



โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

หลักฐานทางธรณีฐานวิทยาและตะกอนวิทยาของการ
เปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลสมัยโฮโลซีน บริเวณอำเภอบางสะพาน
จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

โดย

นายศุภวิชญ์ ขำเดช

เลขประจำตัวนิสิต 5832738023

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี
ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของโครงการทางวิชาการที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของโครงการทางวิชาการที่ส่งผ่านทางคณะที่สังกัด

The abstract and full text of senior projects in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the senior project authors' files submitted through the faculty.

หลักฐานทางธรณีฐานวิทยาและตะกอนวิทยาของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลสมัยโฮโลซีน
บริเวณอำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

นายศุภวิชญ์ ขำเดช

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2561

GEOMORPHOLOGICAL AND SEDIMENTOLOGICAL EVIDENCES OF HOLOCENE
SEA-LEVEL CHANGE AT BANGSAPHAN DISTRICT, PRACHUAP KHIRI KHAN PROVINCE

MR. SUPAVIT KHAMDECH

A Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Bachelor of Science Program in Geology
Department of Geology, Faculty of Science,
Chulalongkorn University
Academic Year 2018

หัวข้อโครงการ

หลักฐานทางธรณีสัมพันธ์ฐานวิทยาและตะกอนวิทยาของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลสมัยโฮโลซีน บริเวณอำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

โดย

นายศุภวิชญ์ ขำเดช

สาขาวิชา

ธรณีวิทยา

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก

อาจารย์ ดร.สุเมธ พันธุ์วงศ์ราช

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการร่วม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐานบ ธิติมากร

วันที่ส่ง..... 13/พ.ค./2562

วันที่อนุมัติ..... 13/พ.ค./2562



อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก

(อาจารย์ ดร.สุเมธ พันธุ์วงศ์ราช)



อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐานบ ธิติมากร)

Project Title GEOMORPHOLOGICAL AND SEDIMENTOLOGICAL EVIDENCES OF HOLOCENE
SEA-LEVEL CHANGE AT BANGSAPHAN DISTRICT, PRACHUAP KHIRI KHAN
PROVINCE

By Mr.Supavit Khamdech

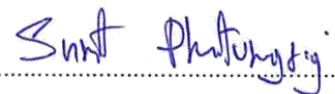
Field of Study Geology

Project Advisor Dr.Sumet Phantuwongraj

Co-Project Advisor Assistant Professor Dr.Thanop Thitimakorn

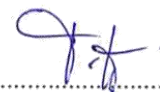
Submitted date..... 13/05/2019

Approval date..... 13/05/2019



.....
Project Advisor

(Dr.Sumet Phantuwongraj)



.....
Co-Project Advisor

(Assistant Professor Dr.Thanop Thitimakorn)

ศุภวิชญ์ ขำเดช: หลักฐานทางธรณีสัณฐานวิทยาและตะกอนวิทยาของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลสมัย
โฮโลซีน บริเวณอำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (GEOMORPHOLOGICAL
AND SEDIMENTOLOGICAL EVIDENCES OF HOLOCENE SEA-LEVEL CHANGE AT
BANGSAPHAN DISTRICT, PRACHUAP KHIRI KHAN PROVINCE)

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก: อาจารย์ ดร.สุเมธ พันธุ์วงศ์ราช

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการร่วม: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐานบ ธิติมากร, 78 หน้า

บทคัดย่อ: บริเวณพื้นที่หาดบ้านกรูด อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นหนึ่งในพื้นที่ที่พบหลักฐานที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลสมัยโฮโลซีน โดยลักษณะทางธรณีสัณฐานวิทยาที่สำคัญ ได้แก่ สันทรายสลับกับที่ลุ่มต่ำ และลากูนเก่า ซึ่งพบสันทรายที่มีระดับความสูงที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาหลักฐานทางธรณีสัณฐานวิทยาและตะกอนวิทยาในพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลประกอบจากการเจาะสำรวจตะกอนแนวดิ่งด้วยสว่านมือ (Hand Auger) เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและการกระจายตัวของตะกอน การวัดระดับความสูงของภูมิประเทศ และการหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์ (Ground Penetrating Radar) โดยเลือกใช้สายอากาศสัญญาณ 2 คลื่นความถี่ ได้แก่ ช่วงความถี่ 200 และ 400 เมกะเฮิร์ต ทำการสำรวจในแนวดิ่งฉากกับชายฝั่งปัจจุบัน ซึ่งจะได้ลักษณะสัญญาณเป็นภาพหน้าตัด (Profile) ในแนว 2 มิติ และนำมาวิเคราะห์ลักษณะปรากฏทางเรดาร์

ผลการศึกษสามารถแบ่งลักษณะธรณีสัณฐานวิทยาที่สัมพันธ์กับบริเวณที่ศึกษาตะกอนวิทยา ออกเป็น 8 ประเภท ได้แก่ สันทรายโบราณด้านในเป็นตะกอนทรายขนาดปานกลาง ลากูนเก่าเป็นตะกอนทรายขนาดปานกลาง สันทรายโบราณด้านนอก 1 เป็นตะกอนทรายขนาดหยาบ สันทรายโบราณด้านนอก 2 เป็นตะกอนทรายขนาดปานกลาง มีส่วนผสมของดินเหนียวมาก สันทรายโบราณด้านนอก 3 เป็นตะกอนทรายขนาดหยาบ สันทรายโบราณด้านนอก 4 เป็นตะกอนทรายขนาดหยาบ สันทรายโบราณด้านนอก 5 เป็นตะกอนทรายขนาดปานกลาง และที่ลุ่มต่ำเป็นตะกอนดินเหนียวที่มีอินทรีย์สารมากสะสมตัวอยู่บนตะกอนทรายขนาดหยาบ และลักษณะปรากฏทางเรดาร์แสดงให้เห็นถึงการสะสมตัวของตะกอนชายฝั่งหลายชั้น ซึ่งแสดงถึงกระบวนการการสะสมตัวและการกัดเซาะที่บ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในอดีตได้

คำสำคัญ: การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลสมัยโฮโลซีน / ลักษณะทางธรณีสัณฐานวิทยา / ลักษณะตะกอนวิทยา / การหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์ / ประจวบคีรีขันธ์ / อ่าวไทย

ภาควิชา	ธรณีวิทยา	ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา	ธรณีวิทยา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา	2561	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาพร้อม.....

5832738023: MAJOR GEOLOGY

KEYWORDS: HOLOCENE SEA-LEVEL CHANGE / GEOMORPHOLOGICAL FEATURES /
SEDIMENTOLOGICAL FEATURES / GROUND PENETRATING RADAR / PRACHUAP
KHIRI KHAN / GULF OF THAILAND

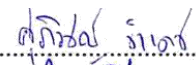
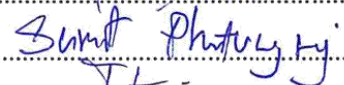

SUPAVIT KHAMDECH: GEOMORPHOLOGICAL AND SEDIMENTOLOGICAL EVIDENCES OF
HOLOCENE SEA-LEVEL CHANGE AT BANGSAPHAN DISTRICT,
PRACHUAP KHIRI KHAN PROVINCE

PROJECT ADVISOR: DR. SUMET PHANTUWONGRAJ

CO-PROJECT ADVISOR: ASSIST. PROFESSOR. DR. THANOP THITIMAKORN, 78 pp.

Abstract: The area of Ban Krut beach at Bang Saphan district, Prachuap Khiri Khan province is one of the areas which is found the evidences that related to sea-level change in Holocene period. The important geomorphological features are beach ridge which interspersed with swale and old lagoon, the beach ridges have the different of elevation. Due to difference in geomorphological topography, this area is an appropriate location for study geomorphological and sedimentological evidences by applying the data of sediment core drilling for studying the physical properties and distribution of sediments. In addition, the study is including the topographic survey and Ground penetrating radar, which selected the 200 and 400 MHz antennas, surveyed in perpendicular line with coastal. The signals are 2D profiles which used to analyze the radar facies.

The results indicate geomorphological features, which related to sedimentological study. They can be divided into 8 units which are consist of inner beach ridge as medium grained sand, old lagoon as medium grained sand with clay content, outer beach ridge 1 as coarse grained sand, outer beach ridge 2 as medium grained sand, outer beach ridge 3 as coarse grained sand, outer beach ridge 4 as coarse grained sand, outer beach ridge 5 as medium grained sand and swale as clay with organic content on the top of coarse grained sand. Moreover, the radar facies indicate many coastal sediment depositional layers which indicated the depositional process and the erosion that they can explain about the regressive in the past.

Department:	Geology	Student's Signature.....	
Field of Study:	Geology	Advisor's Signature.....	
Academic Year:	2018	Co-Advisor's Signature.....	

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.สุเมธ พันธุ์วงศ์ราช อาจารย์ที่ปรึกษาหลักของโครงการที่คอยให้คำชี้แนะและแนวทางในการทำงานวิจัย ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการออกภาคสนาม และทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐานบ ธิติมากร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่ให้ความรู้ คำแนะนำและให้ความอนุเคราะห์ในการใช้อุปกรณ์การสำรวจด้วยเครื่องหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์

ขอขอบคุณพี่บรรจง พวงทอง เจ้าหน้าที่ประจำของปฏิบัติการตะกอนวิทยาที่ให้คำแนะนำและความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือเพื่อทำวิจัย และนายณรงค์ศักดิ์ ราชูการ (พี่ไผ่) ที่ให้ความช่วยเหลือในการสอนใช้เครื่องหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์และตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องมือ

ขอขอบคุณนางสาวพัทธพร ไชยสงวนสุข นางสาวชัตติยาภรณ์ ทิพย์รองพล นายณัฐนิธิ สุธีรพงศ์พันธ์ นายวริศ นวมนิม และนายอนุพงศ์ วีรพันธ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการออกภาคสนาม สุดท้ายนี้ขอขอบคุณกำลังใจจากครอบครัวและเพื่อนๆ ที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นายศุภาวิชญ์ ขำเดช

ผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูปภาพ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญแผนภูมิ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของโครงการ	3
สมมติฐาน	3
ขอบเขตการศึกษา	3
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
พื้นที่ศึกษา	4
บทที่ 2 พื้นที่ศึกษา	5
ลักษณะภูมิประเทศ	5
ลักษณะธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา	6
ลักษณะธรณีสัณฐาน	7
ลักษณะสภาพภูมิอากาศ	8
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	10
ขั้นตอนการวิจัย	10
การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเตรียมข้อมูลก่อนออกภาคสนาม	12
การเก็บข้อมูลภาคสนาม	15
การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	18
การสำรวจโดยใช้เครื่องหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์	23

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 4 ผลการศึกษา	27
ลักษณะธรณีสัณฐานของพื้นที่ศึกษา	27
ลักษณะภูมิประเทศ	28
ลักษณะของตะกอน	29
ลำดับชั้นของตะกอน	48
การแปลผลสัญญาณจากเครื่องหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์	53
บทที่ 5 อภิปรายผลการศึกษา	67
ลักษณะธรณีสัณฐานวิทยาและตะกอนวิทยา	67
การเปรียบเทียบลักษณะธรณีสัณฐานและสภาพแวดล้อมการสะสมตัว	71
ลักษณะปรากฏทางเรดาร์	73
วิวัฒนาการของพื้นที่	74
ข้อเสนอแนะ	75
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา	76
บรรณานุกรม	78
ภาคผนวก	

สารบัญรูปลูกภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในสมัยโฮโลซีนบริเวณประเทศไทยและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Nimnate et al., 2015)	2
รูปที่ 1.2 การแปลความลักษณะปรากฏทางเรดาร์โดยการห้รังสีด้วยเรดาร์ (Lertnok et al., 2010)	3
รูปที่ 1.3 แผนที่ภูมิประเทศบริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (กรมแผนที่ทหาร, 2543)	4
รูปที่ 2.1 แผนที่ภูมิประเทศและเขตการปกครองจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (กรมทรัพยากรธรณี, 2551)	5
รูปที่ 2.2 แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์และภาพขยายพื้นที่ศึกษา (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)	6
รูปที่ 2.3 แผนที่ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (กรมทรัพยากรธรณี, 2544)	7
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการวิจัย	11
รูปที่ 3.2.1 ภาพถ่ายดาวเทียม (ซ่าย) และภาพถ่ายทางอากาศ (ขวา) ของพื้นที่ศึกษา	12
รูปที่ 3.2.2 แผนที่ลักษณะธรณีสัณฐานของชายฝั่งทะเลที่สำคัญ (Nimnate et al., 2015)	13
รูปที่ 3.2.3 รูปแบบโครงสร้างของตะกอนที่จำแนกได้จากสัญญาณของการห้รังสีด้วยเรดาร์ (Lertnok et al., 2010)	14
รูปที่ 3.3.1 จุดเก็บตัวอย่างตะกอนทางเหนือ (บน) และทางใต้ (ล่าง) ของพื้นที่ศึกษา	16
รูปที่ 3.3.2 ลักษณะหลุม (ซ่าย) และเครื่องเจาะแบบมือหมุน หัวเจาะ Mud auger (กลาง) Gouge auger (ขวา)	16
รูปที่ 3.3.3 แนวการสำรวจด้วยการห้รังสีด้วยเรดาร์ทางเหนือ (บน) และทางใต้ (ล่าง) ของพื้นที่ศึกษา	17
รูปที่ 3.3.4 กล้องสำรวจวัดระดับ (ซ่าย) และไม้ Pole ที่ติดตั้งปริซึม (ขวา)	18
รูปที่ 3.4.1 ตัวอย่างตะกอนที่นำมาใส่ในชามเพื่อเตรียมอบ	19
รูปที่ 3.4.2 ตู้อบตะกอนที่ตั้งอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	19
รูปที่ 3.4.3 เครื่องคัดขนาด (sieve shaker) ที่ประกอบด้วยตะแกรงคัดขนาด (sieve mesh) เบอร์ต่างๆ	20

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 3.4.4 นำตัวอย่างตะกอนจากตะแกรงคัดขนาด (sieve mesh) แต่ละเบอร์มาชั่งน้ำหนัก	20
รูปที่ 3.4.5 กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ	21
รูปที่ 3.4.6 แผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบของตะกอน (ดัดแปลงจาก Terry and Chilingar, 1955)	22
รูปที่ 3.4.7 แผนผังแสดงลักษณะความกลมมน และรูปร่างของตะกอน (ดัดแปลงจาก Power,1953)	22
รูปที่ 3.5.1 ทัพบูคที่ใช้ร่วมกับเครื่องหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์ รุ่น SIR-20	23
รูปที่ 3.5.2 ตำแหน่งจุดเชื่อมต่อกับหน่วยควบคุม	24
รูปที่ 3.5.3 ตำแหน่งจุดเชื่อมต่อบนกล่องสายอากาศ	25
รูปที่ 3.5.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจด้วยการธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์	25
รูปที่ 4.1 แผนที่ลักษณะธรณีสัณฐานของพื้นที่ศึกษา	27
รูปที่ 4.2.1 ลักษณะภูมิประเทศทางเหนือของพื้นที่ศึกษา	28
รูปที่ 4.2.2 ลักษณะภูมิประเทศทางใต้ของพื้นที่ศึกษา	28
รูปที่ 4.2.3 ลักษณะภูมิประเทศบริเวณเส้นทาง 1.3 (ทางใต้) ของพื้นที่ศึกษา	28
รูปที่ 4.3.1 ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างตะกอน ทางเหนือ (บน) และทางใต้ (ล่าง) ของพื้นที่ศึกษา	29
รูปที่ 4.3.2 ขนาดเฉลี่ยของตะกอนจากการคัดขนาด (sieve) ทางเหนือ (บน) และทางใต้ (ล่าง) ของพื้นที่ศึกษา	30
รูปที่ 4.3.3 การจำแนกขนาดตะกอนตาม Wentworth, 1922	31
รูปที่ 4.3.4 หลุมเก็บตัวอย่าง S 131	33
รูปที่ 4.3.5 หลุมเก็บตัวอย่าง S 132	33
รูปที่ 4.3.6 หลุมเก็บตัวอย่าง S 122	34
รูปที่ 4.3.7 หลุมเก็บตัวอย่าง S 121	35
รูปที่ 4.3.8 หลุมเก็บตัวอย่าง S 34	35
รูปที่ 4.3.9 หลุมเก็บตัวอย่าง S 33	36
รูปที่ 4.3.10 หลุมเก็บตัวอย่าง S_3.2.1	37
รูปที่ 4.3.11 หลุมเก็บตัวอย่าง S 322	38

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 4.3.12 หลุมเก็บตัวอย่าง S 111	38
รูปที่ 4.3.13 หลุมเก็บตัวอย่าง S 31	39
รูปที่ 4.3.14 หลุมเก็บตัวอย่าง S 113	40
รูปที่ 4.4.1 ลำดับชั้นของตะกอนของสันทรายโบราณด้านใน	48
รูปที่ 4.4.2 ลำดับชั้นของตะกอนของลากูนเก่า	49
รูปที่ 4.4.3 ลำดับชั้นของตะกอนของสันทรายโบราณด้านนอก 1	49
รูปที่ 4.4.4 ลำดับชั้นของตะกอนของสันทรายโบราณด้านนอก 2	50
รูปที่ 4.4.5 ลำดับชั้นของตะกอนของสันทรายโบราณด้านนอก 3	50
รูปที่ 4.4.6 ลำดับชั้นของตะกอนของสันทรายโบราณด้านนอก 4 (ทางเหนือ)	51
รูปที่ 4.4.7 ลำดับชั้นของตะกอนของสันทรายโบราณด้านนอก 4 (ทางใต้)	51
รูปที่ 4.4.8 ลำดับชั้นของตะกอนของสันทรายโบราณด้านนอก 5	52
รูปที่ 4.4.9 ลำดับชั้นของตะกอนของที่ลุ่มต่ำ (S 113)	52
รูปที่ 4.4.10 ลำดับชั้นของตะกอนของที่ลุ่มต่ำ (S 342)	53
รูปที่ 4.5.1 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 1.1 โดยใช้ความถี่ 200 เมกะเฮิร์ต	55
รูปที่ 4.5.2 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 1.1 โดยใช้ความถี่ 400 เมกะเฮิร์ต	56
รูปที่ 4.5.3 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 1.2 โดยใช้ความถี่ 200 เมกะเฮิร์ต	57
รูปที่ 4.5.4 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 1.2 โดยใช้ความถี่ 400 เมกะเฮิร์ต	58
รูปที่ 4.5.5 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 1.3 โดยใช้ความถี่ 200 เมกะเฮิร์ต	59
รูปที่ 4.5.6 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 1.3 โดยใช้ความถี่ 400 เมกะเฮิร์ต	60
รูปที่ 4.5.7 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 3.1 โดยใช้ความถี่ 200 เมกะเฮิร์ต	61
รูปที่ 4.5.8 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 3.1 โดยใช้ความถี่ 400 เมกะเฮิร์ต	62
รูปที่ 4.5.9 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 3.2 โดยใช้ความถี่ 200 เมกะเฮิร์ต	63
รูปที่ 4.5.10 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 3.2 โดยใช้ความถี่ 400 เมกะเฮิร์ต	64
รูปที่ 4.5.11 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 3.3 โดยใช้ความถี่ 200 เมกะเฮิร์ต	65
รูปที่ 4.5.12 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 3.3 โดยใช้ความถี่ 400 เมกะเฮิร์ต	66
รูปที่ 5.1.1 ลักษณะภูมิประเทศทางเหนือของพื้นที่ศึกษา และการแบ่งสีตามลักษณะธรณีสัณฐาน	68
รูปที่ 5.1.2 ระดับความสูงของสันทรายบริเวณทางเหนือของพื้นที่ศึกษา	69

สารบัญรูปลูกภาพ

	หน้า
รูปที่ 5.1.3 ความกว้างของสันทรายบริเวณทางเหนือของพื้นที่ศึกษาและขนาดตะกอนที่พบ	69
รูปที่ 5.1.4 แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงลักษณะธรณีสัณฐานวิทยาที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล	70
รูปที่ 5.2.1 ลักษณะภูมิประเทศทางเหนือของพื้นที่ศึกษา	71
รูปที่ 5.2.2 ลักษณะภูมิประเทศทางใต้ของพื้นที่ศึกษา	72
รูปที่ 5.2.3 ลักษณะภูมิประเทศบริเวณเส้นทาง 1.3 (ทางใต้) ของพื้นที่ศึกษา	73
รูปที่ 5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะปรากฏทางเรดาร์และการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล	73
รูปที่ 5.4 วิวัฒนาการของพื้นที่ศึกษา	75

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 แสดงตำแหน่งหลุมเจาะ จำนวนตัวอย่างและระดับความลึก (เซนติเมตร)	15
ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์ขนาดและการคัดขนาดของตะกอนตาม Wentworth, 1922	31
ตารางที่ 4.2 ลักษณะทางกายภาพของตะกอนที่ศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ	42

สารบัญแผนภูมิ

	หน้า
แผนภูมิที่ 4.1 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนที่ความลึก 30 เซนติเมตร	33
แผนภูมิที่ 4.2 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนที่ความลึก 90 เซนติเมตร	33
แผนภูมิที่ 4.3 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนที่ความลึก 50 และ 65 เซนติเมตร	34
แผนภูมิที่ 4.4 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนที่ความลึก 30 และ 50 เซนติเมตร	35
แผนภูมิที่ 4.5 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนที่ความลึก 30, 80, 90, 102, 122 และ 154 เซนติเมตร	36
แผนภูมิที่ 4.6 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนที่ความลึก 30, 80, 102 และ 122 เซนติเมตร	37
แผนภูมิที่ 4.7 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนที่ความลึก 30, 70, 92 และ 112 เซนติเมตร	38
แผนภูมิที่ 4.8 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนที่ความลึก 30 เซนติเมตร และตะกอนบ่อ	38
แผนภูมิที่ 4.9 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนที่ความลึก 30, 85, 107,127,159,177 และ 215 เซนติเมตร	39
แผนภูมิที่ 4.10 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนที่ความลึก 20, 25 และ 35 เซนติเมตร	40
แผนภูมิที่ 4.11 ค่าขนาดตะกอนเฉลี่ยบริเวณสันทรายในแนวทางเหนือ (บน) และทางใต้ (ล่าง)	41
แผนภูมิที่ 4.12 แร่องค์ประกอบที่พบบริเวณพื้นผิว ทางเหนือของพื้นที่ศึกษา	44
แผนภูมิที่ 4.13 แร่องค์ประกอบรองที่พบบริเวณพื้นผิว ทางเหนือของพื้นที่ศึกษา	44
แผนภูมิที่ 4.14 แร่องค์ประกอบที่พบบริเวณพื้นผิว ทางใต้ของพื้นที่ศึกษา	45
แผนภูมิที่ 4.15 แร่องค์ประกอบรองที่พบบริเวณพื้นผิว ทางใต้ของพื้นที่ศึกษา	45
แผนภูมิที่ 4.16 แร่องค์ประกอบที่พบจากการเจาะตะกอน ทางเหนือของพื้นที่ศึกษา	46
แผนภูมิที่ 4.17 แร่องค์ประกอบรองที่พบจากการเจาะตะกอน ทางเหนือของพื้นที่ศึกษา	47
แผนภูมิที่ 4.18 แร่องค์ประกอบที่พบจากการเจาะตะกอน ทางใต้ของพื้นที่ศึกษา	47
แผนภูมิที่ 4.19 แร่องค์ประกอบรองที่พบจากการเจาะตะกอน ทางใต้ของพื้นที่ศึกษา	48

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

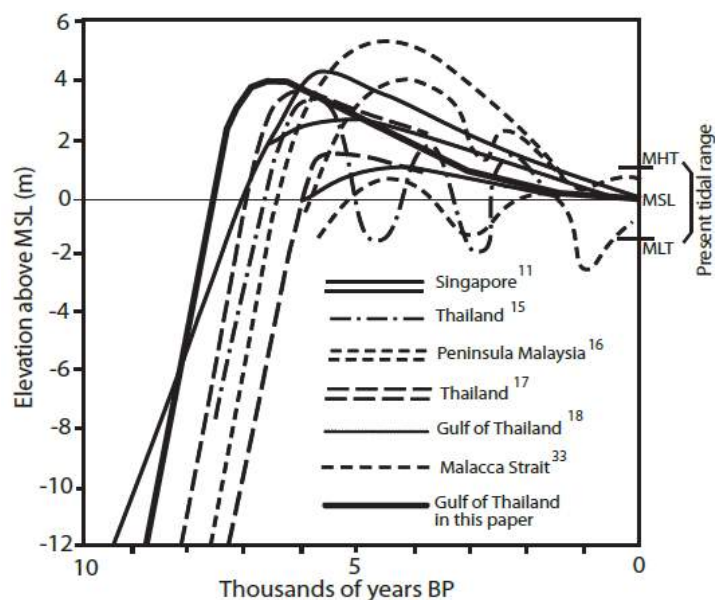
พื้นที่ชายฝั่งทะเลก่อกำเนิดมาจากลักษณะสัณฐานวิทยาของชายฝั่งที่แตกต่างกันในอดีต โดยแต่ละพื้นที่ได้รับอิทธิพลที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่ต่างกัน ซึ่งหนึ่งในอิทธิพลที่สำคัญ คือ การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในสมัยโฮโลซีน (Holocene) ที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อชายฝั่งหลายแห่งทั่วโลก รวมถึงชายฝั่งประเทศไทยด้วย (รูปที่ 1.1)

จากการศึกษางานวิจัยเก่าพบว่าในประเทศไทยมีการพบหลักฐานทางธรณีวิทยาที่บ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในสมัยโฮโลซีน เช่น บริเวณชายฝั่งจังหวัดชุมพร (Nimnate et al., 2015) พบลักษณะธรณีวิทยา สัณฐานวิทยาชายฝั่งและลักษณะตะกอนที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ดังกล่าว เช่น สันทราย (Sand ridge) ลากูนเก่า (Old lagoon) ที่ลุ่มต่ำ (Swale) และที่ลุ่มราบน้ำขึ้นถึง (Tidal flat) โดยมีการศึกษาอายุ องค์ประกอบแร่ ความกลมมน ความเป็นทรงกลมและแนวการวางตัวของสันทรายโบราณ พบว่ามีการสะสมตัว 3 แนว ที่อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลหลายกิโลเมตรและสูงกว่าระดับน้ำทะเลปัจจุบัน 1-5 เมตร โดยมีลักษณะทางตะกอนวิทยาที่แตกต่างกันไป ซึ่งสัมพันธ์กับการลดระดับลงของน้ำทะเล 3 ช่วงเวลาในสมัยโฮโลซีน

บริเวณเกาะพระทอง จังหวัดพังงา (Brill et al., 2015) ได้มีการศึกษาอายุ ลักษณะสัณฐานวิทยาชายฝั่ง และลักษณะตะกอนวิทยา เพื่อใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของชายฝั่งทะเล พบว่าเกาะมีลักษณะเป็นเกาะสันดอนขนาดเล็ก (Small barrier island) ที่มีวิวัฒนาการเริ่มจากฝั่งตะวันออกมาฝั่งตะวันตก ซึ่งทางฝั่งตะวันตกของเกาะแสดงลักษณะของสันทรายสลับกับที่ลุ่มต่ำที่ชัดเจนจากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในสมัยโฮโลซีน โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 6 ช่วงเวลา ที่มีอัตราการสะสมตัวที่แตกต่างกันไป

จากการศึกษาของ Lertnok et al (2010) ที่ใช้การสำรวจเนินทรายลมหอบชายฝั่งโดยการหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์ (Ground Penetrating Radar) บริเวณอ่าวบางเบ็ด อำเภอประทิว จังหวัดชุมพร สามารถแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างของชั้นตะกอนเนินทรายลมหอบและชั้นตะกอนด้านล่างที่เป็นชายหาดเดิมได้อย่างชัดเจน (รูปที่ 1.2) โดยมีการแปลผลซึ่งใช้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมร่วมตัว พบว่าลักษณะของเนินทรายลมหอบเกิดขึ้นในสถานะที่แห้งระหว่างหรือหลังการลดระดับลงของน้ำทะเลในสมัยโฮโลซีนตอนกลาง

โดยบริเวณอำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบลักษณะการสะสมตัวของสันทรายโบราณ สลับกับที่ลุ่มต่ำ ซึ่งอยู่ห่างจากแนวชายฝั่งปัจจุบัน มีการศึกษาโดย พรพิชญ บัวสถิตย์ (2560) ได้ศึกษาวิวัฒนาการของพื้นที่ทางใต้ของอำเภอบางสะพาน โดยการสะสมตัวของสันทรายโบราณได้รับอิทธิพลจากคลื่นทะเลและการลดระดับลงของระดับน้ำทะเลในสมัยโฮโลซีนเป็นหลัก อย่างไรก็ตามพื้นที่บริเวณตอนเหนือของอำเภอบางสะพาน ยังไม่มีรายงานผลการศึกษา ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาหลักฐานทางธรณีสิ่งแวดล้อมวิทยาและตะกอนวิทยาของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลสมัยโฮโลซีน บริเวณตอนเหนือของอำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

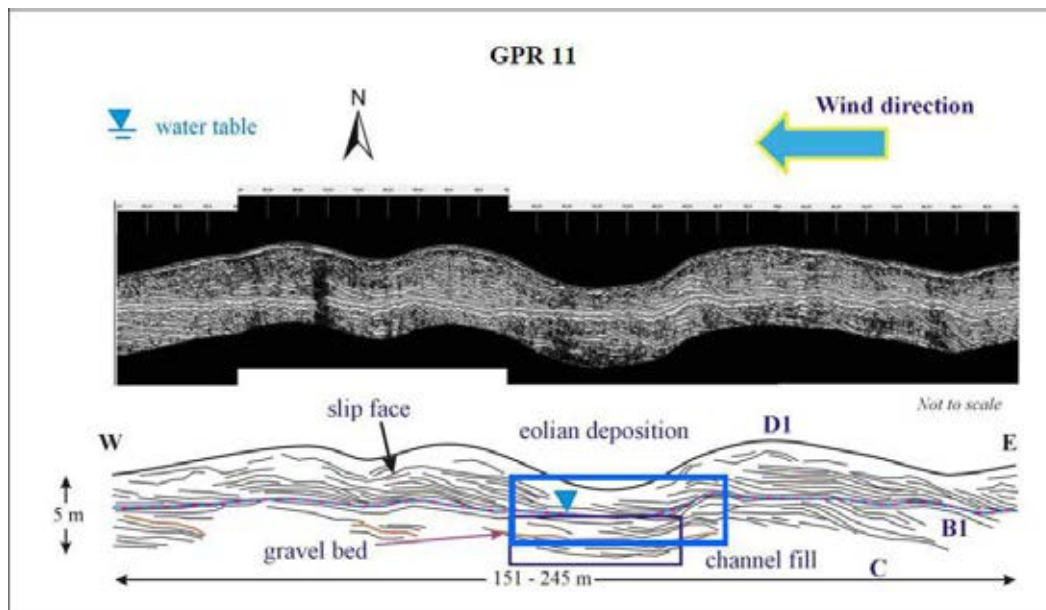


รูปที่ 1.1 การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในสมัยโฮโลซีนบริเวณประเทศไทยและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

