



โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ลักษณะเฉพาะการสะสมตัวของตะกอนชั้นทรายริมหาดโดยวิธี
จีโอเรดาร์ อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

โดย

นายปิติภัทร พุทธิพงษ์

เลขประจำตัวนิสิต 5632727923

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี
ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2559

ลักษณะเฉพาะการสะสมตัวของตะกอนสันทรายริมหาดโดยวิธี จีไอเรดาร์
อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

นายปิติภัทร พูลทรัพย์

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559

หัวข้อโครงการ

ลักษณะเฉพาะการสะสมตัวของตะกอนสันทรายริม
หาดโดยวิธี จีโอเรดาร์ อำเภอกุยบุรี จังหวัด
ประจวบคีรีขันธ์

โดย

นายปิติกัทร พูลทรัพย์

สาขาวิชา

ธรณีวิทยา

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก

ศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ชูวงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการร่วม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฐานบ ธิติมากร

วันที่ส่ง.....

วันที่อนุมัติ.....

.....
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก
(ศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ชูวงศ์)

.....
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฐานบ ธิติมากร)

ปิติกัทร พูลทรัพย์ : ลักษณะเฉพาะการสะสมตัวของตะกอนสันทรายริมหาดโดยวิธี จีโอเรดาร์ อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (CHARACTERISTICS OF BEACH RIDGE DEPOSIT BY GEO-RADAR FROM AMPHOE KUIBURI, CHANGWAT PRACHUAP KHIRI KHAN) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ชูวงศ์, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.ดร.ฐานบ ธิติมากร, 33 หน้า.

พื้นที่ชายฝั่งกุยบุรีเป็นชายฝั่งทางด้านทิศตะวันตกของอ่าวไทย ตั้งอยู่ที่อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ บริเวณส่วนบนของตะกอนในพื้นที่นี้จะถูกปิดทับด้วยตะกอนที่มาสะสมตัวโดยอิทธิพลของลมพายุที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง ในช่วงมรสุม งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาถึงลักษณะภาพตัดขวางและโครงสร้างภายในของตะกอนสันทรายริมหาด (Beach Ridge) ของพื้นที่ด้วยวิธี Ground Penetrating Radar (GPR) จำแนกสมบัติทางกายภาพของตะกอนที่ได้จากการเจาะสำรวจ และเทียบกับสัญญาณที่ได้จากวิธีสำรวจโดย GPR และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น (Water content) ในชั้นตะกอนกับลักษณะเฉพาะของตะกอนที่มีผลต่อลักษณะสัญญาณของ GPR งานวิจัยเริ่มจากการทำการเลือกจุดเก็บข้อมูลจีโอเรดาร์ด้วยเครื่อง GPR จำนวน 2 แนว ที่ความยาว 250 เมตร และ 280 เมตร ในทิศทางจากชายฝั่งเข้าหาทะเล จากนั้นทำการวิเคราะห์สัญญาณจาก GPR และเลือกจุดเก็บตัวอย่างตะกอน โดยหัวเจาะอ็อกเกอร์ (Auger) จำนวน 6 หลุม เพื่อนำมาศึกษาและจำแนกสมบัติทางกายภาพของตะกอน โดยวิธีการวิเคราะห์หาค่าการกระจายตัวของขนาดเม็ดตะกอน (Grain Size Analysis) และทำการวัดค่าปริมาณน้ำในเชิงปริมาตร (Volumetric Water Content) ของตัวอย่างตะกอน จากการแปลสัญญาณจากเครื่อง GPR พบว่าลักษณะการสะสมตัวของตะกอนมีลักษณะเป็นการสะสมตัวเข้าสู่ทะเล (Progradation deposit) เป็นหลัก และตะกอนมีการสะสมในทิศทางเข้าหาชายฝั่งในบางช่วง ซึ่งสรุปได้ว่าพื้นที่ในบริเวณนี้สามารถพบได้ทั้งตะกอนที่สะสมตัวในสภาพแวดล้อมปกติ (Shore-normal process) และความเป็นไปได้ที่จะพบตะกอนที่สะสมในสภาพแวดล้อมที่ไม่ปกติซึ่งเป็นผลมาจากการเกิดลมพายุพัดพาโดยขนาดเม็ดตะกอนในพื้นที่ศึกษาจะมีตั้งแต่ตะกอนทรายละเอียดจนถึงปานกลาง และพบความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของขนาดเม็ดตะกอนกับการเปลี่ยนแปลงของค่าปริมาณน้ำในดิน ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของลักษณะสัญญาณที่ได้จาก GPR

ภาควิชา..... ธรณีวิทยา..... ลายมือชื่อนิสิต.....
 สาขาวิชา..... ธรณีวิทยา..... ลายมือชื่อ อาจารย์ที่ปรึกษา.....
 ปีการศึกษา..... 2559..... ลายมือชื่อ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

5632727923 : MAJOR GEOLOGY

KEYWORDS : BREACH RIDGE / SEDIMENT / GEOMORPHOLOGY / KUIBURI / PHYSICAL PROPERTY / STRUCTURE / GPR / STORM DEPOSIT / AUGER

PITIPAT POONSUB : CHARACTERISTICS OF BEACH RIDGE DEPOSIT BY GEO-RADAR FROM AMPHOE KUIBURI, CHANGWAT PRACHUAP KHIRI KHAN. ADVISOR : PROF. MONTRI CHOOWONG, CO-ADVISOR : ASST. PROF. THANOP THITIMAKORN Ph.D., 33 pp.

Kuiburi Coast is located in the western part of the Gulf of Thailand, Kuiburi District, Prachuap Khiri Khan Province. On top of beach deposit in this area is often overlain by storm washover sediment. The purpose of this research is to characterize the internal structures of beach ridge by Ground Penetrating Radar (GPR) method and to identify the physical properties of sediments obtained from exploratory drilling and comparison with the signal profile from GPR survey. The relationship between water content and characteristics of sediment will also be discussed. Scope of this research is limited to analyze Geo radar (GPR) from 2 survey lines which are 250 m and 280 m from land to sea respectively. After GPR signals were analyzed, 6 locations were selected to collect sediment cores by hand auger. Physical properties analysis includes grain size analysis and water content (by volume). As a result, GPR signal indicated the characterization of sediment deposition was deposited seaward as progradation mainly and some landward inclinations. Thus, it can be concluded that beach sediments in this area contains both shore-normal process and possible unusual deposit by storm that dominated by fine to medium size of sand. Relationship between grain size versus the amount of water content show significant key in correspond well with GPR signal.

Department :Geology.....Student's Signature.....

Field of Study :Geology..... Advisor's Signature.....

Academic Year :2016.....Co-advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้จะสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีมิได้ หากมิได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย ศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ชูวงศ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ฐานบ ธิติมากร ที่คอยให้คำแนะนำชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหา และขอขอบคุณนายนายณรงค์ศักดิ์ ราชูการ, นายสถาปนา กองเซ็น ตลอดจนเพื่อน ๆ ร่วมในกลุ่มที่ปรึกษาอาจารย์โครงการวิจัยที่ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกรวมไปถึงช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆตลอดระยะเวลาการทำโครงการวิจัยและในการออกภาคสนาม สุดท้ายนี้ขอขอบคุณคณาจารย์และบุคลากร ภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ตลอดจนให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวกให้แก่ นิสิตตลอดช่วงระยะเวลา 4 ปี ที่ได้อยู่ ณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยแห่งนี้

นายปิติภัทร พลูทรัพย์

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูปภาพ	จ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1	บทนำ
	1.1 ที่มาและความสำคัญ 1
	1.2 วัตถุประสงค์ 1
	1.3 สมมุติฐานของการศึกษา 2
	1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2	ทฤษฎีพื้นฐาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
	2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
	2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3
	2.3 พื้นที่ศึกษา 4
บทที่ 3	วิธีการดำเนินงานวิจัย
	3.1 ระเบียบวิธีวิจัย 5
	3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล 7
	3.3 การสำรวจโดยใช้เครื่องมือ GPR 8
	3.4 การเก็บตัวอย่างตะกอนด้วย Hand Auger 14
	3.5 การแปลผลข้อมูล 17
บทที่ 4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
	4.1 ธรณีสัณฐานวิทยาของพื้นที่ 20
	4.2 ผลการแปลสัญญาณ Ground Penetrating Rada 20
	4.3 การกระจายตัวของขนาดเม็ดตะกอน 24
	4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Water content 26
	และการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของตะกอน
บทที่ 5	อภิปรายผลการศึกษา 27
	เอกสารอ้างอิง 28

สารบัญรูปภาพ

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงพื้นที่ศึกษา บริเวณชายฝั่ง ในบริเวณอำเภอ กุยบุรี จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์	4
รูปที่ 3.1 แสดงแผนภาพขั้นตอนการทำการศึกษางานวิจัย	6
รูปที่ 3.2 แสดงการเลือกจุดศึกษาจากแผนที่ภูมิประเทศปี พ.ศ.2543 มาตรฐาน 1:50000	7
รูปที่ 3.3 พื้นที่ใกล้เคียงบริเวณจุดที่ทำการศึกษา โดยโปรแกรม Google Earth	7
รูปที่ 3.4 ภาพการเก็บข้อมูลสัญญาณ GPR ในภาคสนาม	11
รูปที่ 3.5 แนวที่ทำการศึกษา โดยการเก็บข้อมูลด้วยเครื่อง GPR และการขุด Auger	12
รูปที่ 3.6 ลักษณะข้อมูลด้วยเครื่อง GPR ที่ความถี่ 200 MHz Transect 1	13
รูปที่ 3.7 ลักษณะข้อมูลด้วยเครื่อง GPR ที่ความถี่ 400 MHz Transect 1	13
รูปที่ 3.8 ลักษณะข้อมูลด้วยเครื่อง GPR ที่ความถี่ 200 MHz Transect 2	13
รูปที่ 3.9 ลักษณะข้อมูลด้วยเครื่อง GPR ที่ความถี่ 400 MHz Transect 2	13
รูปที่ 3.10 แสดงขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง และข้อมูลค่า Water content	15
รูปที่ 3.11 แสดงขั้นตอนการเก็บตัวอย่างตะกอนในแต่ละช่วงความลึก	16
รูปที่ 3.12 แสดงตารางวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของตัวอย่างตะกอน	18
รูปที่ 3.13 แสดงตารางน้ำหนักตะกอนในแต่ละชั้นตะกอน Sieve	18
รูปที่ 3.14 แสดงตารางการคำนวณหาค่ากลาง และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างตะกอน	19
รูปที่ 4.1 แสดงการแปลความหมายของสัญญาณ GPR Transect ที่ 1 ความถี่ 200 MHz ในระยะเวลาทำการขุดเจาะ	21
รูปที่ 4.2 แสดงการแปลความหมายของสัญญาณ GPR Transect ที่ 2 ความถี่ 200 MHz ในระยะเวลาทำการขุดเจาะ	21
รูปที่ 4.3 แสดงผลการแปลความหมายสัญญาณ GPR Transect 1 : 200 MHz ตลอดแนวการลากเป็นระยะ 250 เมตร	22
รูปที่ 4.4 แสดงผลการแปลความหมายสัญญาณ GPR Transect 2 : 200 MHz ตลอดแนวการลากเป็นระยะ 280 เมตร	23
รูปที่ 4.5 แสดงข้อมูลการกระจายตัวของขนาดเม็ดตะกอนที่ได้จากหลุมเจาะบนแนวลากที่ 1	24
รูปที่ 4.6 แสดงข้อมูลการกระจายตัวของขนาดเม็ดตะกอนที่ได้จากหลุมเจาะบนแนวลากที่ 2	25
รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Water content และ การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของตะกอนตามความลึกของหลุมเจาะ P3L2	26
รูปที่ 6.1 แสดงตาราง Wenworth Size Classification	30

รูปที่ 6.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Water content และ การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของตะกอนตามความลึกของหลุมเจาะ P1L1	31
รูปที่ 6.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Water content และ การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของตะกอนตามความลึกของหลุมเจาะ P2L1	31
รูปที่ 6.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Water content และ การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของตะกอนตามความลึกของหลุมเจาะ P3L1	32
รูปที่ 6.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Water content และ การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของตะกอนตามความลึกของหลุมเจาะ P1L2	32
รูปที่ 6.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Water content และ การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของตะกอนตามความลึกของหลุมเจาะ P2L2	33
รูปที่ 6.7 แสดงตารางวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของตัวอย่างตะกอน หลุมเจาะ P1L1	33
รูปที่ 6.8 แสดงตารางวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของตัวอย่างตะกอน หลุมเจาะ P2L1	33
รูปที่ 6.9 แสดงตารางวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของตัวอย่างตะกอน หลุมเจาะ P3L1	33
รูปที่ 6.10 แสดงตารางวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของตัวอย่างตะกอน หลุมเจาะ P1L2	34
รูปที่ 6.11 แสดงตารางวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของตัวอย่างตะกอน หลุมเจาะ P2L2	34
รูปที่ 6.12 แสดงตารางค่าเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของตะกอน	34
รูปที่ 6.13 แสดงโครงสร้างภายในของตะกอนสันทราย (Beach ridge) จากการแปลสัญญาณ GPR	34

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงความถี่ของ และระดับความลึกของการใช้ GPR ในการสำรวจในด้านต่าง	4
ตารางที่ 3.1 แสดงความละเอียดของตะแกรงแต่ละชั้น	17

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ตะกอนสันทรายริมหาดเป็นตะกอนที่มีการสะสมตัวอยู่บริเวณด้านหลังหาดทราย เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนที่ถูกพัดพามากับน้ำทะเล และตะกอนหาดทรายที่ถูกน้ำทะเลกัดกร่อนและพัดพามาด้วย ซึ่งการพัดพาตะกอนมาสะสมตัวบริเวณนี้ น้ำทะเลจะต้องอาศัยพลังงานค่อนข้างมาก โดยส่วนมากจะเป็นอิทธิพลจากแรงลมพายุ ดังนั้นเป้าหมายของงานวิจัยชิ้นนี้คือการประยุกต์ใช้วิธีการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์เพื่อศึกษาภาพตัดขวางและลักษณะโครงสร้างภายในของตะกอนสันทรายริมหาด และจำแนกสมบัติทางกายภาพของตะกอนที่ได้จากการเจาะสำรวจ เพื่อเทียบเคียงกับสัญญาณที่ได้จากการวิธีสำรวจวิธีทางธรณีฟิสิกส์

