

## ธรณีสัณฐานภูมิประเทศแบบดแลนด์บริเวณลลู่ ตำบลทัพราช อำเภอดตพระยง จังหวัดสระแ่ก้ว

### THE BADLANDS MORPHOLOGY IN LALU AREA : THE UPPER HUAY YANG BASIN, TUBRAJ, AMPHOE TA PHRAYA SA KAEO PROVINCE

ณัฐพร ยวงเงิน<sup>1</sup>, สุพรรณ กากูจนสุธรรม<sup>2</sup>, อภิสธิธิ์ เอี่ยมหน่อ<sup>3</sup> และ แ่ก้ว นวลฉวี<sup>4</sup>  
Nattaporn Young-Ngoen<sup>1</sup>, Supan Karnchanasutham<sup>2</sup>, Apisit Eiumnoh<sup>3</sup>  
and Keaw Nualchawee<sup>4</sup>

นักศึกษาลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์  
มหาวิทยาลัยบูรพา<sup>1</sup>

อาจารย์ประจำสาขาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา<sup>2</sup>  
รองศาสตราจารย์ประจำสาขาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา<sup>3</sup>  
รองศาสตราจารย์ประจำสาขาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา<sup>4</sup>  
geosamart@gmail.com<sup>1</sup>

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาลักษณะสันฐาน กระบวนการเกิดและ  
โครงสร้างตะกอนของอนุสันฐานภูมิประเทศแบบดแลนด์ บริเวณลลู่ในลุ่มน้ำห้วยยง  
ตอนบน บ้านหนองฝักแ้ว ตำบลทัพราช อำเภอดตพระยง จังหวัดสระแ่ก้ว โดยศึกษาจาก  
แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 แผนที่ธรณีวิทยา รูปถ่ายทางอากาศ ภาพถ่าย  
ดาวเทียม Landsat ภาพจากยานไร้คนขับ (UAV) ผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ข้อมูล  
จากกรมทรัพยากรธรณีและการศึกษาในภาคสนาม ผลจากการศึกษาพบว่า

อนุสันฐานภูมิประเทศแบบดแลนด์บริเวณลลู่ ได้แก่ หลุมยุบ หน้าผา กำแพงดิน  
เสาหินและตอดิน พบในบริเวณที่ราบระหว่างภูเขาแคบ ๆ ซึ่งมีภูมิประเทศเป็นลาดเชิงเขา  
ที่เกิดจากตะกอนเศษหินเชิงเขา และการผุพังอยู่กับที่ของหินฐาน โดยมีน้ำฝนและทางน้ำ  
สาขาของลุ่มน้ำห้วยยงตอนบนกัดเซาะทั้งในแนวราบและแนวลึก ในบริเวณที่พบ มักพบ  
รอยแตก รอยร้าวของชั้นตะกอน สันฐานของแต่ละอนุสันฐานประกอบด้วยรูปร่าง ความ  
กว้าง ความยาว ความสูง ความลึก ลักษณะผิวหน้าของสันฐาน ซึ่งมีความแตกต่างกันตาม  
ลักษณะโครงสร้างของตะกอนในแต่ละชั้น อันเป็นผลมาจากวัตถุต้นกำเนิดตะกอน ซึ่งเป็น  
หน่วยหินพระวิหารและหน่วยหินภูกระดิ่งที่ให้สีตะกอนเป็นสีเหลือง น้ำตาลและสีแดง โดย

มีเนื้อตะกอนส่วนใหญ่เป็นเนื้อค่อนข้างละเอียดถึงตะกอนเนื้อร่วน เมื่อผ่านการชะล้าง ทำให้เกิดการสะสมแร่ดินเหนียว ทำให้ตะกอนชั้นล่าง ๆ มีเนื้อตะกอนละเอียดกว่าชั้นบน ๆ จึงส่งผลให้ความสามารถในการแทรกซึมของน้ำมีน้อย น้ำจึงไหลในแนวราบใต้พื้นดิน ทำให้เกิดโพรงใต้ชั้นตะกอนและยุบพังลงมากลายเป็นจุดเริ่มต้นของหลุมยุบ หลังจากนั้น หลุมยุบ จะพัฒนาเป็นหน้าผา กำแพงดิน เสาดินและตอดิน และทำให้เกิดภูมิประเทศแบบแลนด์ บริเวณผิวหน้าส่วนใหญ่ของแต่ละอนุสัณฐานไม่เรียบ มีร่อง หลืบ เสาและรูโพรง และมักพบทางน้ำไหลผ่านบริเวณส่วนล่างของสัณฐาน ยกเว้นอนุสัณฐานตอดินจะมีผิวหน้าของสัณฐานเรียบ เพราะผ่านการพัฒนาด้วยยาวนานกว่าอนุสัณฐานอื่น ๆ

### คำสำคัญ

ธรณีสัณฐาน ภูมิประเทศแบบแลนด์ โครงสร้างตะกอน

### ABSTRACT

This research aims to study morphology, formation and sediments structure of badlands morphology in Lalu area : the upper Huay Yang basin, Tubraj , Ta phraya Sakeao Province. Different tools and instruments are used to collect different types of data i.e.topographic maps, with scale of the scale is 1 : 50,000, geography maps, Arial Photography, Landsats satellite photography, unmanned Aerials, lab reports and data from both field trip and Department of Mineral resources.

This research showed that sub landforms of badlands morphology in Lalu area are sinkholes, cliffs, soil walls, soil columns and stack soil. Sub landforms are found at the intermontane narrow plain, foothill slopes, which is formed by colluvial deposits and residual deposits Moreover, these sub landforms are eroded both horizontally and vertically by raindrops and water from Huay Yang basin. Surrounding area of sub landforms features many cracks on rocky the sediment layer. The study of components of each sub landform comprises of shape, width, length, height, depth and land surface. Land surfaces were varied depending on broken seilene on the structure of sediment in each layer which came from their parent materials. Parent materials of sub landforms of Badlands morphology in LALU area are

Phra Wihan formation and Phu Kradung formation which created their sediments in yellow, brown and red colors and they have very fine and fine grained texture. Leaching process forms the accumulation of clay and mud, so the sediment more grained texture than the upper lower one ; therefore, has a few of water percolation. Only a little water can run through on the surface, so it run horizontal beneath the run-on shiterree ground, This process created holes at the sediment layer. Finally, a hole collapse and this is the original state of the sinkhole process. After that, the sinkhole transforms in to cliffs, soil walls, soil columns, stack soil and badlands Surface of each sub landform feature rough not smooth rill columns holes and water channel frequently found at the bottom Whilst surface of stack soil is smooth because its development main cause occurred before the others.

### Keywords

Geomorphology, Badland morphology, Sediment structure

### บทนำ

ลักษณะธรณีสัณฐานที่ปรากฏให้เห็นในปัจจุบัน เกิดจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีสัณฐานมาตลอดระยะเวลาทางธรณีวิทยา ซึ่งกระบวนการเปลี่ยนแปลงสามารถพิจารณาได้เป็นสองกระบวนการ คือ กระบวนการที่เกิดจากการกระทำของพลังแปรรูปภายใน (endogenic process) ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวของเปลือกโลกอย่างฉับพลันหรืออย่างช้า ๆ แต่อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานๆ ก่อให้เกิดภูเขา รอยแยก หรือรอยร้าวของหินแบบต่าง ๆ ชั้นหินคดโค้ง รอยเลื่อนและปรากฏการณ์ภูเขาไฟ (vulcanism) ซึ่งจะทำให้พื้นผิวของโลกขรุขระ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2549) นอกจากนี้ กระบวนการธรณีสัณฐานยังเกิดจากพลังแปรรูปภายนอก (exogenic process) ซึ่งเป็นแรงภายนอกเปลือกโลกซึ่งกระทำการเปลี่ยนแปลงผิวของแผ่นดินได้แก่ 1) การผุพังอยู่กับที่ (weathering) โดยลมฟ้าอากาศ ได้แก่ การผุพังทางกายภาพ การผุพังทางเคมีและการผุพังทางชีวภาพ 2) การเคลื่อนที่ของมวล (mass wasting) เป็นการเคลื่อนที่ของมวลหิน ตะกอนและดินที่ผุพังอยู่กับที่โดยแรงดึงดูดของโลก 3) การกร่อน (erosion) เป็นกระบวนการที่มีตัวกระทำจากตัวการธรรมชาติภายนอกเปลือกโลก ได้แก่ ธารน้ำไหล น้ำใต้ดิน คลื่นและกระแสน้ำชายฝั่ง ลม ธารน้ำแข็ง ทำให้เกิดการพังทลาย การพัดพา และการทับถม (Thornbury, 1969)

การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกภายนอกมีสาเหตุการเกิดมาจากตัวการธรรมชาติแล้วยังเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เพราะจะเป็นตัวเร่งทำให้พื้นผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้นจนส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจะส่งผลทำให้เกิดการพังทลายดินจนพัฒนาเป็นภูมิภาคแบบแลนด์ ประเทศไทยมีพื้นที่ที่มีการกร่อนสูงอยู่หลายบริเวณ แต่ละบริเวณที่น่าสนใจและเป็นแหล่งการเกิดขนาดใหญ่มี 4 แห่ง ได้แก่ เสาดินอำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน พะเมือ่งผี อำเภอมืองแพร์ จังหวัดแพร์ โป่งยุบ อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี และละลุ อำเภอดาพระยา จังหวัดสระแก้ว ภูมิภาคประเทศแบบแลนด์ทั้ง 4 แห่ง บริเวณที่น่าสนใจมากที่สุดคือ ละลุ เนื่องจากพื้นที่การเกิดครอบคลุมบริเวณกว้างและมีแนวโน้มจะขยายพื้นที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยบริเวณที่เกิด เกษตรกรยังคงใช้พื้นที่ทำการเกษตรและอยู่อาศัย ทำให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพดิน และอันตรายจากการเกิดหลุมยุบ ซึ่งพบอยู่ทั่วบริเวณที่เกิด ประกอบกับลักษณะละลุมีลักษณะภูมิภาคที่สวยงามแปลกตาทั่วไป

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงลักษณะสัณฐาน กระบวนการเกิด และโครงสร้างตะกอนของอนุสัณฐานภูมิภาคประเทศแบบแลนด์ บริเวณละลุ ตำบลทัพราช อำเภอดาพระยา จังหวัดสระแก้ว เพื่อนำผลของการศึกษาในครั้งนี้ไปเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาวิจัยสาเหตุการเกิดภูมิภาคประเทศแบบแลนด์เป็นองค์ความรู้ใหม่สำหรับการเกิดการกร่อนสูงในประเทศไทย เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการนำไปวางแผนการบริหารการจัดการพื้นที่ภูมิภาคประเทศแบบแลนด์ เพื่อป้องกันการเกิดการกร่อนสูงขยายบริเวณและเพิ่มความรุนแรงมากยิ่งขึ้น และการจัดการพื้นที่ละลุเพื่อเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรณีวิทยา

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาสัณฐานกระบวนการเกิดและโครงสร้างตะกอนของอนุสัณฐานภูมิภาคประเทศแบบแลนด์ บริเวณละลุ ในลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน บ้านหนองผักแว่น ตำบลทัพราช อำเภอดาพระยา จังหวัดสระแก้ว

### ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. สามารถจำแนกอนุสัณฐาน วิวัฒนาการและกระบวนการเกิดของภูมิภาคประเทศแบบแลนด์บริเวณละลุ อำเภอดาพระยา จังหวัดสระแก้ว
2. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการนำไปวางแผนการบริหารการจัดการพื้นที่ภูมิภาคประเทศแบบแลนด์ เพื่อป้องกันการเกิดการกร่อนสูงขยายบริเวณและเพิ่มความรุนแรงมากยิ่งขึ้น และการจัดการพื้นที่ละลุเพื่อเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรณีวิทยา

### ขอบเขตของการวิจัย

1. ลักษณะรูปแบบการกระจายอนุสัณฐานภูมิประเทศแบบแลนด์บริเวณลุ่มน้ำ ได้แก่ หลุมยุบ หน้าผา กำแพงดิน เสาดินและตอดิน
2. ศึกษาสัณฐานและกระบวนการเกิดของอนุสัณฐานภูมิประเทศแบบแลนด์ ได้แก่ ลักษณะ รูปแบบการเกิด รูปร่างของสัณฐาน ความกว้าง ความยาว ความสูง ความลึก (หลุมยุบ) ความลาด
3. โครงสร้างตะกอนของแต่ละอนุสัณฐานภูมิประเทศแบบแลนด์บริเวณลุ่มน้ำ วิเคราะห์จากหน้าตัดของชั้นตะกอน ขนาด รูปร่าง สีของตะกอน สัดส่วนของขนาดตะกอน เนื้อตะกอน องค์ประกอบของแร่และหินในตะกอน มวลสารพอก ค่าปฏิกิริยาของตะกอน

### กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ภูมิประเทศแบบแลนด์ เกิดจากการกร่อนของน้ำฝนทั้งในแนวราบและแนวตั้งทำให้เกิดรูโพรงด้านล่าง และพัฒนาตัวกลายเป็นหน้าผา เสาดินและตอดิน ปรากฏเป็นลักษณะเด่นที่สวยงามแปลกตา การศึกษาสัณฐานของภูมิประเทศแบบแลนด์ กระบวนการเกิดรวมถึงโครงสร้างของตะกอน มีการนำตัวอย่างของตะกอนเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของแร่และหินในตะกอน มวลสารพอกและค่าปฏิกิริยาของตะกอนจะช่วยให้เข้าใจถึงวิวัฒนาการของพื้นที่ได้เป็นอย่างดี สามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานด้านการท่องเที่ยวทางธรณีและวางแผนในการจัดการพื้นที่ดังกล่าวได้เป็นอย่างดี

### นิยามศัพท์เฉพาะ

ภูมิประเทศแบบแลนด์ หมายถึง บริเวณที่ถูกลูกน้ำฝน และทางน้ำกัดเซาะทั้งในแนวราบและแนวตั้ง จนพื้นที่เกิดเป็นหลุมยุบ หน้าผาดิน กำแพงดิน หรือถูกกร่อนจนเป็นเสาหรือตอดิน โดยผิวหน้าของอนุสัณฐานที่เกิดจะมีผิวเป็นร่องหลืบและเป็นริ้วมีความสูงต่ำแตกต่างกัน

ธรณีสัณฐานของภูมิประเทศแบบแลนด์ หมายถึง ลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากการกร่อนของน้ำฝนและธารน้ำไหล ทำให้เกิดการกร่อนของตะกอนทั้งในแนวราบและในแนวตั้งจนพัฒนาเป็นสัณฐานที่โดดเด่น องค์ประกอบธรณีสัณฐานภูมิประเทศแบบแลนด์ ประกอบด้วย อนุสัณฐานของภูมิประเทศแบบแลนด์ โครงสร้างของตะกอนกระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของพื้นที่

อนุสัณฐานของภูมิประเทศแบนแลนด์หมายถึง ลักษณะภูมิประเทศย่อยของ ภูมิประเทศ รวมในบริเวณที่มี ได้แก่ ลักษณะหลุมยุบ หน้าผาดิน กำแพงดิน เสาดิน และ ตอดิน

สัณฐานของอนุสัณฐานภูมิประเทศแบนแลนด์ หมายถึง องค์ประกอบสัณฐานของ ภูมิประเทศแบนแลนด์ ได้แก่ รูปร่าง ความกว้าง ความยาว ความสูงจากระดับทะเล ความสูงของสัณฐาน ความลึกและความลาดของภูมิประเทศย่อย

โครงสร้างของตะกอน หมายถึง องค์ประกอบและลักษณะของตะกอน ได้แก่ ขนาด รูปร่าง สีของตะกอน ส่วนประกอบของหินและแร่ในตะกอน ชนิด ขนาด และสีของ มวลสารพอก เป็นต้น

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

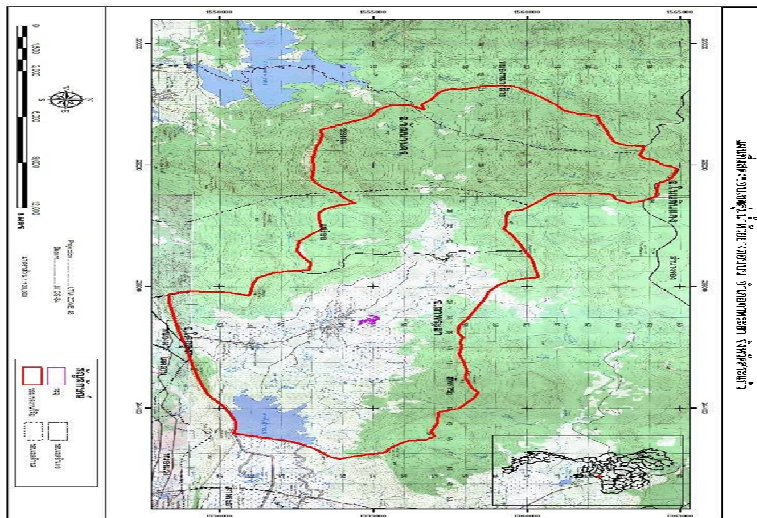
1. แผนที่ภูมิประเทศ L7018 มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหารระหว่าง 5537 III บ้านลำนางรองและระหว่าง 5536 IV บ้านหนองแวง
2. แผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 ของกรมทรัพยากรธรณีได้แก่ ระหว่าง 5537 III บ้านระเบิดขามและระหว่าง 5536 IV กิ่งอำเภอกองสูง
3. รูปถ่ายจากยานไร้คนขับ (UAV) บริเวณละลุ มกราคม พ.ศ. 2556
4. เครื่องมือในการเก็บข้อมูลภาคสนาม ได้แก่ ค้อนธรณี พลั่ว เครื่องมือเจาะดิน สมุดเทียบสีดิน เครื่องมือวัดปฏิกิริยาดิน เครื่องมือวัดความลาดเท เครื่องกำหนดตำแหน่ง บนพื้นโลก เทปวัดระยะ กล้องถ่ายรูป
5. ห้องปฏิบัติการของกรมทรัพยากรธรณีและกรมพัฒนาที่ดิน