(Nimnate et al., 2015)

(Hesp et al., 1998)¹¹ (Choowong, 2002)¹⁵ (Sinsakul et al., 1985)¹⁶ (Choowong et al., 2004)¹⁷

(Horton et al., 2005)¹⁸ (Choowong, 2011)³³



รูปที่ 1.2 การแปลความลักษณะปรากฏทางเรดาร์โดยการหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์ (Lertnok et al., 2010)

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) จำแนกลักษณะธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในอดีต
- 2) วิเคราะห์ลักษณะการสะสมตัวของตะกอนที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในอดีต
- 3) อธิบายลักษณะปรากฏทางเรดาร์ (Radar facies) ของตะกอน โดยการหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์

1.3 สมมติฐาน

จากลักษณะธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลและลักษณะการสะสมตัวของตะกอนคาดว่ามามีทิศทางการสะสมตัวจากชายฝั่ง (ทิศตะวันตก) ออกสู่ทะเล (ทิศตะวันออก) สัมพันธ์กับระดับน้ำทะเลที่ลดลง

1.4 ขอบเขตการศึกษา

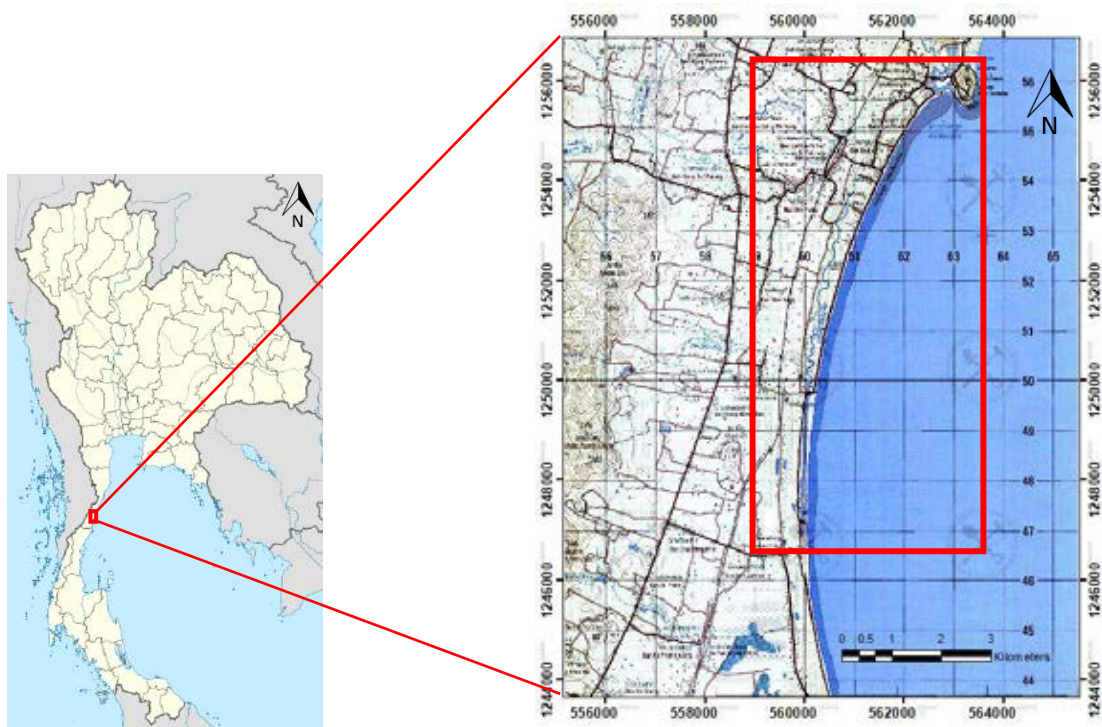
การศึกษานี้ใช้ข้อมูลลักษณะทางกายภาพจากภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ ข้อมูลทางธรณีฟิสิกส์โดยการหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์ (Ground Penetrating Radar) และข้อมูลลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างตะกอนจากห้องปฏิบัติการ ในระยะเวลาตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ.2561 ถึงพฤษภาคม พ.ศ.2562

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ลักษณะธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในอดีต
- 2) ลักษณะการสะสมตัวของตะกอนที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในอดีต
- 3) ความสัมพันธ์ของตะกอนและลักษณะปรากฏทางเรดาร์

1.6 พื้นที่ศึกษา

บริเวณหาดบ้านกรูด อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีความยาวประมาณ 10 กิโลเมตร และกว้างประมาณ 2 กิโลเมตร อยู่ในแผนที่ภูมิประเทศลำดับชุด L-7018 ราว 4931 IV อำเภอทับสะแก มาตรฐาน 1:50,000 (รูปที่ 1.3) ซึ่งพบลักษณะธรณีสัณฐานแบบสันทรายสลับกับที่ลุ่มต่ำหลายแนววางตัวขนานกับแนวชายฝั่งปัจจุบัน



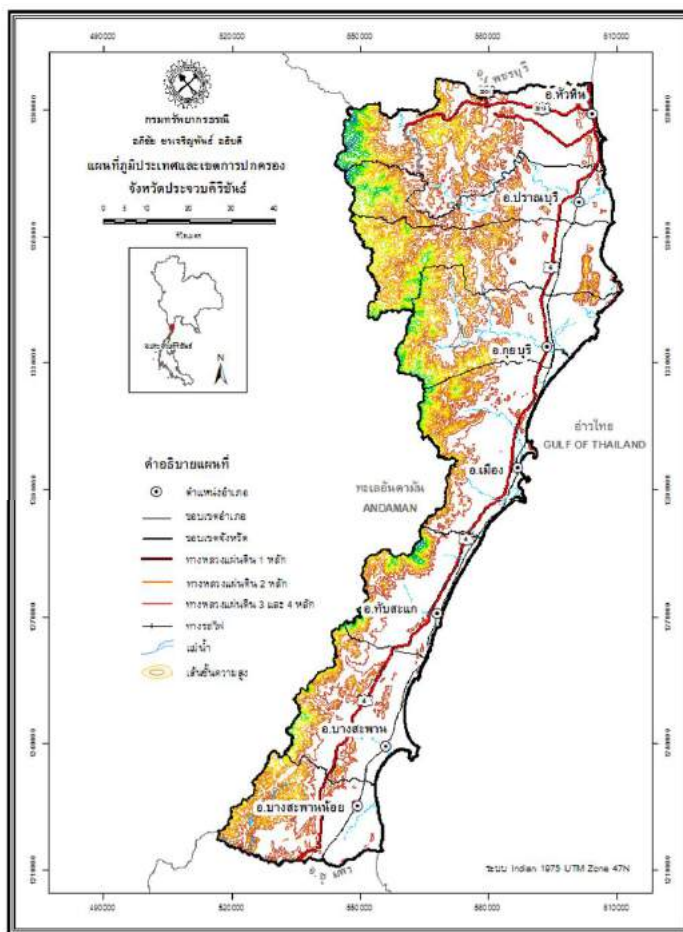
รูปที่ 1.3 แผนที่ภูมิประเทศบริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
(กรมแผนที่ทหาร, 2543)

บทที่ 2

พื้นที่ศึกษา

2.1 ลักษณะภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ แบ่งเป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ พื้นที่ภูเขา และพื้นที่ราบชายฝั่งทะเล ลักษณะภูมิประเทศจังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีความลาดเอียงจากทิศตะวันตกซึ่งเป็นเทือกเขาตะนาวศรีลงสู่ด้านตะวันออกซึ่งเป็นอ่าวไทย และมีเทือกเขาและภูเขากระจัดกระจายทั่วไปทั้งบริเวณชายฝั่งทะเลและบริเวณส่วนกลางของพื้นที่จังหวัด เทือกเขาที่สำคัญได้แก่ เทือกเขาสามร้อยยอด ซึ่งมีความสูงโดยเฉลี่ยของเทือกเขาด้านตะวันออกประมาณ 750 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลสูงสุด 1,215 เมตร ต่ำสุด 306 เมตร ส่วนความสูงจากระดับน้ำทะเลแถบชายฝั่งตะวันออกโดยเฉลี่ย ประมาณ 1-5 เมตร ทางด้านตะวันตกของจังหวัดมีลักษณะเป็นป่าตลอดแนวเขตจังหวัด มีแหล่งน้ำธรรมชาติที่สำคัญคือ แม่น้ำปราณบุรี มีแม่น้ำ ห้วย ลำธาร คลอง 266 สาย



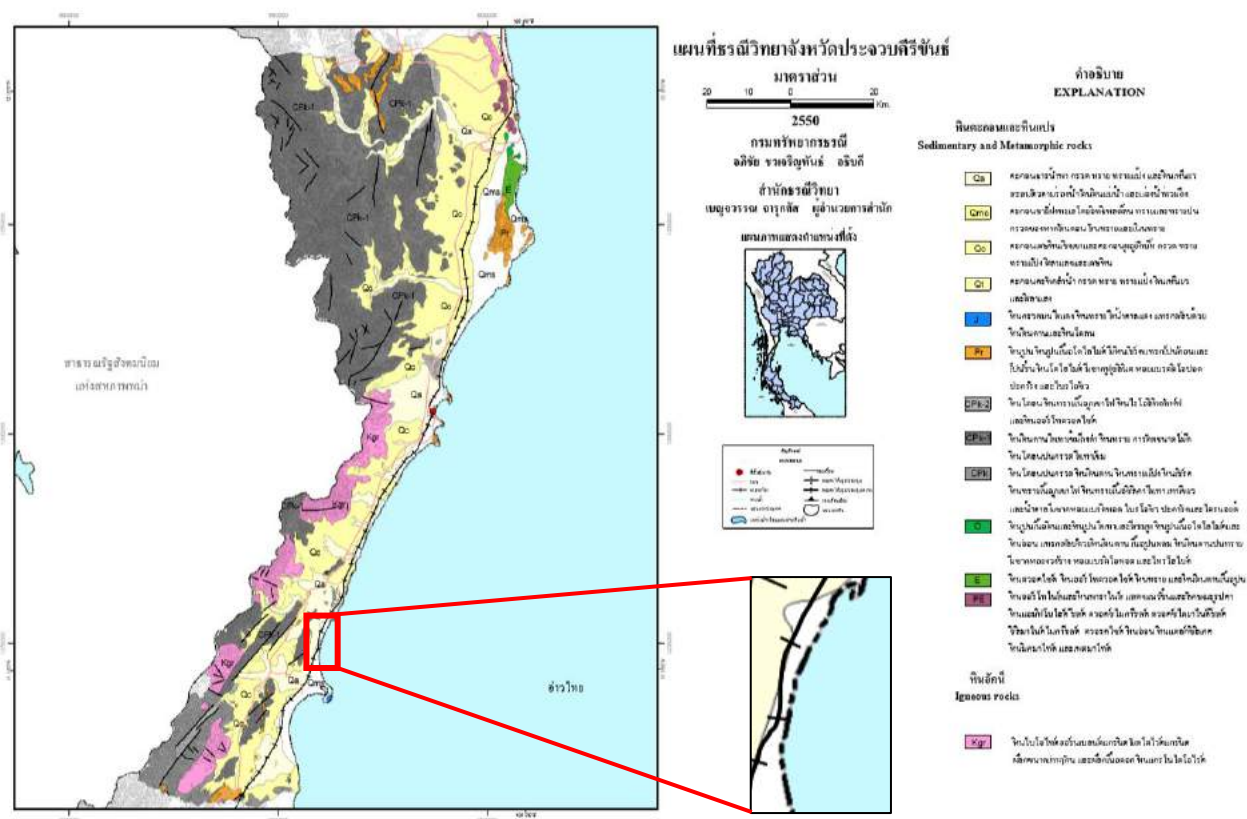
รูปที่ 2.1 แผนที่ภูมิประเทศและเขตการปกครองจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (กรมทรัพยากรธรณี, 2551)

2.2 ลักษณะธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา

พื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์รองรับด้วยหินแข็งอายุมากกว่า 570 ล้านปี จนถึงตะกอนปัจจุบัน โดยรอยละ 40 รองรับด้วยหินแข็งจำพวกหินตะกอนและหินแปร รอยละ 15 เป็นหินอัคนี และรอยละ 45 เป็นตะกอนปัจจุบัน

จากแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (กรมทรัพยากรธรณี, 2550) พบว่าบริเวณพื้นที่ศึกษา ประกอบไปด้วยตะกอนหน่วย Q_{ms} ซึ่งเป็นตะกอนชายฝั่งทะเลที่ได้รับอิทธิพลจากคลื่น ประกอบไปด้วยทราย และทรายปนกรวดของหาดสันดอน สันทรายและเนินทราย และตะกอนหน่วย Q_a ซึ่งเป็นตะกอนธารน้ำพาที่ประกอบด้วยกรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ที่มาสะสมตัวตามร่องน้ำ คันดินแม่น้ำ และแอ่งน้ำท่วมถึง

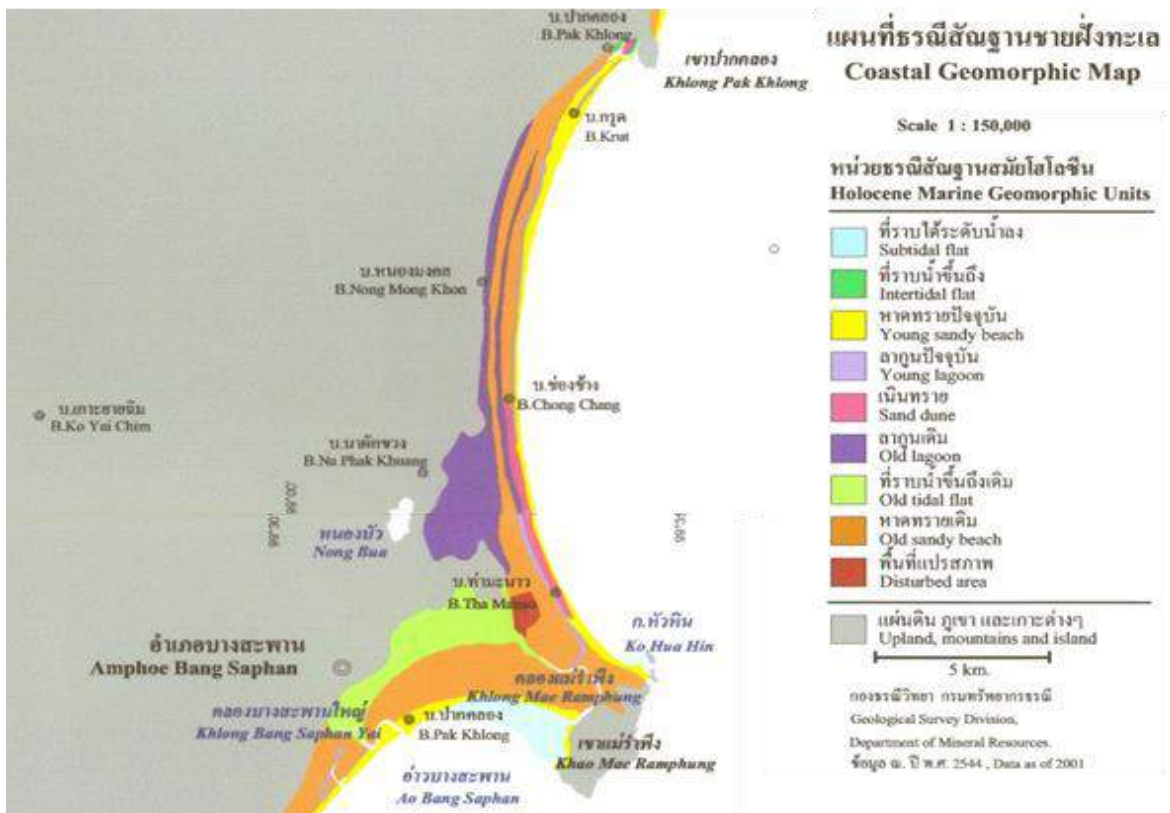
โดยบางส่วนของบริเวณทางเหนือและตะวันตกของพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยภูเขาโดด ซึ่งภูเขาทางตะวันตกเป็นหินหน่วย CPk-1 ซึ่งประกอบด้วยหินดินดาน หินทรายที่มีการคัดขนาดไม่ดี และหินโคลนปนกรวด และภูเขาทางเหนือเป็นหินหน่วย CPk-2 ซึ่งประกอบด้วยหินโคลน หินทรายเนื้อภูเขาไฟ หินโรลิติกทัพพ์ และหินออร์โทควอตไซต์ (กรมทรัพยากรธรณี, 2551)



รูปที่ 2.2 แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์และภาพขยายพื้นที่ศึกษา (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)

2.3 ลักษณะธรณีสัณฐาน

จากแผนที่ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (กรมทรัพยากรธรณี, 2544) พบว่าบริเวณพื้นที่ศึกษาประกอบไปด้วยลักษณะธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลสมัยโฮโลซีนดังนี้ 1) ที่ราบน้ำขึ้นถึง 2) หาดทรายปัจจุบัน 3) ลากูนปัจจุบัน 4) เนินทราย 5) ลากูนเดิม 6) หาดทรายเดิม โดยชายหาดปัจจุบันมีความยาวประมาณ 10 กิโลเมตร และจากการศึกษาโดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมจะพบลักษณะธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลที่เด่นชัด คือ สันทรายที่สูงสลับกับที่ลุ่มต่ำหลายแนวซึ่งวางตัวขนานไปกับแนวชายหาดปัจจุบัน



รูปที่ 2.3 แผนที่ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (กรมทรัพยากรธรณี, 2544)

2.4 ลักษณะสภาพภูมิอากาศ

จังหวัดประจวบคีรีขันธ์อยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุมที่พัดประจำเป็นฤดูกาล 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งเป็นลมที่พัดเอาไอน้ำและความชุ่มชื้นจากทะเลและมหาสมุทรเข้าปกคลุมประเทศไทยในช่วงฤดูฝน ทำให้มีฝนตกชุกทั่วไป และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดพามวลอากาศเย็นและแห้งจากประเทศจีนเข้าปกคลุมประเทศไทยตั้งแต่ประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูหนาวของประเทศไทย ทำให้บริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีอากาศเย็น แต่จะยังคงมีฝนต่อเนื่องอีกระยะหนึ่งจนถึงเดือนธันวาคม (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2560)

2.4.1 ฤดูกาล

ฤดูกาลของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เมื่อพิจารณาตามลักษณะของลมฟ้าอากาศของประเทศไทย สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้

ฤดูร้อน เริ่มประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงว่างของลมมรสุม ลักษณะอากาศโดยทั่วไปจะไม่ร้อนอบอ้าวมากนัก เนื่องจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์อยู่ติดกับทะเล อย่างไรก็ตามช่วงเดือนที่มีอากาศร้อนอบอ้าวมากที่สุดจะอยู่ในช่วงเดือนเมษายน

ฤดูฝน เริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดพาความชื้นจากทะเลและมหาสมุทรมาปกคลุมประเทศไทย ทำให้อากาศชุ่มชื้นและเริ่มมีฝนตกตั้งแต่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป นอกจากนี้ในช่วงเดือนตุลาคมและพฤศจิกายนอาจได้รับอิทธิพลจากร่องมรสุมที่พัดผ่านบริเวณภาคใต้และอ่าวไทย และพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนตัวเข้าใกล้หรือเข้าสู่ประเทศไทยในช่วงดังกล่าวด้วย

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่ประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงประมาณเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทยและบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนซึ่งเป็นมวลอากาศเย็นจะแผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยในช่วงดังกล่าว ทำให้อุณหภูมิลดลงทั่วไปและมีอากาศหนาวเย็นเป็นครั้งคราว โดยอุณหภูมิลดลงต่ำสุดในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม นอกจากนี้จังหวัดประจวบคีรีขันธ์จะยังคงมีฝนต่อเนื่องอีกระยะหนึ่งจนถึงเดือนพฤศจิกายน

2.4.2 อุณหภูมิ

จากสภาพภูมิประเทศของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ที่อยู่ติดกับทะเล ทำให้อุณหภูมิระหว่างฤดูกาลและกลางวันกลางคืนจึงไม่แตกต่างกันมากนัก อุณหภูมิโดยเฉลี่ยไม่สูงมากและอากาศไม่ร้อนจัดในช่วงฤดูร้อน ส่วนในฤดูหนาวจะมีอากาศหนาวเย็นเป็นบางช่วง โดยอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 27.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.1 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23.7 องศาเซลเซียส สำหรับเดือนที่มีอากาศร้อนอบอ้าวที่สุดจะอยู่ในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม ซึ่งเคยตรวจวัดอุณหภูมิสูงสุดได้ 42.0 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 11 เมษายน พ.ศ.2559 ที่สถานีอุตุนิยมวิทยาหนองพลับ อำเภอหัวหิน ส่วนในฤดูหนาวจะมีอากาศหนาวเย็นมากที่สุดในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม ซึ่งวัดอุณหภูมิต่ำที่สุดได้ 6.4 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ.2542 ที่สถานีตรวจอากาศเกษตรหนองพลับ อำเภอหัวหิน

2.4.3 ฝน

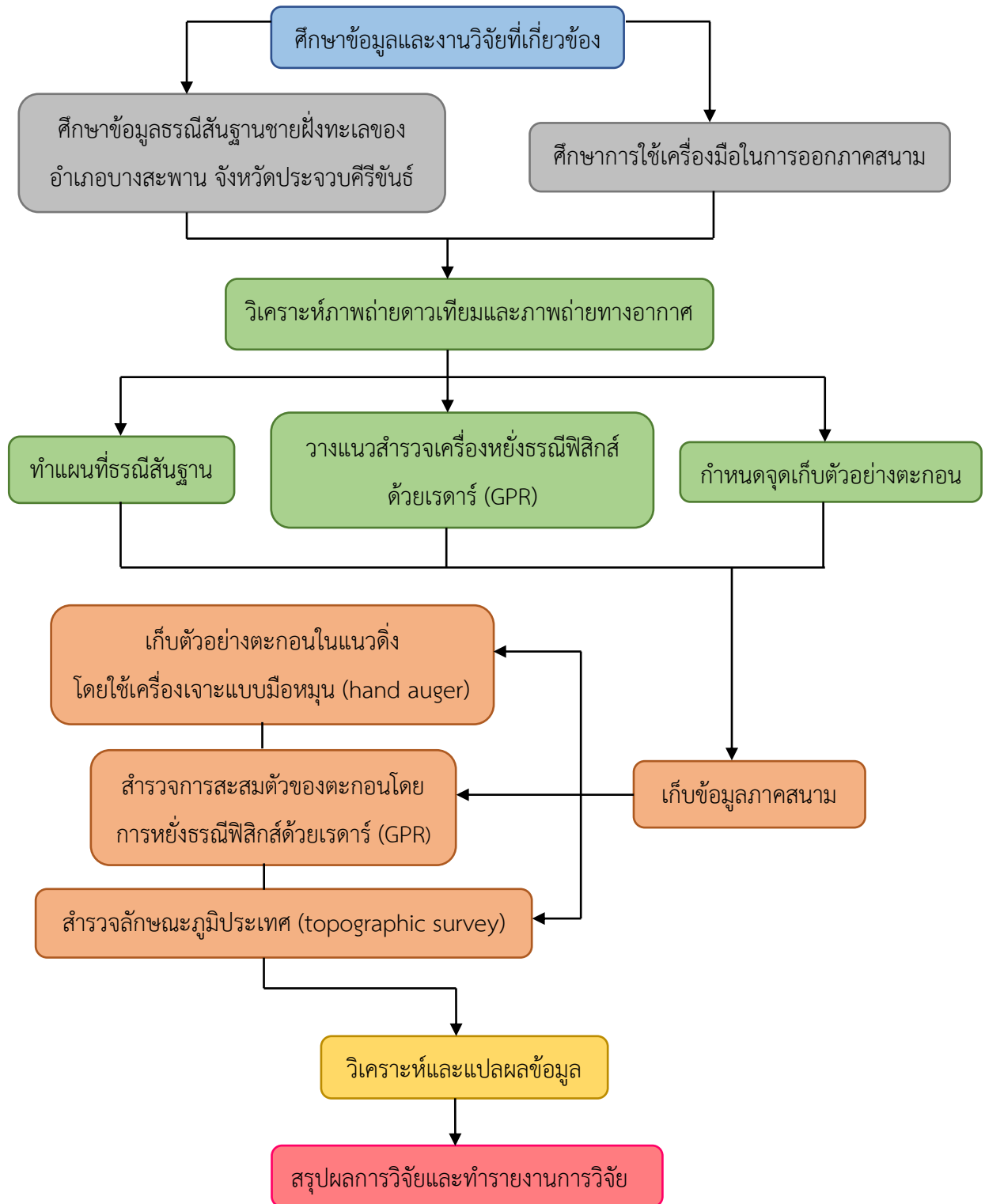
เนื่องจากสภาพลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์อยู่ในพื้นที่อับฝน ทำให้จังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีฝนค่อนข้างน้อย ปริมาณฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปีบริเวณ อำเภอเมืองประมาณ 1091.8 มิลลิเมตรและมีจำนวนวันฝนตกประมาณ 121 วัน ส่วนพื้นที่บริเวณอำเภอหัวหินมีปริมาณฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปีประมาณ 955.1 มิลลิเมตรและมีจำนวนวันฝนตกประมาณ 107 วัน เดือนตุลาคมเป็นเดือนที่มีฝนตกชุกมากที่สุดในรอบปี โดยปริมาณฝนมากที่สุดใน 24 ชั่วโมง วัดได้ 429.2 มิลลิเมตร เมื่อวันที่ 2 พฤศจิกายน 2512 ที่สถานีอุตุนิยมวิทยาหัวหิน อำเภอหัวหิน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนการวิจัย

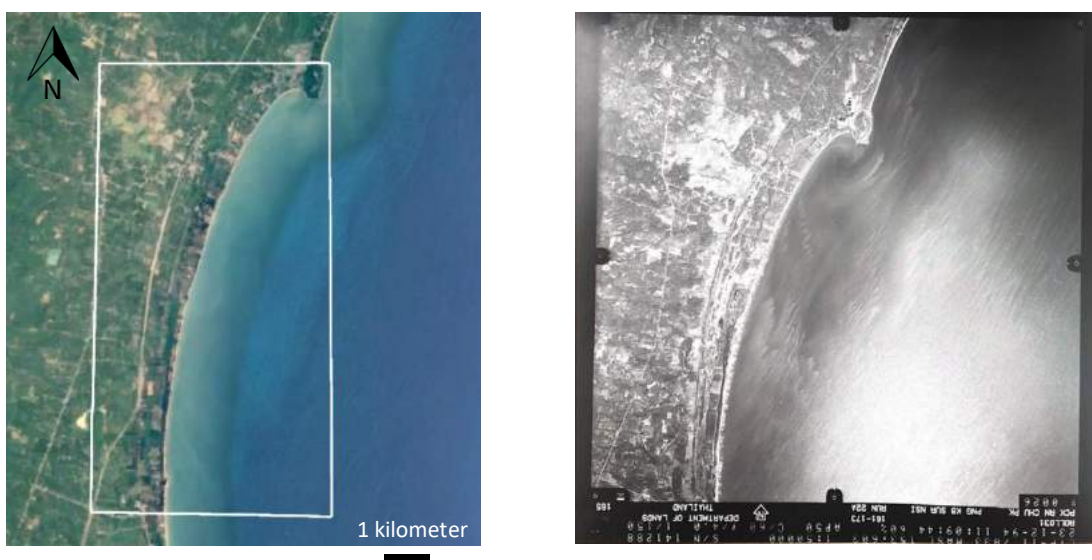
1. การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเตรียมข้อมูลก่อนออกภาคสนาม
 - 1) ศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของพื้นที่ศึกษา
 - 2) แปลภาพถ่ายทางอากาศ ปี ค.ศ. 1994 และภาพถ่ายดาวเทียม ปี ค.ศ. 2018 ของพื้นที่ศึกษา
 - 3) ทำแผนที่ธรณีสัณฐานของพื้นที่ศึกษาโดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม
 - 4) กำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่างตะกอนและวางแผนสำรวจการหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์
2. การเก็บข้อมูลภาคสนาม
 - 1) ศึกษาลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา และเก็บตัวอย่างตะกอนโดยใช้เครื่องเจาะแบบมือหมุน (Hand auger) ตามจุดที่กำหนดไว้เพื่อนำกลับมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
 - 2) สำรวจลักษณะการสะสมตัวของตะกอนโดยเครื่องหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์ จำนวน 2 เส้นทาง (บริเวณตอนเหนือและตอนใต้ของพื้นที่ศึกษา)
 - 3) สำรวจลักษณะภูมิประเทศ (Topographic survey) โดยใช้กล้องสำรวจ Total station
3. การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
 - 1) การศึกษาในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของตะกอน
 - วิเคราะห์ขนาดและหาค่าการกระจายตัวขนาดของเม็ดตะกอน
 - วิเคราะห์ส่วนประกอบของตะกอน
 - วิเคราะห์ลักษณะความกลมมนและรูปร่างตะกอน
 - 2) วิเคราะห์และแปลผลข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามด้วยเครื่องหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์
 - 3) นำข้อมูลจากกล้องสำรวจวัดระดับมารวมกับข้อมูลจากเครื่องหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์เพื่อแสดงความสูง-ต่ำของลักษณะภูมิประเทศจริง
 - 4) เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของตะกอนที่ได้จากการสำรวจภาคสนามและข้อมูลที่แปลผลจากเครื่องหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์
4. อภิปรายและสรุปผล



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการวิจัย

3.2 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเตรียมข้อมูลก่อนออกภาคสนาม

3.2.1 ศึกษาข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะธรณีวิทยาและธรณีสัณฐานของชายฝั่งทะเล บริเวณอำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ร่วมกับการแปลภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศเพื่อวางแผนการสำรวจภาคสนาม