โดยพื้นที่ศึกษาที่คือบริเวณชายฝั่งทะเล อำเภอ กุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการเริ่มต้นศึกษาในด้านนี้แล้ว แต่ยังไม่ครอบคลุมพื้นที่ อีกทั้งการศึกษาในด้านนี้ในประเทศไทยยังมีข้อมูลที่ไม่เพียงพอสำหรับการนำไปศึกษาต่อหรือเก็บเป็นข้อมูลในเชิงสถิติเพื่อการคาดการณ์ในอนาคต

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องทำให้ทราบได้ว่า การสำรวจโดยใช้คลื่นเรดาร์ ด้วยเครื่อง Ground-penetrating radar (GPR) จะสามารถทำให้เห็นลักษณะโครงสร้างภายใต้พื้นดินได้ และจากลักษณะปรากฏที่ได้ จะทำให้สามารถแยกความแตกต่างระหว่างตะกอนที่สะสมตัวตามกระบวนการปกติกับตะกอนที่สะสมตัวเนื่องจากลมพายุได้ และสามารถใช้อ้างอิงที่กล่าวมานั้นเทียบเคียงกับการศึกษาความแตกต่างของชั้นตะกอนที่ได้จากการเก็บตัวอย่างชั้นตะกอนในบริเวณศึกษาเพื่อเพิ่มความแม่นยำ และความน่าเชื่อถือให้กับงานวิจัย

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาภาพตัดขวางและโครงสร้างภายในของ ตะกอนสันทรายริมหาดของพื้นที่สำรวจจากวิธี Ground Penetrating Radar (GPR)
2. จำแนกสมบัติทางกายภาพของตะกอนที่ได้จากการเจาะสำรวจ และเทียบเคียงกับสัญญาณที่ได้จากการวิธีสำรวจโดย GPR
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น (Water content) ในชั้นตะกอนกับลักษณะเฉพาะของตะกอนที่มีผลต่อลักษณะสัญญาณของ GPR

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

วิธีการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีจีพีอาร์ สามารถจำแนกความแตกต่างของลำดับชั้นตะกอน และแสดงลักษณะปรากฏของลักษณะการสะสมตัวของตะกอนชายฝั่งได้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ภาพตัดขวางลักษณะการสะสมตัวของตะกอนสันทรายริมหาดของพื้นที่สำรวจจาก GPR
2. ได้สมบัติทางกายภาพของตะกอนที่ได้จากการเจาะสำรวจ และเทียบเคียงกับสัญญาณที่ได้จากการสำรวจโดย GPR
3. สามารถแยกชั้นตะกอนที่เกิดจากการสะสมตัวจากคลื่นพายุซัดฝั่ง และตะกอนที่เกิดจากการสะสมตัวจากกระบวนการชายฝั่ง
4. ทราบการกระจายตัวของตะกอนพายุที่สะท้อนให้เห็นถึงระยะทาง และความสูงของการเดินทางของมวลน้ำทะเล

บทที่ 2

ทฤษฎีพื้นฐาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการศึกษาในบริเวณใกล้เคียงของ สถาปนา กองเซ็น (ปี 2559) และ Harry William (ปี 2556 และ 2559) ได้ทำการศึกษาสภาพทางธรณีวิทยาของพื้นที่เกี่ยวกับลักษณะการสะสมของตะกอนสันทรายริมชายฝั่งโบราณ จากการศึกษาพบว่าการสะสมตัวของตะกอนสันทรายริมฝั่งมีทิศทางการสะสมตัวเข้าหาทะเล เนื่องจากระดับน้ำทะเลที่ค่อยๆลดระดับลงจากในอดีตจากงานวิจัยของ มนตรี ชูวงศ์ (ปี 2547) นอกจากนี้ยังพบว่า มีตะกอนในบางจุดที่มีลักษณะของตะกอนแตกต่างจากตะกอนที่สะสมตัวในแบบทั่วไปของการเกิดตะกอนสันทราย จากการศึกษาตัวอย่างที่พบทำให้ทราบได้ว่า มีตะกอนในบางช่วงในพื้นที่นี้ที่เกิดจากการสะสมตัวในรูปแบบไม่ปกติ โดยเกิดจากการพัดพามาของลมพายุ หรือเรียกว่าตะกอนพายุ (Storm Deposit)

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 Ground Penetration Radar (GPR)

GPR เป็นเครื่องมือทดสอบทางด้านธรณีวิศวกรรมโดยการใช้เครื่องแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic wave, EM) ในการทดสอบและศึกษาโครงสร้างและสภาพทางธรณีวิทยาภายใต้พื้นดินของพื้นที่โดยให้ผลลัพธ์ที่มีความละเอียดสูง นอกจากนี้ GPR ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้ในทุกๆ ด้าน เช่นเพื่อการสำรวจสภาพโครงสร้างใต้พื้นที่ระดับต้นเพื่อดูความพร้อมของพื้นที่ในการรองรับสิ่งก่อสร้าง หรือใช้ในกาด้านโบราณคดีเพื่อค้นหาสิ่งก่อสร้างโบราณภายใต้พื้นดิน ทั้งนี้ในการใช้ GPR จะใช้ความถี่ในการส่งสัญญาณเพื่อการสำรวจที่แตกต่างกันไปตามตาราง

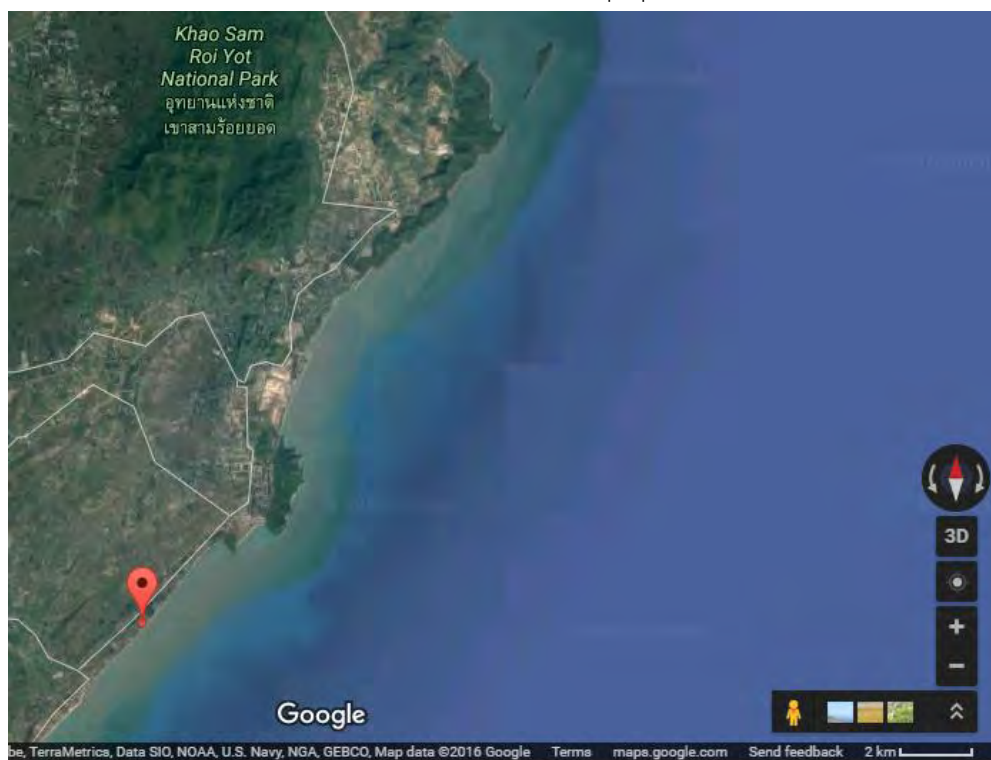
Center Frequency	Depth of Penetration	Typical Applications
1600 MHz	.5 m	Concrete Evaluation
900 MHz	1 m	Concrete Evaluation, Void Detection
400 MHz	4 m	Utility, Engineering, Environmental, Void Detection
270 MHz	6 m	Utility, Engineering, Geotechnical
200 MHz	7 m	Geotechnical, Engineering, Environmental
100 MHz	20 m	Geotechnical, Engineering, Mining
16 - 80 MHz	0 - 50 m	Geotechnical

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงความถี่ของ และระดับความลึกของการใช้ GPR ในการสำรวจในด้านต่าง

โดยหลังจากทำการเก็บข้อมูลสัญญาณ GPR จะต้องนำข้อมูลมาทำการลบสัญญาณรบกวนจากธรรมชาติ (Noise) และทำการปรับระดับความสูง (Topographic elevation) โดยการเทียบเคียงกับข้อมูลความสูงจากการทำ Beach Profile และระดับน้ำทะเลขึ้นลงปานกลาง (Mean tidal level)

2.3 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาคือ บริเวณชายฝั่ง ในบริเวณอำเภอ กุยบุรี จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์



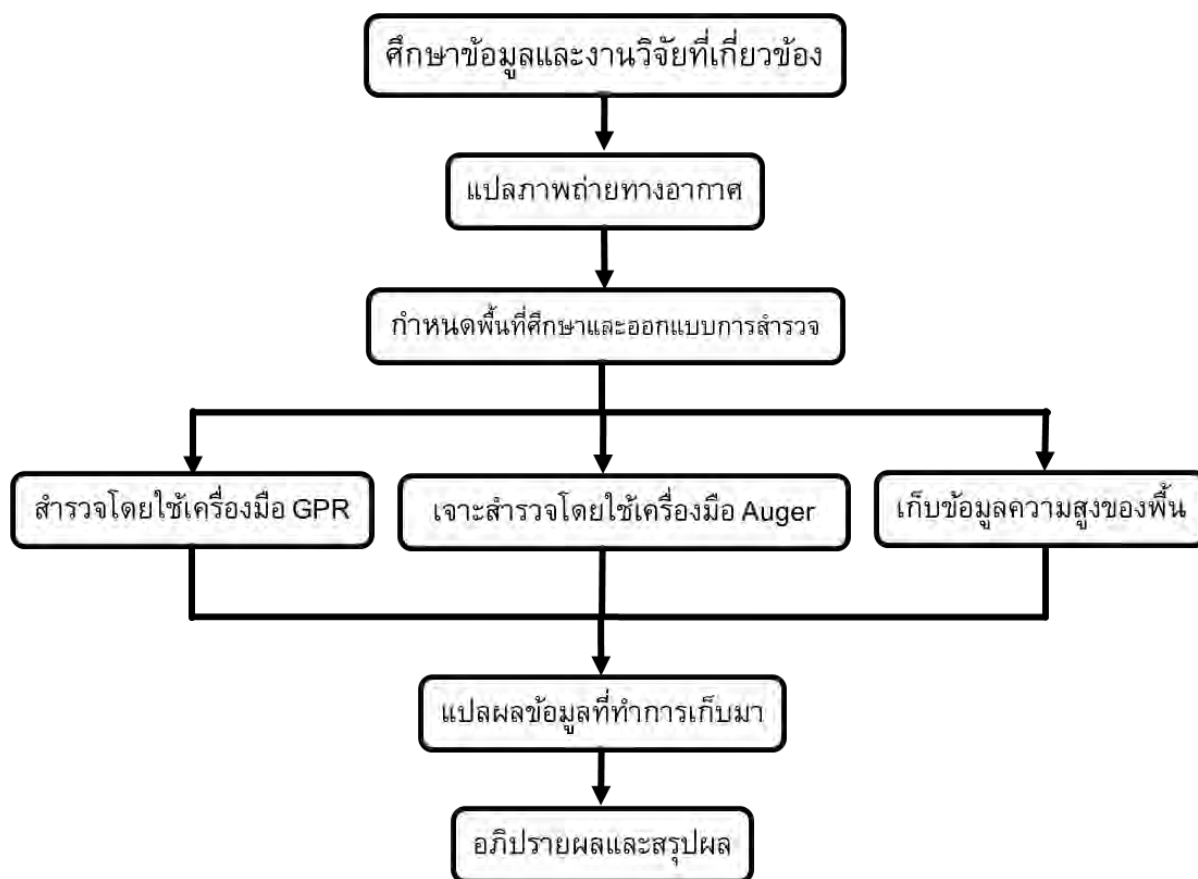
รูปที่ 2.1 แสดงพื้นที่ศึกษา บริเวณชายฝั่ง ในบริเวณอำเภอ กุยบุรี จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 ระเบียบวิธีวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 1.1 ศึกษาบทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 1.2 ศึกษาข้อมูลทางธรณีวิทยา และ ลักษณะ ตะกอนของพื้นที่ บริเวณ อ.กุยบุรี จ.ประจวบคีรีขันธ์
2. แปลภาพถ่ายทางอากาศของบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษา
3. ศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
 - 3.1 ศึกษาวิธีใช้ และวิธีการแปลข้อมูลที่ได้จากการใช้ เครื่อง Ground Penetrating Radar (GPR)
 - 3.2 ศึกษาวิธีใช้เครื่องขุดเจาะ Auger
4. ทำการออกภาคสนามเพื่อสำรวจ และเก็บข้อมูลในพื้นที่ที่ทำการศึกษา
5. รวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล
6. สรุป และอภิปรายผลการศึกษา
7. นำเสนอ และจัดทำรายงาน



รูปที่ 3.1 แสดงแผนภาพขั้นตอนการทำการศึกษางานวิจัย

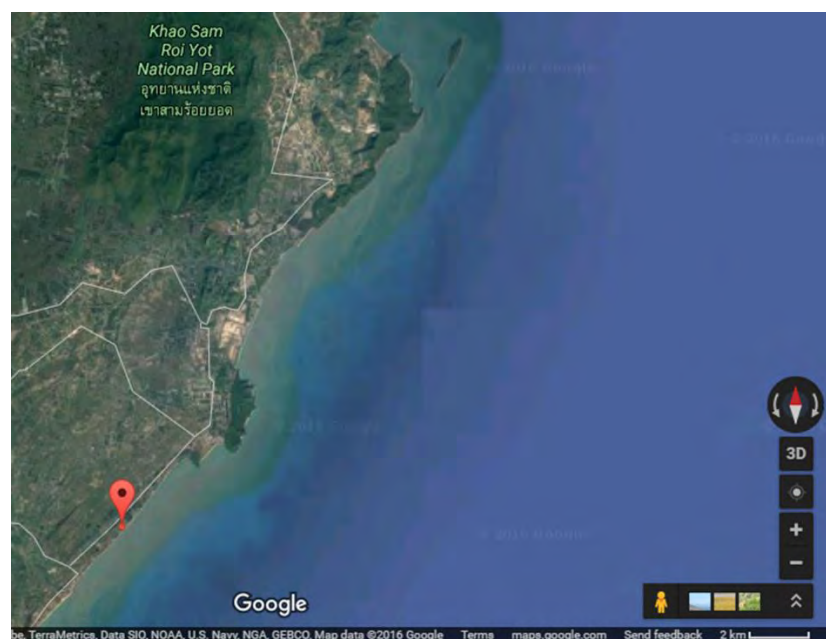
3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.1 การรวบรวมข้อมูลและอุปกรณ์ก่อนออกภาคสนาม

1. ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณชายฝั่ง อำเภอกุยบุรี จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์
2. ภาพถ่ายดาวเทียมของพื้นที่ศึกษาจากโปรแกรม Google Earth
3. แผนที่ธรณีสารสนเทศชายฝั่งทะเล อำเภอกุยบุรี จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ ปี พ.ศ. 2544
4. แผนที่ภูมิประเทศปี พ.ศ.2543 มาตราส่วน 1:50000



รูปที่ 3.2 แสดงการเลือกจุดศึกษา จากแผนที่ภูมิประเทศปี พ.ศ.2543 มาตราส่วน 1:50000



รูปที่ 3.3 พื้นที่ใกล้เคียงบริเวณจุดที่ทำการศึกษา โดยโปรแกรม Google Earth

3.3 การสำรวจโดยใช้เครื่องมือ GPR

เครื่องมือการสำรวจด้วยคลื่นความถี่ต่ำ Ground Penetrating Radar (GPR) โดยเครื่องมือรุ่นที่ใช้ในการทำงานวิจัยสามารถสำรวจ บันทึกข้อมูล ประมวลผลและแสดงผลในลักษณะข้อมูลแบบ 2 มิติได้ ซึ่งเครื่องมือ GPR รุ่น SIR-20 ประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลักดังนี้

3.3.1 รายการอุปกรณ์ประกอบการสำรวจ

ผู้ศึกษาจะต้องทำการตรวจสอบ และทดสอบอุปกรณ์ทุกชนิดอย่างละเอียดก่อนการนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลจริงในภาคสนามทุกครั้ง เพื่อให้เข้าใจถึงหลักการทำงาน และวิธีการเก็บและรักษาอุปกรณ์ เพื่อไม่ให้เกิดการชำรุดเสียหายได้ โดยรายการของอุปกรณ์ที่จะต้องทำการตรวจสอบมีดังนี้

1. สายอากาศความถี่ ที่ต้องการใช้ในการสำรวจ (MHz, GHz)
2. ชุดควบคุมการทำงาน และบันทึกข้อมูล เช่นคอมพิวเตอร์พกพา และชุดควบคุม
3. ฐานรองรับสายอากาศ และล้อสำหรับเคลื่อนย้ายและวัดระยะทาง
4. ชุดสายนำสัญญาณเข้าสู่หน่วยควบคุม
5. กล่องสายอากาศ (Antenna)
6. แบตเตอรี่ให้พลังงานกับเครื่องมือ 12V, 18 Ah
7. แบตเตอรี่ให้พลังงานกับเครื่องคอมพิวเตอร์พกพา
8. หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า
9. ตลับเมตรความยาว 30 เมตรสำหรับวัดระยะทาง
10. GPS
11. สมุดภาคสนาม และเครื่องมือจดบันทึก

3.3.2 การเชื่อมต่อเครื่องมือของอุปกรณ์

เครื่องมือสำรวจ GPR รุ่น SR-20 ประกอบไปด้วย 8 จุดเชื่อมต่อ ซึ่งจะต้องทำการเชื่อมต่อสายสัญญาณต่างๆ และแหล่งจ่ายพลังงาน เข้ากับหน่วยควบคุมก่อนจะทำการเปิดใช้งานเพื่อเริ่มทำการทดสอบ โดยทำการเชื่อมต่อทั้งหมดดังนี้

1. จุดเชื่อมต่อของแบตเตอรี่ และหม้อแปลง เพื่อนำพลังงานเข้าสู่เครื่องมือ
2. จุดเชื่อมต่อของ AC Transformer คือจุดเชื่อมต่อของแหล่งพลังงานกระแสสลับ
3. จุดเชื่อมต่อของ Marker คือ จุดเชื่อมต่อของ สวิตช์ Marker จากล้อวัดระยะทาง
4. จุดเชื่อมต่อของ Survey wheel คือ จุดเชื่อมต่อของล้อวัดระยะทาง
5. จุดเชื่อมต่อของ Transducer 1 คือจุดเชื่อมต่อของ Antenna ตัวที่ 1
6. จุดเชื่อมต่อของ Transducer 2 คือจุดเชื่อมต่อของ Antenna ตัวที่ 2
7. สายปลั๊กเชื่อมต่อกับ Ethernet เพื่อเชื่อมเข้ากับคอมพิวเตอร์
8. สายปลั๊กเชื่อมต่อพลังงานแก่คอมพิวเตอร์จากหน่วยควบคุม

3.3.3 การเชื่อมต่ออุปกรณ์กับกล่องสายอากาศ

กล่องสายอากาศ (Antenna) ประกอบไปด้วย 3 จุดเชื่อมต่อและจะต้องทำการเชื่อมต่อสายนำสัญญาณต่างๆ เข้ากับหน่วยควบคุมและก้านจับสายอากาศก่อนที่จะเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อเริ่มทำการเก็บข้อมูล โดยมีจุดเชื่อมต่อดังนี้

1. จุดเชื่อมต่อของ Survey wheel คือ จุดเชื่อมต่อของล้อวัดระยะทาง
2. จุดเชื่อมต่อของ Marker คือ จุดเชื่อมต่อของ สวิตช์ Marker จากล้อวัดระยะทาง
3. จุดเชื่อมต่อของ Transducer คือจุดเชื่อมต่อของสายนำสัญญาณกับหน่วยควบคุม

3.3.4 การใช้เครื่อง GPR ในการสำรวจจริง

การใช้เครื่อง GPR ในการสำรวจสามารถใช้ได้ดังนี้

1. ทำการเชื่อมต่อทุกส่วนของหน่วยควบคุม คอมพิวเตอร์ประมวลผล และแหล่งให้พลังงานเข้าด้วยกัน
 - 1.1 ติดตั้งคอมพิวเตอร์ตพกพาเข้ากับหน่วยควบคุม
 - 1.2 ต่อสาย Ethernet connecter
 - 1.3 ติดตั้งตัวป้องกันจุดเชื่อมต่อปลั๊ก Ethernet
 - 1.4 ต่อสายเชื่อมต่อพลังงานให้กับคอมพิวเตอร์ และหน่วยควบคุม
2. การทำต่ออุปกรณ์กล่องสายอากาศ (Antenna) เข้าด้วยกัน
 - 2.1 ติดตั้งก้านจับเข้ากับสายอากาศ
 - 2.2 ติดตั้งก้านจับสายอากาศกับ Antenna และล้อวัดระยะทาง
 - 2.3 เชื่อมต่อสายนำสัญญาณจาก Marker และล้อวัดระยะทางกับ Antenna
 - 2.4 เชื่อมต่อสายนำสัญญาณเข้ากับ Antenna

2.5 เชื่อมต่อสายนำสัญญาณกับสายอากาศ, สายนำสัญญาณจาก Marker และล้อวัดระยะทางกับ Antenna ที่ติดตั้งครบทั้ง 3 จุด

3. เชื่อมต่อเข้ากับหน่วยควบคุม

3.1 เชื่อมต่อสายนำสัญญาณจาก Antenna เข้ากับหน่วยควบคุมที่ Transducer 1 (สำหรับการใช้ Antenna 1 ตัว)

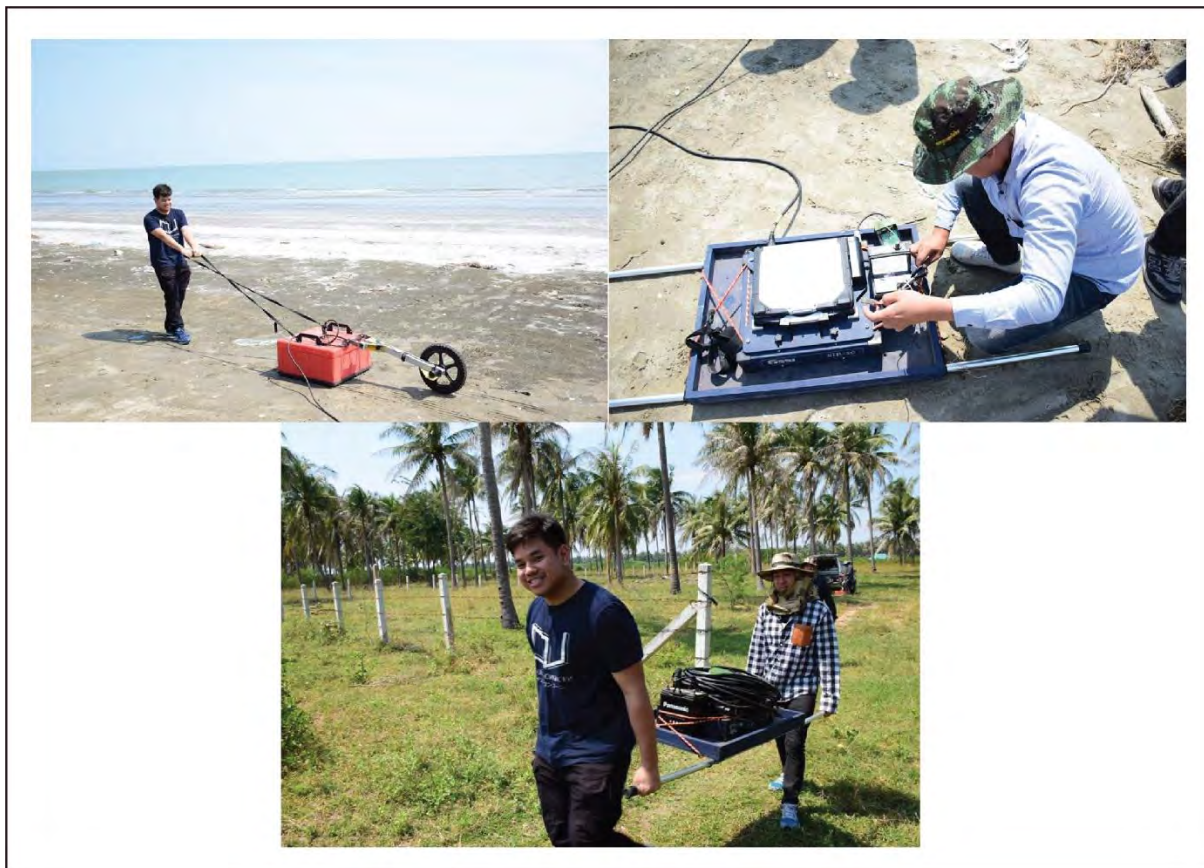
3.2 เชื่อมต่อแหล่งพลังงานจากหม้อแปลงกระแสสลับเข้าสู่หน่วยควบคุม (กรณีใช้พลังงานกระแสสลับ)

3.3 เชื่อมต่อแหล่งพลังงานเข้ากับหน่วยควบคุม (กรณีใช้กับพลังงานกระแสตรง)

หลังจากทำการเชื่อมต่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำการตรวจสอบการเชื่อมต่อตามหัวข้อด้านล่าง เมื่อทำการตรวจสอบเรียบร้อยแล้วและเครื่องมือพร้อมสำหรับการทำงานแล้ว ก่อนจะทำการลากตามแนวที่วางไว้ จะต้องทำการวัดระยะรอบการหมุนของ Survey wheel เพื่อให้เครื่องได้คำนวณระยะทางในการหมุนของล้อ 1 รอบได้เพื่อให้ได้ระยะการลากและข้อมูลที่แม่นยำ โดยทั่วไปจะทำการลากเครื่อง GPR บนพื้นเรียบเป็นระยะทาง 10 เมตร

3.3.5 การตรวจสอบการเชื่อมต่อของอุปกรณ์

หลังจากทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว สามารถตรวจสอบการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ได้จากหลอดไฟแสดงสถานะ ซึ่งจะมี 2 สถานะคือ สีเขียว และสีแดงโดยสีเขียวจะแสดงสถานะเมื่อระบบได้ถูกต่อเข้ากับแหล่งพลังงานเรียบร้อยแล้ว ในขณะที่หลอดไฟสีแดงจะแสดงสถานะเมื่อมีการรับส่งสัญญาณกับระหว่างคอมพิวเตอร์และหน่วยควบคุม



รูปที่ 3.4 ภาพการเก็บข้อมูลสัญญาณ GPR ในภาคสนาม

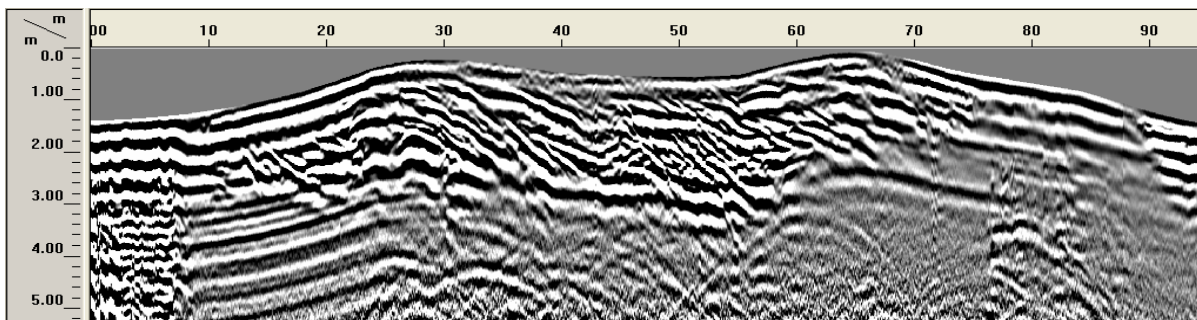
3.3.6 การวางแผนการสำรวจ

การเลือกแนว และการวางแผนการสำรวจจำเป็นต้องใช้ข้อมูลอ้างอิงจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา ภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม รวมไปถึงงานวิจัยที่ใช้เครื่อง GPR ในการศึกษา เพื่อให้สามารถเลือกพื้นที่ศึกษา และระดับความถี่ของสัญญาณที่จะสามารถทำให้เห็นแนวโน้มข้อมูลได้ชัดเจน แม่นยำ และไม่มีสัญญาณภายนอกบรบกวน เช่น พื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางน้อย ไม่มีการสัญจรมาก ไม่มีเสาไฟแรงสูง และไม่มีกรรมดินทับพื้นที่ โดยจากการศึกษาทั้งหมดที่กล่าว ทางผู้ศึกษาจึงได้ทำการเลือกแนวการทำ GPR และการขุด Auger เพื่อเก็บตัวอย่างตะกอนดังภาพด้านล่าง