### วิธีดำเนินการวิจัย

การรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของพื้นที่ที่จะศึกษาจากแผนที่ประเภทต่าง ๆ เอกสาร และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อวางแผนการศึกษาลักษณะธรณีสัณฐานของภูมิประเทศแบนแลนด์ จัดทำแผนที่ต้นร่างในการจำแนกและเก็บข้อมูลบริเวณละลุ บ้านหนองผักแว่น ตำบลทัพราช อำเภอดาพระยา จังหวัดสระแก้ว
2. สำรวจพื้นที่โดยละเอียดเพื่อนำมาวางแผนจุดกำหนดสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล
3. นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพื้นที่มาวางแผนการเก็บข้อมูลในภาคสนาม โดยกำหนดตำแหน่งสำหรับเก็บตัวอย่างอนุสัณฐานภูมิประเทศแบนแลนด์จากแผนที่ต้นร่าง ได้แก่ การจำแนกอนุสัณฐานหลุมยุบ หน้าผา กำแพงดิน เสาดิน และตอดิน

4. ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลในภาคสนาม โดยวัดสัญญาณอนุสัญญานของภูมิประเทศ แบนด์ แลนด์ จากอนุสัญญานของหลุมยุบ หน้าผา กำแพงดิน เสาดิน และตอดิน ประกอบด้วย ความกว้าง ความยาว ความสูง ความลึก (หลุมยุบ) ลักษณะพื้นผิวของ อนุสัญญาน และความลาดเท กำหนดจุดอนุสัญญานของภูมิประเทศแบนด์ แลนด์ ด้วยเครื่อง กำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) และการบันทึกภาพ การศึกษาโครงสร้างของตะกอนใน แต่ละอนุสัญญานของภูมิประเทศแบนด์ แลนด์ ประกอบด้วย จำนวนชั้นและความหนา ของหน้าตัดตะกอน ขนาด รูปร่าง สี และค่าปฏิิกิริยาของตะกอนในแต่ละชั้น ขนาด และ สีของจุดประและชั้นเฉื่อยระดับ ดำเนินการเก็บตัวอย่างตะกอนในแต่ละอนุสัญญานของภูมิ ประเทศแบนด์ แลนด์ เพื่อนำไปตรวจสอบขนาดของตะกอน สัดส่วนของตะกอน เนื้อตะกอน องค์ประกอบของแร่และหินในตะกอน ขนาด รูปร่าง ชนิด และสีของมวลสารพอกชนิดของ สารเชื่อมตะกอนในห้องปฏิบัติการ แล้วนำผลการศึกษาที่ได้ของข้อมูลธรณีวิทยา และ ธรณีวิทยาโครงสร้างของกลุ่มน้ำห้วยยางตอนบนมาศึกษากระบวนการเกิดภูมิประเทศ แบนด์ แลนด์ ส่วนโครงสร้างของตะกอนบริเวณลลู่ ศึกษาจากผลการศึกษาในภาคสนามและ ห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 1 แสดงขอบเขตของกลุ่มน้ำห้วยยางตอนบนและตำแหน่งของลลู่ อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว

### วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ดำเนินการตรวจสอบ จำแนก และรวบรวมข้อมูลเป็นหมวดหมู่เป็นลำดับขั้นตอนที่  
ต้องศึกษาประกอบด้วย

1. ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศรวมบริเวณลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน ประกอบด้วย  
ที่ตั้ง ความกว้าง ความยาว ความสูง ความลาดเท และลักษณะภูมิประเทศ
2. ข้อมูลสัณฐานของอนุสัณฐานภูมิประเทศแบนแลนด์ บริเวณลุ่มน้ำของหลุมยุบ  
หน้าผา กำแพงดิน เสาดิน และตอดิน ประกอบด้วย ความกว้าง ความยาว ความสูง  
ความลึก (หลุมยุบ) และความลาดเท
3. ข้อมูลโครงสร้างของตะกอนในแต่ละอนุสัณฐานของภูมิประเทศแบนแลนด์  
บริเวณลุ่มน้ำ ประกอบด้วย จำนวนชั้น หน้าตัดตะกอน ขนาด รูปร่าง สี ค่าปฏิกิริยาของ  
ตะกอนในแต่ละชั้น องค์ประกอบของแร่และหินในตะกอน มวลสารพอก ขนาด สีของจุดประ  
ชนิดและสีของสารเชื่อมตะกอน และชั้นเฉื่อยระดับ
4. ข้อมูลวิวัฒนาการและกระบวนการเกิดของกลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน และภูมิ  
ประเทศแบนแลนด์บริเวณลุ่มน้ำ
5. แผนที่และภาพประกอบ เพื่อนำมาประกอบรายงานการวิจัยให้เหมาะสม ถูกต้อง  
ชัดเจน และเข้าใจง่ายขึ้น ได้แก่ แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน บริเวณตำบล  
ทัพราช อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว แผนที่ธรณีสัณฐานของกลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน  
ภาพประกอบแสดงหน้าตัดตะกอนในแต่ละอนุสัณฐาน ภาพประกอบแสดงสัณฐานของแต่ละ  
อนุสัณฐาน ได้แก่ หลุมยุบ หน้าผา กำแพงดิน เสาดิน และตอดิน โดยใช้ภาพจากยานไร้คนขับ  
(UAV)

### สรุปผลการวิจัย

1. สัณฐานของอนุสัณฐานภูมิประเทศแบนแลนด์ บริเวณลุ่มน้ำ ตำบลทัพราช อำเภอ  
ตาพระยา จังหวัดสระแก้ว ลุ่มน้ำ ตั้งอยู่บริเวณหมู่บ้านคลองยางและบ้านหนองผักแว่น  
ตำบลทัพราช อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว ครอบคลุมเนื้อที่ประมาณ 63 ไร่ บริเวณ  
ที่ตั้งลุ่มน้ำอยู่ทางตะวันตกของกลุ่มน้ำห้วยยางตอนบน มีสภาพภูมิประเทศเป็นแอ่งระหว่าง  
ภูเขา ซึ่งเกิดจากการทับถมของตะกอนเศษหินเชิงเขา และการพุดังอยู่กับที่ของหินเดิมตาม  
เชิงเขาหรือขอบแอ่ง

อนุสัณฐานที่พบบริเวณลุ่มน้ำจำแนกได้เป็น 5 อนุสัณฐานดังนี้

สัณฐานอนุสัณฐานหลุมยุบ เป็นอนุสัณฐานเริ่มแรกของการเกิดอนุสัณฐาน  
แบนแลนด์ พบกระจายตัวส่วนใหญ่อยู่บริเวณทางทิศตะวันออกบางส่วนของทิศ