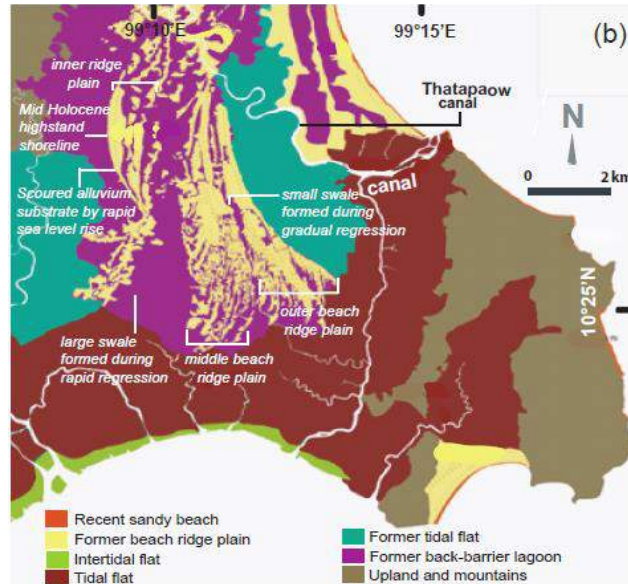


รูปที่ 3.2.1 ภาพถ่ายดาวเทียม (ซ้าย) และภาพถ่ายทางอากาศ (ขวา) ของพื้นที่ศึกษา

3.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาของ **Nimnate et al. (2015)** ได้ศึกษาบริเวณชายฝั่งจังหวัดชุมพร พบหลักฐานการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในอดีต โดยมีลักษณะธรณีวิทยาสัณฐานชายฝั่ง ได้แก่ สันทราย (Sand ridge) ลากูนเก่า (Old lagoon) ที่ลุ่มต่ำ (Swale) และที่ลุ่มราบน้ำขึ้นถึง (Tidal flat) และจากการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของตะกอนที่พบบริเวณสันทรายโบราณ พบว่าเป็นตะกอนขนาดละเอียดถึงปานกลางที่มีความเป็นทรงกลมสูง ซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็นแร่ควอตซ์ และมีแนวการสะสมตัว 3 แนว โดยแสดงช่วงอายุที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลสมัยโฮโลซีน 3 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงที่ 1 ประมาณ 8900–5600 ปีก่อน ช่วงที่ 2 ประมาณ 5900–2700 ปีก่อน และช่วงที่ 3 ประมาณ 3800–1600 ปีก่อน สำหรับสันทรายด้านใน ตอนกลาง และด้านนอก ตามลำดับ ซึ่งจากการพบซากดึกดำบรรพ์ที่อาศัยอยู่ในทะเลบริเวณที่ราบน้ำขึ้นถึง

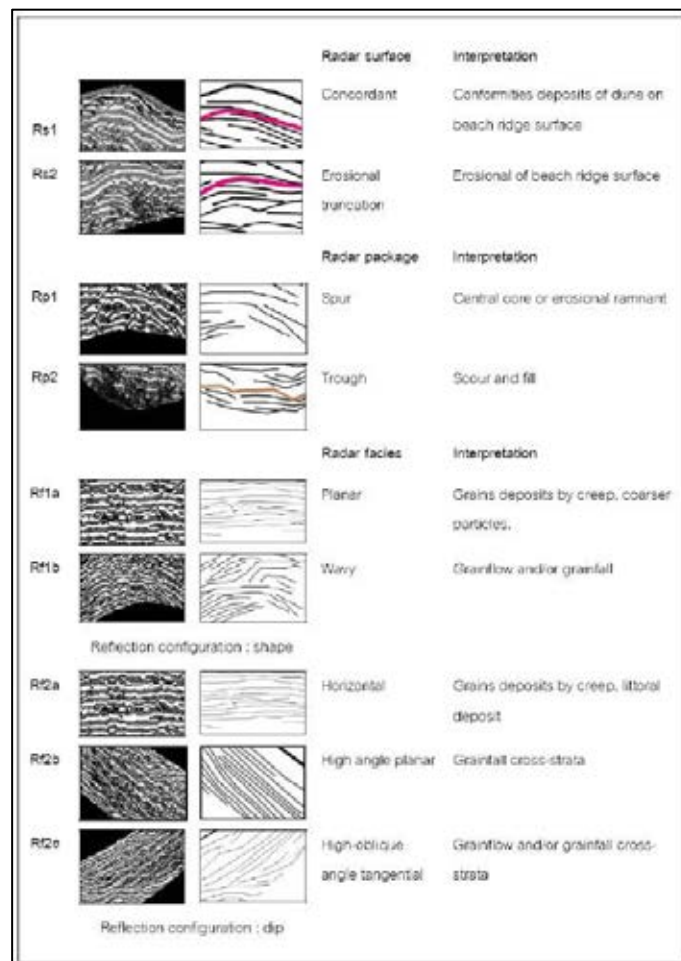
ทำให้สันนิษฐานได้ว่าบริเวณนี้เคยมีสภาพแวดล้อมเป็นป่าชายเลนมาก่อน และจึงสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลสูงสุด 5 เมตร จากระดับน้ำทะเลปัจจุบันในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดชุมพรในอดีต



รูปที่ 3.2.2 แผนที่ลักษณะธรณีสัณฐานของชายฝั่งทะเลที่สำคัญ (Nimnate et al., 2015)

Brill et al. (2015) ได้ทำการศึกษาบริเวณเกาะพระทอง จังหวัดพังงา โดยใช้ลักษณะธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล ลักษณะตะกอนวิทยา และการหาอายุของสันทราย เพื่อใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของชายฝั่งทะเล พบว่าสามารถจำแนกแนวของสันทรายและที่ราบออกเป็น 6 ระยะ ที่มีอัตราการสะสมตัวและการกัดเซาะของชายฝั่งที่เปลี่ยนแปลงไปได้แก่ ช่วงที่ 1 ประมาณ 5500-4000 ปีก่อน ที่มีอัตราการสะสมตัวสูง 2.1-2.5 เมตรต่อปี ช่วงที่ 2 ประมาณ 4000-3800 ปีก่อน มีการกัดเซาะ ช่วงที่ 3 ประมาณ 3800-3300 ปีก่อน มีอัตราการสะสมตัวอย่างรวดเร็ว 2.7 เมตรต่อปี ช่วงที่ 4 ประมาณ 3300-1500 ปีก่อน มีอัตราการลดลงของตะกอน 1 เมตรต่อปี ช่วงที่ 5 ประมาณ 1500-800 ปีก่อน เกิดการกัดเซาะชายฝั่ง และช่วงที่ 6 ประมาณหลังจาก 800 ปีก่อน มีการสะสมตัวของชายฝั่งอย่างช้าๆ ซึ่งสามารถอธิบายโดยใช้การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล สภาพภูมิอากาศ คลื่น พายุ สึนามิ และปริมาณตะกอนที่มาสะสมตัว โดยเกาะจะมีลักษณะเป็นเกาะสันดอนขนาดเล็ก (Small barrier island) ที่มีวิวัฒนาการเริ่มจากฝั่งตะวันออกมายังตะวันตก ซึ่งทางฝั่งตะวันตกแสดงลักษณะของสันทรายสลับกับที่ลุ่มต่ำที่ชัดเจนจากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในสมัยโฮโลซีน

Lertnok et al. (2010) ได้ศึกษาบริเวณอ่าวบางเบิด อำเภอประจิว จังหวัดชุมพร โดยใช้การหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์ (Ground Penetrating Radar) สํารวจเนินทรายลมหอบชายฝั่ง ประกอบกับการใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกล ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างของชั้นตะกอนเนินทรายลมหอบที่วางตัวเกือบจะขนานกับแนวชายฝั่งปัจจุบัน ที่ระดับความสูง 20 เมตร จากระดับน้ำทะเล และชั้นตะกอนด้านล่างที่เป็นชายหาดเดิมได้อย่างชัดเจน โดยมีโครงสร้างของตะกอนขนาดใหญ่และมีขอบเขตชัดเจนแสดงถึงทิศทางการพัดของลมจากทางตะวันออกไปยังตะวันตก และลักษณะของเนินทรายแสดงการเกิดสะสมตัวไปในทะเลเพิ่มขึ้นในสภาวะที่แห้งแล้งสัมพันธ์กับเหตุการณ์หลังจากน้ำทะเลเพิ่มขึ้นสูงสุดในสมัยโฮโลซีนตอนกลาง โดยมีการหาอายุที่ระดับความลึก 1-3 เมตร พบว่าอยู่ในช่วง 2960-2220 ปีก่อนปัจจุบัน



รูปที่ 3.2.3 รูปแบบโครงสร้างของตะกอนที่จำแนกได้จากสัญญาณของการหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์

(Lertnok et al., 2010)

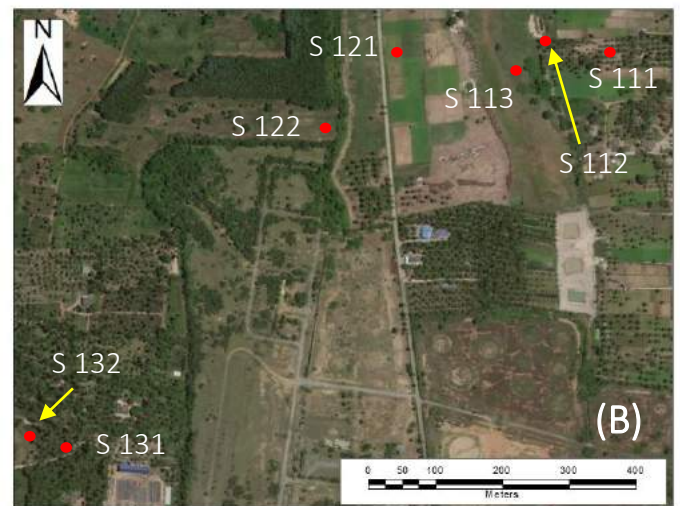
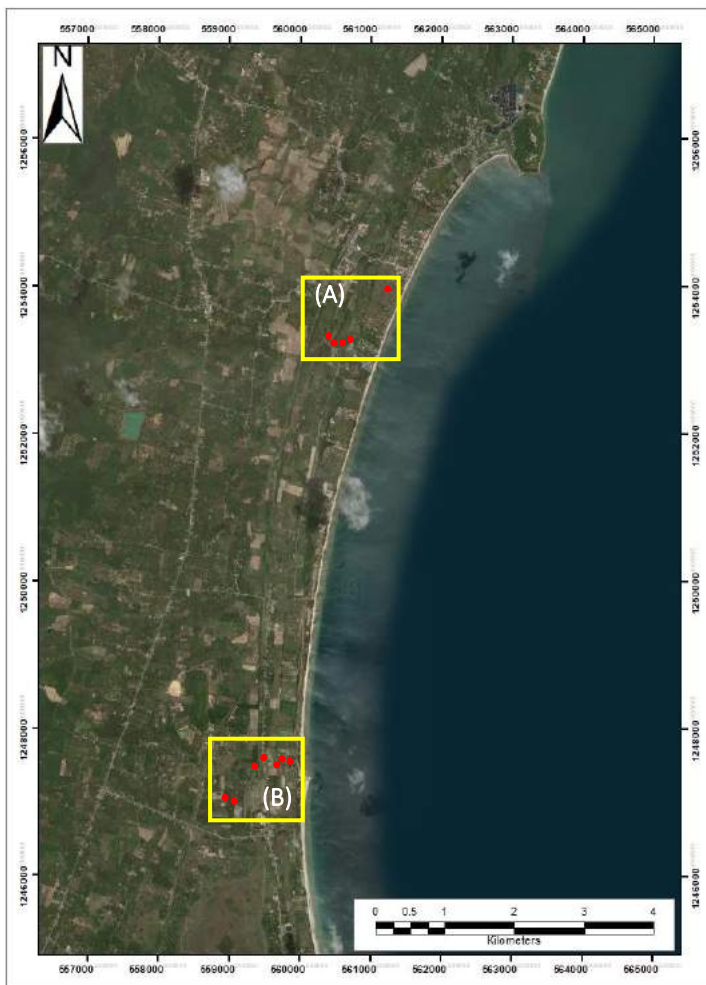
3.3 การเก็บข้อมูลภาคสนาม

3.3.1 การเก็บตัวอย่างตะกอน

โดยใช้จอบและพลั่วในการเปิดหน้าดินและขุดหลุมให้มีความลึกประมาณ 50 เซนติเมตร ปากหลุมกว้างประมาณ 30 เซนติเมตรและยาวประมาณ 50 เซนติเมตร และเก็บตะกอนที่ความลึกจากพื้นผิวที่ 30 และ 50 เซนติเมตร จากนั้นจึงใช้เครื่องเจาะแบบมือหมุน (Hand auger) เพื่อทำการเจาะในระดับที่ลึกมากขึ้นจากการขุดหลุม โดยก้านเจาะมีความยาวประมาณ 1 เมตร สามารถต่อให้ยาวได้หลายท่อน มีหัวเจาะ 2 รูปแบบที่เลือกใช้ คือ แบบ Mud auger และ Gouge auger ดังรูปที่ 3.3.2 เมื่อออกแรงกดพร้อมกับหมุนด้ามจับจะทำให้ได้เศษดินเข้าไปอยู่ในหัวเจาะ โดยเจาะลงไปตามระดับความลึกที่ต้องการหรือจนกว่าจะไม่สามารถเก็บตัวอย่างตะกอนขึ้นมาได้ เนื่องจากเป็นตะกอนทรายที่ร่วนไม่อัดแน่นหรือเจาะถึงระดับน้ำ โดยมีการบันทึกระดับความลึกตามสเกลที่ติดอยู่กับก้านเจาะ ทำการเก็บตัวอย่างตะกอนทั้งหมด 32 ตัวอย่าง จาก 12 หลุมที่ระดับความลึกแตกต่างกัน ดังนี้

ตาราง 3.1 แสดงตำแหน่งหลุมเจาะ จำนวนตัวอย่างและระดับความลึก (เซนติเมตร)

ตำแหน่งหลุมเจาะ	จำนวนตัวอย่าง	ระดับความลึก (เซนติเมตร)
S 111	1	30
S 112	1	30
S 113	3	20, 25, 35
S 121	2	30, 50
S 122	2	50, 65
S 131	1	30
S 132	1	80
S 31	7	30, 85, 107, 127, 159, 177, 215
S 321	1	30
S 322	3	70, 92, 112
S 33	4	30, 80, 102, 122
S 34	6	30, 80, 90, 102, 122, 154



รูปที่ 3.3.1 จุดเก็บตัวอย่างตะกอนทางเหนือ (บน) และทางใต้ (ล่าง) ของพื้นที่ศึกษา

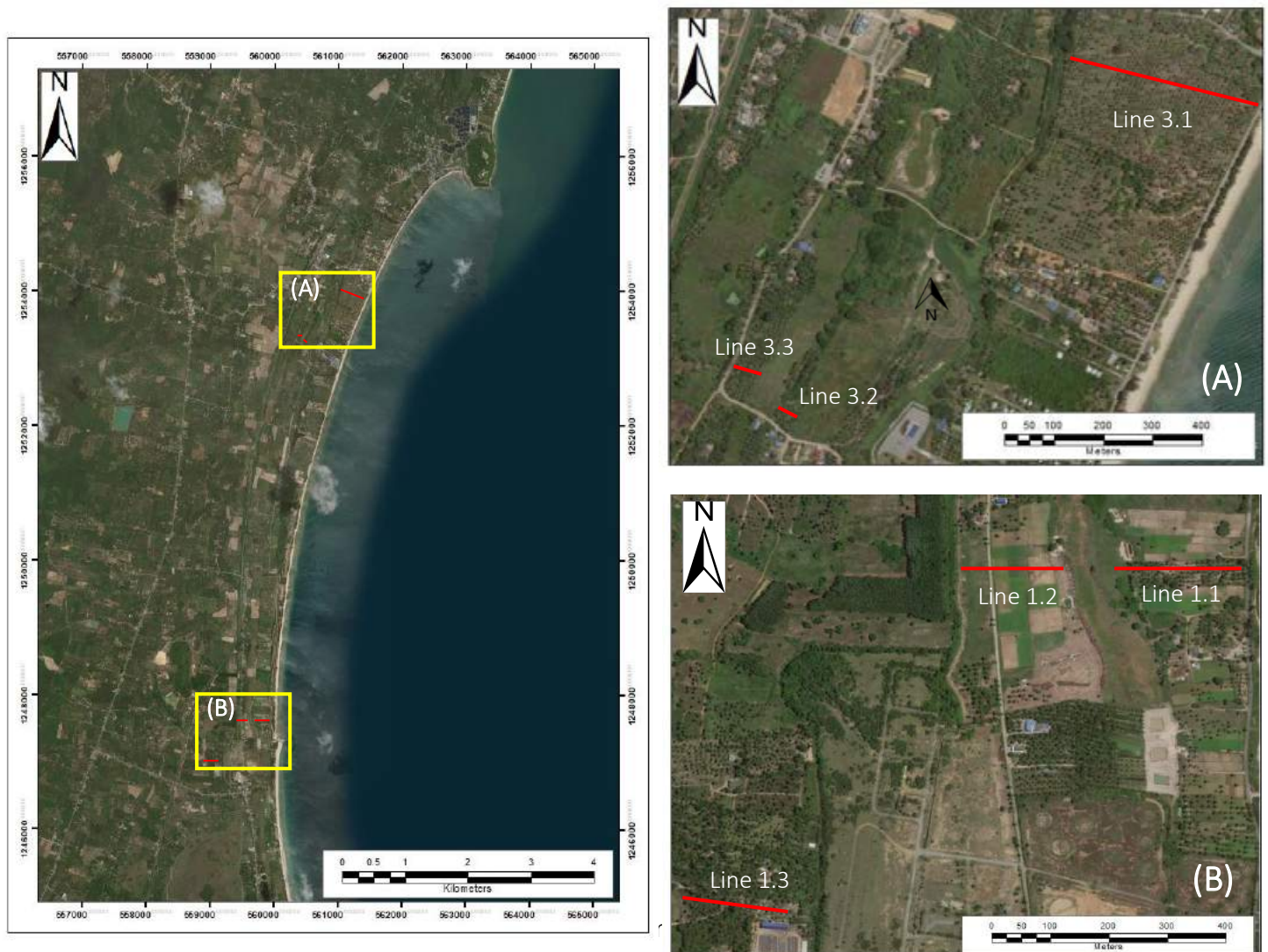


รูปที่ 3.3.2 ลักษณะหลุม (ซ้าย) และเครื่องเจาะแบบมือหมุน หัวเจาะ Mud auger (กลาง) Gouge auger (ขวา)

3.3.2 การสำรวจลักษณะการสะสมตัวของตะกอนโดยเครื่องหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์

จากการศึกษาลักษณะภูมิประเทศจากภาพถ่ายดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศ และการออกภาคสนามจริงเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของพื้นที่ ผู้วิจัยจึงได้เลือกวางแผนการสำรวจในแนวตั้งฉากกับชายฝั่ง โดยใช้คลื่นสัญญาณที่มีความถี่ 200 และ 400 เมกะเฮิร์ต ที่เหมาะกับการสำรวจทางธรณีวิทยาในระดับตื้น

โดยวางแผนการสำรวจจำนวน 2 เส้นทาง (บริเวณตอนเหนือและตอนใต้ของพื้นที่ศึกษา) รวม 6 แนวสัมพันธ์กับตำแหน่งหลุมเจาะที่เก็บตัวอย่างตะกอนและการเข้าถึงของพื้นที่ที่เป็นพื้นที่เดิมตามธรรมชาติ เนื่องจากบางบริเวณของพื้นที่ศึกษา เช่น ตอนกลางของพื้นที่ที่มีสภาพที่ไม่เหมาะกับการสำรวจด้วยเครื่องหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์เพราะเป็นพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขัง มีการถมดินปิดทับพื้นที่เดิมและพื้นที่ส่วนบุคคล เป็นต้น



รูปที่ 3.3.3 แนวการสำรวจด้วยการหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์ทางเหนือ (บน) และทางใต้ (ล่าง) ของพื้นที่ศึกษา

เป็นการศึกษาลักษณะภูมิประเทศในแนวตั้งฉากกับชายฝั่งเพื่อวัดระดับความลาดชันของพื้นที่ โดยใช้กล้องสำรวจวัดระดับ (Total Station) ยี่ห้อ Sokkia และไม้ Pole ที่ติดตั้งปริซึม ซึ่งจะเก็บข้อมูลทั้งในแนวระดับ (Horizontal) และแนวตั้ง (Vertical) โดยมีแนวการสำรวจสัมพันธ์กับแนวการสำรวจด้วยการหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์ เพื่อนำข้อมูลลักษณะภูมิประเทศไปปรับแก้ค่าความสูงให้ตรงตามภูมิประเทศจริงในการแสดงผลสัญญาณของการหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์



รูปที่ 3.3.4 กล้องสำรวจวัดระดับ (ซ้าย) และไม้ Pole ที่ติดตั้งปริซึม (ขวา)

3.4 การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอน (Sediments analysis) เป็นการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของตะกอนในแต่ละจุดศึกษา โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

3.4.1 การวิเคราะห์ขนาดของเม็ดตะกอน (Grain size analysis)

นำตัวอย่างตะกอนมาใส่ในชาม แล้วนำไปมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ในตู้อบตะกอน (oven) ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จนแห้งสนิท จากนั้นจึงนำตัวอย่างตะกอนไปชั่งน้ำหนักเพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าการกระจายตัวและการคัดขนาดของเม็ดตะกอน โดยใช้ตะแกรงคัดขนาด (sieve mesh) เบอร์ 5, 10, 18, 35, 60, 120, 230 และ PAN ตามระบบมาตรฐาน A.S.T.M. จากนั้นนำตัวอย่างตะกอนที่ชั่งน้ำหนักแล้วใส่ลงใน

ตะแกรงคัดขนาดแล้วนำไปวางบนเครื่องคัดขนาด (sieve shaker) ใช้เวลา 5 นาที จึงนำตัวอย่างตะกอนที่ได้ในตะแกรงแต่ละเบอร์มาชั่งเพื่อหาน้ำหนักและการกระจายตัวของตะกอนแต่ละขนาด



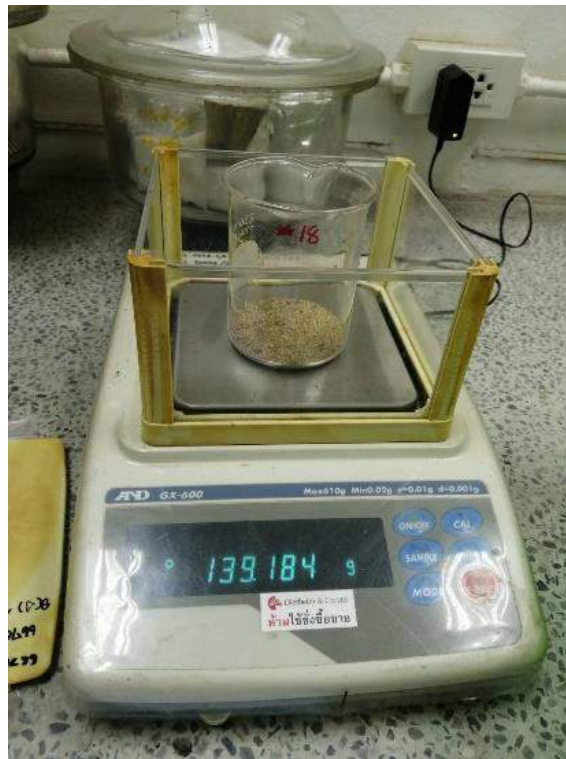
รูปที่ 3.4.1 ตัวอย่างตะกอนที่นำมาใส่ในชามเพื่อเตรียมอบ



รูปที่ 3.4.2 ตู้อบตะกอนที่ตั้งอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส



รูปที่ 3.4.3 เครื่องคัดขนาด (sieve shaker) ที่ประกอบด้วยตะแกรงคัดขนาด (sieve mesh) เบอร์ต่างๆ



รูปที่ 3.4.4 นำตัวอย่างตะกอนจากตะแกรงคัดขนาด (sieve mesh) แต่ละเบอร์มาชั่งน้ำหนัก

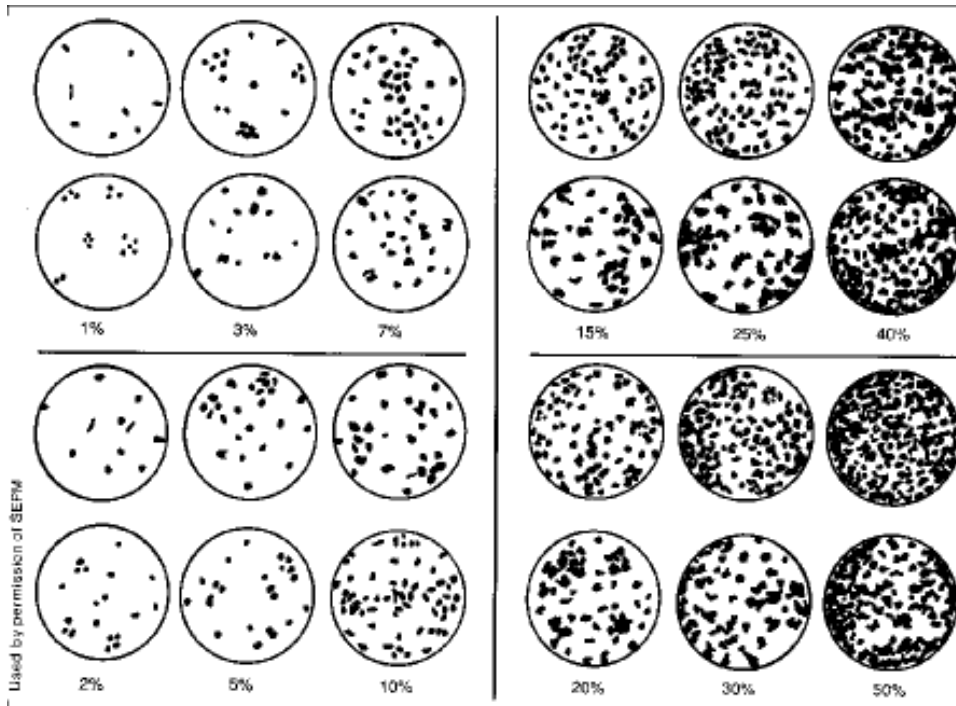
3.4.2 การวิเคราะห์ส่วนประกอบ (Sediment composition) และลักษณะทางกายภาพของตะกอน (Physical properties) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

3.4.2.1 การวิเคราะห์ส่วนประกอบของตะกอน (Sediment composition)

โดยนำตัวอย่างตะกอนที่ผ่านการอบเพื่อให้น้ำระเหยออก ใช้ในปริมาณเล็กน้อยและนำมาใส่ใน ถาดแก้วที่มีลักษณะแบนเพื่อให้ตะกอนกระจายอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นจึงนำไปดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แบบสเตอริโอ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแผ่นรองพื้นหลังได้เมื่อต้องการศึกษาแร่องค์ประกอบทั่วไปจะใช้พื้น หลังสีดำและศึกษาแร่ที่เป็นโลหะหนักหรือเศษหินจะใช้พื้นหลังสีขาว โดยเปรียบเทียบสัดส่วนของแร่ องค์ประกอบกับแผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบของตะกอน (standard chart of sediment's percentage composition) ดังรูปที่ 3.4.6



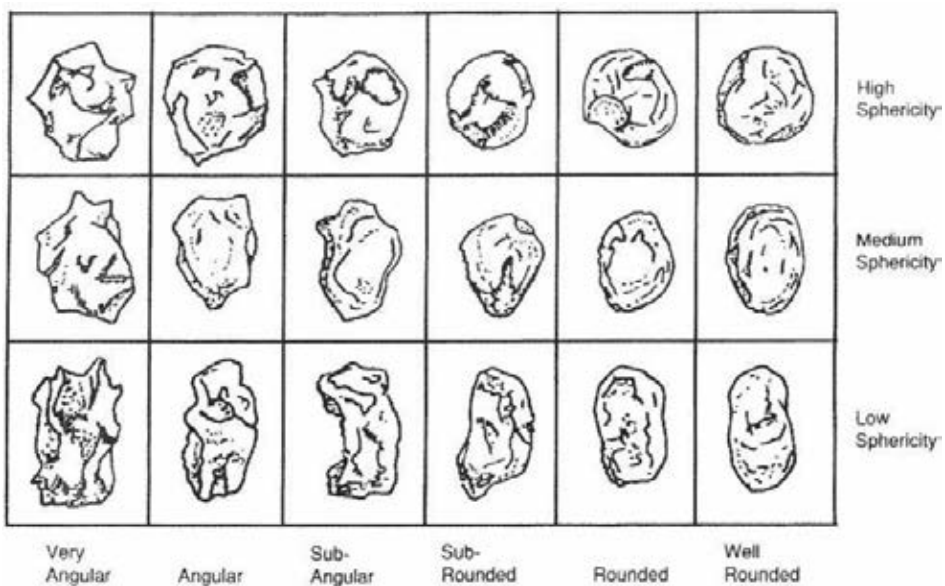
รูปที่ 3.4.5 กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ



รูปที่ 3.4.6 แผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบของตะกอน (ดัดแปลงจาก Terry and Chilingar, 1955)

3.4.2.2 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของตะกอน (Physical properties)

เป็นการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ โดยจะศึกษาลักษณะทางกายภาพ คือ ความกลมมน (Roundness) และรูปร่างของตะกอน (Sphericity) เปรียบเทียบกับแผนภูมิของ Powers (1953) ดังรูปที่ 3.4.7



รูปที่ 3.4.7 แผนผังแสดงลักษณะความกลมมน และรูปร่างของตะกอน (ดัดแปลงจาก Power,1953)

3.5 การสำรวจโดยใช้เครื่องหยังธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์ (Ground Penetrating Radar : GPR)

เป็นการสำรวจโดยใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Waves, EM) ความถี่ต่ำในการตรวจสอบสภาพลักษณะใต้พื้นดินในระดับตื้นโดยให้ผลลัพธ์ที่มีความละเอียดสูง สามารถสำรวจได้อย่างรวดเร็ว โดยการเลือกประยุกต์ใช้ในการสำรวจธรณีวิทยาในระดับตื้นจะเลือกใช้คลื่นสัญญาณความถี่ 200 และ 400 เมกะเฮิร์ต ซึ่งมีการใช้เครื่องหยังธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์ รุ่น SIR-20 โดยใช้โปรแกรม SIR-20 ในการสำรวจ และโปรแกรม RADAN 6.6 ในการแสดงผลลักษณะปรากฏทางเรดาร์ (Radar facies) ซึ่งเป็นแนวหน้าตัด (profile) ตามระยะทางในแนวแกน X และความลึกในแนวแกน Y

3.5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- เครื่องมือสำหรับเครื่องหยังธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์ รุ่น SIR-20 ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ดังนี้