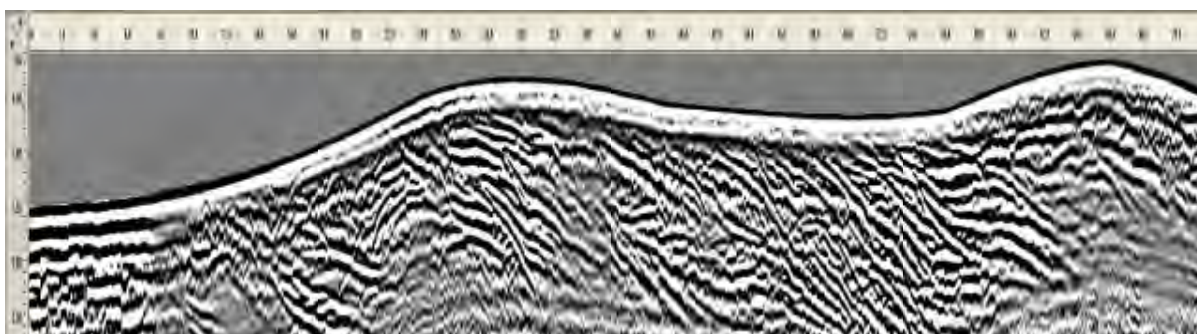


รูปที่ 3.5 แนวที่ทำการศึกษา โดยการเก็บข้อมูลด้วยเครื่อง GPR และการขุด Auger

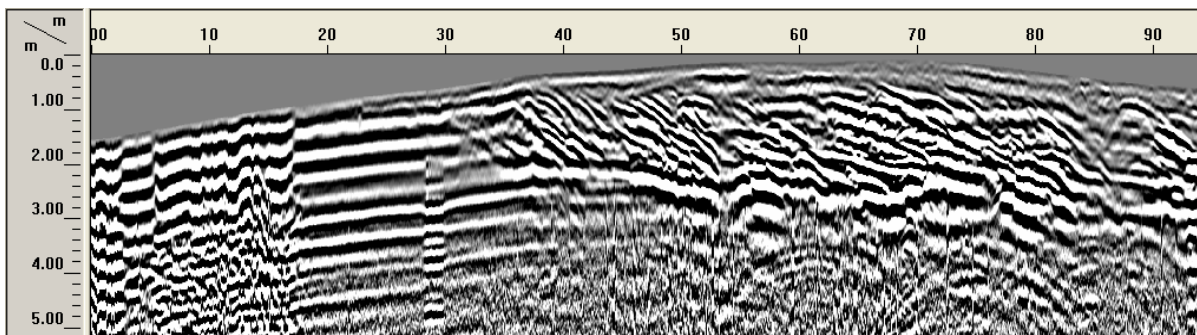
โดยจากภาพได้ทำการเลือกแนวการทำการสำรวจด้วยเครื่องมือ GPR และ Auger มา 2 แนวด้วยกันคือ แนวที่ 1 (Line1) และ แนวที่ 2 (Line2) ที่ด้านบนและด้านล่างของภาพโดยมีระยะทาง 258 และ 286 เมตรตามลำดับ การสำรวจทำโดยการเริ่มลากจากพื้นดินเข้าหาทะเล โดยใช้ความถี่ 2 ค่าคือ 200 MHz และ 400 MHz ทั้ง 2 แนว



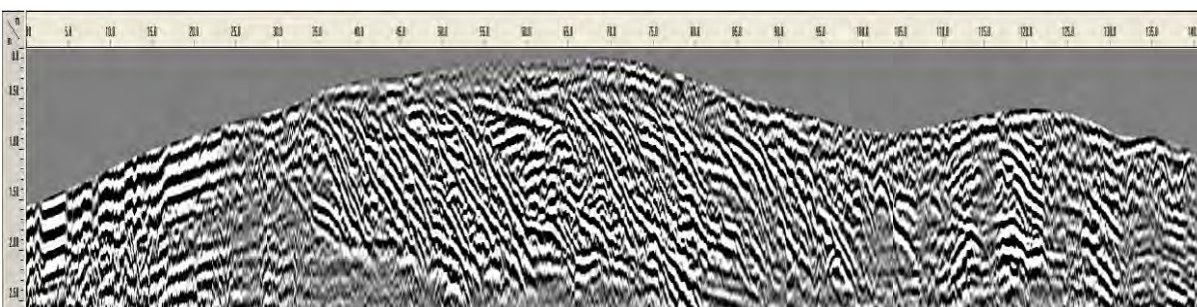
รูปที่ 3.6 ลักษณะข้อมูลด้วยเครื่อง GPR ที่ความถี่ 200 MHz Transect 1



รูปที่ 3.7 ลักษณะข้อมูลด้วยเครื่อง GPR ที่ความถี่ 400 MHz Transect 1



รูปที่ 3.8 ลักษณะข้อมูลด้วยเครื่อง GPR ที่ความถี่ 200 MHz Transect 2



รูปที่ 3.9 ลักษณะข้อมูลด้วยเครื่อง GPR ที่ความถี่ 400 MHz Transect 2

จากตัวอย่างข้อมูลการสำรวจด้วยเครื่อง GPR ทำให้สามารถมองเห็นถึงโครงสร้างภายใน และแนวโน้มการเรียงตัวของตะกอนภายใต้พื้นดินได้อย่างชัดเจนทำให้ง่ายต่อการเลือกจุดเพื่อ

ขุดเก็บตัวอย่างตะกอนด้วย Auger เพื่อนำมาศึกษาการคัดขนาดของตะกอนที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงสภาพแวดล้อมขณะที่ตะกอนชุดนั้นกำลังสะสมตัวได้อีกด้วย และจากตัวอย่างข้อมูลทำให้ทราบได้ว่าสัญญาณที่ความถี่ 200 MHz สามารถทะลุทะลวงลงไปได้ลึกกว่า 400 MHz แต่จะมีความละเอียดของข้อมูลที่น้อยกว่า

3.4 การเก็บตัวอย่างตะกอนด้วย Hand Auger

Hand Auger เป็นอุปกรณ์สำหรับการขุดหลุมเพื่อทำการเก็บตัวอย่างตะกอนที่ต้องการศึกษา โดยจะทำการเก็บเป็นชั้นๆ ขึ้นอยู่กับความละเอียดที่ผู้ใช้ต้องการ ซึ่งในการวิจัยนี้จะทำการเลือกจุดที่จะทำการขุดเก็บตัวอย่าง โดยอ้างอิงข้อมูลที่ได้จากเครื่อง GPR เป็นหลักโดยจะเลือกจากการดูแนวโน้มของการวางตัวของชั้นตะกอน โดยจะทำการเปรียบเทียบลักษณะของสัญญาณ GPR ที่ได้จากการสำรวจ กับลักษณะสัญญาณที่ได้จากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบริเวณใกล้เคียงกัน เพื่อให้เห็นถึงความเหมือน หรือความแตกต่างเพื่อให้สามารถเลือกจุดที่จะขุดเก็บตัวอย่างได้แม่นยำ โดยจากการเปรียบเทียบแล้ว ผู้ศึกษาได้ทำการเลือกเก็บตัวอย่างเป็นช่วงละ 20 เซนติเมตร เป็นความประมาณ 3 เมตร ทั้งหมด 6 จุดคือ

แนวที่ 1 ที่ระยะ 20, 40, 60 เมตร

แนวที่ 2 ที่ระยะ 20, 50, 70 เมตร

โดยในงานวิจัยนี้ผู้ศึกษาได้ทำการวัดค่า Water content ของตัวอย่างโดยเครื่อง Procheck ซึ่งจะได้ค่าออกมาเป็น Volumetric water content เพื่อศึกษาค่า Water content ว่ามีความสัมพันธ์กับลักษณะของตะกอนในชั้นนั้นๆ และความสอดคล้องกับผลจากเครื่อง GPR

3.4.1 เครื่องมือ Hand Auger

เครื่อง Hand Auger มีส่วนประกอบดังนี้

1. หัวเจาะเก็บตัวอย่าง
 - 1.1 หัวเจาะแบบเก็บตัวอย่างทั่วไป
 - 1.2 หัวเจาะแบบ Gauge ใช้สำหรับตัวอย่างที่อยู่ในระดับลึก
2. ก้านต่อความยาว ยาวก้านละ 1.5 เมตร
3. ด้ามจับสำหรับการขุด

3.4.2 วิธีเก็บตัวอย่าง

1. ทำการตั้งแท่นเครื่องมือ Auger ในแนวตั้งโดยให้หัวเจาะเก็บตัวอย่างที่มลงที่พื้น จับที่ด้ามจับแล้วหมุน จากนั้นหัวเจาะจะหมุนตามแล้วจะค่อยๆ ที่มลงไปในพื้นดิน
2. หมุนอุปกรณ์จนหัวเจาะลงถึงระดับที่ต้องการเก็บตัวอย่าง หรือจนกว่าตัวอย่างเต็มหัวเจาะ (ขั้นตอนนี้ขึ้นอยู่กับผู้ใช้ว่าต้องการความละเอียดที่ระยะทุกกี่เซนติเมตร)
3. เมื่อได้ระยะที่ต้องการเก็บตัวอย่างแล้ว ให้ทำการดึง Auger ขึ้นอย่างช้าๆ เพื่อกันตัวอย่างสูญหาย และการพังทลายของหลุม
4. เมื่อนำตัวอย่างขึ้นมาแล้ว ทำการวัดค่า Water content และทำการวางตัวอย่างตะกอนบนผ้าหรือเสื่อตามความลึกที่ทำการวัดไว้บนที่ปักตะกอน
5. เมื่อทำการชั่งจนได้ความลึกที่ต้องการครบแล้ว จะทำการเก็บตะกอนใส่ในถุงใสเพื่อนำไปทำการทดลองต่อไป



รูปที่ 3.10 แสดงขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง และข้อมูลค่า water content



รูปที่ 3.11 แสดงขั้นตอนการเก็บตัวอย่างตะกอนในแต่ละช่วงความลึก

3.5 การแปลผลข้อมูล

การแปลผลข้อมูลจะทำการแปลผลโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจด้วย GPR และ การหาขนาดของตะกอน(Grain size analysis) ของตัวอย่างที่เก็บมา โดยจะทำการหาขนาดของตะกอนของทุกตัวอย่างในหลุมที่ 3 ของแนวการที่ 2 เพื่อนำมาดูความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะตะกอนกับผลที่ได้จาก GPR และค่า Water content เพื่อนำไปเลือกตัวอย่างของหลุมอื่นๆ มาทำ Grain size analysis เพื่อคุณภาพรวมของลักษณะการสะสมของตะกอนชายฝั่งในบริเวณศึกษา

3.5.1 การหาความกระจายตัวของขนาดเม็ดตะกอน

การหาการคัดขนาดของตะกอน และการกระจายตัวของขนาดตะกอนสามารถทำได้โดยการนำตัวอย่างตะกอนมา Sieve โดยการนำตะกอนใส่ในตะแกรงที่มีความละเอียดต่างๆกัน จากนั้นนำไปวางบนเครื่องเขย่าตะแกรง (Sieve Shaker) โดยในงานวิจัยนี้ใช้เวลาในการเขย่า 10 นาที ที่ความแรง 1.5 mm/”g” จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างที่ในแต่ละชั้นตะแกรงนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักของตะกอนที่ความละเอียดนั้นๆ เทียบกับน้ำหนักตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการ Sieve โดยความละเอียดของตะแกรงที่นำมาทำการหาการคัดขนาดของตะกอนมีดังนี้

Mesh No.	Fineness		
	Inches	Microns	Millimeters
5	0.157	4000	4
10	0.787	2000	2
18	0.0394	1000	1
35	0.0197	500	0.5
60	0.0098	250	0.25
120	0.0049	125	0.125
230	0.0024	63	0.0063

ตารางที่ 3.1 แสดงความละเอียดของตะแกรงแต่ละชั้น

เมื่อได้น้ำหนักของตะกอนที่ทุกๆความละเอียดในหน่วยเปอร์เซ็นต์แล้ว จะนำมาทำการคำนวณหาค่ากลาง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าอื่นเพื่อดูการกระจายตัวของตะกอนในตัวอย่างนั้นๆ โดยจะนำค่ากลาง (Mean) มาเทียบกับตาราง Wentworth Size Classification เพื่อดูขนาดตะกอน

ของแต่ละตัวอย่าง และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่อดูการคัดขนาดของตัวอย่างตะกอน จากนั้นจะทำการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของน้ำหนักตะกอนเทียบกับค่าคงที่ความละเอียดของตะแกรง (Phi) เพื่อดูการกระจายตัวของขนาดตะกอนของตัวอย่างนั้นๆ ดังเช่นรูปแสดงด้านล่าง

Sample	Mean	Stan. Dev.	Skew	Kurtosis	mean	Stan. Dev.
0-10	2.253151419	0.611921489	-0.587961608	5.269042828	fine sand	moderately well sorted
10-30	2.312645029	0.484650141	-1.481658824	11.08841956	fine sand	well sorted
30-50	2.35215816	0.422299065	-1.204546502	8.062910295	fine sand	well sorted
50-70	2.290596705	0.450826957	-0.924312928	4.301084793	fine sand	well sorted
70-90	2.066639399	0.543806082	-0.279728731	3.100394013	fine sand	moderately well sorted
90-110	2.09407232	0.568526938	-1.019956462	8.510656151	fine sand	moderately well sorted
110-130	1.922954543	0.550971057	-0.303384393	6.696954752	medium sand	moderately well sorted
130-150	1.971044734	0.53008971	0.149439666	2.973092786	medium sand	moderately well sorted
150-170	2.197652841	0.570563681	0.01906141	3.317333353	fine sand	moderately well sorted
170-190	2.267954666	0.534661724	-0.194059446	3.725093004	fine sand	moderately well sorted
190-210	2.176924311	0.60173984	-0.434346258	3.952960652	fine sand	moderately well sorted
210-230	2.127184398	0.604479022	-0.237126915	3.747841921	fine sand	moderately well sorted
230-250	2.294568563	0.613702034	-0.042709894	3.932354549	fine sand	moderately well sorted
250-270	2.286884754	0.665826947	-0.115669015	3.975802306	fine sand	moderately well sorted
270-290	2.388749028	0.625559135	-0.074979527	4.399883121	fine sand	moderately well sorted
<0.35 Φ	very well sorted		1.0-0.3		very fine-skewed	
0.35-0.50 Φ	well sorted		0.3-0.1		fine-skewed	
0.50-0.71 Φ	moderately well sorted		0.1-(-0.1)		near-symmetrical	
0.71-1.0 Φ	moderately sorted		(-0.1) to (-0.3)		coarse-skewed	
1.0-2.0 Φ	poorly sorted		(-0.3) to (-1.0)		very coarse-skewed	
2.0-4.0 Φ	very poorly sorted					
>4.0 Φ	extremely poorly sorted					