ตะวันออกเฉียงเหนือ และทิศเหนือของละลุ สันฐาน อนุสันฐานหลุมยุบศึกษาได้จากความหนาแน่น ขนาด รูปแบบการเกิด รูปร่างและรูปทรง ลักษณะผนังและสภาพแวดล้อมของหลุมยุบ ขนาดและรูปแบบการเกิดหลุมยุบของภูมิภาคประเทศแถบแลนด์บริเวณละลุพบ 3 รูปแบบคือ หลุมยุบแบบเดี่ยว หลุมยุบแบบหลุมเดี่ยวเกิดอยู่ใกล้กัน และหลุมยุบเกิดติดกันผนังทะลุถึงกัน หลุมยุบแบบเดี่ยว เป็นหลุมที่เกิดอยู่โดดเดี่ยวส่วนใหญ่มีขนาดไม่ใหญ่มากรูปร่างด้านบนของหลุมยุบมักมีรูปร่างกลม เป็นหลุมยุบที่มีระยะเวลาในการเกิดน้อยจึงผ่านการพัฒนาการกร่อนของหลุมน้อย ทำให้หลุมยุบที่เกิดมีขนาดไม่ใหญ่ทั้งความกว้าง ความยาว และความลึก รูปแบบที่สอง หลุมยุบเดี่ยวเกิดอยู่ใกล้กันจะเกิดในบริเวณที่มีปัจจัยในการกร่อนของตะกอนสูง เช่น โครงสร้างตะกอนบริเวณนั้นมีองค์ประกอบไม่แข็งแรง ตะกอนเกาะตัวกันหลวม ๆ มีเนื้อตะกอนละเอียดแน่นทึบความสามารถในการแทรกซึมของน้ำผ่านชั้นตะกอนในแนวตั้งมีน้อย น้ำจึงไหลออกในแนวราบไม่มีสารเชื่อม และชั้นสะสมสนิมเหล็ก ตะกอนจึงถูกน้ำพาไปได้ง่ายมักพบรอยแยก รอยแตกหรือรอยเลื่อนในหน้าตัดตะกอน รูปแบบที่สาม เป็นหลุมยุบที่มีรูปแบบการเกิดติดกันผนังทะลุถึงกัน พัฒนาตัวมาจากรูปแบบหลุมยุบเกิดอยู่ใกล้กัน เมื่อเกิดโพรงใต้ชั้นตะกอนของหลุมยุบใหญ่ขึ้น ผนังที่อยู่เหนือโพรงขึ้นไป จะยุบพังลงมาเพื่อปรับความสมดุลของน้ำหนักตะกอนที่กดทับลงมาจะส่งผลทำให้ผนังด้านที่พังลงมาค่อย ๆ ถอยร่นเข้าไปมากขึ้น จนในที่สุดผนังด้านนี้จะทะลุถึงผนังอีกด้านของผนังหลุมยุบที่เกิดอยู่ใกล้กัน เมื่อผนังที่กั้นหลุมทั้งสองพังลงมาทั้งหมดจะส่งผลให้ปากหลุมยุบรวมกันกลายเป็นหลุมเดียวกันซึ่งจะทำให้รูปร่างด้านบนของหลุมยุบเปลี่ยนไปจากรูปกลมหรือรูปรีเป็นรูปร่างอื่น ๆ เช่น รูปเลขแปด รูปหัวใจ รูปหัวมิกกี้เมาส์ เป็นต้น

รูปร่างด้านบนของหลุมยุบมี 3 แบบ คือ รูปร่างกลม รูปร่างรี และรูปร่างอื่น ๆ รูปร่างกลมส่วนใหญ่เป็นหลุมยุบที่มีรูปร่างเดี่ยวและมีอายุการเกิดน้อยมีระยะเวลาผ่านการกร่อนจากการกัดเซาะของน้ำทั้งในแนวตั้งและในแนวราบน้อย การพัฒนาตัวของหลุมทั้งในด้านกว้างและด้านลึกจึงมีไม่มาก เมื่อหลุมยุบเดี่ยวมีการพัฒนาตัวมากขึ้นโดยตะกอนที่อยู่ใต้หลุมมีการสะสมแร่ดินเหนียวและสารละลายสนิมเหล็กมากขึ้นจะส่งผลทำให้ตะกอนในชั้นนี้ยอมให้น้ำซึมผ่านได้น้อย น้ำในหลุมที่เหลือมากขึ้นจะไหลออกในแนวราบ และไหลใต้พื้นด้านที่ตะกอนยอมให้น้ำไหลผ่านได้ง่ายซึ่งมีเนื้อตะกอนเกาะตัวกันหลวมกว่า จึงเกิดเป็นโพรง เมื่อโพรงขยายใหญ่มากขึ้นจะส่งผลทำให้ผนังหลุมที่อยู่เหนือโพรงพังลงมาจึงทำให้ขนาดและรูปร่างของหลุมเปลี่ยนแปลงไป โดยขนาดจะใหญ่ขึ้นและรูปร่างกลมจะเปลี่ยนเป็นรูปร่างรีมากขึ้น รวมทั้งความลึกของหลุมจะเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน การที่รูปร่างด้านบนของหลุมยุบส่วนใหญ่เป็นรูปร่างรี เนื่องจากภูมิภาคประเทศแถบแลนด์บริเวณละลุมี

ระยะเวลาในการพัฒนาตัวค่อนข้างมาก หลุมยุบส่วนใหญ่เกิดตะกอนภายในหลุมยุบพังลงมาเนื่องจากเนื้อตะกอนยิ่งลึกยิ่งมีความละเอียดมากขึ้น น้ำจึงซึมแทรกลงในแนวตั้งได้น้อยลงจึงส่งผลทำให้น้ำไหลในแนวระนาบมากขึ้นทำให้เกิดโพรงใต้ผิวน้ำหลุม และพังยุบลงมา รูปร่างด้านบนของหลุมยุบส่วนใหญ่จึงเป็นรูปร่างรีมากกว่ากลม การที่รูปร่างภายในของหลุมส่วนใหญ่มีลักษณะส่วนบนกว้าง ส่วนล่างแคบ เพราะผิวน้ำหลุมด้านบนขยายออกเนื่องจากน้ำไหลบ่า (runoff) บริเวณพื้นผิวบนน้ำกัดเซาะบริเวณปากหลุมให้กว้างออก ประกอบกับการเกิดโพรงบริเวณใต้ผิวน้ำหลุมเนื่องจากน้ำไหลใต้พื้นทำให้ผิวน้ำหลุมที่อยู่เหนือขึ้นไปพังยุบลงมาทำให้ปากหลุมกว้างออก ขณะที่ตะกอนที่พังยุบลงมาจะทับถมพื้นล่างทำให้ส่วนล่างของหลุมยุบแคบลง

ผิวน้ำหลุมส่วนใหญ่มีค่าความลาดเอียงเป็นมุมฉาก เนื่องจากเมื่อเกิดโพรงใต้ผิวน้ำหลุมด้านใดผิวน้ำที่อยู่เหนือโพรงด้านนั้นจะยุบพังลงมาเพื่อปรับความสมดุลของน้ำหนักตะกอนที่กดทับลงมาจะทำให้ผิวน้ำที่พังลงมาค่อย ๆ ถอยร่นเข้าไปมากขึ้น และปรับให้ผิวน้ำมีความลาดเอียงเป็นมุมฉากกับแนวระดับ ประกอบกับน้ำที่ไหลบ่าบริเวณพื้นผิวบนของหลุมยุบกัดเซาะบริเวณปากหลุมแล้วน้ำส่วนนี้จะไหลลงหลุมยุบตามผิวน้ำของหลุมยุบ ความแรงของน้ำที่ไหลจะกัดเซาะ และพัฒนาตะกอนของผิวน้ำหลุมยุบให้กร่อนลงเรื่อย ๆ ความลาดเอียงของผิวน้ำมีค่า 20 องศาถึง 90 องศา

ลักษณะพื้นผิวผิวน้ำหลุมยุบส่วนใหญ่มีผิวน้ำไม่เรียบเนื่องจากน้ำที่ไหลจากปากหลุมยุบลงมาตามผิวน้ำหลุมจะกัดเซาะตะกอนที่ง่ายต่อการกร่อน เช่น ตะกอนทราย ตะกอนกรวด ตะกอนจะถูกพัดพาไปได้ง่าย นอกจากนี้ส่วนประกอบของตะกอนในแต่ละชั้นของหลุมยุบมีดินเหนียวในปริมาณมาก เมื่อมีฝนตกตะกอนของดินเหนียวจะพองตัว ในช่วงอากาศแห้งจะหดตัวมาก โดยเฉพาะกลุ่มแร่ดินเหนียวมอนมอริลโลไนต์ จึงทำให้ตามผิวน้ำมีรอยแตกกระแหง จึงส่งผลทำผิวน้ำหลุมยุบส่วนใหญ่มีผิวน้ำไม่เรียบ

สัณฐานอนุสัณฐานหน้าผา เป็นอนุสัณฐานที่เกิดจากการพัฒนาตัวต่อมาจากหลุมยุบหลาย ๆ จุดที่เกิดการกร่อนโดยน้ำฝนและน้ำไหลบ่าผิวดินทั้งในแนวราบและในแนวตั้งจนทำให้ผิวน้ำของพื้นที่ที่ถูกกร่อนจากการเกิดหลุมยุบมีลักษณะเป็นหน้าผา โดยมีพื้นที่ตอนบนต่อเนื่องกับพื้นแผ่นดินโดยรอบของพื้นที่ อนุสัณฐานหน้าผาพบกระจายตัวอยู่บริเวณขอบของแอ่งบริเวณละลุส่วนใหญ่จะพบทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทิศเหนือสัณฐานอนุสัณฐานหน้าผาศึกษาได้จากขนาด รูปร่าง ความลาดเอียงและลักษณะฐานหน้าผา