3.5.1.1 ทับบุ๊ก (Toughbook) เป็นโน้ตบุ๊กสำหรับประมวลผล แสดงผลข้อมูล และเก็บข้อมูลการสำรวจ โดยจะใช้เฉพาะโปรแกรม SIR-20 และ RADAN 6.6 ในการทำงาน



รูปที่ 3.5.1 ทับบุ๊กที่ใช้ร่วมกับเครื่องหยังธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์ รุ่น SIR-20

3.5.1.2 หน่วยควบคุม (Control Unit) เป็นส่วนที่เชื่อมต่อเข้ากับสายอากาศ ท้าพู้ค และแหล่งจ่ายพลังงาน ประกอบด้วย 8 จุดเชื่อมต่อ ดังรูปที่ 3.5.2 ดังนี้

- 1) สายเชื่อมต่อพลังงานจากไฟฟ้ากระแสตรงจากหน่วยควบคุมให้กับท้าพู้ค (Laptop power)
- 2) สายเคเบิลอีเธอร์เน็ตเชื่อมต่อท้าพู้ค (Ethernet cable)
- 3) จุดเชื่อมต่อกับแบตเตอรี่เพื่อใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ (Battery transformer)
- 4) จุดเชื่อมต่อพลังงานจากไฟฟ้ากระแสสลับ (AC transformer)
- 5) จุดเชื่อมต่อมาร์กเกอร์ (Marker connector) เชื่อมมาร์กเกอร์กับล้อวัดระยะทาง
- 6) จุดเชื่อมต่อกับล้อวัดระยะทาง (Survey wheel connector) เพื่อบันทึกระยะทางที่สำรวจ
- 7) ทรานสดิวเซอร์ 1 (Transducer 1) คือ จุดเชื่อมต่อกับสายอากาศตัวที่ 1
- 8) ทรานสดิวเซอร์ 2 (Transducer 2) คือ จุดเชื่อมต่อกับสายอากาศตัวที่ 2



รูปที่ 3.5.2 ตำแหน่งจุดเชื่อมต่อกับหน่วยควบคุม

3.5.1.3 สายอากาศ (Transmitting and Receiving antenna) ใช้ในการส่งและรับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ผ่านใต้ดิน ซึ่งเลือกใช้คลื่นสัญญาณความถี่ 200 และ 400 เมกะเฮิร์ต โดยจำเป็นต้องเชื่อมต่อสายสัญญาณต่างๆ เข้ากับหน่วยควบคุมและกล่องสายอากาศให้เรียบร้อย ก่อนเชื่อมต่อกับหัวแบตเตอรี่และเปิดใช้งานท้าพู้ค เพื่อป้องกันไฟฟาลัดวงจร และเชื่อมต่อกับกล่องสายอากาศกับก้านจับ เพื่อให้สะดวกในการลาก โดยประกอบไปด้วย 3 จุดเชื่อมต่อ ดังรูปที่ 3.5.3 ดังนี้

- 1) จุดเชื่อมต่อกับล้อวัดระยะทาง (Survey wheel connector)
- 2) จุดเชื่อมต่อมาร์กเกอร์ (Marker connector) เชื่อมมาร์กเกอร์กับล้อวัดระยะทาง
- 3) ทรานสดิวเซอร์ (Transducer) จุดเชื่อมต่อสายนำสัญญาณกับหน่วยควบคุม



รูปที่ 3.5.3 ตำแหน่งจุดเชื่อมต่อบนกล่องสายอากาศ

3.5.1.4 ส่วนประกอบอื่นๆ ได้แก่ ก้านจับ อุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่ของทัฟบุก สายนำสัญญาณ

➤ เครื่องมือสำหรับใช้ร่วมกับเครื่องหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์ รุ่น SIR-20 ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ดังนี้

3.5.1.5 ล้อวัดระยะทาง (Survey wheel)

3.5.1.6 แบตเตอรี่ (Battery)

3.5.1.7 เสลียงและตลับเมตร



รูปที่ 3.5.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจด้วยการธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์

3.5.2 การตรวจสอบการเชื่อมต่ออุปกรณ์

หลังจากทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างทำการสำรวจ คือ แหล่งพลังงานไม่เข้าสู่อุปกรณ์อย่างต่อเนื่อง ทำให้อุปกรณ์ไม่สามารถทำงานได้ จึงควรตรวจสอบแหล่งพลังงานของอุปกรณ์ได้จากหลอดไฟในส่วนหน่วยควบคุม โดยสถานะของอุปกรณ์จะมี 2 สถานะ ดังนี้

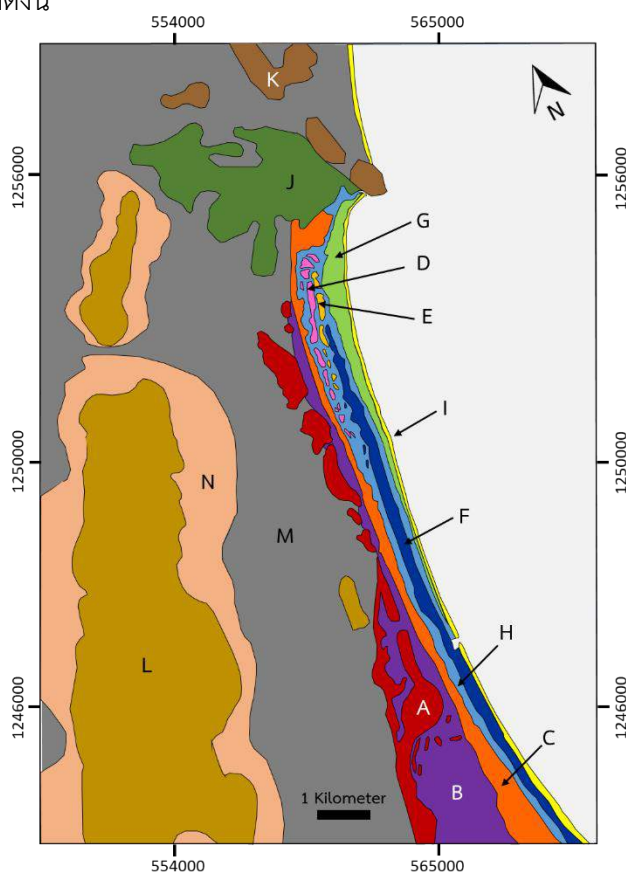
1. สถานะ สีเขียว แสดงว่า ระบบได้ถูกต่อเข้ากับแหล่งพลังงานเรียบร้อยแล้ว
2. สถานะ สีส้ม แสดงว่า มีการรับส่งสัญญาณระหว่างทัฟบูคกับหน่วยควบคุมขณะทำการสำรวจ

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ลักษณะธรณีสัณฐานของพื้นที่ศึกษา (Geomorphological Unit)

จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศปี ค.ศ. 1994 ร่วมกับภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อจัดทำแผนที่แบ่งลักษณะธรณีสัณฐานของพื้นที่ศึกษา ได้ดังนี้



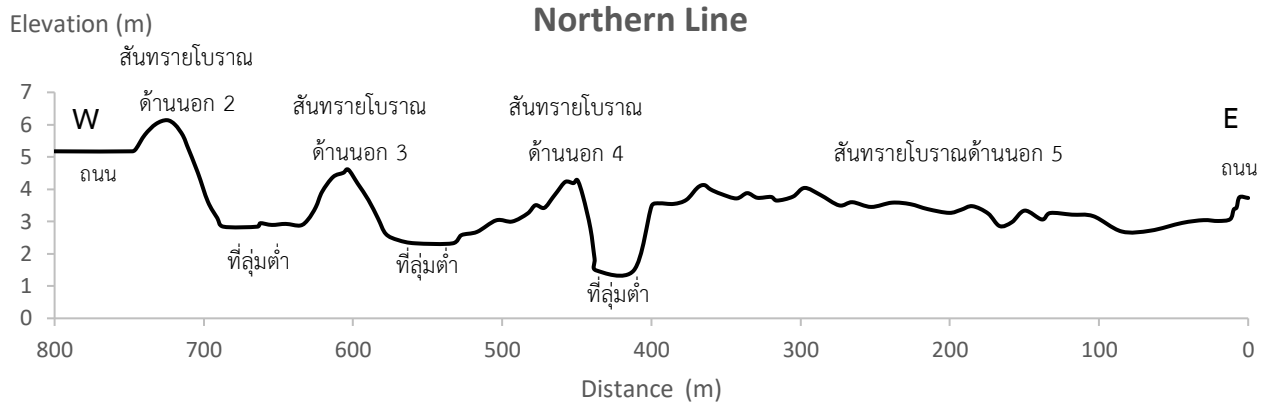
รูปที่ 4.1 แผนที่ลักษณะธรณีสัณฐานของพื้นที่ศึกษา

คำอธิบายสัญลักษณ์ :

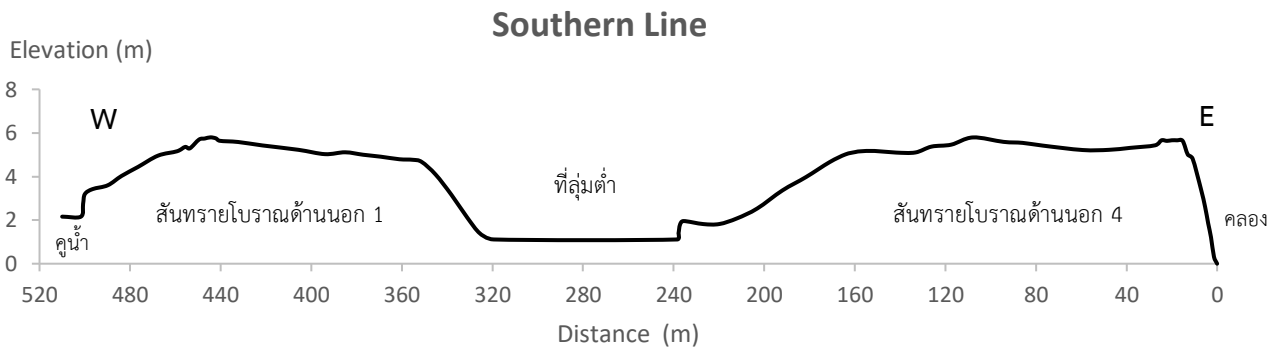
- | | |
|---|--|
| A. สันทรายโบราณด้านใน (Inner sand ridge) | H. ที่ลุ่มต่ำ (Swale) |
| B. ลากูนเก่า (Old lagoon) | I. ชายหาดปัจจุบัน (Sandy beach) |
| C. สันทรายโบราณด้านนอก 1 (Outer sand ridge 1) | J. พื้นที่ป่า (Forest area) |
| D. สันทรายโบราณด้านนอก 2 (Outer sand ridge 2) | K. ภูเขาในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ (NW-SE Mountain) |
| E. สันทรายโบราณด้านนอก 3 (Outer sand ridge 3) | L. ภูเขาในแนวเหนือ-ใต้ (N-S Mountain) |
| F. สันทรายโบราณด้านนอก 4 (Outer sand ridge 4) | M. ตะกอนน้ำพา (Alluvial deposit) |
| G. สันทรายโบราณด้านนอก 5 (Outer sand ridge 5) | N. ตะกอนเชิงเขา (Colluvial deposit) |

4.2 ลักษณะภูมิประเทศ (Topographic survey)

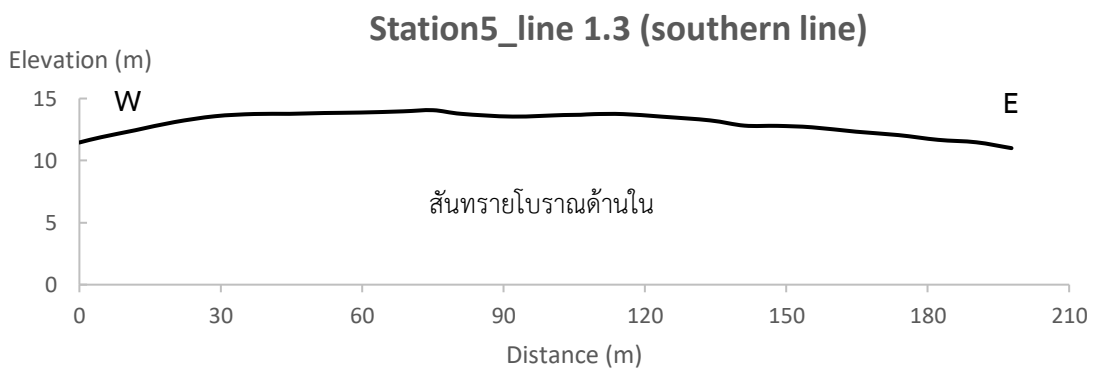
ตามแนวการสำรวจด้วยเครื่องหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์เพื่อนำค่าระดับความสูงมาปรับสัญญาณให้มีระดับความสูงตามภูมิประเทศจริง โดยแบ่งออกเป็นเส้นทางเหนือ เส้นทางใต้ และเส้นทาง 1.3 (ทางใต้)



รูปที่ 4.2.1 ลักษณะภูมิประเทศทางเหนือของพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 4.2.2 ลักษณะภูมิประเทศทางใต้ของพื้นที่ศึกษา

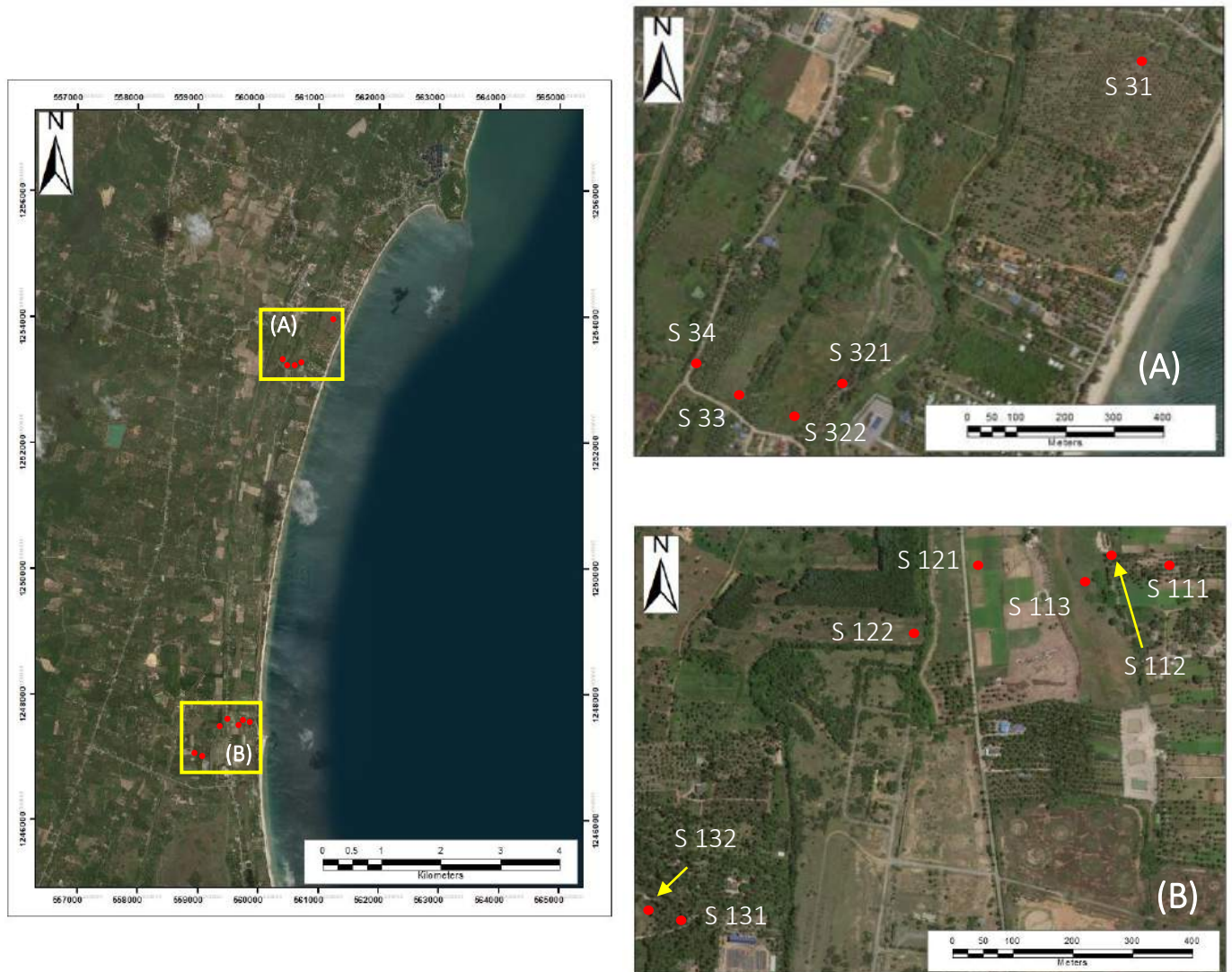


รูปที่ 4.2.3 ลักษณะภูมิประเทศบริเวณเส้นทาง 1.3 (ทางใต้) ของพื้นที่ศึกษา

4.3 ลักษณะของตะกอน (Sediment)

4.3.1 ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างตะกอน

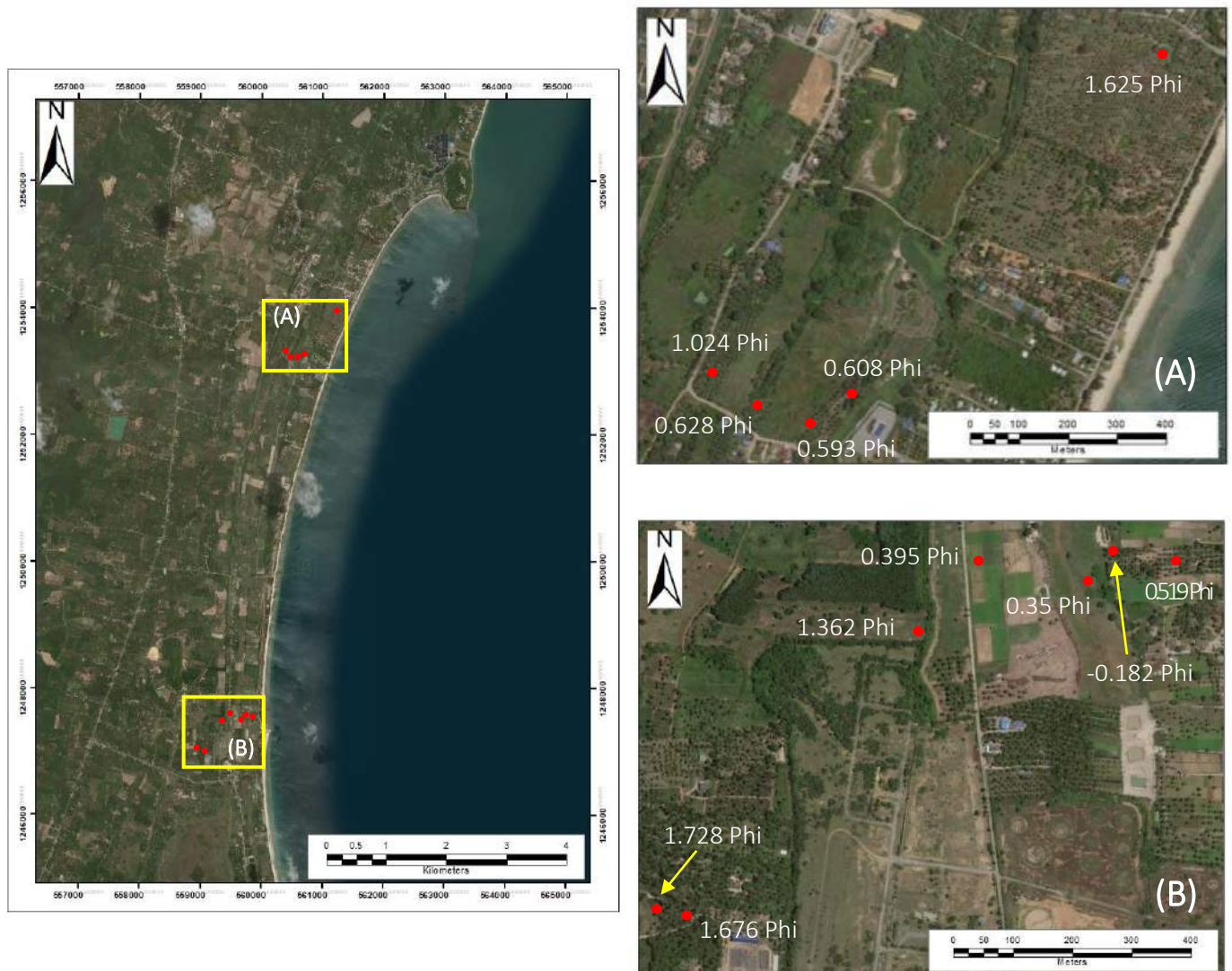
แบ่งออกเป็นทางเหนือของพื้นที่ศึกษา จำนวน 5 ตำแหน่ง ได้แก่ S 31, S 321, S 322, S 33 และ S 34 กับทางใต้ของพื้นที่ศึกษา จำนวน 7 ตำแหน่ง ได้แก่ S 111, S 112, S 113, S 121, S 122, S 131 และ S 132 กระจายตัวตามลักษณะธรณีสัณฐานแบบต่างๆ ของพื้นที่ที่ได้ทำการแบ่ง ดังรูปที่ 4.3.1



รูปที่ 4.3.1 ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างตะกอน ทางเหนือ (บน) และทางใต้ (ล่าง) ของพื้นที่ศึกษา

4.3.2 ขนาดของตะกอนจากเครื่องคัดขนาด (sieve shaker)

โดยใช้ค่าที่ได้จากการใช้ตะแกรงคัดขนาด (sieve mesh) เบอร์ 5, 10, 18, 35, 60, 120, 230 และ PAN และนำตัวอย่างที่เก็บเฉพาะในหลุมบริเวณพื้นผิวมาเปรียบเทียบกัน แบ่งออกเป็นทางเหนือ 5 ค่า และทางใต้ 7 ค่า ตามตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างตะกอน ดังรูปที่ 4.3.2 และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Wentworth, 1922 ดังรูปที่ 4.3.3



รูปที่ 4.3.2 ขนาดเฉลี่ยของตะกอนจากการคัดขนาด (sieve) ทางเหนือ (บน) และทางใต้ (ล่าง) ของพื้นที่ศึกษา

Millimeters (mm)	Micrometers (μm)	Phi (ϕ)	Wentworth size class
4096		-12.0	Boulder
256		-8.0	Cobble
64		-6.0	Pebble
4		-2.0	Granule
2.00		-1.0	Very coarse sand
1.00		0.0	Coarse sand
1/2	500	1.0	Medium sand
1/4	250	2.0	Fine sand
1/8	125	3.0	Very fine sand
1/16	63	4.0	Coarse silt
1/32	31	5.0	Medium silt
1/64	15.6	6.0	Fine silt
1/128	7.8	7.0	Very fine silt
1/256	3.9	8.0	Clay
0.00006	0.06	14.0	

รูปที่ 4.3.3 การจำแนกขนาดตะกอนตาม Wentworth, 1922

ขนาดของตะกอนและการคัดขนาดตะกอนโดยแสดงค่าจากตัวอย่างตะกอนที่เก็บมาวิเคราะห์ทั้งหมด 32 ตัวอย่าง จาก 12 หลุม ที่ระดับความลึกแตกต่างกัน

ตาราง 4.1 การวิเคราะห์ขนาดและการคัดขนาดของตะกอนตาม Wentworth, 1922

Geomorphological Unit	Station	Mean Grain Size (Phi)	Sorting (Phi)
Unit F (Outer sand ridge 4)	111	0.519 (Coarse sand)	0.781 (Moderately sorted)
Unit F (Outer sand ridge 4)	112	-0.182 (Very coarse sand)	1.01 (Poorly sorted)
Unit H (Swale)	113_20 cm	0.35 (Coarse sand)	1.224 (Poorly sorted)
Unit H (Swale)	113_25 cm	0.116 (Coarse sand)	1.004 (Poorly sorted)
Unit H (Swale)	113_35 cm	0.331 (Coarse sand)	1.339 (Poorly sorted)
Unit C (Outer sand ridge 1)	121_30 cm	0.395 (Coarse sand)	0.916 (Moderately sorted)
Unit C (Outer sand ridge 1)	121_50 cm	0.355 (Coarse sand)	0.982 (Moderately sorted)
Unit B (Old lagoon)	122_50 cm	1.362 (Medium sand)	1.544 (Poorly sorted)
Unit B (Old lagoon)	122_65 cm	1.524 (Medium sand)	1.461 (Poorly sorted)
Unit A (Inner sand ridge)	131	1.676 (Medium sand)	1.147 (Poorly sorted)
Unit A (Inner sand ridge)	132_90 cm	1.728 (Medium sand)	1.354 (Poorly sorted)

Geomorphological Unit	Station	Mean Grain Size (Phi)	Sorting (Phi)
Unit G (Outer sand ridge 5)	31_30 cm	1.625 (Medium sand)	0.813 (Moderately sorted)
Unit G (Outer sand ridge 5)	31_85 cm	1.33 (Medium sand)	1.001 (Poorly sorted)
Unit G (Outer sand ridge 5)	31_107 cm	1.349 (Medium sand)	0.889 (Moderately sorted)
Unit G (Outer sand ridge 5)	31_127 cm	0.482 (Coarse sand)	1.207 (Poorly sorted)
Unit G (Outer sand ridge 5)	31_159 cm	1.048 (Medium sand)	1.113 (Poorly sorted)
Unit G (Outer sand ridge 5)	31_177 cm	1.38 (Medium sand)	0.819 (Moderately sorted)
Unit G (Outer sand ridge 5)	31_215 cm	1.276 (Medium sand)	0.993 (Moderately sorted)
Unit F (Outer sand ridge 4)	321	0.608 (Coarse sand)	0.878 (Moderately sorted)
Unit F (Outer sand ridge 4)	322_70 cm	0.593 (Coarse sand)	1.301 (Poorly sorted)
Unit F (Outer sand ridge 4)	322_92 cm	0.555 (Coarse sand)	1.308 (Poorly sorted)
Unit F (Outer sand ridge 4)	322_112 cm	0.084 (Coarse sand)	1.22 (Poorly sorted)
Unit E (Outer sand ridge 3)	33_30 cm	0.628 (Coarse sand)	1.028 (Poorly sorted)
Unit E (Outer sand ridge 3)	33_80 cm	0.533 (Coarse sand)	1.087 (Poorly sorted)
Unit E (Outer sand ridge 3)	33_102 cm	0.438 (Coarse sand)	1.123 (Poorly sorted)
Unit E (Outer sand ridge 3)	33_122 cm	0.154 (Coarse sand)	1.157 (Poorly sorted)
Unit D (Outer sand ridge 2)	34_30 cm	1.024 (Medium sand)	0.855 (Moderately sorted)
Unit D (Outer sand ridge 2)	34_80 cm	1.147 (Medium sand)	0.867 Moderately sorted)
Unit D (Outer sand ridge 2)	34_90 cm	1.228 (Medium sand)	0.876 (Moderately sorted)
Unit D (Outer sand ridge 2)	34_102 cm	1.279 (Medium sand)	0.879 (Moderately sorted)
Unit D (Outer sand ridge 2)	34_122 cm	1.035 (Medium sand)	1.003 (Poorly sorted)
Unit D (Outer sand ridge 2)	34_154 cm	0.974 (Coarse sand)	1.054 (Poorly sorted)

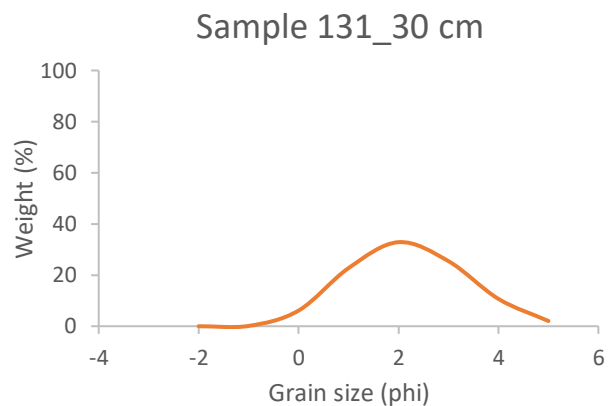
4.3.3 การกระจายตัวของขนาดเม็ดตะกอน (Grain size distribution) โดยใช้เครื่องเขย่าแยกตะกอน (Shaker) ในการวิเคราะห์ขนาดเม็ดตะกอนผ่านตะแกรง (Sieve analysis)

4.3.3.1 สันทรายโบราณด้านใน (Inner sand ridge; Unit A)

จากกราฟแบ่งเป็นพื้นที่ทางใต้ 2 ตัวอย่าง พบว่ากราฟแสดงลักษณะการกระจายตัวของตะกอนเป็นแบบ unimodal คือมี 1 จุดยอด บ่งบอกถึงแหล่งที่มาของตะกอนว่าส่วนใหญ่มาจากแหล่งเดียวกัน มีขนาดเม็ดตะกอนปานกลางและการคัดขนาดแย้ ประกอบไปด้วยหลุม 131 และ 132



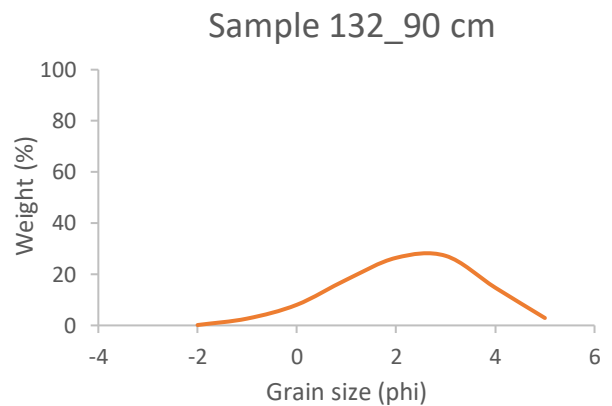
รูปที่ 4.3.4 หลุมเก็บตัวอย่าง S 131



แผนภูมิที่ 4.1 การกระจายตัวของเม็ดตะกอน ที่ความลึก 30 เซนติเมตร



รูปที่ 4.3.5 หลุมเก็บตัวอย่าง S 132



แผนภูมิที่ 4.2 การกระจายตัวของเม็ดตะกอน ที่ความลึก 90 เซนติเมตร

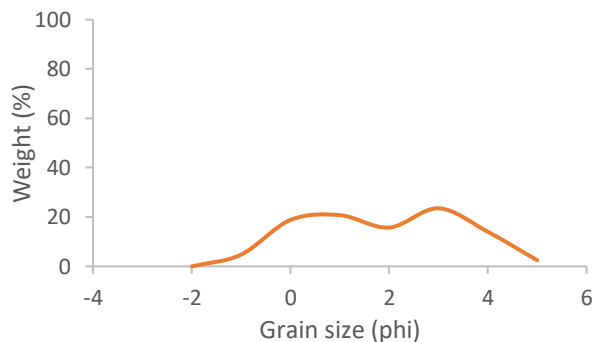
4.3.3.2 ลากูนเก่า (Old lagoon; Unit B)