รูปที่ 3.12 แสดงตารางวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของตัวอย่างตะกอน

Deep	น้ำหนักตัวอย่าง (g)	Mesh 5 (g)	Mesh 10 (g)	Mesh 18 (g)	Mesh 35 (g)	Mesh 60 (g)	Mesh 120 (g)	Mesh 230 (g)	Mesh Pan (g)	total weight (g)
0-10	200	0.004	0.11	0.68	2.6	54.48	129.12	11.93	0.51	199.434
10-30	200	0.082	0.094	0.273	0.649	39.431	153.879	4.348	0.342	199.098
30-50	200	0.003	0.039	0.107	0.304	32.342	162.835	3.292	0.345	199.267
50-70	200	0	0.013	0.053	0.215	44.281	151.899	2.848	0.153	199.462
70-90	200	0.005	0.049	0.064	2	84.127	111.098	1.643	0.273	199.259
90-110	200	0.246	0.111	0.122	1.874	77.59	117.283	1.758	0.352	199.336
110-130	200	0.216	0.028	0.058	1.706	112.139	84.322	1.25	0.163	199.882
130-150	200	0.027	0.025	0.044	0.641	105.728	91.526	1.423	0.187	199.601
150-170	200	0	0.036	0.042	0.507	69.109	120.057	9.17	0.469	199.39
170-190	200	0	0.013	0.042	0.474	54.784	135.145	8.659	0.469	199.586
190-210	200	0	0.042	0.205	4.362	63.57	122.97	7.837	0.41	199.396
210-230	200	0	0.035	0.222	3.996	73.14	114.791	6.487	0.583	199.254
230-250	200	0	0.029	0.105	1.817	54.76	125.536	15.864	1.026	199.137
250-270	200	0.034	0.019	0.193	3.162	57.768	117.288	20.331	1.003	199.798
270-290	200	0	0.021	0.164	2.069	42.305	131.647	21.563	1.636	199.405

รูปที่ 3.13 แสดงตารางน้ำหนักตะกอนในแต่ละชั้นตะแกรง Sieve

Class interval (phi)	m Midpoint (phi)	f Weight (%)	fm Product	Mean \bar{x} (1st moment)	m- \bar{x} Deviation	(m- \bar{x}) ² Deviation squared	f(m- \bar{x}) ² Product	(m- \bar{x}) ³ Deviation cubed	f(m- \bar{x}) ³ Product	(m- \bar{x}) ⁴ Deviation quadrupled	f(m- \bar{x}) ⁴ Product
-3 - -2	-2.5	0.002006	-0.00501419	2.253151419	-4.7531514	22.592448	0.0453131	-107.38533	-0.2153802	510.41873	1.0237346
-2 - -1	-1.5	0.055156	-0.082734138	2.253151419	-3.7531514	14.086146	0.7769367	-52.867437	-2.9159612	198.4195	10.944044
-1 - 0	-0.5	0.340965	-0.170482466	2.253151419	-2.7531514	7.5798427	2.5844606	-20.868455	-7.1154112	57.454016	19.589805
0 - 1	0.5	1.303689	0.651844721	2.253151419	-1.7531514	3.0735399	4.0069415	-5.3883808	-7.0247752	9.4466475	12.315495
1 - 2	1.5	27.31731	40.97596197	2.253151419	-0.7531514	0.5672371	15.495389	-0.4272154	-11.670375	0.3217579	8.7895591
2 - 3	2.5	64.74322	161.8580583	2.253151419	0.2468486	0.0609342	3.945078	0.0150415	0.9738369	0.003713	0.2403903
3 - 4	3.5	5.981929	20.93675101	2.253151419	1.2468486	1.5546314	9.2996943	1.9383899	11.595311	2.4168787	14.457597
pan	4.5	0.255724	1.150756641	2.253151419	2.2468486	5.0483285	1.2909772	11.34283	2.9006304	25.485621	6.5172773
Total		100	225.3151418				37.44479		-13.4721		73.8779

รูปที่ 3.14 แสดงตารางการคำนวณหาค่ากลาง และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างตะกอน

บทที่ 4

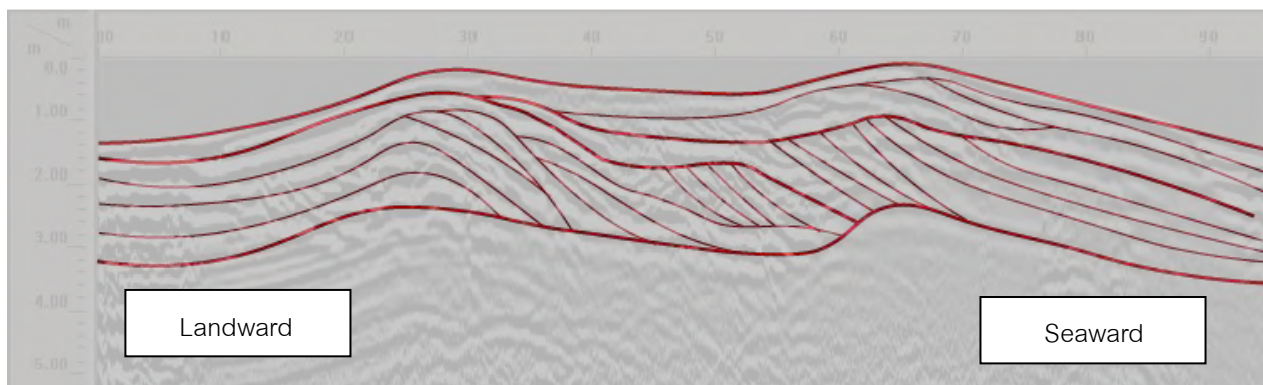
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ธรณีสัณฐานวิทยาของพื้นที่

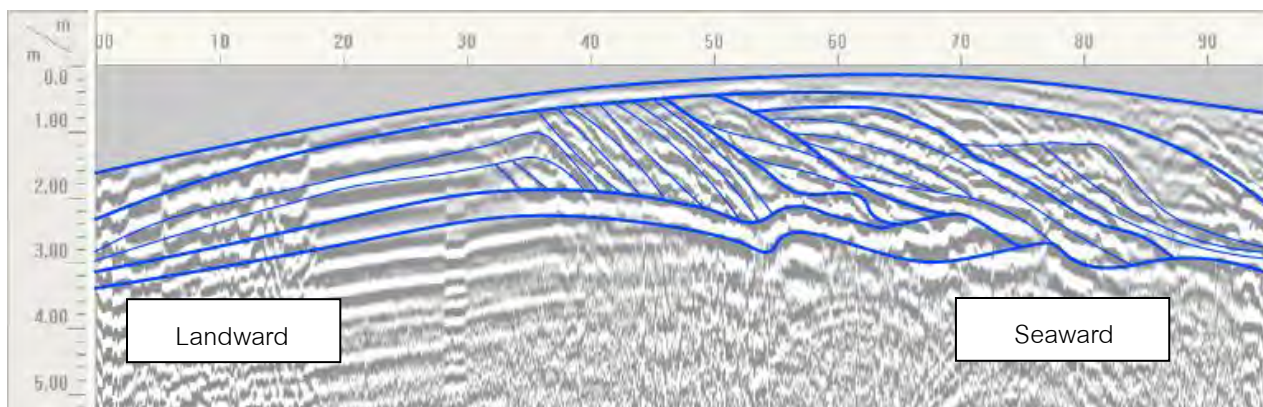
จากการลงสำรวจพื้นที่จริง และจากการแปลภาพถ่ายดาวเทียมพบว่าบริเวณพื้นที่ศึกษามีสภาพแวดล้อมการสะสมตัวของตะกอนเป็นแบบทะเลชายฝั่ง (Coastal Environment) เนื่องจากพบสันฐานชายฝั่งที่เป็นแอ่ง (Swale) และสันทราย (Beach ridge) สลับกันตามการสะสมตัวของตะกอนชายฝั่งทั่วไป

4.2 ผลการแปลสัญญาณ Ground Penetrating Radar

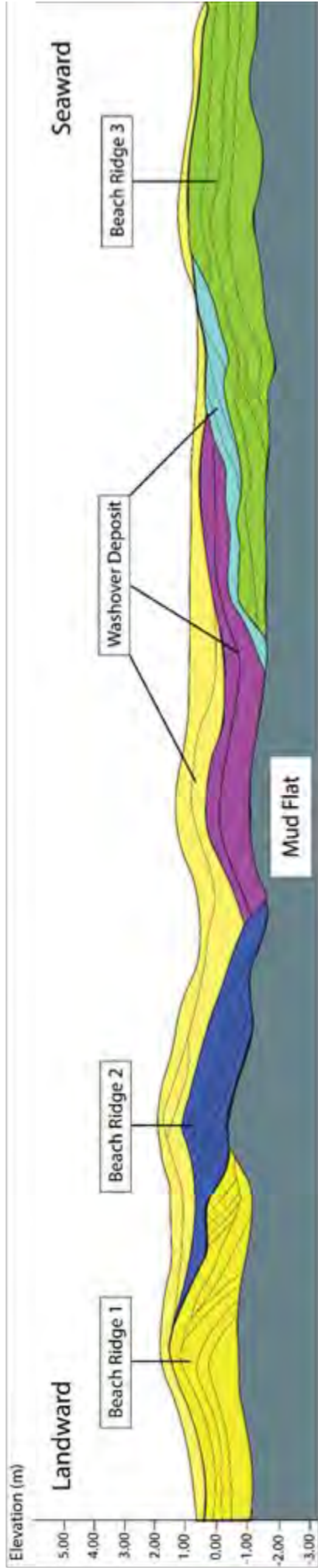
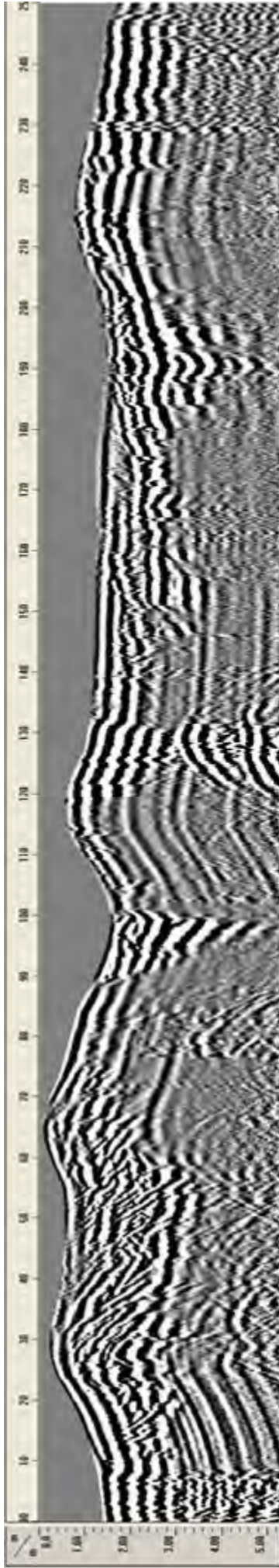
จากการเก็บข้อมูลและทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการแปลสัญญาณ GPR จากการแปลความหมายสัญญาณ GPR โดยพิจารณาจากความต่อเนื่องของสัญญาณ พบว่าในพื้นที่ศึกษามีทั้งลักษณะสัญญาณที่มีทิศทางเอียงเทจากฝั่งเข้าสู่ทะเลที่ซึ่งบ่งบอกทิศทางการสะสมตัวของตะกอนจากฝั่งเข้าสู่ทะเล (Progradation Deposit) โดยสะสมตัวในช่วงของการลดระดับของน้ำทะเลโบราณปลายยุค Holocene โดยอ้างอิงจากการหาอายุของตะกอนสันทรายบริเวณใกล้เคียง (Kongsen 2016, Personal communication) และพบลักษณะสัญญาณที่มีทิศทางเอียงเทจากทะเลเข้าสู่ชายฝั่งซึ่งบ่งบอกถึงลักษณะการสะสมตัวของตะกอนในสภาพแวดล้อมที่ไม่ปกติเช่นการสะสมตัวในช่วงลมพายุมรสุม หรือสึนามิ แต่จากผลที่ได้จากการหาการกระจายของขนาดเม็ดตะกอนพบว่าตะกอนบริเวณนี้มีขนาดเพียงตะกอนทรายเนื้อละเอียดถึงปานกลาง (Medium to Fine Sand) เท่านั้น จึงสรุปได้ว่าการสะสมลักษณะนี้เกิดจากการสะสมตัวในสภาพแวดล้อมที่ไม่ปกติจากอิทธิพลของลมมรสุม (Monsoon) เท่านั้น โดยผลการแปลสัญญาณ GPR จะแสดงดังรูปภาพ