หน้าผามีความสูงมากกว่าความลึกของหลุมยุบเนื่องจากตะกอนที่เกิดจากการกร่อนของผิวน้ำหลุมและตะกอนที่อยู่เหนือโพรงขึ้นไปยุบพังลงมา ตะกอนส่วนใหญ่จะ

ถูกทับถมอยู่ในหลุมจึงทำให้หลุมยุบมีความลึกไม่มาก แต่หน้าผานั้นตะกอนที่เกิดจากการกร่อนของผิวหน้าของหน้าผาจะถูกน้ำฝนที่ไหลในแนวตั้งพัดพาตะกอนไปทับถมไว้ที่ฐานด้านหน้าของหน้าผา และถูกน้ำฝนที่ไหลในแนวระนาบพัดพาออกไป นอกจากนี้ส่วนของน้ำที่ไหลมารวมกันที่ฐานด้านหน้าของหน้าผาถ้าไม่สามารถซึมผ่านชั้นตะกอนลงไปได้ จะทำให้เกิดน้ำไหลใต้พื้นในแนวระนาบเกิดเป็นโพรงใต้หน้าผา ถ้าขนาดของโพรงใหญ่ขึ้นก็จะทำให้ตะกอนผิวหน้าของหน้าผายุบพังลงมาได้ ซึ่งจะส่งผลทำให้หน้าผาค่อย ๆ ถอยร่นเข้าไปด้านในหรือเรียกว่า การกร่อนถอยร่น (headward erosion) ตะกอนที่ได้จากการกร่อนถ้ามีขนาดไม่ใหญ่มากเช่น ตะกอนดินเหนียวทรายแป้งและทรายละเอียดจะถูกน้ำพัดพาไป แต่ถ้ามีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตรขึ้นไปจะถูกทับถมอยู่บริเวณฐานด้านหน้าของหน้าผาทำให้มีลักษณะเป็นเนินลาดเทลงบริเวณด้านหน้าของหน้าผา

หน้าผามีรูปแบบการเกิด 2 แบบ คือ แบบแรก หน้าผาเกิดต่อเนื่องกันยาว และแบบที่สองหน้าผาเกิดขาดตอนเป็นช่วง ๆ แบบแรกเกิดจากการพัฒนาตัวของหลุมยุบเมื่อกระบวนการกร่อนดำเนินต่อไปนาน ๆ แนวหน้าผาที่ยาวจะค่อย ๆ กร่อนทำให้ขาดตอนออกจากกันพร้อมกับเกิดการกร่อนบริเวณส่วนด้านในของหน้าผาที่เกิดหลุมยุบทำให้หน้าผาขาดตอนจากพื้นที่ด้านในและมีความหนาของหน้าผาลดลง รูปแบบการเกิดของหน้าผาส่วนใหญ่จะเกิดขาดตอนเป็นช่วง ๆ ลักษณะส่วนบนของหน้าผาส่วนใหญ่มีระดับความสูงต่ำไม่เท่ากัน เนื่องจากความคงทนต่อการกร่อนของตะกอนในแต่ละบริเวณแตกต่างกัน ทำให้ส่วนที่ง่ายในการกร่อนถูกน้ำกัดเซาะพังทลายและถูกพัดพาตะกอนออกไป พบว่าบริเวณส่วนบนของหน้าผาจะพบหลุมยุบกระจายอยู่ทั่วไป บริเวณใต้ที่ตะกอนมีเนื้อแน่นละเอียดน้ำซึมได้ยากจะเป็นปัจจัยทำให้เกิดหลุมยุบ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้เกิดภูมิประเทศแบบแลนด์

ผิวหน้าของหน้าผาส่วนใหญ่มีความลาดเอียงกับแนวระดับเป็นมุมเอียงมากกว่าเป็นมุมฉากเนื่องจากผิวหน้าของหน้าผาส่วนใหญ่จะถูกกระบวนการกร่อนจากน้ำฝนและธารน้ำไหลทำให้เกิดเป็นร่อง หลืบ เสาและรูโพรง และยังเกิดกระบวนการผุพังอยู่กับที่เนื่องจากตะกอนส่วนใหญ่ของหน้าผา มีส่วนประกอบเป็นตะกอนดินเหนียว ในช่วงที่มีฝนตกตะกอนดินเหนียวจะขยายตัวพองออก แต่ในช่วงฤดูที่มีฝนตกน้อย เช่น ฤดูหนาว และฤดูร้อน ตะกอนดินเหนียวจะหดตัว ทำให้เกิดรอยแตกในชั้นตะกอน โดยเฉพาะแร่ดินเหนียวกลุ่มมอนมอริลโลไนต์ซึ่งมีคุณสมบัติขยายตัวและหดตัวมาก จึงทำให้เกิดลักษณะการหดตัวเป็นแนวแตกรูปเสาเหลี่ยม (columnar jointing) จึงปรากฏเป็นรูปเสาดินที่บริเวณส่วนผิวของหน้าผา

บริเวณฐานใต้หน้าผาพบทางน้ำและโพรงใต้หน้าผาเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากบริเวณฐานของหน้าผามีความสามารถในการแทรกซึมน้ำผ่านชั้นตะกอนด้านล่างของหน้าผาน้อย เพราะตะกอนด้านล่างมีเนื้อละเอียดและมีเนื้อแน่นกว่าตะกอนที่อยู่ด้านบน น้ำบริเวณฐานของหน้าผาจึงไหลใต้พื้นหน้าผาเป็นแนวระนาบจึงพบทางน้ำบริเวณใต้ฐาน และเมื่อมีฝนตกปริมาณมาก จนน้ำไหลแรงขึ้นและทำให้เกิดโพรงใต้หน้าผา เมื่อโพรงใต้หน้าผามีขนาดใหญ่ขึ้นจะทำให้ตะกอนที่อยู่เหนือโพรงขึ้นไปพังยุบลงมา ซึ่งจะทำให้ผิวหน้าของหน้าผาเกิดการกร่อน ถอยร่นเข้าไปด้านในของหน้าผา

พื้นบริเวณด้านหน้าของหน้าผาส่วนใหญ่มีความลาดเอียงกับแนวระดับ เนื่องจากตะกอนที่มาทับถมมีอัตราการผุพังมากกว่าอัตราการพัดพาของตะกอนออกไปจากพื้นที่ ตะกอนที่น้ำพามาและผุพังอยู่กับที่มีตะกอนขนาดใหญ่ ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2 มิลลิเมตร น้ำจึงพัดพาไปได้น้อยเนื่องจากมีน้ำหนักมาก ตะกอนกรวดที่พบเป็นมวลสารพอกของสนิมเหล็กแดง (hematite) เหล็กเหลือง (limonite) แมงกานีส และปูนที่เกิดจากกระบวนการปฏิกิริยาเคมีในหน้าตัดตะกอน

สัณฐานของอนุสัณฐานกำแพงดิน เป็นอนุสัณฐานที่เกิดต่อจากอนุสัณฐานหน้าผา เมื่อส่วนของอนุสัณฐานหน้าผาถูกกัดเซาะตัดขาดจากส่วนแผ่นดินส่วนใหญ่ของพื้นที่ และแนวหน้าผาขาดตอนเป็นช่วงๆ ส่วนของแนวหน้าผาเดิมจะถูกแบ่งทำให้แคบ และสั้นลง เนื้อที่บริเวณส่วนบนกำแพงจะเหลือเนื้อที่น้อยกว่าหน้าผา รูปแบบที่ปรากฏให้เห็นจะมี 2 แบบ แบบแรกคือกำแพงดินเป็นส่วนของหน้าผา ซึ่งพบมากที่สุด กำแพงดินแบบนี้จะพบอยู่ใกล้หน้าผา มีแนวการวางตัวในแนวเดียวกับหน้าผา ลักษณะโครงสร้างตะกอนแต่ละชั้นของกำแพงดินจะอยู่แนวเดียวกับหน้าผา และมีลักษณะตะกอนเหมือนกันระหว่างด้านหน้ากับกำแพงดินอาจพบเสาหิน และตอดินคั่นอยู่ แบบที่สองเป็นแบบกำแพงดินที่เกิดแบบเดี่ยว เป็นกำแพงดินที่สภาพพื้นที่บริเวณนั้นถูกร่อนและตะกอนถูกพัดพาออกไปเป็นส่วนใหญ่ ทำให้กำแพงดินที่เหลืออยู่มีระยะห่างจากหน้าผาหรือกำแพงดินอื่นๆ และมักพบสัณฐานของเสาหินและตอดินปะปนอยู่ใกล้ๆ เนื่องจากช่วงระยะเวลาในการพัฒนาตัวจากกระบวนการกร่อนของกำแพงดินมีมากกว่าหน้าผาจึงส่งผลทำให้ความยาว ความกว้าง และความสูงของกำแพงดินลดขนาดลงจากเดิมที่เป็นหน้าผา