จากกราฟแบ่งเป็นพื้นที่ทางใต้ 2 ตัวอย่าง พบว่ากราฟแสดงลักษณะการกระจายตัวของตะกอนเป็นแบบ bimodal คือมี 2 จุดยอด บ่งบอกถึงแหล่งที่มาของตะกอนที่อาจจะมาจาก 2 แหล่ง หรือเกิดจากตัวกลางที่พัดพามามีพลังงานมาก มีขนาดเม็ดตะกอนหยาบและการคัดขนาดปานกลาง ประกอบไปด้วยหลุม 122 ที่ความลึก 50 และ 65 เซนติเมตร

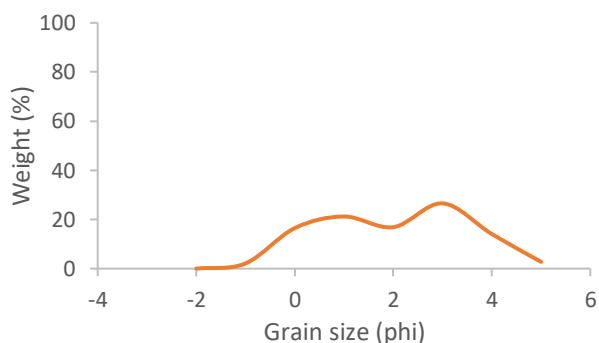


รูปที่ 4.3.6 หลุมเก็บตัวอย่าง S 122

Sample122_50 cm



Sample 122_65 cm



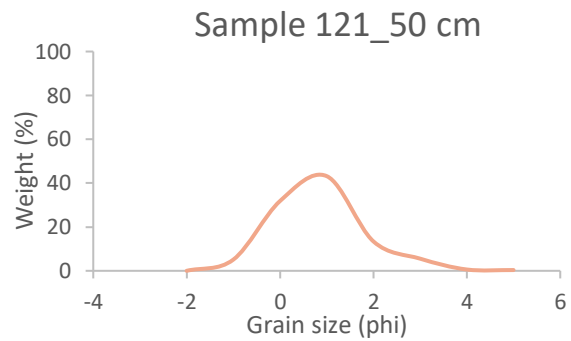
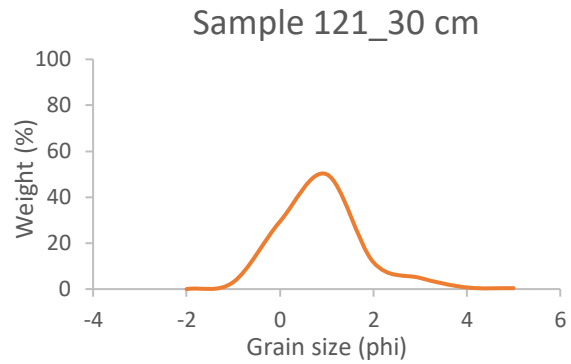
แผนภูมิที่ 4.3 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนที่ความลึก 50 และ 65 เซนติเมตร

4.3.3.3 สันทรายโบราณด้านนอก 1 (Outer sand ridge 1; Unit C)

จากกราฟแบ่งเป็นพื้นที่ทางใต้ 2 ตัวอย่าง พบว่ากราฟแสดงลักษณะการกระจายตัวของตะกอนเป็นแบบ unimodal ขนาดเม็ดตะกอนปานกลางและการคัดขนาดแย่ ประกอบไปด้วยหลุม 1.2.1 ที่ความลึก 30 และ 50 เซนติเมตร



รูปที่ 4.3.7 หลุมเก็บตัวอย่าง S 121



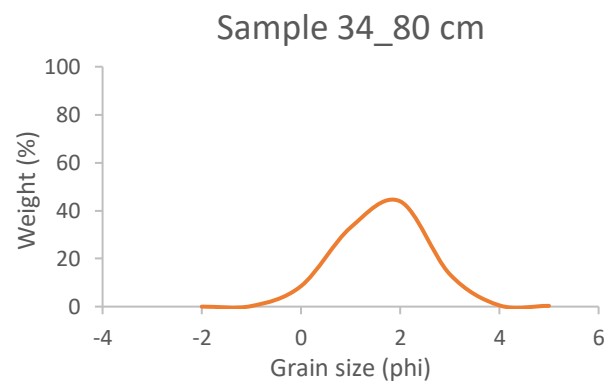
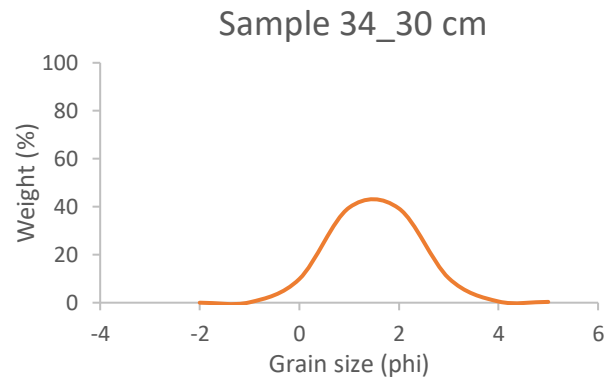
แผนภูมิที่ 4.4 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนที่ความลึก 30 และ 50 เซนติเมตร

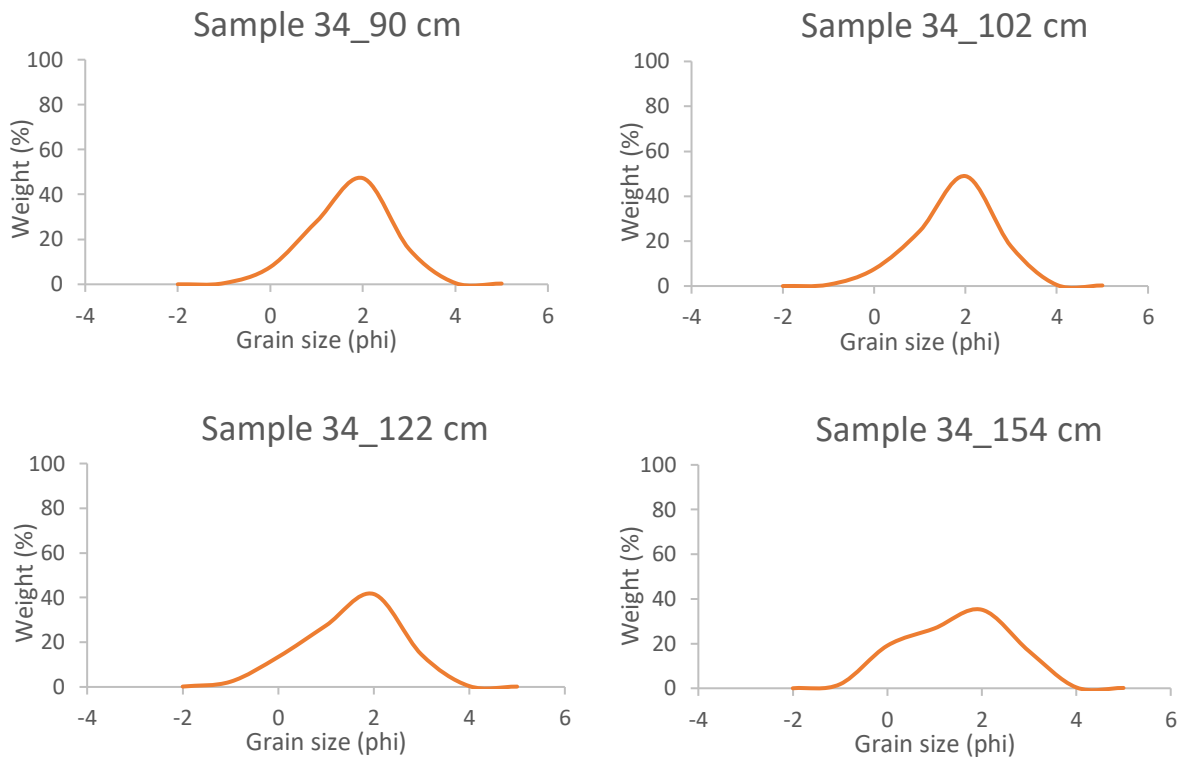
4.3.3.4 สันทรายโบราณด้านนอก 2 (Outer sand ridge 2; Unit D)

จากกราฟแบ่งเป็นพื้นที่ทางเหนือ 6 ตัวอย่าง พบว่ากราฟแสดงลักษณะการกระจายตัวของตะกอนเป็นแบบ unimodal ขนาดเม็ดตะกอนปานกลางและการคัดขนาดปานกลาง โดยที่ความลึก 122 เซนติเมตร มีการคัดขนาดแย้ และที่ความลึก 154 เซนติเมตร ขนาดเม็ดตะกอนหยาบและการคัดขนาดแย้ ประกอบไปด้วยหลุม 34



รูปที่ 4.3.8 หลุมเก็บตัวอย่าง S 34





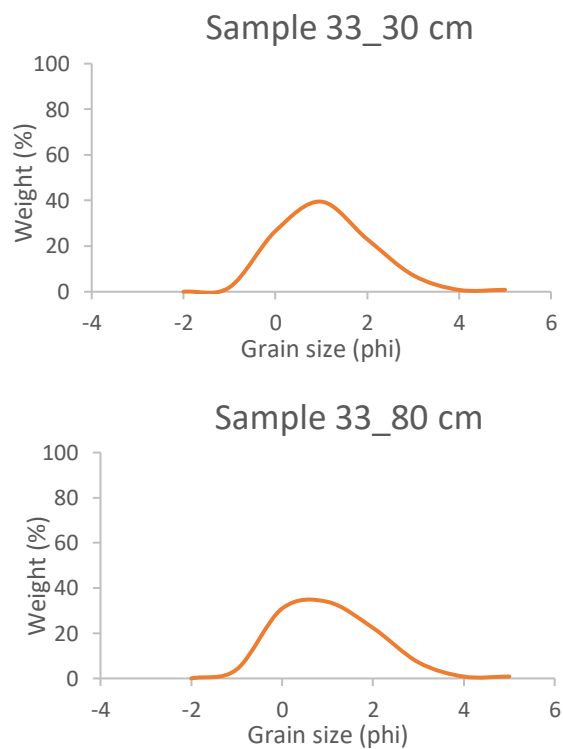
แผนภูมิที่ 4.5 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนที่ความลึก 30, 80, 90, 102, 122 และ 154 เซนติเมตร

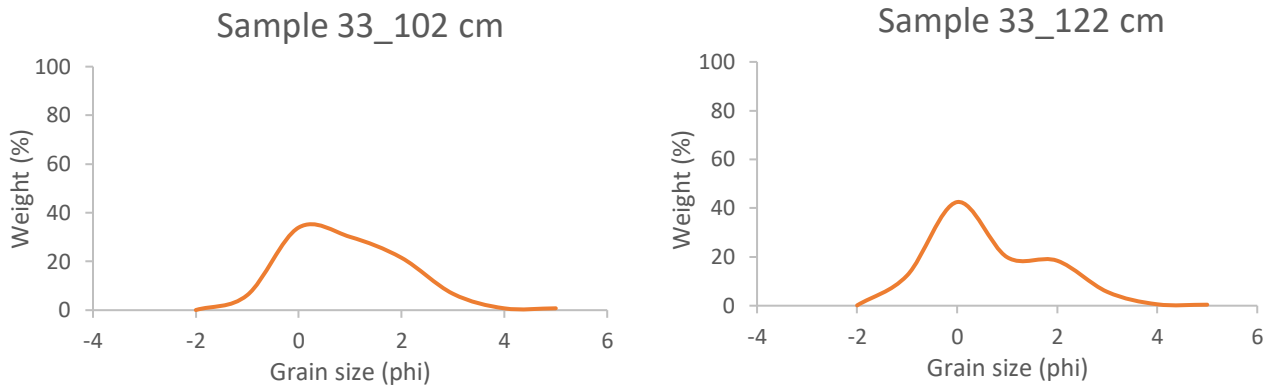
4.3.3.5 สันทรายโบราณด้านนอก 3 (Outer sand ridge 3; Unit E)

จากกราฟแบ่งเป็นพื้นที่ทางเหนือ 4 ตัวอย่าง พบว่ากราฟแสดงลักษณะการกระจายตัวของตะกอนเป็นแบบ unimodal ขนาดเม็ดตะกอนหยาบและการคัดขนาดแย้ แต่ที่ความลึก 122 เซนติเมตร มีลักษณะการกระจายตัวของตะกอนเป็นแบบ bimodal ประกอบไปด้วยหลุม 33



รูปที่ 4.3.9 หลุมเก็บตัวอย่าง S 33





แผนภูมิที่ 4.6 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนที่ความลึก 30, 80, 102 และ 122 เซนติเมตร

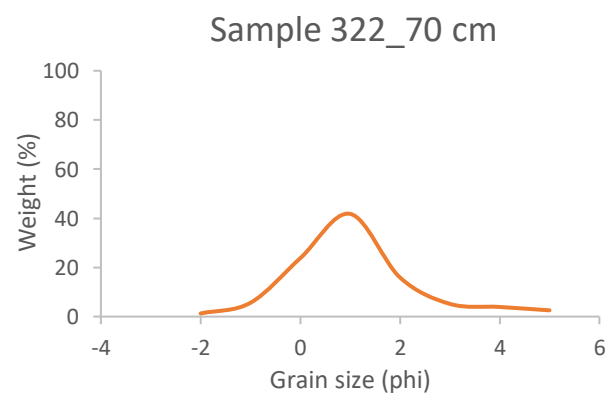
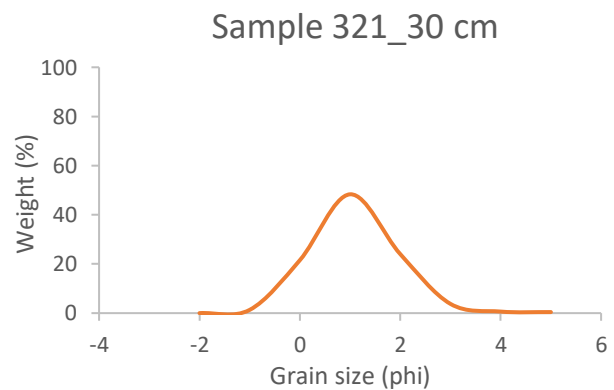
4.3.3.6 สันทรายโบราณด้านนอก 4 (Outer sand ridge 4; Unit F)

จากกราฟแบ่งเป็นพื้นที่ทางเหนือ 4 ตัวอย่าง ประกอบไปด้วยหลุม 321 และ 322 พบว่ากราฟแสดงลักษณะการกระจายตัวของตะกอนเป็นแบบ unimodal ขนาดเม็ดตะกอนหยาบและการคัดขนาดแย้ แต่ที่หลุม 321 พบการคัดขนาดปานกลาง

ทางใต้ 2 ตัวอย่าง พบว่ากราฟแสดงลักษณะการกระจายตัวของตะกอนเป็นแบบ unimodal ประกอบไปด้วยหลุม 111 ขนาดเม็ดตะกอนหยาบ การคัดขนาดปานกลาง และหลุม 112 ขนาดเม็ดตะกอนหยาบมาก การคัดขนาดแย้



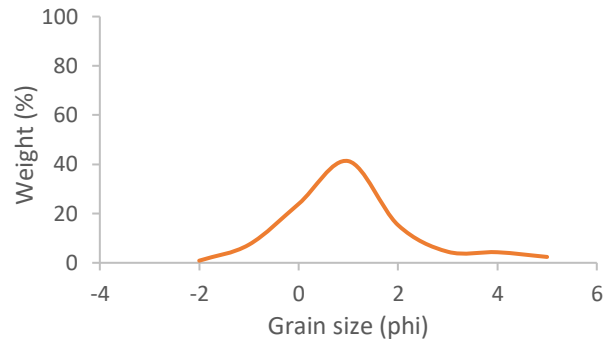
รูปที่ 4.3.10 หลุมเก็บตัวอย่าง S_3.2.1



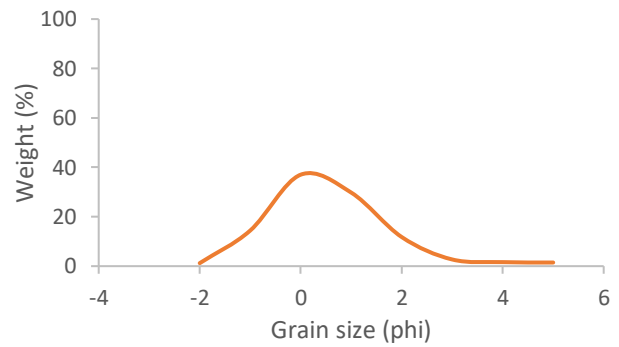


รูปที่ 4.3.11 หลุมเก็บตัวอย่าง S 322

Sample 322_92 cm



Sample 322_112 cm

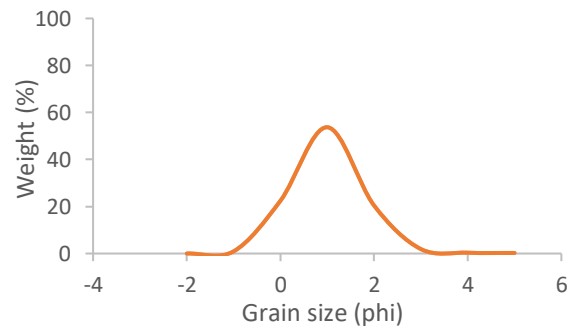


แผนภูมิที่ 4.7 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนที่ความลึก 30, 70, 92 และ 112 เซนติเมตร

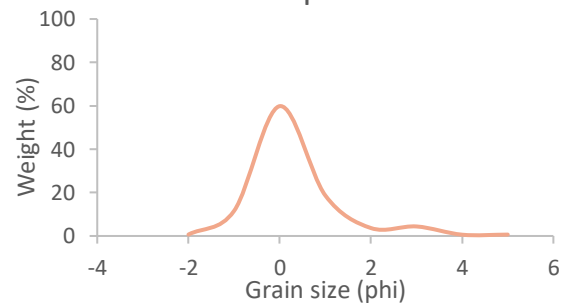


รูปที่ 4.3.12 หลุมเก็บตัวอย่าง S 111

Sample 111_30 cm



Sample 112



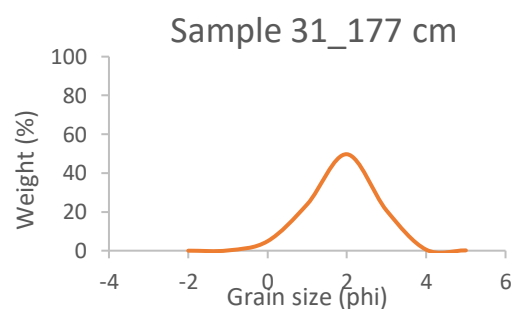
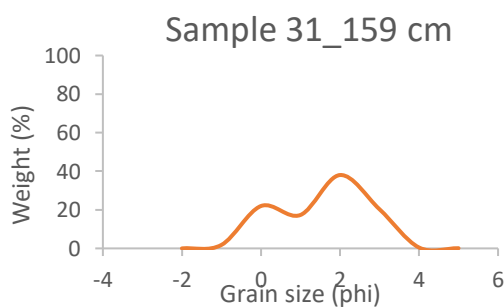
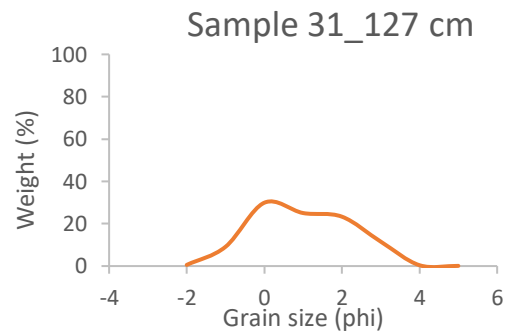
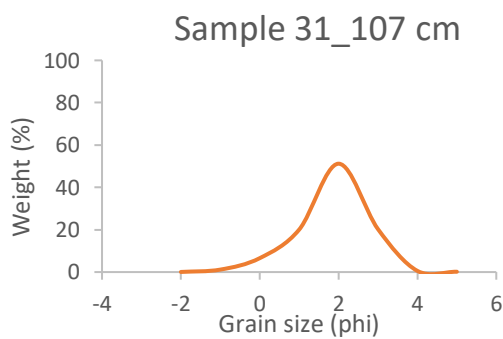
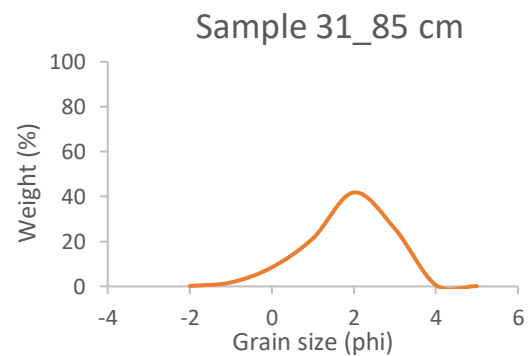
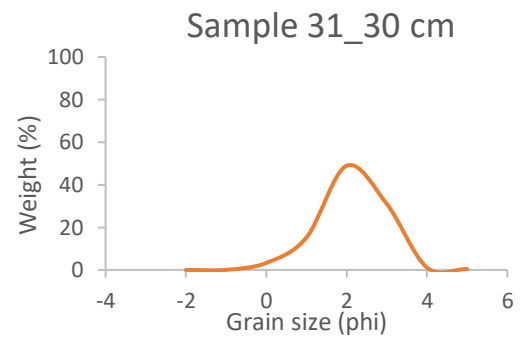
แผนภูมิที่ 4.8 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนที่ความลึก 30 เซนติเมตร และตะกอนบ่อ

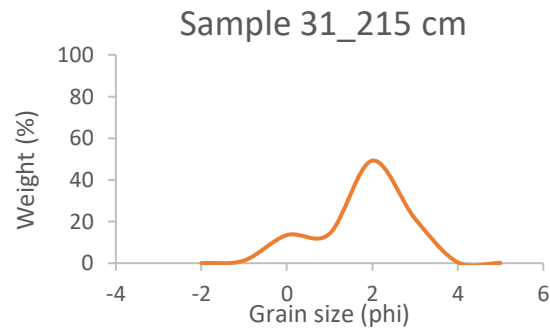
4.3.3.7 สันทรายโบราณด้านนอก 5 (Outer sand ridge 5; Unit G)

จากกราฟแบ่งเป็นพื้นที่ทางเหนือ 7 ตัวอย่าง พบว่ากราฟแสดงลักษณะการกระจายตัวของตะกอนเป็นแบบ unimodal ขนาดเม็ดตะกอนปานกลางและการคัดขนาดปานกลาง แต่ที่ความลึก 127 เซนติเมตร มีการกระจายตัวของตะกอนเป็นแบบ เป็น bimodal พบขนาดเม็ดตะกอนหยาบ การคัดขนาดแย้ และที่ความลึก 85 และ 159 เซนติเมตร มีการคัดขนาดแย้ ประกอบไปด้วยหลุม 31



รูปที่ 4.3.13 หลุมเก็บตัวอย่าง S 31





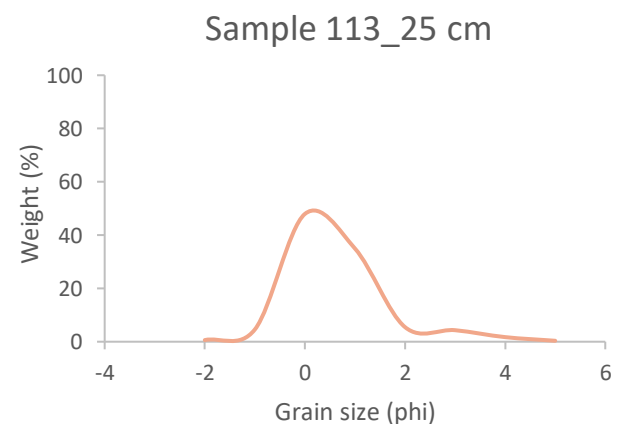
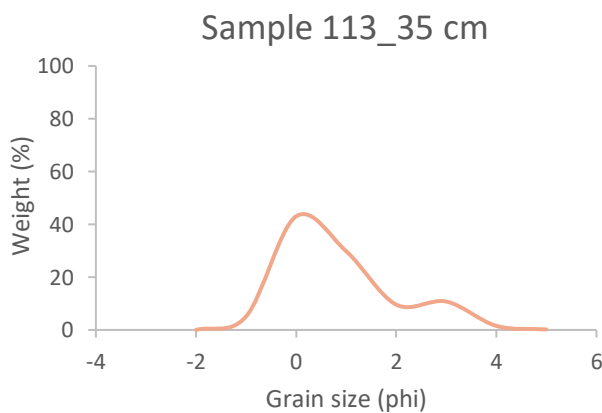
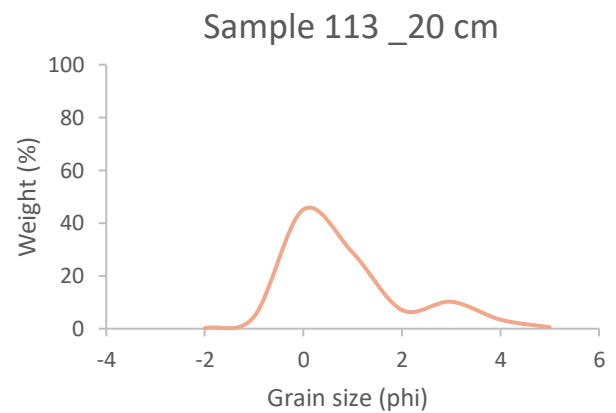
แผนภูมิที่ 4.9 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนที่ความลึก 30, 85, 107, 127, 159, 177 และ 215 เซนติเมตร

4.3.3.8 ที่ลุ่มต่ำ (Swale; Unit H)

จากกราฟแบ่งเป็นพื้นที่ทางใต้ 3 ตัวอย่าง พบว่ากราฟแสดงลักษณะการกระจายตัวของตะกอนเป็นแบบ bimodal คือบ่งบอกถึงแหล่งที่มาของตะกอนที่อาจจะมาจาก 2 แหล่ง หรือเกิดจากตัวกลางที่พัดพามามีพลังงานมาก ขนาดเม็ดตะกอนหยาบและการคัดขนาดแย่ ประกอบไปด้วยหลุม 113 ที่ความลึก 20, 25 และ 35 เซนติเมตร



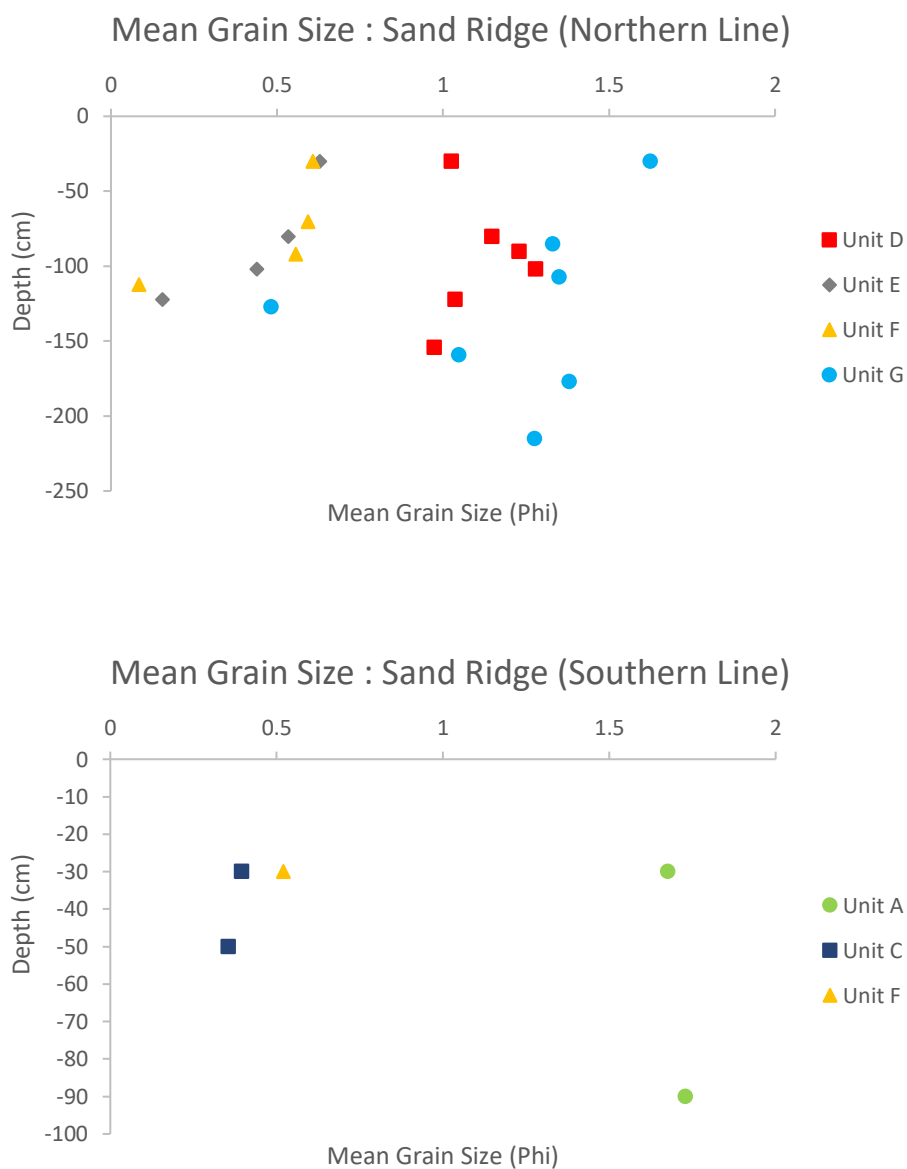
รูปที่ 4.3.14 หลุมเก็บตัวอย่าง S 113



แผนภูมิที่ 4.10 การกระจายตัวของเม็ดตะกอนที่ความลึก 20, 25 และ 35 เซนติเมตร

4.3.4 ผลการวิเคราะห์ขนาดเม็ดตะกอน (Grain size analysis)

โดยใช้ค่าเฉลี่ยของขนาดเม็ดตะกอน (Mean grain size) นำมาเปรียบเทียบกับบริเวณสันทรายในแนวทางเหนือและทางใต้ของพื้นที่ศึกษา