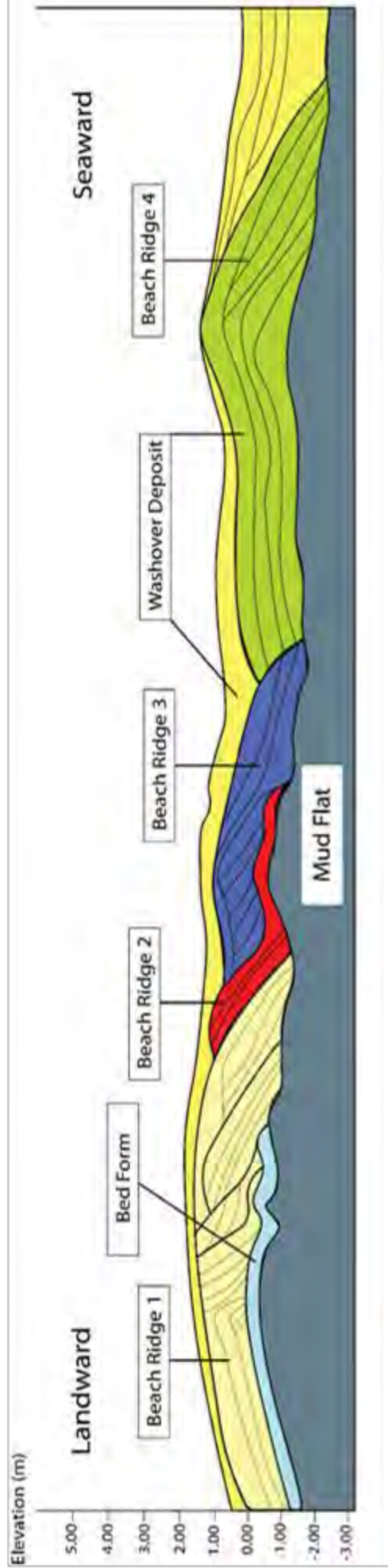
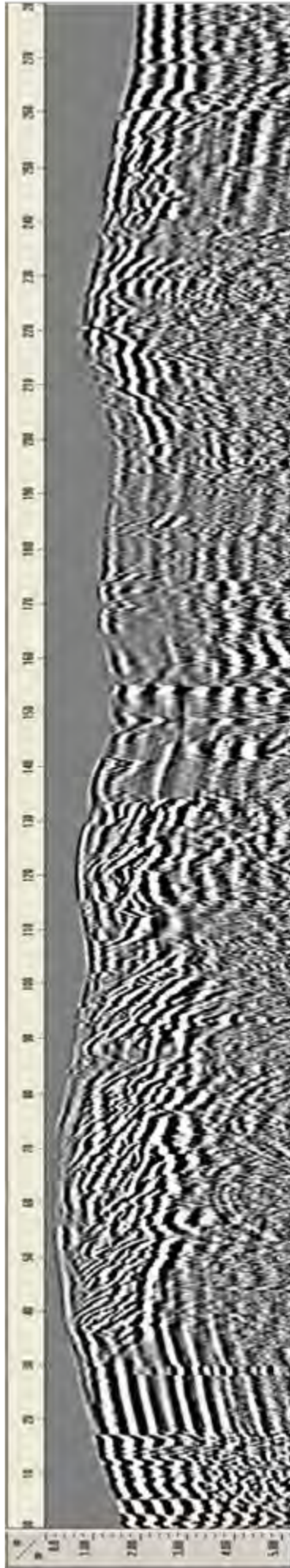
รูปที่ 4.1 แสดงการแปลความหมายของสัญญาณ GPR Transect ที่ 1 ความถี่ 200 MHz ในระยะที่ทำการขุดเจาะ



รูปที่ 4.2 แสดงการแปลความหมายของสัญญาณ GPR Transect ที่ 2 ความถี่ 200 MHz ในระยะที่ทำการขุดเจาะ



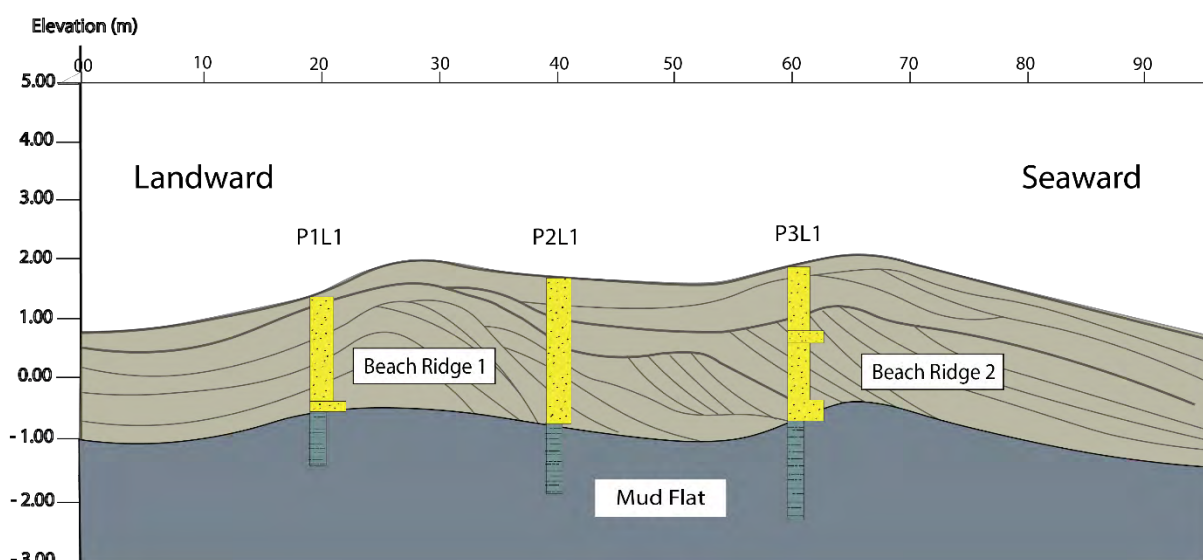
รูปที่ 4.3 แสดงผลการแปลความหมายข้อมูลจาก GPR Transect 1 : 200 MHz ตลอดแนวการตกทับถมระยะ 250



รูปที่ 4.4 แสดงการแปลความหมายข้อมูล GPR Transect 2 : 200 MHz ความยาวการกลบฝังระยะ 280 เมตร

4.3 การกระจายตัวของขนาดเม็ดตะกอน (Mean Grain Size Distribution)

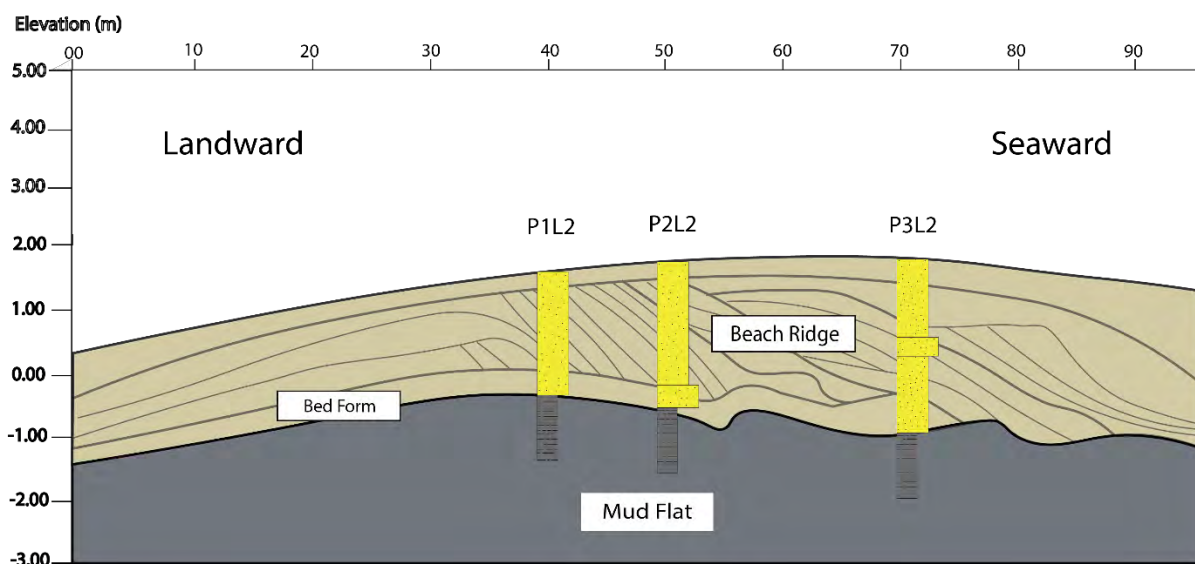
จากข้อมูลการแปลความหมายสัญญาณ GPR ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาจุดที่จะทำการขุดหลุมเก็บตัวอย่างตะกอนด้วยเครื่องมือ Hand Auger และนำตัวอย่างตะกอนมาทำการหาการกระจายตัวของขนาดเม็ดตะกอน (Mean Grain Size Distribution) ด้วยวิธีการ Sieve analysis ผลจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีดังกล่าวพบว่าการกระจายตัวของขนาดเม็ดตะกอนของหลุมเจาะทั้ง 6 หลุม มีขนาดตั้งแต่ตะกอนทรายเนื้อละเอียดถึงปานกลาง (Medium to Fine sand) ซึ่งเป็นขนาดตะกอนทั่วไปของการสะสมตัวในสภาพแวดล้อมชายฝั่ง (Coastal Environment) ต่างจากตะกอนที่มาสะสมตัวโดยอิทธิพลจากลมพัดพา (Aeolians sand) ที่จะเป็นตะกอนทรายที่เนื้อละเอียดกว่า (Very fine sand) โดยการกระจายตัวของขนาดเม็ดตะกอนในแต่ละหลุมเจาะแสดงดังรูป



รูปที่ 4.5 แสดงข้อมูลการกระจายตัวของขนาดเม็ดตะกอนที่ได้จากหลุมเจาะบนแนวลากที่ 1

จะเห็นว่าข้อมูลที่ได้จากทั้ง 3 หลุมเจาะในแนวการลาก GPR แนวที่ 1 จะมีขนาดตะกอนตั้งแต่ตะกอนทรายเนื้อละเอียดไปจนถึงปานกลางโดยในหลุมเจาะที่ P1L1 ที่ทำเจาะที่จุดที่มีการสะสมตัวของตะกอนสันทรายกลุ่มที่ 1 จะประกอบไปด้วยตะกอนทรายเนื้อละเอียดหนาประมาณ 180 เซนติเมตร และตะกอนทรายขนาดปานกลางประมาณ 20 เซนติเมตรต่อจากนั้นลงไปจะเป็นชั้นตะกอนโคลน (Mud Flat) บริเวณด้านล่างที่ความลึกประมาณ 2 เมตรจากระดับน้ำทะเลขึ้นลงปานกลาง ในหลุมเจาะ P2L1 พบตะกอนทรายเนื้อละเอียดสะสมตัวยาวตลอดความลึก 250 เซนติเมตรของหลุมเจาะ และในหลุมเจาะที่ P3L1 พบตะกอนทรายเนื้อละเอียดหนา 80 เซนติเมตร สลับกับตะกอนทรายขนาดปานกลางหนา 20 เซนติเมตร ต่อด้วยตะกอนทรายเนื้อละเอียดสลับกับตะกอนทรายขนาดปานกลางหนา 100 และ 40 เซนติเมตรตามลำดับ โดยที่ความลึกในช่วง 60-80 และ

120-140 เซนติเมตรของหลุมเจาะพบว่าสีของตะกอนทรายเปลี่ยนเป็นสีส้มเนื่องจากกระบวนการ Oxidation กับน้ำใต้ดิน และช่วงความลึกตั้งแต่ 160 เซนติเมตรของหลุมเจาะลงไปจะเป็นตะกอนทรายที่มี Organic Matter และตะกอนโคลนปะปนอยู่ด้วยและจะมากขึ้นไปตามความลึกซึ่งบ่งบอกความลึกใกล้กับระดับชั้นโคลน (Mud flat) ด้านล่างและที่ความลึกระดับนี้จะพบซากของเปลือกหอย (Shell fragment) สะสมตัวอยู่ในชั้นตะกอน

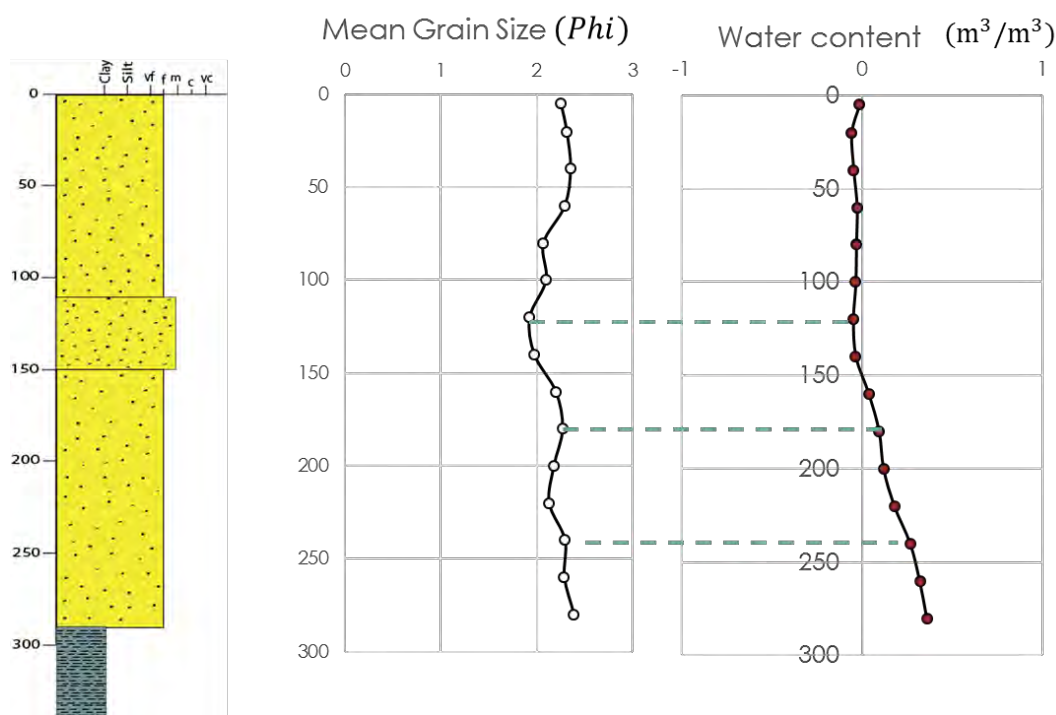


รูปที่ 4.6 แสดงข้อมูลการกระจายตัวของขนาดเม็ดตะกอนที่ได้จากหลุมเจาะบนแนวลากที่ 2

ในรูปที่ จะเห็นว่าข้อมูลที่ได้จากทั้ง 3 หลุมเจาะในแนวการลาก GPR แนวที่ 2 ในหลุมเจาะ P1L2 จะพบเป็นตะกอนทรายเนื้อละเอียดตลอดความลึกของหลุมหนาประมาณ 240 เซนติเมตร โดยที่ความลึกที่ 140-160 เซนติเมตรของหลุมเจาะ จะพบ Shell fragment และในช่วง 160 เซนติเมตรของหลุมเจาะลึกลงไปจะพบ Organic matter และตะกอนโคลนสะสมปะปนกับตะกอนทรายและจะมีมากขึ้นไปตามความลึกจนกลายเป็นตะกอนโคลนทั้งหมด (Mud flat) ที่ความลึก 240 เซนติเมตรเทียบเท่ากับระดับน้ำทะเลขึ้นลงปานกลาง หลุมเจาะ P2L2 พบทั้งตะกอนทรายเนื้อละเอียดและปานกลาง มีความหนาประมาณ 210 และ 40 เซนติเมตรตามลำดับ นอกจากนี้ในช่วงความลึก 130-150 เซนติเมตรของหลุมเจาะพบ Organic matter และหลักฐานการเกิด Oxidation ในช่วงความลึก 170-190 เซนติเมตรของหลุมเจาะพบ Organic matter และ Shell fragment หลุมเจาะ P3L2 พบทั้งตะกอนทรายเนื้อละเอียดและปานกลาง โดยตะกอนทรายเนื้อละเอียดหนาประมาณ 120 ทั้ง 2 ช่วง และตะกอนทรายขนาดปานกลางหนาประมาณ 40 เซนติเมตรโดยมีการสลับชั้นกัน ดังรูป และในช่วงความลึก 170-210 เซนติเมตรของหลุมเจาะจะพบหลักฐานการเกิด Oxidation ที่เป็นผลมาจากน้ำใต้ดิน นอกจากนี้ช่วงความลึก 250-290 เซนติเมตรของหลุมเจาะพบตะกอนทรายที่มี Organic Matter สะสมปะปนกันอยู่ด้วย