ความลาดเอียงของกำแพงดินที่เป็นมุมฉากมีจำนวนน้อยกว่าหน้าผา และค่าความลาดเอียงเฉลี่ยของกำแพงดินกับแนวระดับมีค่าน้อยกว่าหน้าผาเนื่องจากตะกอนที่อยู่ชั้นล่างสุดของกำแพงดินมีเนื้อตะกอนร่วน น้ำฝนที่แทรกซึมลงมาตามแนวตั้งไม่สามารถซึมลงไปยังพื้นล่างของกำแพงดิน จึงทำให้เกิดน้ำไหลบ่าไปตามแนวระนาบ เป็นน้ำไหลใต้พื้นของตะกอนชั้นล่าง ส่งผลทำให้เกิดโพรงใต้ฐานกำแพงดิน เมื่อขนาดของโพรงใหญ่ขึ้นตะกอนที่

อยู่เหนือโพรงจะยุบพังลงมาทำให้ความลาดเอียงของกำแพงดินลดลง เพื่อลดค่าความลาดเอียงให้เกิดความสมดุล ผิวหน้าของกำแพงดินมีร่อง หลืบเสาะ และรูโพรงน้อยกว่าหน้าผา เนื่องจากเป็นส่วนที่ถูกกร่อนยาวนานกว่าส่วนที่เป็นหน้าผา ตะกอนส่วนใหญ่ของกำแพงจึงถูกน้ำพัดพาไปเป็นส่วนใหญ่

บริเวณฐานใต้กำแพงดินมีโพรงและทางน้ำน้อยกว่าหน้าผา เนื่องจากตะกอนชั้นล่างสุดของหน้าผาเป็นตะกอนร่วนเหนียวปนทรายแข็ง ส่วนตะกอนชั้นล่างของกำแพงดินมีเนื้อตะกอนร่วน ความสามารถในการแทรกซึมของน้ำดีกว่าตะกอนของหน้าผา ประกอบกับเมื่อการพัฒนาตัวของกำแพงดินมีมากขึ้น รูโพรงและทางน้ำที่เกิดขึ้นบริเวณใต้ฐานกำแพงดินจะถูกตะกอนที่อยู่เหนือรูโพรงขึ้นไปทรุดพังลงมาปิดทับทางน้ำและรูโพรงที่เกิดขึ้น ทำให้จำนวนของรูโพรงและทางน้ำที่เคยปรากฏอยู่ลดน้อยลง

สัณฐานอนุสัณฐานเสาดินเป็นอนุสัณฐานภูมิประเทศแบบแลนดที่เกิดจากการพัฒนาโดยกระบวนการกร่อนจากน้ำฝนและการผุพังอยู่กับที่ของหน้าผาและกำแพงดิน จึงมักพบว่า เสาดินเป็นส่วนหนึ่งของหน้าผาหรือกำแพงดิน โดยส่วนที่เหลือเป็นเสาดินจะเป็นตะกอนที่คงทนต่อการกร่อนมากกว่าส่วนอื่น ๆ ถ้าหน้าผาและกำแพงดินถูกกัดเซาะออกไปจากพื้นที่เป็นส่วนใหญ่ เสาดินที่เหลืออยู่จะปรากฏกระจายตัวอยู่เดี่ยว ๆ รูปแบบการเกิดของเสาดินส่วนใหญ่เป็นส่วนของหน้าผาหรือกำแพงดิน เสาดินกระจายตัวอยู่ในระดับความสูงของพื้นที่ต่ำกว่าหลุมยุบ หน้าผา และกำแพงดิน เนื่องจากเสาดินต้องผ่านกระบวนการกร่อนขั้นสุดท้ายของทั้งสามอนุสัณฐาน จึงทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนาเป็นเสาดินมากกว่าอนุสัณฐานอื่น ๆ ยกเว้นตอดิน

รูปร่างของเสาดินส่วนใหญ่มีฐานกว้างยอดแหลม เนื่องจากเสาดินมีความสูงเฉลี่ย 1.96 เมตร ชั้นที่สะสมสนิมเหล็กซึ่งอยู่สูงกว่าระดับนี้จะถูกน้ำกัดเซาะออกไปจากพื้นที่เป็นส่วนใหญ่ จึงทำให้ตะกอนส่วนบนของเสาดินที่เหลือมีความคงทนต่อการกร่อนน้อย ตะกอนจึงถูกกร่อนไปได้มากทำให้ยอดของเสาดินส่วนใหญ่แหลมมากกว่ายอดปาน ซึ่งส่งผลทำให้ตะกอนส่วนบนของเสาดินส่วนใหญ่ที่พบไม่มีชั้นสะสมสนิมเหล็ก ความลาดเอียงของเสาดินกับแนวระดับส่วนใหญ่เป็นมุมเอียง ลักษณะผิวหน้าของเสาดินส่วนใหญ่พบร่องหลืบ รูโพรง และมีลักษณะเป็นเสาชัดเจน

สัณฐานของอนุสัณฐานตอดินเป็นอนุสัณฐานที่พัฒนาตัวต่อจากเสาดิน เมื่อเสาดินถูกน้ำฝนและกระบวนการกร่อนภายนอกของเปลือกโลก ทำให้ตะกอนจากเสาดินที่มีความคงทนน้อยถูกกัดเซาะตะกอนจะถูกน้ำพัดพาออกไปจากเสาดิน จนทำให้ความสูงและขนาดของเสาดินลดลงจนมีลักษณะคล้ายตอดิน ตอดินเป็นอนุสัณฐานที่พบกระจายอยู่เดี่ยวๆ เนื่องจากอนุสัณฐานอื่นๆ ได้ถูกกร่อนออกไปเป็นส่วนใหญ่ อนุสัณฐานตอดินจึงพบ

อยู่ในระดับความสูงของพื้นที่ต่ำที่สุด รูปแบบของตอดินส่วนใหญ่เป็นแบบเตี้ยมากกว่า เป็นส่วนของหน้าผาหรือกำแพงดิน รูปร่างของตอดินมีฐานกว้างยอดป้านซึ่งแตกต่างจาก เสาดินจะมีฐานกว้างยอดแหลม เพราะตอดินมีความสูงโดยเฉลี่ย 1.45 เมตร ซึ่งมีความสูง น้อยกว่าเสาหิน เพราะตะกอนส่วนใหญ่ของตอดินได้ถูกกัดเซาะไป จึงทำให้ตอดินไม่มีชั้น สะสมสนิมเหล็กปิดด้านบน