แผนภูมิที่ 4.11 ค่าขนาดตะกอนเฉลี่ยบริเวณสันทรายในแนวทางเหนือ (บน) และทางใต้ (ล่าง)

4.3.5 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของตะกอน โดยศึกษาความกลมมนและความเป็นทรงกลม ภายใต้อ่งจูลทรศน์แบบสเตอร์รีโอ

ตารางที่ 4.2 ลักษณะทางกายภาพของตะกอนที่ศึกษาภายใต้อ่งจูลทรศน์แบบสเตอร์รีโอ

Geomorphological Unit	Station	Roundness	Sphericity
Unit F (Outer sand ridge 4)	111	Sub-rounded	Medium
Unit F (Outer sand ridge 4)	112	Sub-rounded	Medium
Unit H (Swale)	113_20 cm	Sub-angular	High
Unit H (Swale)	113_25 cm	Sub-angular	High
Unit H (Swale)	113_35 cm	Sub-angular	High
Unit C (Outer sand ridge 1)	121_30 cm	Sub-angular	High
Unit C (Outer sand ridge 1)	121_50 cm	Sub-angular	High
Unit B (Old lagoon)	122_50 cm	Sub-rounded	High
Unit B (Old lagoon)	122_65 cm	Sub-rounded	Medium-High
Unit A (Inner sand ridge)	131	Sub-rounded	Medium-High
Unit A (Inner sand ridge)	132_90 cm	Sub-rounded	Medium-High
Unit G (Outer sand ridge 5)	31_30 cm	Sub-angular	Medium-High
Unit G (Outer sand ridge 5)	31_85 cm	Sub-angular	Medium-High
Unit G (Outer sand ridge 5)	31_107 cm	Sub-angular	Medium
Unit G (Outer sand ridge 5)	31_127 cm	Sub-angular	High
Unit G (Outer sand ridge 5)	31_159 cm	Sub-angular	Medium-High
Unit G (Outer sand ridge 5)	31_177 cm	Sub-rounded	Medium
Unit G (Outer sand ridge 5)	31_215 cm	Sub-rounded	Medium

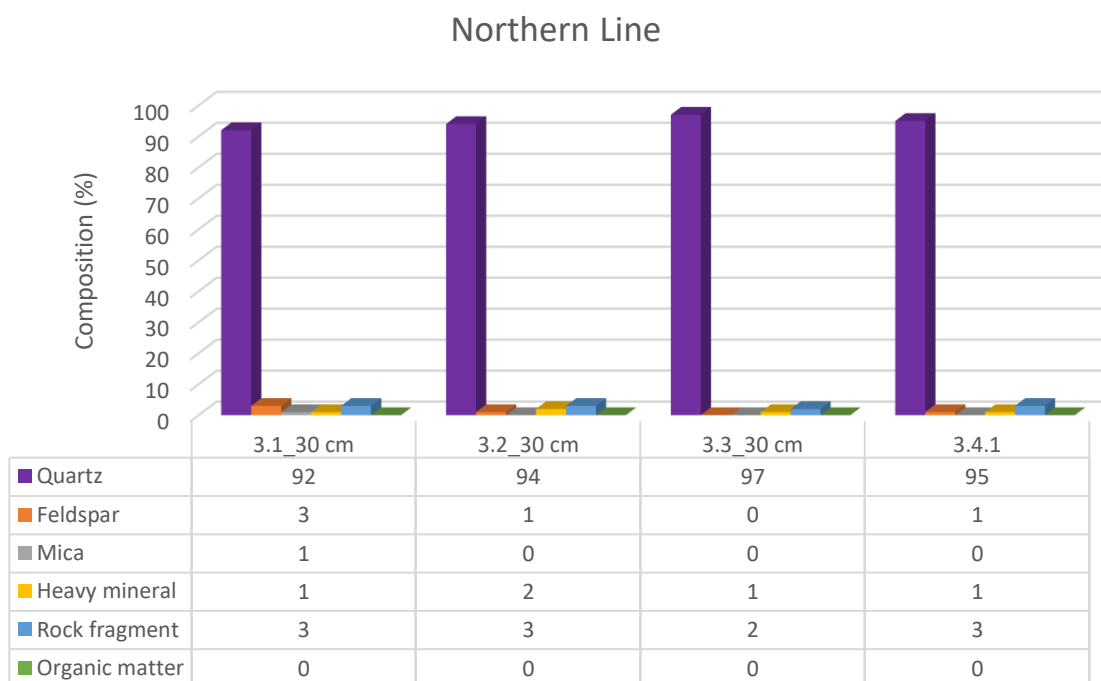
Geomorphological Unit	Station	Roundness	Sphericity
Unit F (Outer sand ridge 4)	321	Sub-angular	Medium-High
Unit F (Outer sand ridge 4)	322_70 cm	Sub-angular	Medium-High
Unit F (Outer sand ridge 4)	322_92 cm	Sub-angular	Medium-High
Unit F (Outer sand ridge 4)	322_112 cm	Sub-angular	Medium-High
Unit E (Outer sand ridge 3)	33_30 cm	Sub-angular	Medium
Unit E (Outer sand ridge 3)	33_80 cm	Sub-angular	High
Unit E (Outer sand ridge 3)	33_102 cm	Sub-angular	Medium-High
Unit E (Outer sand ridge 3)	33_122 cm	Sub-angular	Medium-High
Unit D (Outer sand ridge 2)	34_30 cm	Sub-rounded	Medium
Unit D (Outer sand ridge 2)	34_80 cm	Sub-rounded	Medium-High
Unit D (Outer sand ridge 2)	34_90 cm	Sub-rounded	Medium-High
Unit D (Outer sand ridge 2)	34_102 cm	Sub-rounded	Medium-High
Unit D (Outer sand ridge 2)	34_122 cm	Sub-rounded	Medium-High
Unit D (Outer sand ridge 2)	34_154 cm	Sub-rounded	Low-Medium

4.3.6 การวิเคราะห์ส่วนประกอบของเม็ดตะกอน (Sediment composition)

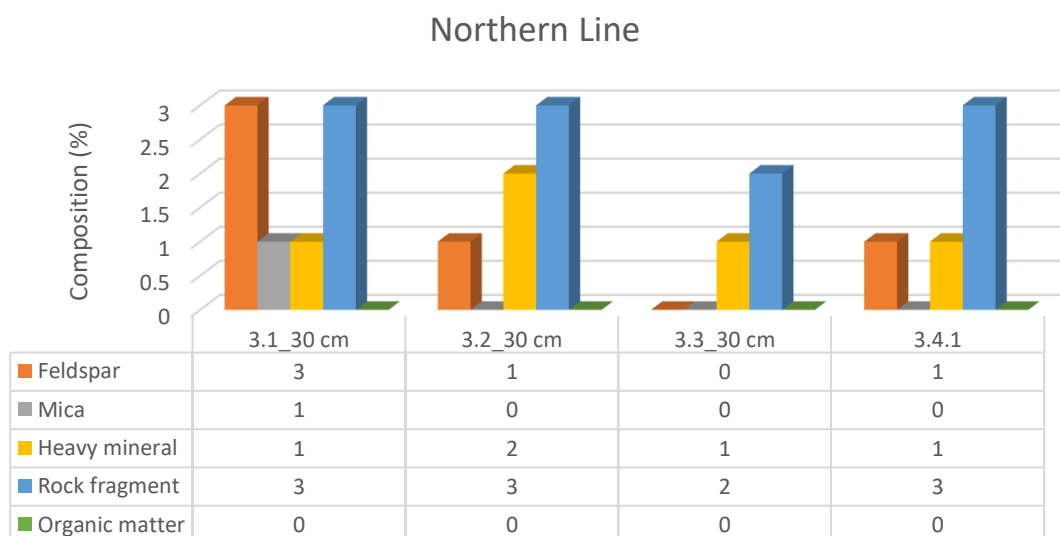
เป็นการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ โดยเปรียบเทียบสัดส่วนของแร่องค์ประกอบกับแผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบของตะกอน (standard chart of sediment's percentage composition)

จากตัวอย่างตะกอนพบว่าแร่องค์ประกอบหลักเป็นแร่ควอตซ์ และมีแร่เฟลด์สปาร์ แร่ไมกาเป็นแร่องค์ประกอบรอง ซึ่งมีสัดส่วนของเศษหิน และโลหะหนักในปริมาณเล็กน้อย พบสารอินทรีย์ปริมาณน้อยมาก เฉพาะหลุม 1.1.2 และพบเศษกิ่งไม้และรากไม้ปะปนเพียงเล็กน้อย

4.3.6.1 แร่องค์ประกอบบริเวณพื้นผิว (Surface) ที่ได้จากการขุดหลุม

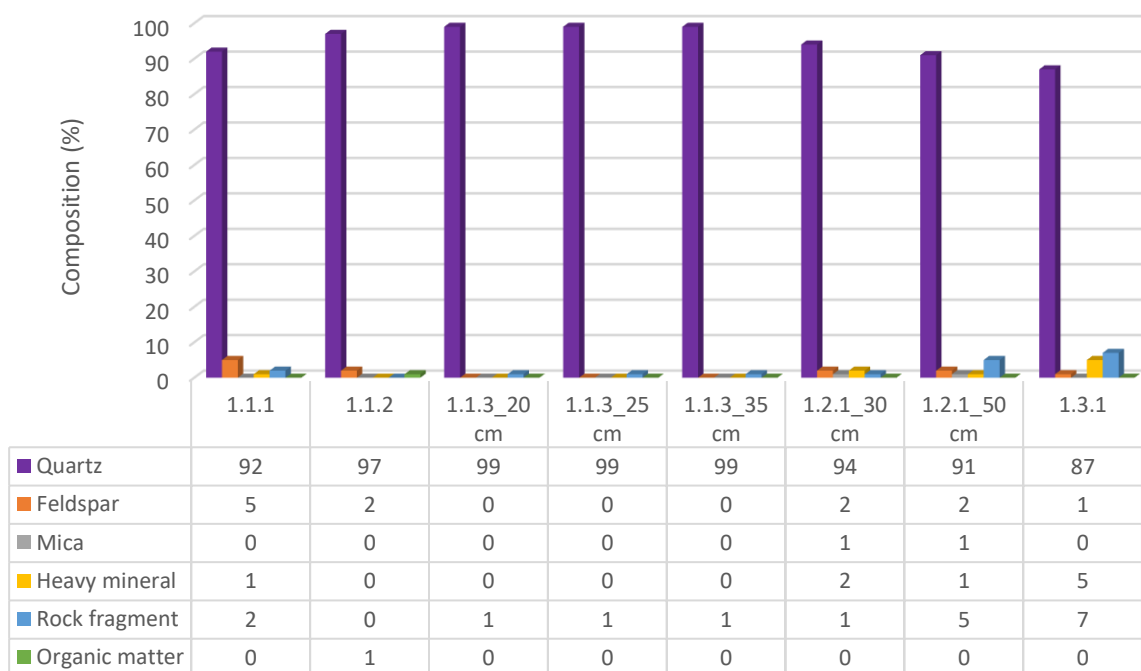


แผนภูมิที่ 4.12 แร่องค์ประกอบที่พบบริเวณพื้นผิว ทางเหนือของพื้นที่ศึกษา



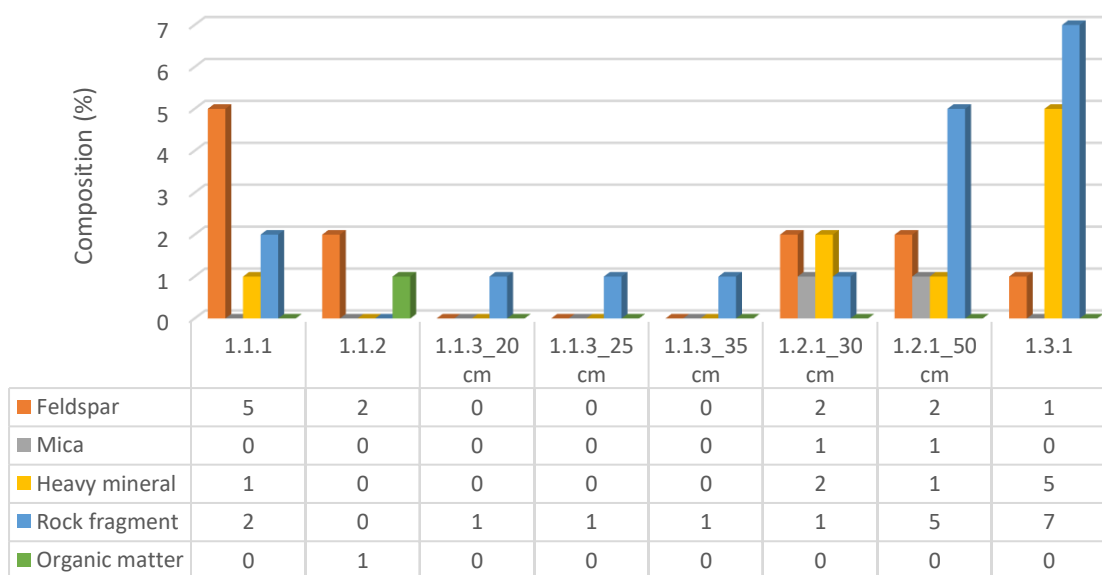
แผนภูมิที่ 4.13 แร่องค์ประกอบรองที่พบบริเวณพื้นผิว ทางเหนือของพื้นที่ศึกษา

Southern Line



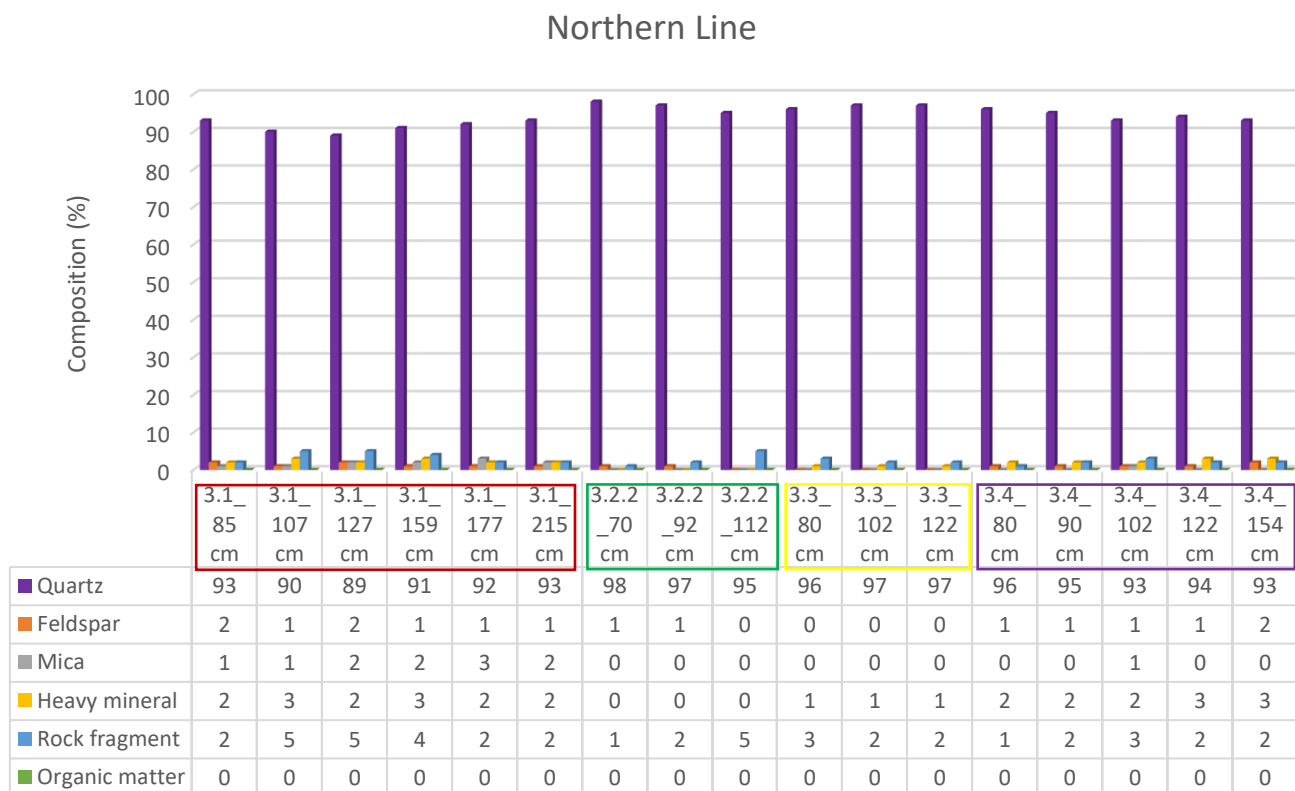
แผนภูมิที่ 4.14 แร่องค์ประกอบที่พบบริเวณพื้นผิว ทางใต้ของพื้นที่ศึกษา

Southern Line



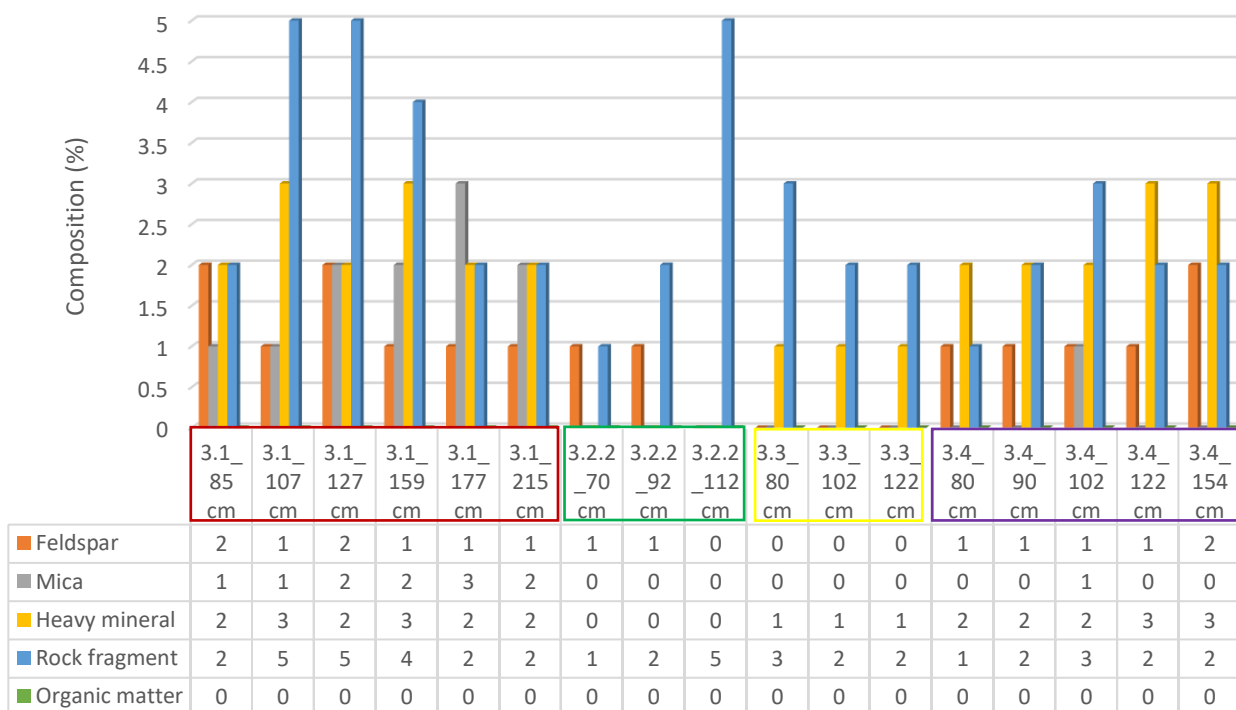
แผนภูมิที่ 4.15 แร่องค์ประกอบรองที่พบบริเวณพื้นผิว ทางใต้ของพื้นที่ศึกษา

4.3.6.2 แร่องค์ประกอบที่ได้จากการเจาะตะกอน (Drilling Core)



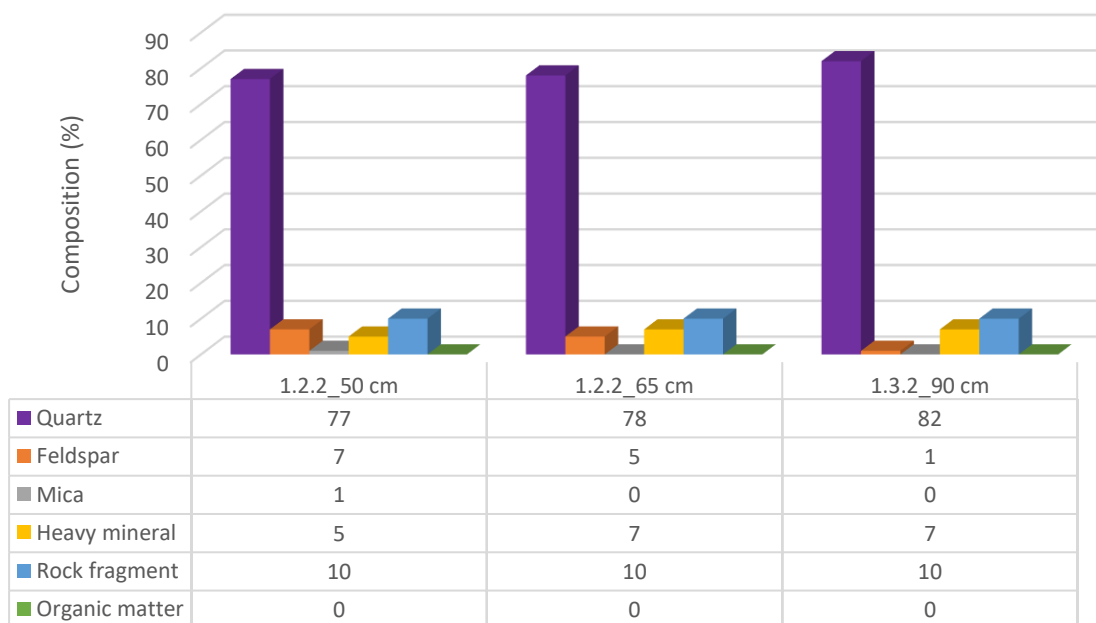
แผนภูมิที่ 4.16 แร่องค์ประกอบที่พบจากการเจาะตะกอน ทางเหนือของพื้นที่ศึกษา

Northern Line

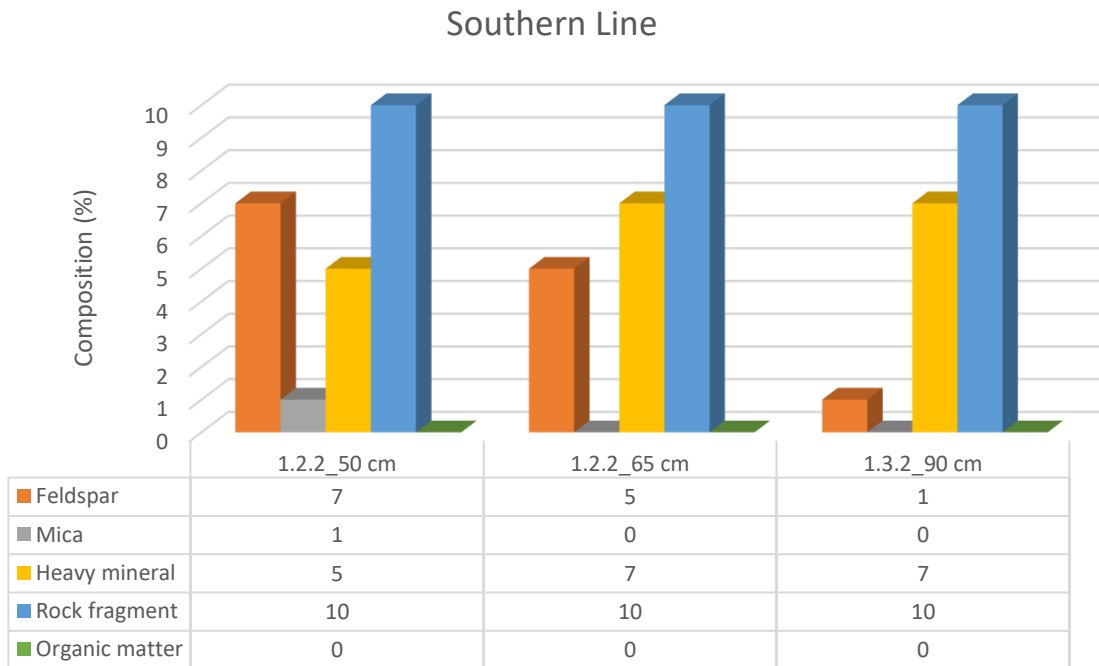


แผนภูมิที่ 4.17 แร่องค์ประกอบที่พบจากการเจาะตะกอน ทางเหนือของพื้นที่ศึกษา

Southern Line



แผนภูมิที่ 4.18 แร่องค์ประกอบที่พบจากการเจาะตะกอน ทางใต้ของพื้นที่ศึกษา

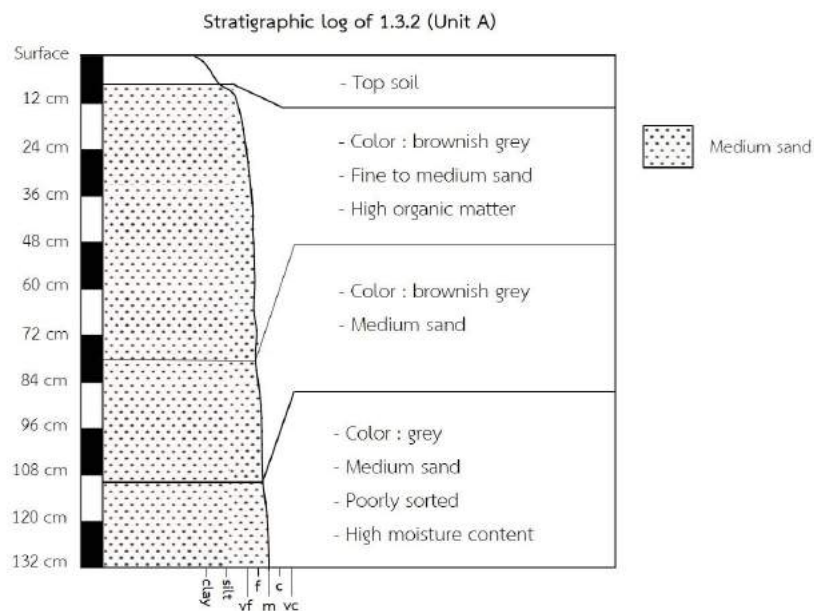


แผนภูมิที่ 4.19 แร่องค์ประกอบรองที่พบจากการเจาะตะกอน ทางใต้ของพื้นที่ศึกษา

4.4 ลำดับชั้นของตะกอน (Stratigraphic log)

4.4.1 สันทรายโบราณด้านใน (Inner sand ridge ;Unit A)

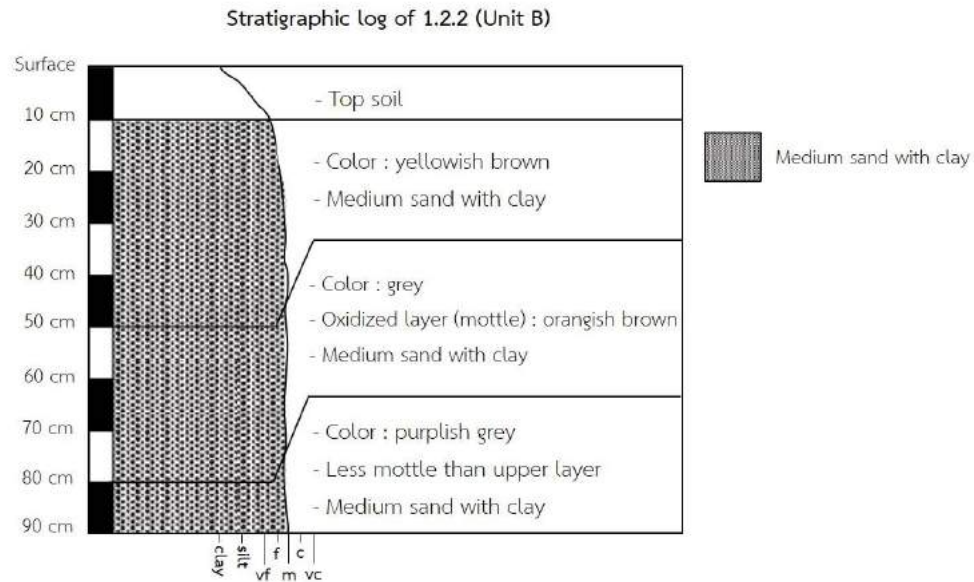
พบเป็นตะกอนทรายขนาดปานกลาง มีการคัดขนาดแย้ และด้านบนมีปริมาณสารอินทรีย์มากกว่าด้านล่าง ในขณะที่ด้านล่างมีความชื้นมากกว่า



รูปที่ 4.4.1 ลำดับชั้นของตะกอนของสันทรายโบราณด้านใน

4.4.2 ลากูนเก่า (Old lagoon ;Unit B)

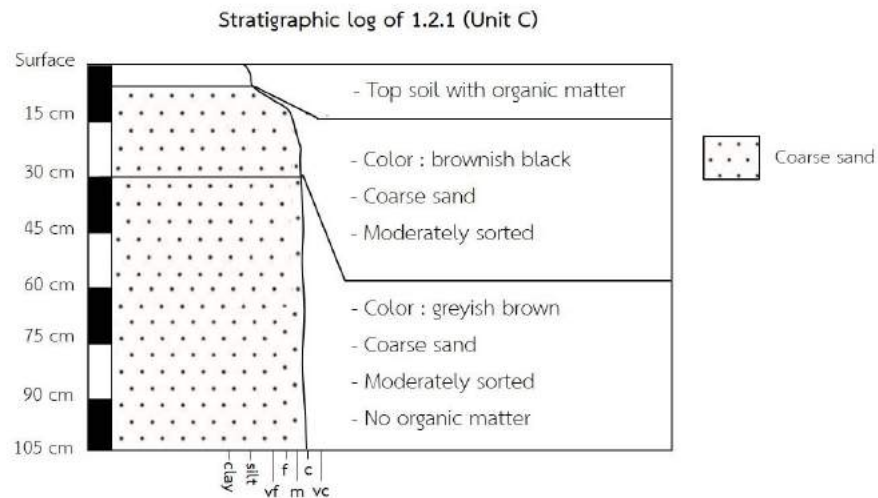
พบเป็นตะกอนทรายขนาดปานกลางที่มีปริมาณดินเหนียวมาก และมีสีที่แตกต่างกันในแต่ละชั้น ที่ความลึก 50-80 เซนติเมตร พบบริเวณที่ทำปฏิกิริยากับอากาศ (Oxidized layer) เป็นแถบสีน้ำตาลส้ม



