนพัฒนาลุ่มน้ำอย่างเหมาะสม

ระบบภูมิสารสนเทศซึ่งใช้การสำรวจระยะไกล (RS) และ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) พิสูจน์แล้วว่าเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการระบุรูปแบบการระบายน้ำ พารามิเตอร์สัณฐานวิทยา รวมถึงวิเคราะห์สัณฐานวิทยาของลุ่มน้ำคุณสมบัติของลุ่มน้ำ และใช้ในการจัดการทรัพยากรน้ำและการวางแผน และพัฒนาลุ่มน้ำอย่างเหมาะสม และนำผลลัพธ์ ผลสรุปที่ได้ เป็นข้อมูลใช้ในการบูรณาการร่วมกับการวางแนวนโยบายด้านทรัพยากรน้ำของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

การดำเนินการเรื่องลุ่มน้ำจำเป็นต้องดำเนินการวางแผนและโครงด้านการจัดการลุ่มน้ำอย่างเป็นระบบ เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม ภูมิประเทศที่ความสูงของภูเขาและลำน้ำอยู่ห่างกันมาก มีความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งและอุทกภัยค่อนข้างสูงโครงสร้างทางธรณีสัณฐานของลุ่มน้ำถูกรบกวน พืชพรรณธรรมชาติปกคลุมมีน้อย ต้องวางแผนดำเนินการเป็นต้นว่าการจัดหาน้ำซึ่งการดำเนินการดังกล่าวจะต้องบูรณาการต่อเนื่องกับระบบการอนุรักษ์ป่าไม้ อนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำ การสร้างความเข้าใจในการอนุรักษ์และฟื้นฟูระบบนิเวศแก่ชุมชน การวางแผนแม่บทในการอนุรักษ์ลุ่มน้ำ รวมทั้งจัดทำระบบเครือข่ายลุ่มน้ำทั้งระบบ ด้านการบริหารจัดการลุ่มน้ำน้ำ ต้องสร้างขีดความสามารถในการใช้ลุ่มน้ำ โดยให้การศึกษาต่อระบบการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ลดการสูญเสียทั้งในระบบและนอกระบบ เช่น การส่งน้ำทางท่อเพื่อลดการระเหย การในน้ำพืชโดยการใช้ระบบน้ำหยดแทนการใช้ระบบปัจจุบัน ในเรื่องของชุมชน นอกจากความรู้ในการบริหารจัดการลุ่มน้ำแล้วยังต้อสร้างความเข้มแข็งให้ชุมชนในการดำเนินการมีส่วนร่วมบริหารจัดการด้วยตนเอง สร้างวัฒนธรรมใหม่กับการใช้ลุ่มน้ำ การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ รวมทั้งมีส่วนร่วมที่จะกำหนดพื้นที่ผังเมืองรวม การใช้พื้นที่อย่างถูกต้องเหมาะสม ไม่บุกรุกแผ้วถางป่า ซึ่งส่งผลทำให้เกิดความเสียหายต่อพื้นที่ต้นน้ำ ป่าไม้ จนเกิดเป็นป่าเสื่อมโทรม และท้ายที่สุดศึกษาความสามารถของลุ่มน้ำในการที่จะรองรับกิจกรรมของชุมชน ไม่ว่าจะเป็นการตั้งที่อยู่อาศัย การเกษตร การอุตสาหกรรม และการท่องเที่ยว เป็นต้น

**8. กิตติกรรมประกาศ**

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์สัณฐานวิทยาของลุ่มน้ำบางปะกงโดยใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปีงบประมาณ 2562 (เลขที่สัญญา 29825/62)

**9. เอกสารอ้างอิง**

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร(องค์การมหาชน).(2555).**การดำเนินการด้านการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลโครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำและแบบจำลองน้ำท่วม น้ำแล้ง ลุ่มน้ำบางปะกง** กรุงเทพมหานคร : บริษัท แอสดีคอน คอร์ปอเรชั่น จำกัด.

Clarke, J.I. (1996). **Morphometry from maps : essay in geomorphology**. Elsevier Publ.,Co.,New York : 235 –274.

Horton, R. E.(1945). Erosional development of streams and their drainage basins : Hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geol. Soc.Am. Bull**,56 : 275-370.

Magesh, N.S., Chandrasekar, N. and Soundranayagam, J.P. (2011). Morphometric evaluation of Papanasam and Manimuthar watersheds, parts of Western Ghats, Tirunelveli district, Tamil Nadu, India : a GIS approach. **Environmental Earth Science**, 64:373-381.

Magesh, N.S., Jitheshlal, K.V., Chandrasekar, N. and Jini, K.V. (2013). Geographical information system-based morphometric analysis of Bharathapuzha river basin, India. **Applied Water Science**, 3 : 467–477.

Mesa, L.M. (2006). Morphometric analysis of a subtropical Andean basin (Tucuman, Argentina). **Journal of Environmental Geology**, 50(8):1235–1242.

Miller, V.C. (1953). **A Quantitative Geomorphic Study of Drainage Basin Characteristics in the Clinch Mountain Area**. Virginia and Tennessee, Project Number 389-402. Technical Report-3,New York : Department of Geology, Columbia University.

Mustaq Shaikh and Farjana Birajdar.(2015).Analysis of Watershed Characteristics Using Remote Sensing and GIS Techniques. **International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology**.Vol. 4, Issue 4, April 2015:1971-1976.

Pareta, K. and Pareta, U. (2011). Quantitative morphometric analysis of a watershed of Yamuna basin, india using ASTER (DEM) data and GIS. **International Journal of Geomatics and Geosciences**,2(1):248-269.

Partha Pratim Adhikary and Ch. Jyotiprava Dash.(2018). Morphometric Analysis of Katra Watershed of Eastern Ghats: A GIS Approach. **International Journal Current Microbiology Applied Sciences** (2018) 7(3): 1651-1665.

Rudraiah, M., Govindaiah, S. and Srinivas, V.S. (2008). Morphometry using remote sensing and GIS techniques in the sub-basins of Kagna river basin, Gulburga district, Karnataka, India. **Journal of Indian Society of Remote Sensing**, 36: 351–360.

Schumm, S. A. (1956). Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. **Geol. Soc. Am. Bull**., 67: 597-646.

Strahler, A.N. (1964). **Quantitative geomorphology of drainage basin and channel network. Handbook of Applied Hydrology**, New York : McGraw Hill Book Company.

Sreedevi, P.D., Owais, S., Khan, H.H. and Ahmed, S. (2009). Morphometric Analysis of a watershed of south India using SRTM data and GIS. **Journal of Geological Society of India**, 73:543-552.