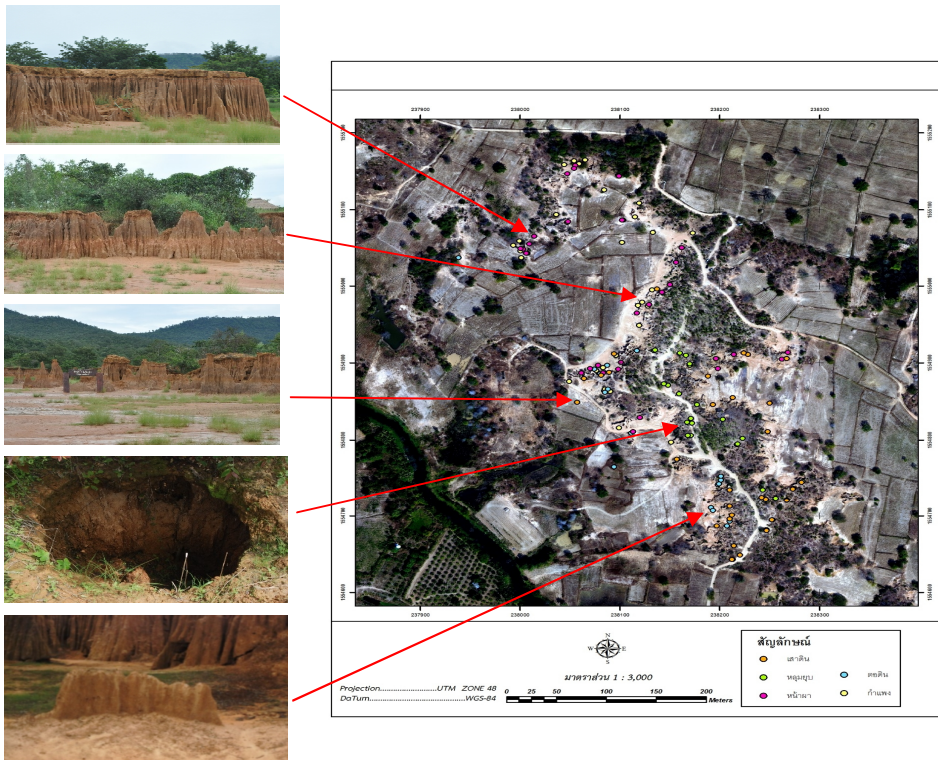
ความลาดเอียงของตอดินกับแนวระดับ เป็นมุมเอียงและมีค่าความลาดเอียงเฉลี่ย น้อยกว่าเสาหิน เนื่องมาจากตอดินเป็นชั้นการพัฒนาตัวสุดท้ายของภูมิประเทศแบบแลนด์ จึงผ่านกระบวนการกร่อนยาวนานกว่าอนุสัณฐานอื่นๆ และมีผลทำให้ตอดินมีลักษณะ ผิวหน้าส่วนใหญ่เรียบ มีร่องหลืบ รูปร่างน้อยกว่าเสาหิน

## 2. โครงสร้างตะกอนอนุสัณฐานภูมิประเทศแบบแลนด์

โครงสร้างตะกอนของแต่ละอนุสัณฐานภูมิประเทศแบบแลนด์บริเวณละลุ วิเคราะห์จากหน้าตัดของชั้นตะกอน ขนาด รูปร่าง สีของตะกอน สัดส่วนของขนาดตะกอน เนื้อตะกอน องค์ประกอบของแร่และหินในตะกอน มวลสารพอกและค่าปฏิกิริยาของ ตะกอน

นอกจากนี้ยังมีหินทรายแป้ง หินโคลนชั้นบาง ๆ และหินกรวด (กรมทรัพยากร ธรณี, 2550) ภูมิประเทศแบบแลนด์บริเวณละลุมีลักษณะเป็นตะกอนเศษหินเชิงเขา เกิดอยู่ ในยุคควอเทอร์นารี สมัยโฮโลซีน (Holocene) ตอนปลายซึ่งอยู่ในช่วงเวลา 3,000-10,000 ปีล่วงมาแล้ว ลักษณะของชั้นตะกอนที่สะสมตัวในแอ่งที่เกิดละลุ พบตะกอนชั้นล่างเป็น ตะกอนที่เกิดจากการผุพังของหินดินดานและหินทรายแป้งเป็นส่วนใหญ่ ตะกอนมีดิน เหนียวปะปนอยู่มาก บ่งชี้ให้เห็นว่าภูมิอากาศในขณะนั้นเป็นภูมิอากาศแบบชุ่มชื้น ทำให้ เกิดการผุพังทางเคมีสูง ตะกอนในระดับที่สูงขึ้นมีชั้นตะกอนเม็ดทรายหยาบสลับกับเม็ด ละเอียด มีขนาดทรายแป้งในชั้นบนและไม่แสดงชั้นรูปแบบของการสะสมตัวชนิดนี้ แสดง ให้เห็นว่าเป็นการสะสมตัวโดยทางน้ำ การสะสมตัวที่เกิดขึ้นเป็นเวลานานต่อเนื่องกัน ทำให้ได้ชั้นตะกอนในแอ่งหนาเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ แอ่งตื้นเขินขึ้น ทางน้ำลดระดับลงเกิดเป็น ตะพักลำน้ำ (river terrace) สองข้างของห้วยยาง ซึ่งเป็นลำน้ำใหญ่ที่สุดในบริเวณนี้ การสะสมตัวของตะกอนเหล่านี้ น่าจะเกิดในสมัยไพลสโตซีน หลังจากนั้นบริเวณพื้นผิวแอ่ง สะสมตัวจะมีต้นไม้ขึ้นปกคลุม ภูมิอากาศน่าจะเปลี่ยนไปเป็นแบบอบอุ่นสลับกับแห้งแล้ง น้ำจากผิวดินที่ซึมลงไป ระดับน้ำใต้ดินที่แปรเปลี่ยน ทำให้เกิดเม็ดคิลาแลง และลูกรังปะปน อยู่ในชั้นตะกอนชั้นบน ต่อมาเกิดกระบวนการเคลื่อนไหวตัวของเปลือกโลกอีกครั้งหนึ่ง ทำให้พื้นที่บริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนือของแอ่งลุ่มน้ำห้วยยางตอนบนเกิดรอยแตก และ รอยเลื่อนหลายทิศทาง รอยแตกเหล่านี้เป็นสาเหตุทำให้ชั้นตะกอนแตกออกเป็นแนวยาว

ทำให้น้ำซึมผ่านได้ง่าย ในที่สุดชั้นตะกอนจะถูกกัดเซาะให้เป็นทางน้ำไหลต่อมาสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนไปเป็นแบบฝนตกชุก น้ำฝนที่ตกลงมาอย่างต่อเนื่องมีปริมาณมากและรุนแรง กระแสน้ำที่ค่อนข้างแรงนี้ได้กัดเซาะพื้นที่ที่สะสมตะกอนซึ่งอยู่ใกล้กับเชิงเขาให้สึกกร่อนอย่างรวดเร็ว การกัดเซาะในแนวราบจะทำให้ชั้นตะกอนแตกหลุดออกไปกลายเป็นที่ราบ มีลักษณะเป็นหลืบ เป็นหน้าผา เป็นเสาดิน เป็นต้น



แผนที่แสดงการกระจายของอนุสัณฐานภูมิประเทศแบบแลนด์บริเวณลลู่

ภาพที่ 2 แสดงการกระจายของอนุสัณฐานภูมิประเทศแบบแลนด์บนภาพถ่ายจากยานไร้คนขับ บริเวณลลู่ ตำบลทัพราช อำเภอดาพระยา จังหวัดสระแก้ว

จากการศึกษาโครงสร้างตะกอนของอนุสัณฐานภูมิประเทศแบบแลนด์ทำให้ทราบลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของตะกอนที่สำคัญ ดังนี้

เนื้อตะกอนและขนาดตะกอน

เนื้อตะกอนทุกสัณฐานเป็นตะกอนเนื้อค่อนข้างละเอียดถึงตะกอนเนื้อร่วน โดยมีส่วนประกอบของตะกอนเป็นตะกอนดินเหนียว และตะกอนทรายแป้งมากกว่าตะกอน

ทราย เนื่องจากแหล่งให้ตะกอนเป็นหมวดหินภูกระดึง เนื้อหินประกอบด้วย หินทรายแป้ง หินโคลน หินกรวดมนสีแดงปนม่วงและพบเม็ดปูน และหมวดหินพระวิหาร เนื้อหินประกอบด้วย หินทรายเม็ดละเอียดถึงหยาบ หินทรายแป้ง หินโคลน และหินกรวด เมื่อหินเหล่านี้เกิดการผุพังอยู่กับที่และกร่อนโดยกระบวนการธรรมชาติจากน้ำฝนและธารน้ำไหล ตะกอนที่เหลือจากการกร่อนจะเป็นตะกอนที่มีขนาดเล็กได้แก่ ทรายละเอียด ทรายแป้ง และแร่ดินเหนียวส่วนตะกอนขนาดทรายหยาบและกรวดจะมีปริมาณน้อยกว่า จึงส่งผลทำให้ตะกอนที่ถูกธารน้ำนำมาทับถมในแอ่งที่ราบระหว่างภูเขา มีเนื้อตะกอนค่อนข้างละเอียดถึงเนื้อร่วน โดยมีร้อยละของตะกอนทรายแป้งและตะกอนดินเหนียวมากกว่าตะกอนทรายหน้าตัดตะกอนของชั้นล่าง ๆ ส่วนใหญ่จะมีตะกอนเนื้อละเอียดกว่าในชั้นบน ๆ การที่ในชั้นล่าง ๆ ของหน้าตัดตะกอนมีตะกอนดินเหนียว และทรายแป้งเพิ่มขึ้นแต่ตะกอนทรายลดลงเพราะว่าในกระบวนการสร้างตะกอนเกิดกระบวนการชะล้างและการผุพังทางเคมีในหน้าตัดตะกอนจะได้แร่ดินเหนียว เมื่อฝนตกลงมาน้ำฝนจะชะล้างแร่ดินเหนียวเหล่านี้ลงไปสะสมอยู่บริเวณหน้าตัดตะกอนชั้นล่าง ๆ ทำให้ชั้นล่างมีตะกอนดินเหนียวและทรายแป้งเพิ่มขึ้นกว่าในชั้นบน ๆ