รูปที่ 4.4.2 ลำดับชั้นของตะกอนของลากูนเก่า

4.4.3 สันทรายโบราณด้านนอก 1 (Outer sand ridge 1 ;Unit C)

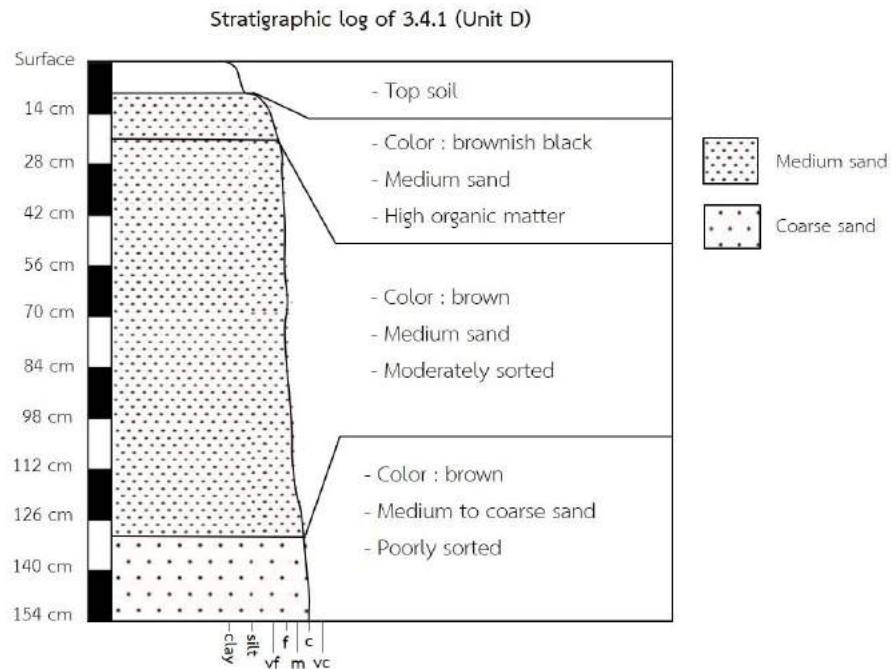
พบชั้นดินด้านบน หนาประมาณ 6 เซนติเมตร ที่มีสารอินทรีย์สูง และตะกอนทรายขนาดหยาบมีสีน้ำตาลดำที่ความลึก 6-30 เซนติเมตร ต่างจากชั้นด้านล่างที่มีสีน้ำตาลเทา



รูปที่ 4.4.3 ลำดับชั้นของตะกอนของสันทรายโบราณด้านนอก 1

4.4.4 สันทรายโบราณด้านนอก 2 (Outer sand ridge 2 ;Unit D)

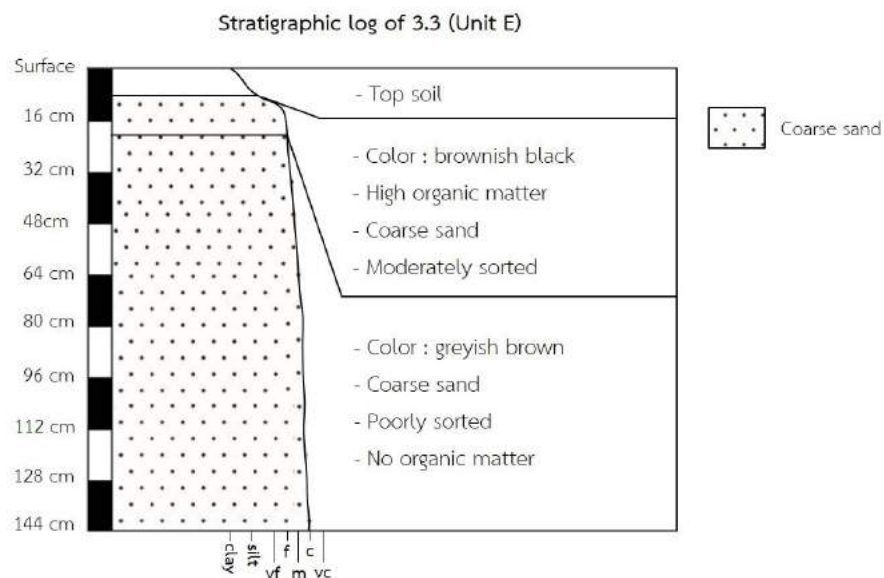
พบเป็นตะกอนทรายขนาดปานกลาง ที่ความลึก 12-25 เซนติเมตร มีปริมาณสารอินทรีย์มาก และที่ความลึกประมาณ 130 เซนติเมตร ลงไป เป็นตะกอนทรายขนาดหยาบ



รูปที่ 4.4.4 ลำดับชั้นของตะกอนของสันทรายโบราณด้านนอก 2

4.4.5 สันทรายโบราณด้านนอก 3 (Outer sand ridge 3 ;Unit E)

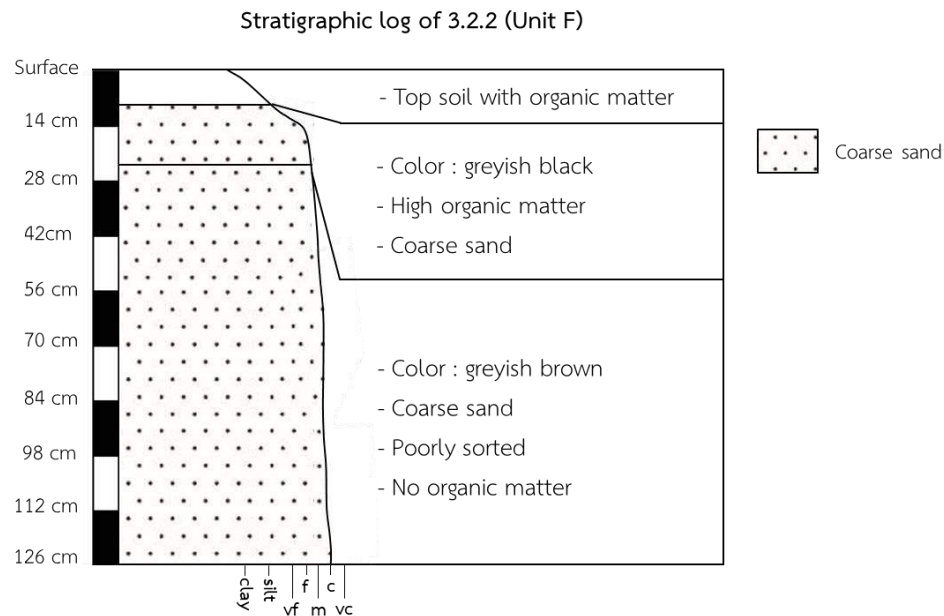
พบเป็นตะกอนทรายขนาดหยาบที่ความลึก 8-20 เซนติเมตร มีปริมาณสารอินทรีย์มากกว่าด้านล่าง



รูปที่ 4.4.5 ลำดับชั้นของตะกอนของสันทรายโบราณด้านนอก 3

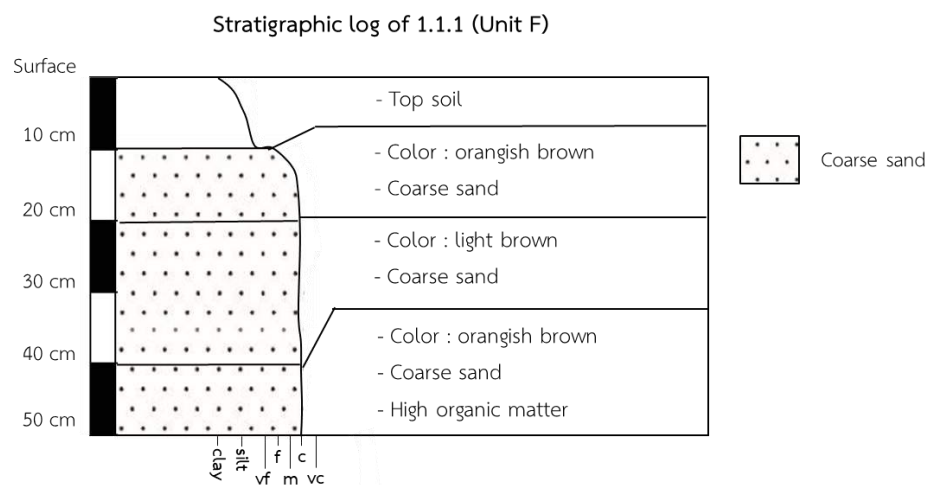
4.4.6 สันทรายโบราณด้านนอก 4 (Outer sand ridge 4 ;Unit F)

พบเป็นตะกอนทรายขนาดหยาบ ที่ความลึก 10-26 เซนติเมตร มีปริมาณสารอินทรีย์มากกว่าด้านล่าง และที่ความลึก 26 เซนติเมตร ลงไป ไม่พบสารอินทรีย์และมีการคัดขนาดแย้



รูปที่ 4.4.6 ลำดับชั้นของตะกอนของสันทรายโบราณด้านนอก 4 (ทางเหนือ)

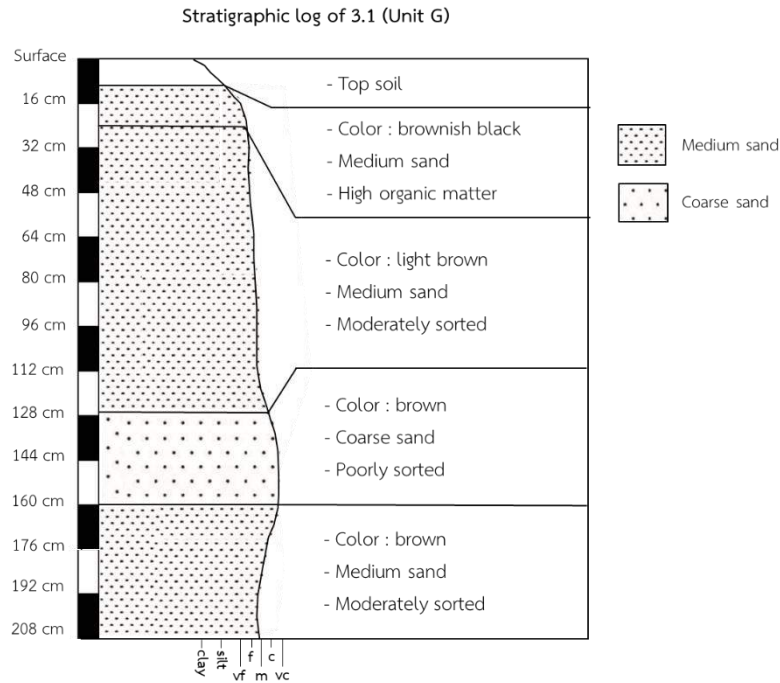
พบเป็นตะกอนทรายขนาดหยาบ ที่ความลึก 20-40 เซนติเมตร เป็นตะกอนทรายสีน้ำตาลอ่อน และที่ความลึก 40-50 เซนติเมตร มีปริมาณสารอินทรีย์มากกว่าด้านบน



รูปที่ 4.4.7 ลำดับชั้นของตะกอนของสันทรายโบราณด้านนอก 4 (ทางใต้)

4.4.7 สันทรายโบราณด้านนอก 5 (Outer sand ridge 5 ;Unit G)

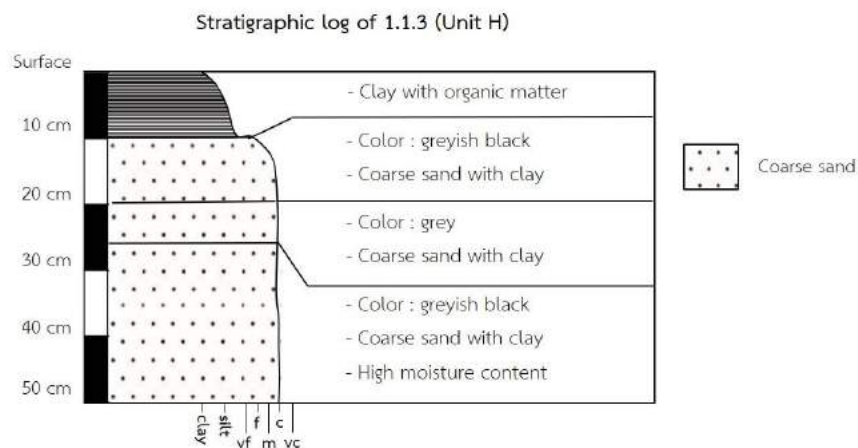
พบเป็นตะกอนทรายขนาดปานกลางที่ช่วงความลึก 10-128 เซนติเมตรและ 160 เซนติเมตร ลงไป ซึ่งช่วง 10-26 เซนติเมตร มีปริมาณสารอินทรีย์มากกว่าด้านล่าง และพบตะกอนทรายขนาดหยาบที่ความลึก 128-160 เซนติเมตร แทรกกลางระหว่างตะกอนทรายขนาดปานกลาง



รูปที่ 4.4.8 ลำดับชั้นของตะกอนของสันทรายโบราณด้านนอก 5

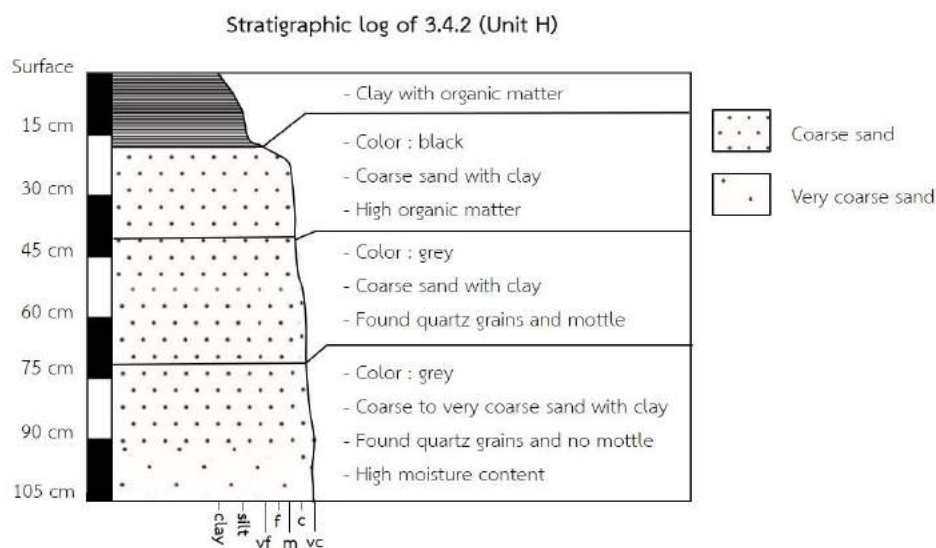
4.4.8 ที่ลุ่มต่ำ (Swale ;Unit H)

พบชั้นดินเหนียวด้านบนที่มีสารอินทรีย์ ที่ความลึกจากพื้นผิวถึง 10 เซนติเมตร และพบตะกอนทรายขนาดหยาบตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ลงไป ซึ่งชั้นล่างสุดจะมีความชื้นอยู่มาก



รูปที่ 4.4.9 ลำดับชั้นของตะกอนของที่ลุ่มต่ำ (S 113)

พบชั้นดินเหนียวด้านบนที่มีสารอินทรีย์ ที่ความลึกจากพื้นผิวถึง 17 เซนติเมตร พบตะกอนทรายขนาดหยาบที่ความลึก 10-90 เซนติเมตร และพบตะกอนทรายขนาดหยาบมากที่ด้านล่างสุด ซึ่งมีความชื้นอยู่มาก



รูปที่ 4.4.10 ลำดับชั้นของตะกอนของที่ลุ่มต่ำ (S 342)

4.5 การแปลผลสัญญาณจากเครื่องหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์

4.5.1 เส้นทางที่ 1.1

แบ่งออกเป็น 3 หน่วย ได้แก่ ชั้น A11 มีลักษณะของสัญญาณเรียบ (Planar) แสดงแนวการสะสมตัวของตะกอนในแนวระดับ ชั้น B11 แสดงลักษณะของสัญญาณเรียบ (Planar) และแสดงการสะสมตัวของตะกอนในแนวเอียงเทไปทางทิศตะวันออก (ทะเล) ด้วยมุมเอียงเทที่มากกว่า และชั้น C11 แสดงลักษณะของสัญญาณค่อนข้างเป็นคลื่น (Wavy) แสดงแนวการสะสมตัวของตะกอนในแนวระดับ ดังรูปที่ 4.5.1

4.5.2 เส้นทางที่ 1.2

แบ่งออกเป็น 3 หน่วย ได้แก่ ชั้น A12 ลักษณะของสัญญาณค่อนข้างเรียบ (Planar) โดยชั้นตะกอนวางตัวในแนวราบ (Horizontal) กับชั้น C12 เป็นการวางชั้นเฉียงระดับ (Cross Bedding) ชั้น B12 ลักษณะของสัญญาณค่อนข้างเป็นคลื่น (Wavy) มีการเอียงเทของชั้นตะกอนไปทางทิศตะวันออก (ทะเล) และชั้น C12 ลักษณะของสัญญาณค่อนข้างเรียบ (Planar) ซึ่งจะเห็นชั้นตะกอนวางตัวขนานกับพื้นผิว ดังรูปที่ 4.5.3

4.5.3 เส้นทางที่ 1.3

แบ่งออกเป็น 3 หน่วย ได้แก่ ชั้น A13 ลักษณะของสัญญาณค่อนข้างเป็นคลื่น (Wavy) มีการวางตัวของชั้นตะกอนส่วนใหญ่ขนานกับพื้นผิว และมีบางส่วนวางตัวเอียงเทเล็กน้อยไปทางทิศตะวันออก ชั้น B13 ลักษณะของสัญญาณเรียบ (Planar) และแสดงการสะสมตัวของตะกอนในแนวเอียงเทเล็กน้อยไปทางทิศตะวันออก (ทะเล) และชั้น C13 ลักษณะของสัญญาณค่อนข้างเรียบ (Planar) ซึ่งจะเห็นชั้นตะกอนวางตัวขนานกับพื้นผิว ดังรูปที่ 4.5.5

4.5.4 เส้นทางที่ 3.1

แบ่งออกเป็น 2 หน่วย ได้แก่ ชั้น A31 ลักษณะของสัญญาณค่อนข้างเรียบ (Planar) โดยชั้นตะกอนมีการเอียงเทด้วยมุมที่สูงไปทางทิศตะวันออก (ทะเล) และแสดงการพอกของตะกอนหรือแนวสันทรายออกไปเรื่อยๆ และชั้น B31 ลักษณะของสัญญาณค่อนข้างเรียบ (Planar) ซึ่งจะเห็นชั้นตะกอนวางตัวขนานกับพื้นผิว ดังรูปที่ 4.5.7

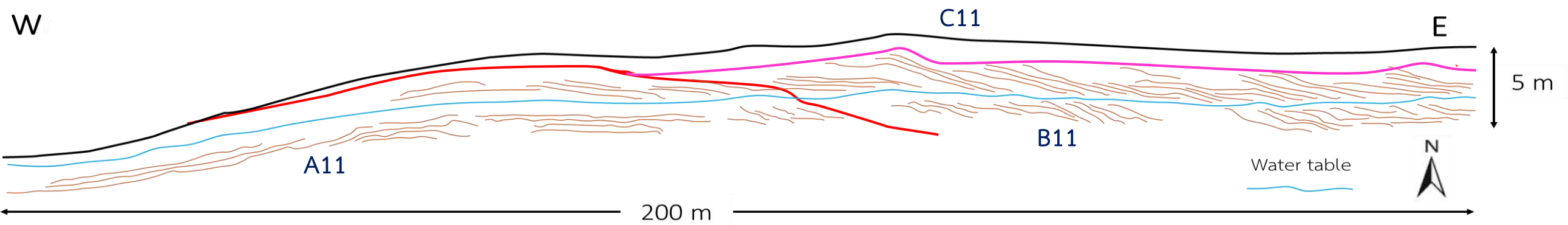
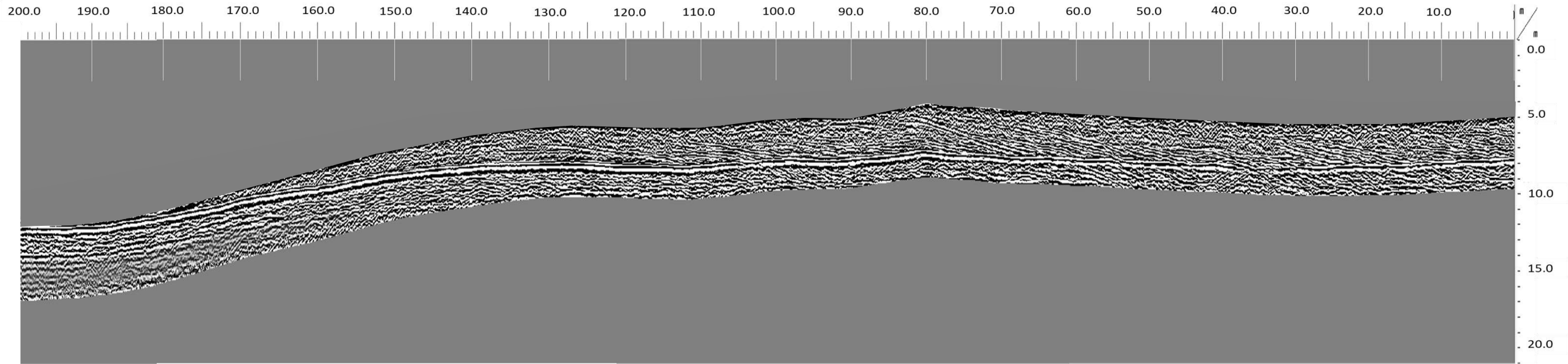
4.5.5 เส้นทางที่ 3.2

แบ่งออกเป็น 3 หน่วย ได้แก่ ชั้น A32 ลักษณะของสัญญาณค่อนข้างเรียบ (Planar) โดยชั้นตะกอนมีการเอียงเทไปทางทิศตะวันตก (บก) ชั้น B32 ลักษณะของสัญญาณค่อนข้างเรียบ (Planar) โดยชั้นตะกอนวางตัวขนานกับพื้นผิว โดยมีการเอียงเทเล็กน้อยไปทางทิศตะวันออก (ทะเล) แสดงการพอกของตะกอน และชั้น C32 ลักษณะของสัญญาณค่อนข้างเป็นคลื่น (Wavy) ซึ่งจะเห็นชั้นตะกอนวางตัวขนานกับพื้นผิว ดังรูปที่ 4.5.9 (ข้อมูลจากสัญญาณ 200 เมกะเฮิร์ต บันทึกได้แค่ระยะทาง 20 เมตร หลังจากนั้นเครื่องมีปัญหาทำให้สัญญาณขาดหายไป)

4.5.6 เส้นทางที่ 3.3

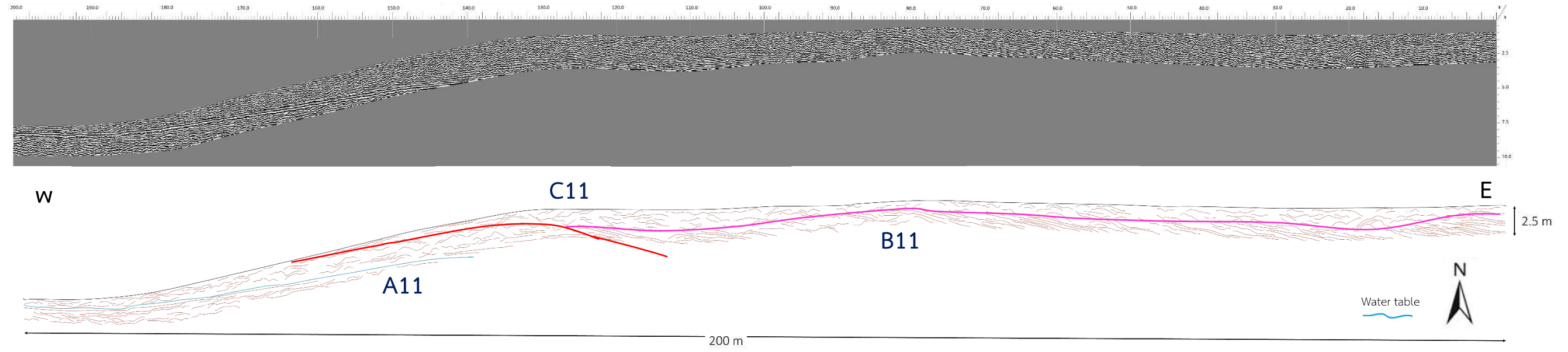
แบ่งออกเป็น 3 หน่วย ได้แก่ ชั้น A33 ลักษณะของสัญญาณค่อนข้างเรียบ (Planar) ซึ่งจะเห็นชั้นตะกอนวางตัวขนานกับพื้นผิว ชั้น B33 ลักษณะของสัญญาณค่อนข้างเรียบ (Planar) โดยชั้นตะกอนมีการเอียงเทเล็กน้อยไปทางทิศตะวันออก (ทะเล) และชั้น C33 ลักษณะของสัญญาณค่อนข้างเป็นคลื่น (Wavy) ซึ่งจะเห็นชั้นตะกอนวางตัวขนานกับพื้นผิว ดังรูปที่ 4.5.11

GPR-line 1.1 (200 MHz)



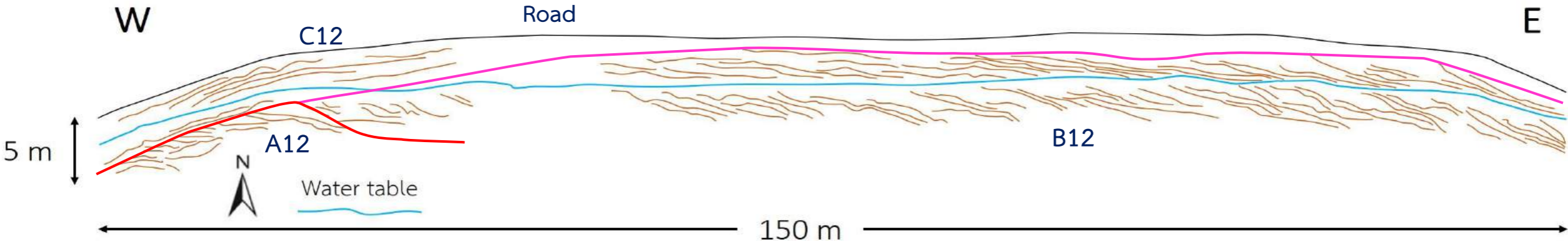
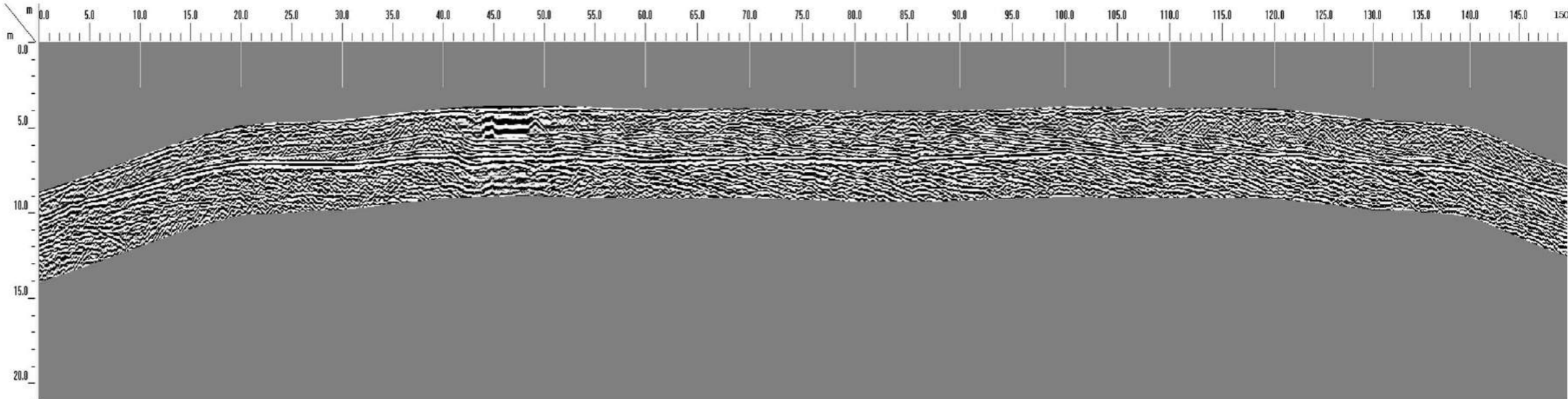
รูปที่ 4.5.1 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 1.1 โดยใช้ความถี่ 200 เมกะเฮิร์ต

GPR-line 1.1 (400 MHz)



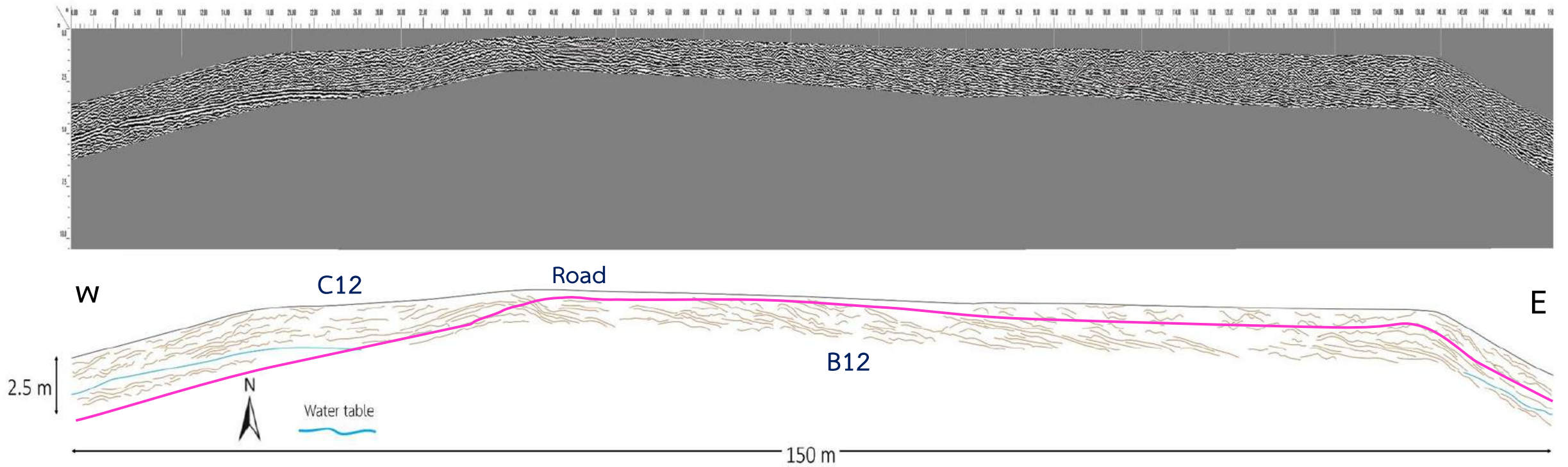
รูปที่ 4.5.2 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 1.1 โดยใช้ความถี่ 400 เมกะเฮิร์ต