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Water content และการเปลี่ยนแปลง สมบัติทางกายภาพของตะกอน

จากการทำการศึกษาตามจุดประสงค์ดังกล่าวโดยการวัดค่า Volumetric Water content จากตัวอย่างตะกอนที่ได้จากการขุดหลุมเจาะ และทำการเปรียบเทียบเพื่อหาความสัมพันธ์ พบว่าค่าของตัวแปรทั้ง 2 มีความสัมพันธ์ในด้านการเปลี่ยนแปลง โดยเมื่อค่า Water content เปลี่ยนแปลงไป สมบัติทางกายภาพก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังรูปแสดงด้านล่าง



รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Water content และการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของตะกอนตามความลึกของหลุมเจาะ P3L2

บทที่ 5

อภิปรายผลการศึกษา

ลักษณะธรณีสัณฐานของพื้นที่ศึกษาเป็นลักษณะชายของการสะสมตัวของตะกอนในสภาพแวดล้อมแบบชายฝั่ง (Coastal Environment) โดยสรุปได้จากการศึกษาและการแปลภาพถ่ายดาวเทียม การลงพื้นที่สำรวจจริงและการทำ Topographic elevation ของลักษณะสัญญาณ GPR ด้วยโปรแกรม DARAN พบว่า โครงสร้างธรณีสัณฐานที่พบคือ สัณฐานที่เป็นสันทราย และแอ่งตะกอน (Beach ridge and Swale) รวมไปถึงการพบซากของส่วนเปลือกหรือกระดูกของสัตว์ทะเลจำพวกหอย และจากการแปลความหมายลักษณะสัญญาณที่ได้จากการสำรวจด้วยวิธี GPR พบว่าในพื้นที่ศึกษามีทั้งลักษณะสัญญาณที่มีทิศทางเอียงเทจากฝั่งเข้าสู่ทะเลที่ซึ่งบ่งบอกทิศทางการสะสมตัวของตะกอนจากฝั่งเข้าสู่ทะเล (Progradation Deposit) โดยสะสมตัวในช่วงของการลดระดับของน้ำทะเลโบราณปลายยุค Holocene และพบลักษณะสัญญาณที่มีทิศทางเอียงเทจากทะเลเข้าสู่ชายฝั่งซึ่งบ่งบอกถึงลักษณะการสะสมตัวของตะกอนในสภาพแวดล้อมที่ไม่ปกติเช่นการสะสมตัวในช่วงลมพายุมรสุม หรือสึนามิแต่จากผลที่ได้จากการหาการกระจายของขนาดเม็ดตะกอนพบว่าตะกอนบริเวณมีขนาดเพียงตะกอนทรายเนื้อละเอียดถึงปานกลาง (Medium to Fine Sand) เท่านั้น จึงสรุปได้ว่าการสะสมลักษณะนี้เกิดจากการสะสมตัวในสภาพแวดล้อมที่ไม่ปกติจากอิทธิพลของลมมรสุม (Monsoon) เท่านั้น ซึ่งจากการตั้งจุดประสงค์เบื้องต้นคาดว่าจะค้นพบตะกอนพายุที่สะสมตัวปิดทับอยู่ด้านบนตะกอนชุดเก่า แต่เนื่องด้วยตะกอนในพื้นที่ศึกษา มีความใกล้เคียงกันมากจนเครื่องมือ GPR ไม่สามารถแยกลักษณะสัญญาณได้ และช่วงในการจุดหลุมเจาะเก็บตัวอย่างทุก 20 เซนติเมตร เป็นช่วงที่กว้างเกินไปที่จะเจอตะกอนประเภทนี้ ในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Water content และการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของตะกอนพบว่าค่าของตัวแปรทั้ง 2 มีความสัมพันธ์ในด้านการเปลี่ยนแปลง โดยเมื่อค่า Water content เปลี่ยนแปลงไป สมบัติทางกายภาพก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งในหัวข้อนี้จำเป็นต้องมีการศึกษาเบื้องต้นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

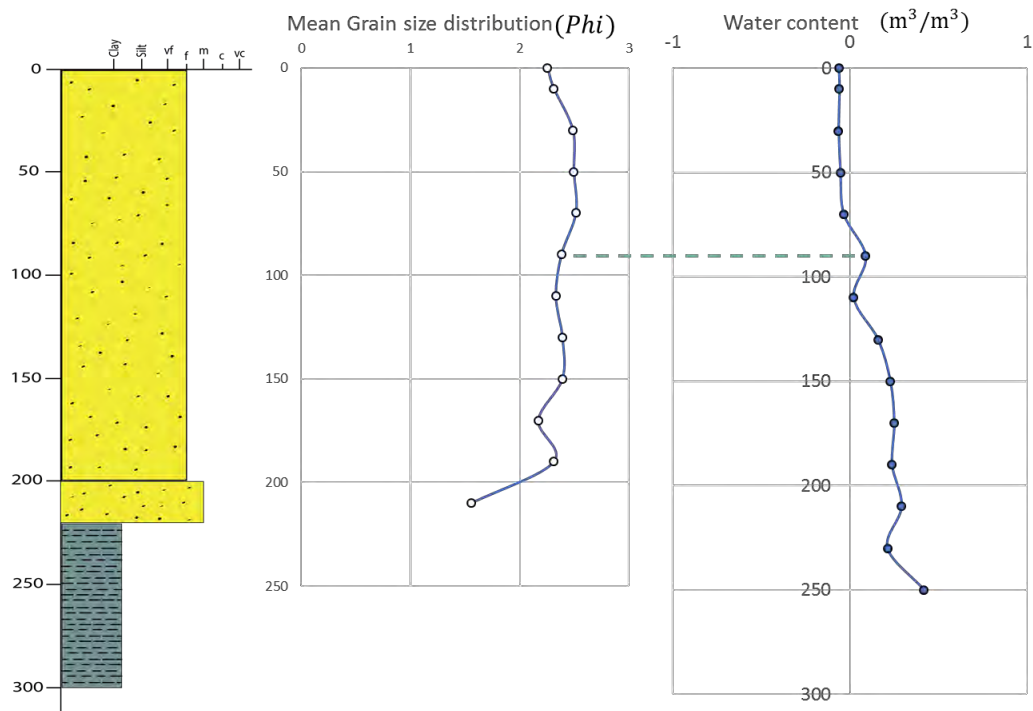
- Ervin G. Otvos, Beach ridges — definitions and significance, Gulf Coast Research Laboratory and USM Department of Coastal Sciences, Ocean Springs, MS 39566-7000 USA, 1999.
- Harry Williams, Montri Choowong and others. — Geologic records of Holocene typhoon strikes on the Gulf of Thailand coast, University of North Texas, United States, Chulalongkorn University, Thailand, 2015.
- P. Nimnate¹, M. Choowong, T. Thitimakorn¹ and K. Hisada — Imaging and locating paleo-channels using ERT and GPR from meandering system of the Mun River, Khorat Plateau, Northeastern Thailand, MESA Research Unit, Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand, Earth Evolution Sciences, Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Ibaraki, Japan, 2015.
- Reynolds, J. M. — An introduction to applied and environmental geophysics, Wiley-Blackwell, Oxford, UK, 1997.
- M. Choowong, et al.— Holocene Biostratigraphical Records in Coastal Deposits from Sam Roi Yod National Park, Prachuap Khiri Khan, Western Thailand, Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, THAILAND, Graduate School of Geosciences, University of Tsukuba, 305-8571, Ibaraki, JAPAN³ Graduate School, NRC-EHWM, Chulalongkorn University, Bangkok, 10330, THAILAND, 2004.
- T. Tamura, — Beach ridges and prograded beach deposits as palaeoenvironment records, Geological Survey of Japan, AIST, Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan, 2012.
- S. Phantuwongraj, M. Choowong, et al. — Coastal geomorphic conditions and styles of storm surge washover deposits from Southern Thailand, Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand, 2013.
- S. kongsen, — Analysis of ancient storm deposit in Changwat Prachuap khiri khan, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, THAILAND, 2016

ภาคผนวก

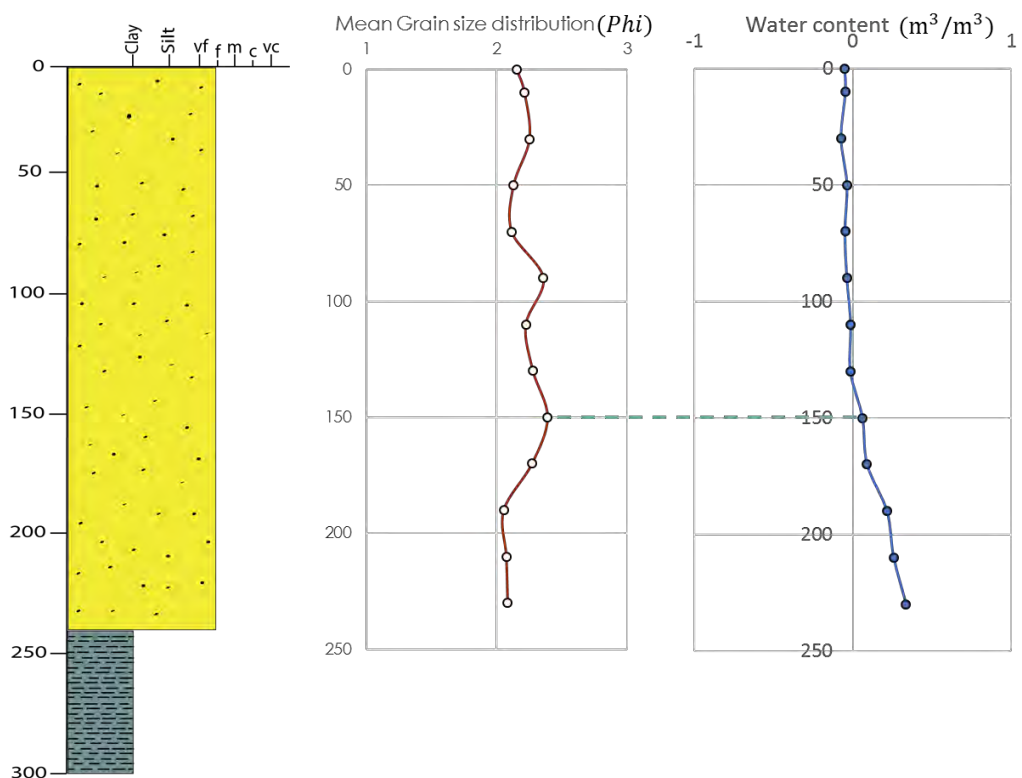
Wentworth Size Classification

Tyler sieve numbers	U.S. Standard sieve series					Wentworth size classification		
	Sieve No.	Openings						
		inches	mm	mm-fraction	microns		φ*	
Use wire squares in inches	-	10.079	256			-8	Boulder gravel	
		2.520	64			-6	Cobble gravel	
							Pebble gravel	
5	5	0.157	4			-2		
6	6	0.132	3.36				Granule gravel	
7	7	0.111	2.83					
8	8	0.0931	2.38					
9	10	0.0787	2.00			-1		
10	12	0.0661	1.68				Very coarse sand	
12	14	0.0555	1.41					
14	16	0.0469	1.19					
16	18	0.0394	1.00		1000	0		
20	20	0.0331	0.840		840		Coarse sand	
24	25	0.0280	0.710		710			
28	30	0.0232	0.590		590			
32	35	0.0197	0.500	1/2	500	1		
35	40	0.0165	0.420		420		Medium sand	
42	45	0.0138	0.350		350			
48	50	0.0117	0.297		300			
60	60	0.0098	0.250	1/4	250	2		
65	70	0.0083	0.210		210		Fine sand	
80	80	0.0070	0.177		177			
100	100	0.0059	0.149		149			
115	120	0.0049	0.125	1/8	125	3		
150	140	0.0041	0.105		105		Very fine sand	
170	170	0.0035	0.088		88			
200	200	0.0029	0.074		74			
250	230	0.0024	0.0625	1/16	62.5	4		
270	270	0.0021	0.053		53		Silt	
375	325	0.0017	0.044		44			
400	400	0.0015	0.037		37			
			0.0313	1/32	31.3	5		
			0.0156	1/64	15.6	6		
			0.0078	1/128	7.8	7		
		0.0039	1/256		3.9	8		Clay