สีตะกอน สีตะกอนส่วนใหญ่ของอนุสัณฐานภูมิประเทศแบดแลนด์เป็นสีเหลือง น้ำตาลและสีแดง เนื่องจากวัตถุดิบกำเนิดตะกอนในแอ่งลุ่มน้ำห้วยยางตอนบนเป็นหมวดหินพระวิหารและหมวดหินภูกระดึง โดยหมวดหินภูกระดึงส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินโคลน หินกรวดมนสีแดงปนม่วง ส่วนหมวดหินพระวิหารประกอบด้วยหินทรายสี ขาวปนเหลือง ดังนั้นเมื่อหมวดหินภูกระดึงและหมวดหินพระวิหารเกิดการ ผุพังอยู่กับที่ และการกร่อน ตะกอนที่ได้จึงมีสีส่วนใหญ่เหมือนกับสีของวัตถุดิบกำเนิดตะกอน เป็นสี เหลืองน้ำตาลและสีแดง

นอกจากนี้สีของตะกอนยังเกิดจากกระบวนการผุพังทางเคมี ซึ่งเป็นกระบวนการทางปฏิกิริยาเคมี เช่น กระบวนการออกซิเดชันและไฮโดร โลซิซ แร่เหล็กที่ได้จากแร่ดินเหนียว กลุ่มมอนมอริลโลไนต์และไมกาตา จะเกิดจากกระบวนการออกซิเดชันทำให้เกิดเหล็ก ออกไซด์ ซึ่งมีทั้งเหล็กแดงและเหล็กเหลือง แร่ดินเหนียวจะถูกน้ำฝนชะล้างจากตะกอน ชั้นบนไปอยู่ส่วนล่าง ส่งผลทำให้สีของตะกอนชั้นที่ถูกชะล้างออกไปมีสีซีดลง เนื้อตะกอน หยาบและแน่นแข็ง ส่วนตะกอนชั้นล่างจะเป็นชั้นสะสมพวกแร่ดินเหนียว เหล็กออกไซด์ จึงส่งผลทำให้ตะกอนชั้นล่างมีสีเข้มขึ้น และมีสีเหลือง น้ำตาลและสีแดง

การที่ชั้นล่างสุดของเสาหิน และตอดินมีสีชมพูเนื่องจากชั้นที่อยู่ล่างสุดเกิดจากการ ผุพังอยู่กับที่ของหินฐานที่รองรับอยู่ในแอ่ง โดยกระบวนการ ผุพังทางธรณีวิทยาซึ่งเป็น



กระบวนการที่เกิดลึกลงไปในหินฐานที่รองรับซึ่งเป็นหมวดหินภูกระดึงและหมวดหินพระวิหาร

มวลสารพอก มวลสารพอกเป็นมวลวัตถุหรือแร่ที่จับตัวกันแน่นและแข็งเป็นรูปทรงกลมหรือรูปกลมรี เกิดจากการจับตัวกันของสารเหลว หรือการตกผลึกของสารละลาย เช่น เหล็กออกไซด์ ซิลิกาหรือปูน มีขนาดใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตรขึ้นไป พบบริเวณด้านหน้าของหน้าผา กำแพงดิน และเสาหิน เกิดจากการฟุ้งของตะกอนในหน้าตัดตะกอน แล้วถูกน้ำฝนพัดพามาทับถมอยู่บริเวณส่วนด้านหน้าของอนุสัณฐานภูมิประเทศแบบแลนด์ เนื่องจากมีตะกอนขนาดใหญ่ ความแรงของน้ำฝนและน้ำไหลป่าไม่สามารถพัดพาตะกอนเหล่านี้ไปได้จึงตกทับถมอยู่บริเวณด้านหน้าของอนุสัณฐานภูมิประเทศแบบแลนด์

ค่าปฏิกิริยาตะกอน ชั้นตะกอนส่วนบน ค่าปฏิกิริยาตะกอนเป็นกรดรุนแรงถึงปานกลาง (pH มีค่า 4.5-5) เนื่องจากตะกอนชั้นบนเกิดจากการฟุ้งสลายตัวมาจากหินที่มีแร่ประกอบหินส่วนใหญ่เป็นแร่ควอตซ์ ได้แก่ หินทราย หินทรายแป้ง และถูกน้ำฝนชะล้างส่วนตะกอนชั้นล่างจะมีปฏิกิริยาเป็นกลางถึงด่างอ่อน (pH มีค่า 7-7.5) เพราะเกิดจากน้ำฝนชะล้างแร่ดินเหนียวและสารละลายสนิมเหล็กลงไปสะสมอยู่ชั้นล่าง ๆ ของหน้าตัดตะกอน

### สรุปผลการวิจัย

ภูมิประเทศแบบแลนด์เป็นภูมิประเทศที่เกิดจากการกระทำของน้ำฝนและน้ำผิวดินทั้งในแนวราบ และแนวตั้ง ทำให้เกิดสัณฐานที่แตกต่างกัน ได้แก่ หลุมยุบ หน้าผากำแพงดิน เสาหิน และตอดิน เป็นภูมิประเทศที่โดดเด่นและแปลกตา ซึ่งมีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดมาจากโครงสร้างทางธรณีสัณฐานลำดับ ชั้นหิน โครงสร้างตะกอน ลักษณะภูมิประเทศภูมิอากาศ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยพบอยู่ในบริเวณที่มีลักษณะเป็นที่ราบระหว่างหุบเขาแคบๆ พบอยู่บริเวณลาดเชิงเขาและบริเวณที่เป็นตะกอนยุคควอเตอร์นารีที่ยังไม่แข็งตัว ลักษณะดังกล่าวส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรดินแต่ในขณะเดียวกันสามารถนำมาพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรณีวิทยาได้

### ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. พื้นที่รอบ ๆ ละลุยังคงมีการทำการเกษตรและมีแนวโน้มจะขยายพื้นที่มากขึ้น จึงควรมีการอนุรักษ์พื้นที่ละลุให้คงอยู่เป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรณีต่อไป
2. ควรให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พื้นที่ละลุ

## ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากลุ่มเป็นพื้นที่ที่มีการกร่อนสูง จึงควรมีการศึกษาอัตราการกร่อนของพื้นที่ดังกล่าวเพื่อวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินให้ถูกต้องตามหลักการอนุรักษ์ดินและน้ำ

## เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรธรณี. (2550). **ธรณีวิทยาประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรธรณี  
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2544). **พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา ฉบับราชบัณฑิตยสถาน**.  
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์อรุณการพิมพ์.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2549). **พจนานุกรมศัพท์ภูมิศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน**.  
ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- สิน สินสกุล. (2531). **ธรณีวิทยาควอเทอร์นารีในบริเวณลุ่มแอ่งแพร่**. รายงานการสำรวจ  
ธรณีวิทยา ฉบับที่ 0096. กองธรณีวิทยากรมทรัพยากรธรณี.
- อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. (2530). **ธรณีสัณฐานวิทยา**. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. (2530). **ธรณีวิทยา**. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.
- อรกุล โภคากรวิจารณ์. (2543). **แร่**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ประชาชน.
- Armando Brath, Attilio Castellarin & Alberto Montanari. (2002). **Hydrology  
and Earth System Sciences**. Università di Bologna Italy.
- Benedict M. Mutua & Andreas Klik. (2006). **Estimating spatial sediment  
delivery ratio on a large rural catchment**. University of Natural  
Resources and Applied Life Sciences (BOKU). Vienna, Austria
- Marcello Buccolini. et al. (2010). Late Quaternary geomorphological  
evolution and erosion rates in the clayey peri – Adriatic (central  
Italy). **Journal in Geomorphology**. 116(2010), 145-161
- Strahler A. (1969) . **Physical geography**. 3<sup>th</sup> ed. New York: John. Wiley&Sons.
- Thornbury W. (1969). **Principle of geomorphology**. 2<sup>th</sup> ed. New York: John  
Wiley & Sons.
- Watanasak Manas. (1978). **A Preliminary study on the evaluation of soil  
erosions Status Using Universal Soil Loss Equation and Landsat  
imagery Techniques in Chonburi and Rayong Provinces**. Master's  
Thesis, Mahidol University.

Wischmeier, W.H. & Smith. (1965). **Prediction rainfall- erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains.** Agricultural Handbook 282, 8-9