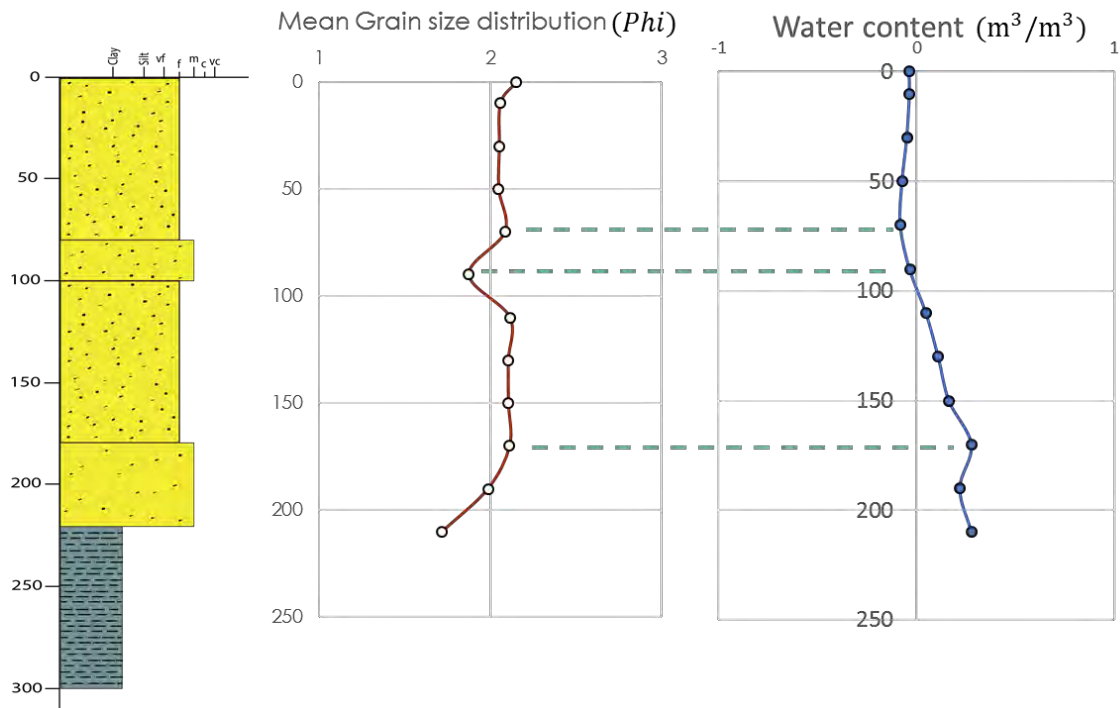
รูปที่ 6.1 แสดงตาราง Wenworth Size Classification



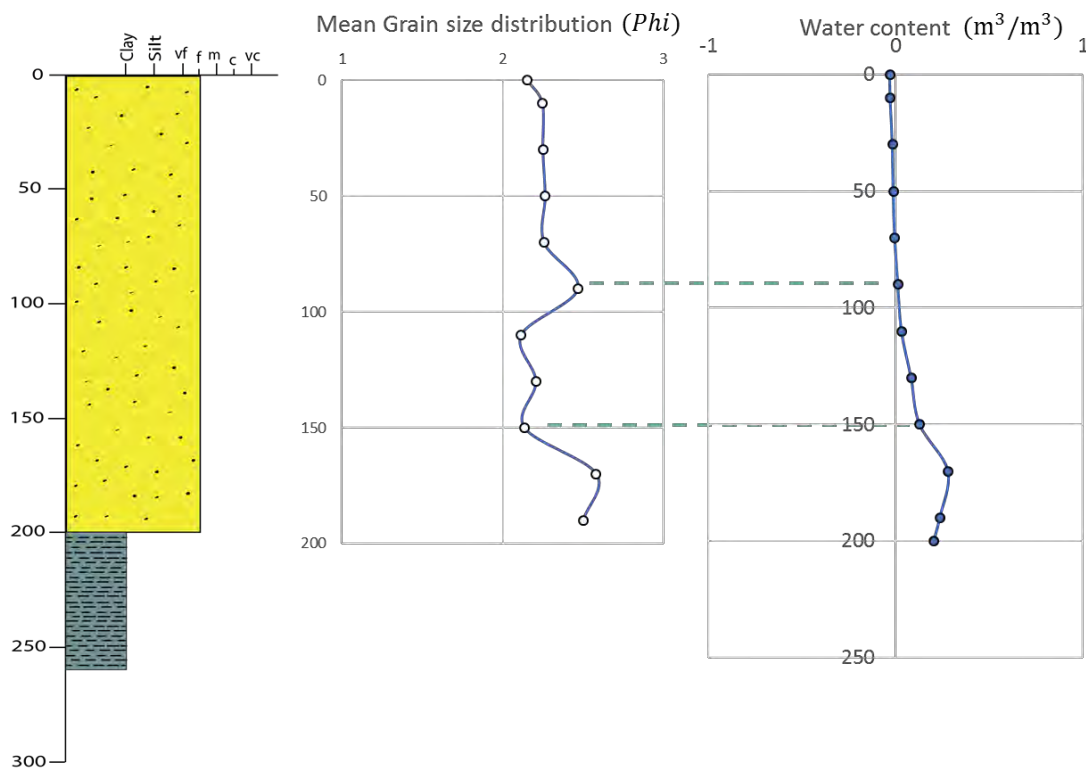
รูปที่ 6.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Water content และการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของตะกอนตามความลึกของหลุมเจาะ P1L1



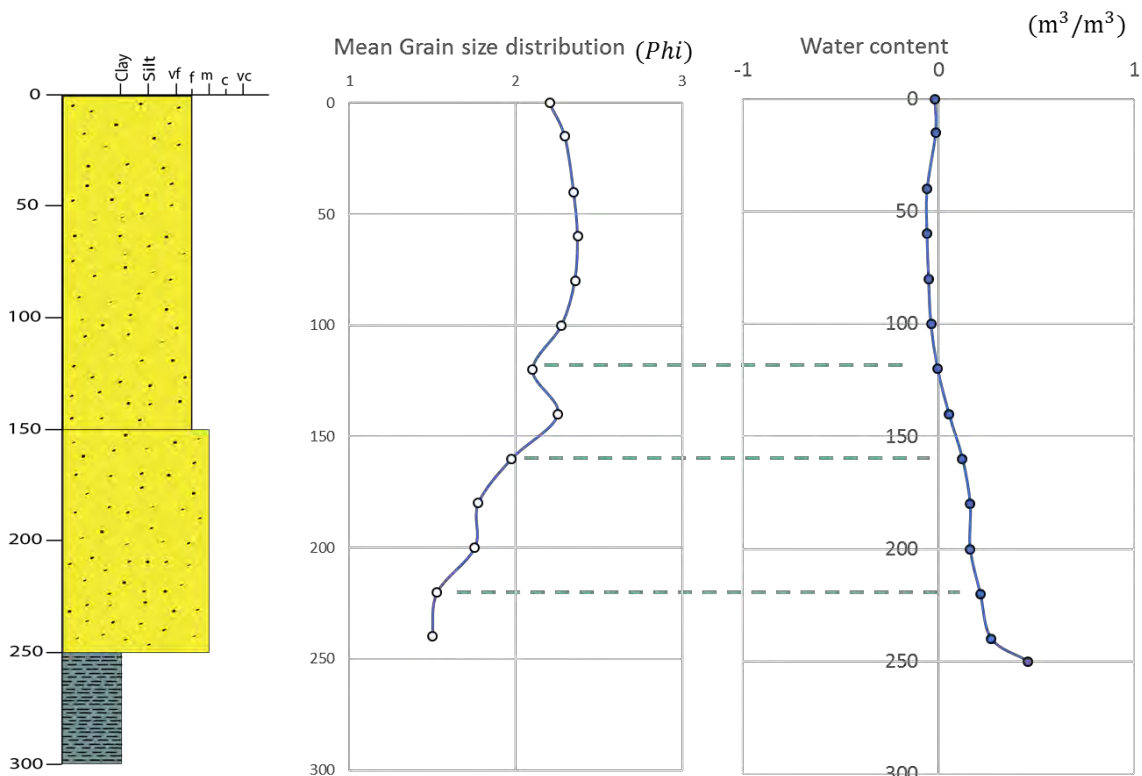
รูปที่ 6.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Water content และการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของตะกอนตามความลึกของหลุมเจาะ P2L1



รูปที่ 6.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Water content และการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของตะกอนตามความลึกของหลุมเจาะ P3L1



รูปที่ 6.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Water content และการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของตะกอนตามความลึกของหลุมเจาะ P1L2



รูปที่ 6.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Water content และการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของตะกอนตามความลึกของหลุมเจาะ P2L2

Sample	Mean	Stan. Dev.	Skew	Kurtosis	mean	Stan. Dev.
20-40	2.486062858	0.481793406	-0.314042126	9.219807548	fine sand	well sorted
40-60	2.495591845	0.438047477	-0.095912668	8.675067911	fine sand	well sorted
60-80	2.513512565	0.422384771	-0.310716598	11.87294593	fine sand	well sorted
80-100	2.381688612	0.616198436	-0.841544335	5.938449839	fine sand	moderately well sorted
120-140	2.390333939	0.694713414	-0.809229986	5.490352487	fine sand	moderately well sorted
160-180	2.169877874	0.83086642	-0.715364108	3.747697283	fine sand	moderately sorted
180-200	2.309919303	0.693309584	-0.934887592	5.21113138	fine sand	moderately well sorted
200-220	1.554010781	1.8724334	-1.369500449	3.561672892	medium sand	poorly sorted

รูปที่ 6.7 แสดงตารางวิเคราะห์ห้สมบัติทางกายภาพของตัวอย่างตะกอน หลุมเจาะ P1L1

Sample	Mean	Stan. Dev.	Skew	Kurtosis	mean	Stan. Dev.
40-60	2.129433626	0.611402044	-0.0253494	3.364734037	fine sand	moderately well sorted
80-100	2.358004348	0.532445905	-0.3099014	5.091655186	fine sand	moderately well sorted
120-140	2.278626605	0.593441313	-0.1143145	3.584225805	fine sand	moderately well sorted
160-180	2.169877874	0.83086642	-0.7153641	3.747697283	fine sand	moderately sorted
180-200	2.053548129	0.680010973	0.01255458	3.834194888	fine sand	moderately well sorted

รูปที่ 6.8 แสดงตารางวิเคราะห์ห้สมบัติทางกายภาพของตัวอย่างตะกอน หลุมเจาะ P2L1

Sample	Mean	Stan. Dev.	Skew	Kurtosis	mean	Stan. Dev.
40-60	2.048764115	0.637996659	-0.062483822	5.32113561	fine sand	moderately well sorted
80-100	1.873112987	0.715963056	-0.618326944	4.244553553	medium sand	moderately sorted
100-120	2.114240415	0.654039969	-1.609273591	9.969345914	fine sand	moderately well sorted
160-180	2.112482864	0.658143224	-1.028386398	5.91391273	fine sand	moderately well sorted
180-200	1.985605423	0.82968625	-0.907720627	4.9030845	medium sand	moderately sorted
200-220	1.718226334	0.963589968	-0.767700076	3.742387366	medium sand	moderately sorted

รูปที่ 6.9 แสดงตารางวิเคราะห์ห้สมบัติทางกายภาพของตัวอย่างตะกอน หลุมเจาะ P3L1

Sample	Mean	Stan. Dev.	Skew	Kurtosis	mean	Stan. Dev.
60-80	2.255558787	0.867272968	-2.52906	15.25569427	fine sand	moderately sorted
80-100	2.466507561	0.648171354	-0.11426	4.189593851	fine sand	moderately well sorted
120-140	2.205559124	0.610173069	-0.07868	3.920641131	fine sand	moderately well sorted
140-160	2.133829528	0.898618236	-0.92266	6.076756725	fine sand	moderately sorted
160-180	2.580379056	1.098835408	-1.67232	7.433787074	fine sand	poorly sorted

รูปที่ 6.10 แสดงตารางวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของตัวอย่างตะกอน หลุมเจาะ P1L2

Sample	Mean	Stan. Dev.	Skew	Kurtosis	mean	Stan. Dev.
50-70	2.371806425	0.552788249	-2.010642294	15.71461551	fine sand	moderately well sorted
110-130	2.101660646	0.622323893	0.298826648	2.909658312	fine sand	moderately well sorted
130-150	2.253808125	0.598534178	-0.414518369	4.516813074	fine sand	moderately well sorted
170-190	1.773674328	1.006547279	-0.27828454	2.545563521	medium sand	poorly sorted
210-230	1.52598341	1.141561281	-0.074772129	2.826874425	medium sand	poorly sorted
230-250	1.496043248	1.118698487	0.092763427	2.530867349	medium sand	poorly sorted

รูปที่ 6.11 แสดงตารางวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของตัวอย่างตะกอน หลุมเจาะ P2L2

<0.35 Φ	very well sorted	1.0-0.3	very fine-skewed
0.35-0.50 Φ	well sorted	0.3-0.1	fine-skewed
0.50-0.71 Φ	moderately well sorted	0.1-(-0.1)	near-symmetrical
0.71-1.0 Φ	moderately sorted	(-0.1) to (-0.3)	coarse-skewed
1.0-2.0 Φ	poorly sorted	(-0.3) to (-1.0)	very coarse-skewed
2.0-4.0 Φ	very poorly sorted		
>4.0 Φ	extremely poorly sorted		

รูปที่ 6.12 แสดงตารางค่าเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของตะกอน

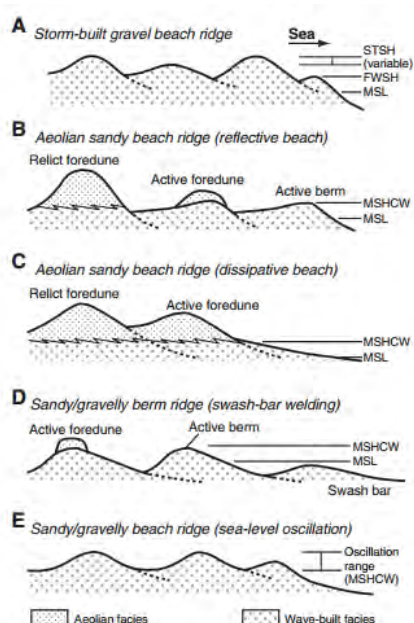


Fig. 2. Schematic illustration showing proposed processes of beach-ridge formation. MSL, mean sea level; FWSH, fairweather wave swash height; STSH, storm wave swash height; MSHCW, maximum swash height of constructive wave.

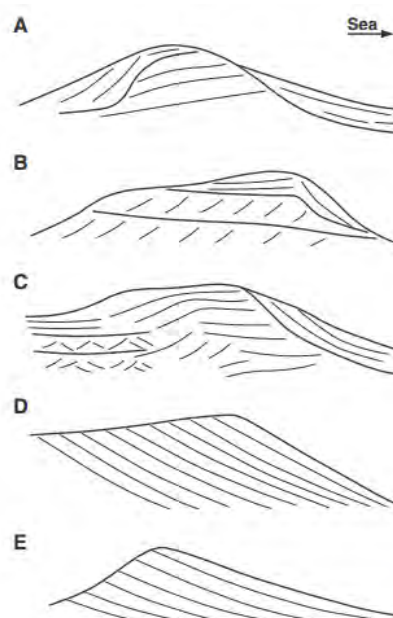


Fig. 3. Variations of internal sedimentary structure of beach ridges reported by (A) Psuty (1965), (B) Hine (1979), (C, D) Carter (1986), and (E) Tanner and Stapor (1971).

รูปที่ 6.13 แสดงโครงสร้างภายในของตะกอนสันทราย (Beach ridge) จากการแปลสัญญาณ GPR (Tamura, 2012)