GPR-line 1.2 (200 MHz)



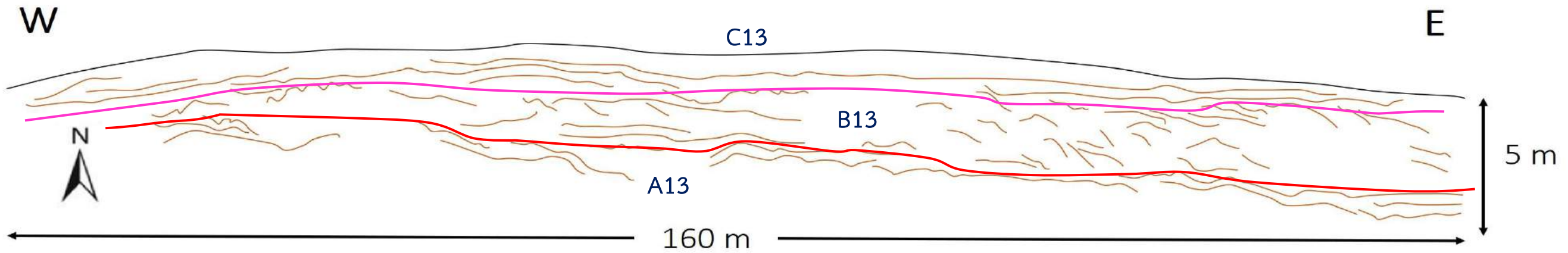
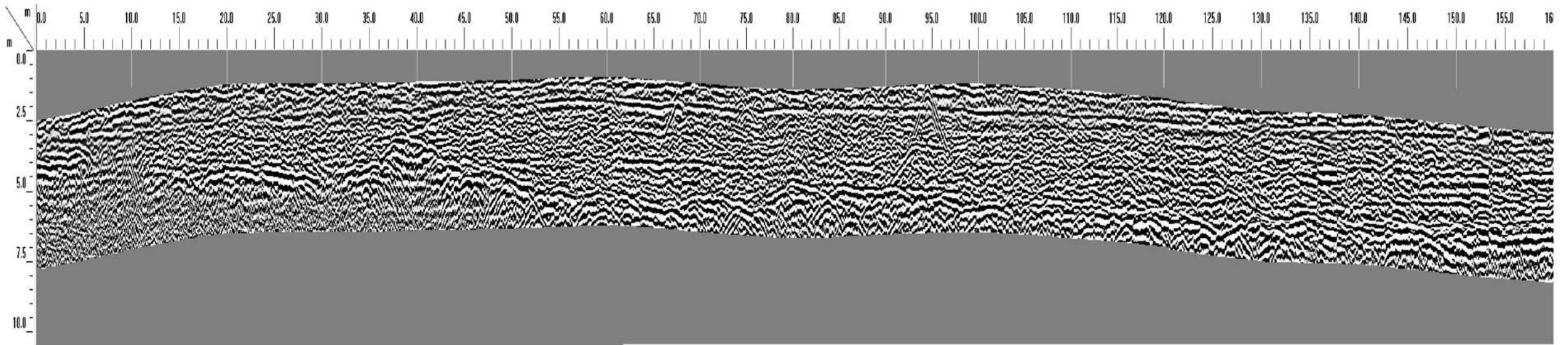
รูปที่ 4.5.3 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 1.2 โดยใช้ความถี่ 200 เมกะเฮิร์ต

GPR-line 1.2 (400 MHz)



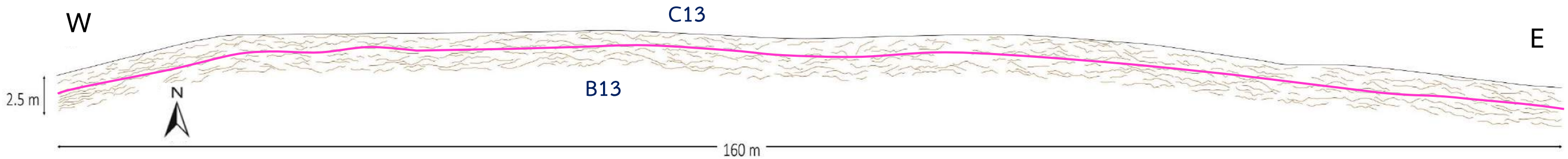
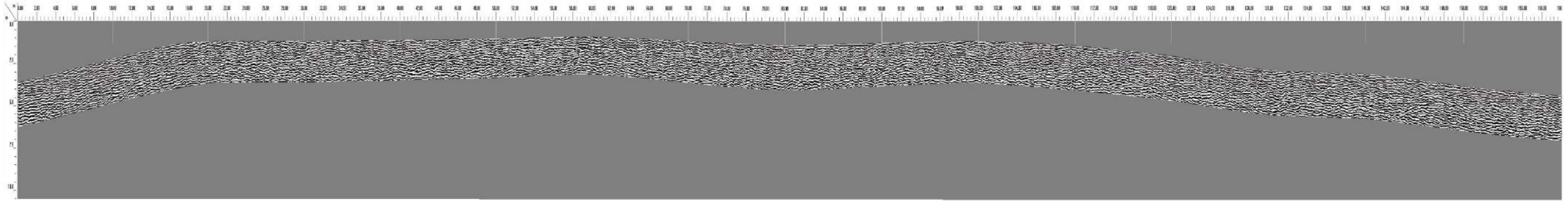
รูปที่ 4.5.4 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 1.2 โดยใช้ความถี่ 400 เมกะเฮิรต์

GPR-line 1.3 (200 MHz)



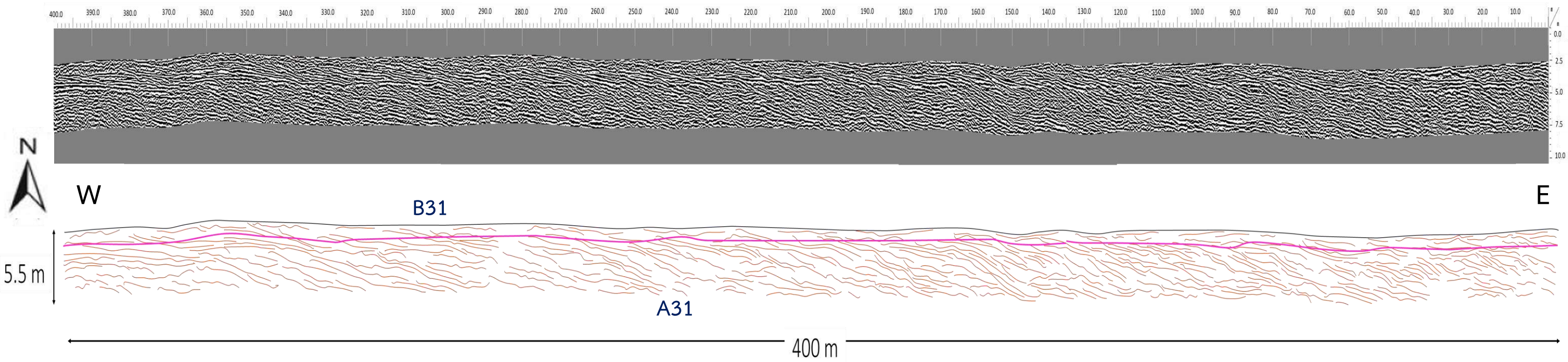
รูปที่ 4.5.5 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 1.3 โดยใช้ความถี่ 200 เมกะเฮิร์ต

GPR-line 1.3 (400 MHz)



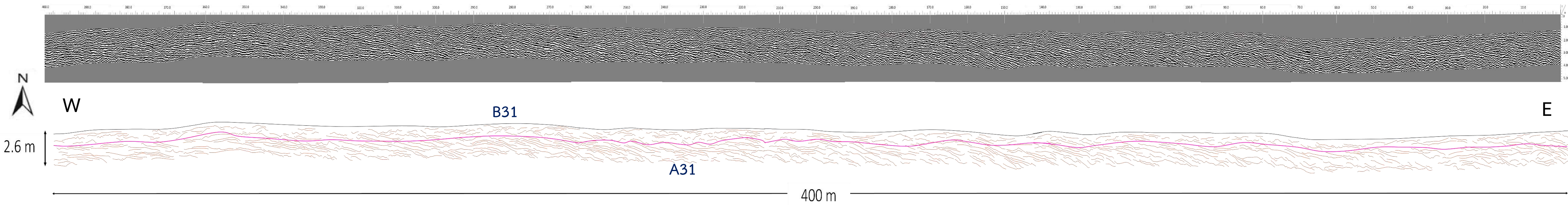
รูปที่ 4.5.6 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 1.3 โดยใช้ความถี่ 400 เมกะเฮิร์ต

GPR-line 3.1 (200 MHz)



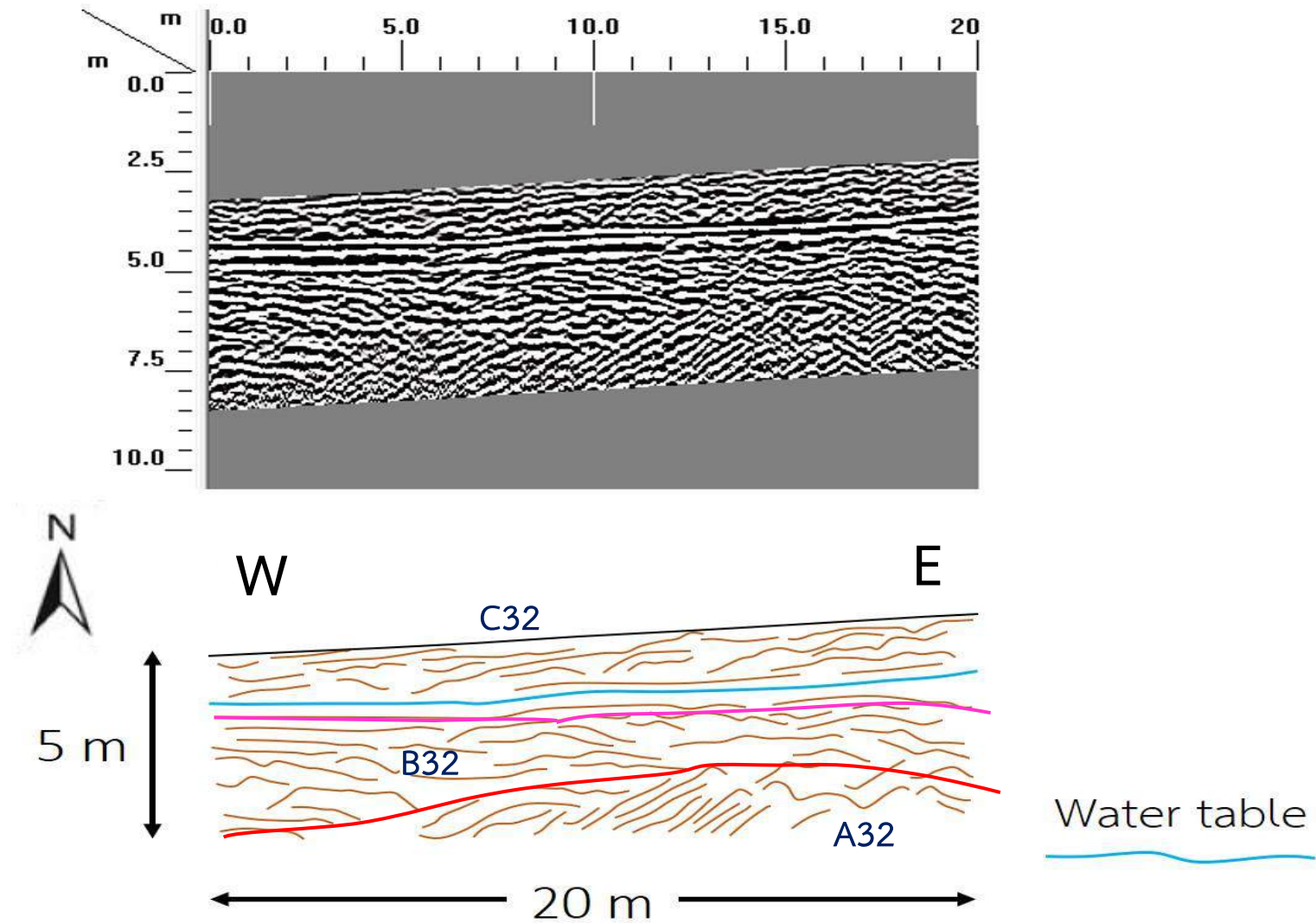
รูปที่ 4.5.7 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 3.1 โดยใช้ความถี่ 200 เมกะเฮิร์ต

GPR-line 3.1 (400 MHz)



รูปที่ 4.5.8 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 3.1 โดยใช้ความถี่ 400 เมกะเฮิร์ต

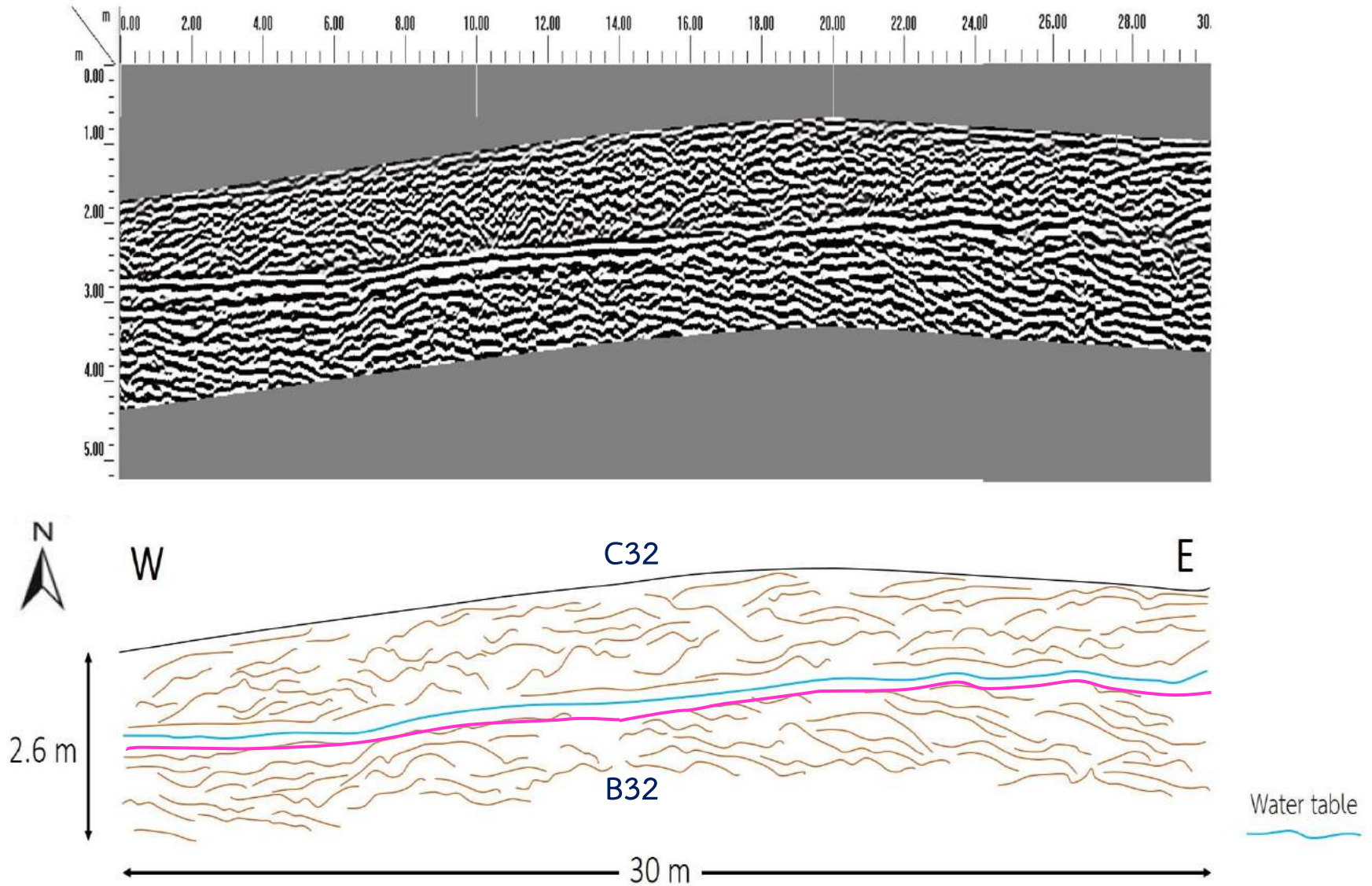
GPR-line 3.2 (200 MHz)



รูปที่ 4.5.9 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 3.2 โดยใช้ความถี่ 200 เมกะเฮิร์ต

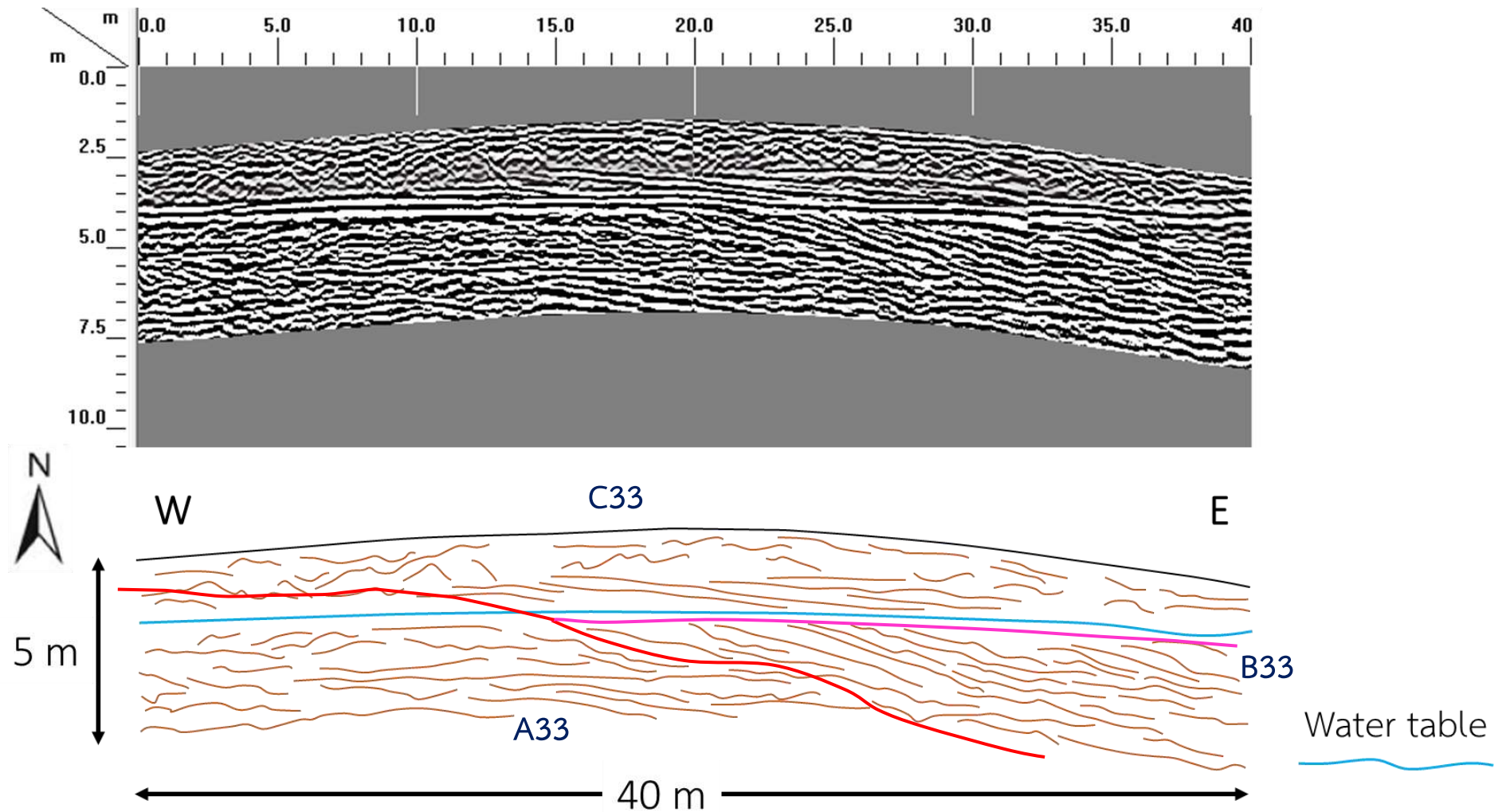
(ข้อมูลจากสัญญาณ 200 เมกะเฮิร์ต บันทึกได้แค่ระยะทาง 20 เมตร หลังจากนั้นเครื่องมีปัญหาทำให้สัญญาณขาดหายไป)

GPR-line 3.2 (400 MHz)



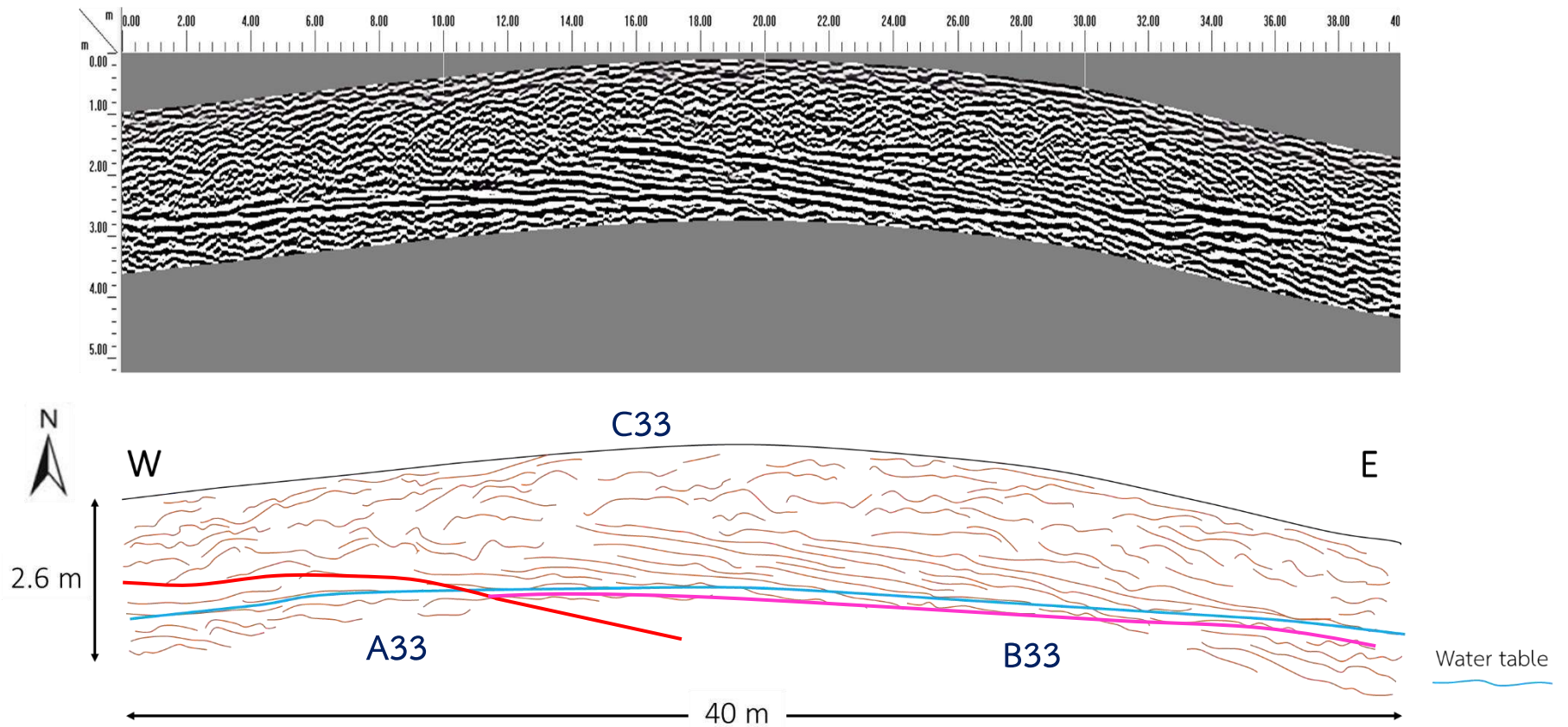
รูปที่ 4.5.10 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 3.2 โดยใช้ความถี่ 400 เมกะเฮิร์ต

GPR-line 3.3 (200 MHz)



รูปที่ 4.5.11 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 3.3 โดยใช้ความถี่ 200 เมกะเฮิร์ต

GPR-line 3.3 (400 MHz)



รูปที่ 4.5.12 ผลการแปลสัญญาณแนวการลากเส้นทางที่ 3.3 โดยใช้ความถี่ 400 เมกะเฮิรต์

บทที่ 5

อภิปรายผลการศึกษา

5.1 ลักษณะธรณีสัณฐานวิทยาและตะกอนวิทยา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและผลการศึกษา พบว่าลักษณะธรณีสัณฐานแบบสันทราย (Beach ridge) สลับกับที่ลุ่มต่ำ (Swale) สามารถบ่งบอกการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในอดีตได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Brill et al. (2015), Nimnate et al. (2015) และ พรพิชญ บัวสถิตย์ (2560) เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลจะทำให้เกิดการสะสมตัวของตะกอนเป็นแนวสันทราย ซึ่งในพื้นที่ศึกษาพบสันทรายวางตัวในแนวขนานกับชายฝั่งสลับกับที่ลุ่มต่ำหลายแนวประกอบไปด้วย

5.1.1 สันทรายโบราณด้านใน (Unit A)

ลักษณะของตะกอนพื้นผิวเป็นตะกอนทรายขนาดปานกลาง (Medium sand) การคัดขนาดไม่ดี (Poorly sorted) ลักษณะความกลมมนเป็นแบบ Subrounded และความเป็นทรงกลมแบบ Medium-High มีรูปร่างเป็นเนินที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลปัจจุบัน 12-14 เมตร และไกลจากชายฝั่งปัจจุบัน 1 กิโลเมตร

5.1.2 สันทรายโบราณด้านนอก 1 (Unit C)

ลักษณะของตะกอนพื้นผิวเป็นตะกอนทรายขนาดหยาบ (Coarse sand) การคัดขนาดไม่ดี (Poorly sorted) ลักษณะความกลมมนเป็นแบบ Subangular และความเป็นทรงกลมแบบ High มีรูปร่างเป็นแนวที่ยาวต่อเนื่องจากตอนเหนือถึงตอนใต้ มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 5-6 เมตร

5.1.3 สันทรายโบราณด้านนอก 2 (Unit D)

ลักษณะของตะกอนพื้นผิวเป็นตะกอนทรายขนาดปานกลาง (Medium sand) การคัดขนาดปานกลาง (Moderately sorted) ลักษณะความกลมมนเป็นแบบ Subrounded และความเป็นทรงกลมแบบ Medium-High มีรูปร่างเป็นเนินยาวไม่ต่อเนื่องบริเวณตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 4-6 เมตร

5.1.4 สันทรายโบราณด้านนอก 3 (Unit E)

ลักษณะของตะกอนพื้นผิวเป็นตะกอนทรายขนาดหยาบ (Coarse sand) การคัดขนาดไม่ดี (Poorly sorted) ลักษณะความกลมมนเป็นแบบ Subangular และความเป็นทรงกลมแบบ Medium มีรูปร่างเป็นเนินยาวไม่ต่อเนื่องบริเวณตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 4-5 เมตร

5.1.5 สันทรายโบราณด้านนอก 4 (Unit F)

ลักษณะของตะกอนพื้นผิวเป็นตะกอนทรายขนาดหยาบ (Coarse sand) การคัดขนาดปานกลาง (Moderately sorted) ลักษณะความกลมมนเป็นแบบ Subrounded และความเป็นทรงกลมแบบ Medium มีรูปร่างเป็นแนวที่ยาวต่อเนื่องจากตอนเหนือถึงตอนใต้ มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 3-4 เมตร

5.1.6 สันทรายโบราณด้านนอก 5 (Unit G)

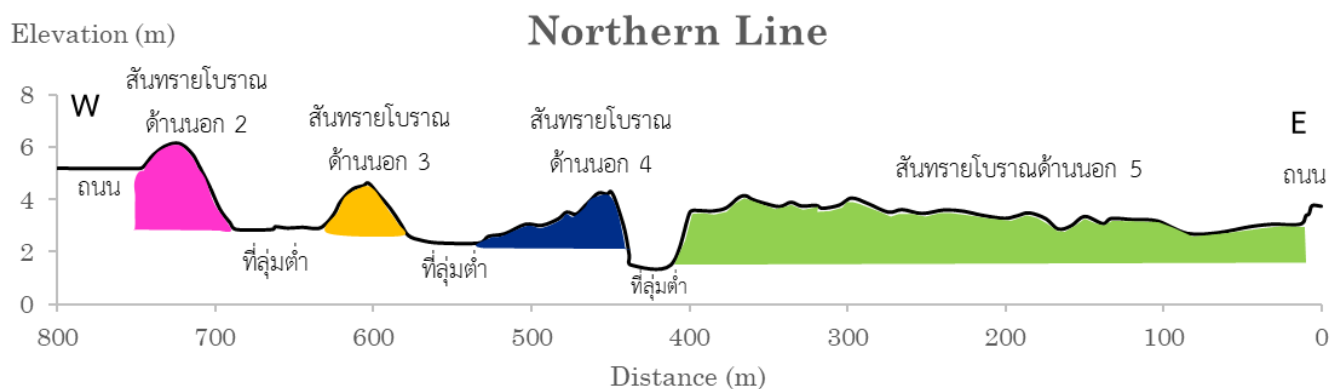
ลักษณะของตะกอนพื้นผิวเป็นตะกอนทรายขนาดปานกลาง (Medium sand) การคัดขนาดปานกลาง (Moderately sorted) ลักษณะความกลมมนเป็นแบบ Subangular และความเป็นทรงกลมแบบ Medium-High มีรูปร่างเป็นแนวที่ยาวต่อเนื่องจากตอนเหนือถึงตอนกลางของพื้นที่ศึกษา มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 3-4 เมตร

5.1.7 ที่ลุ่มต่ำ (Unit H)

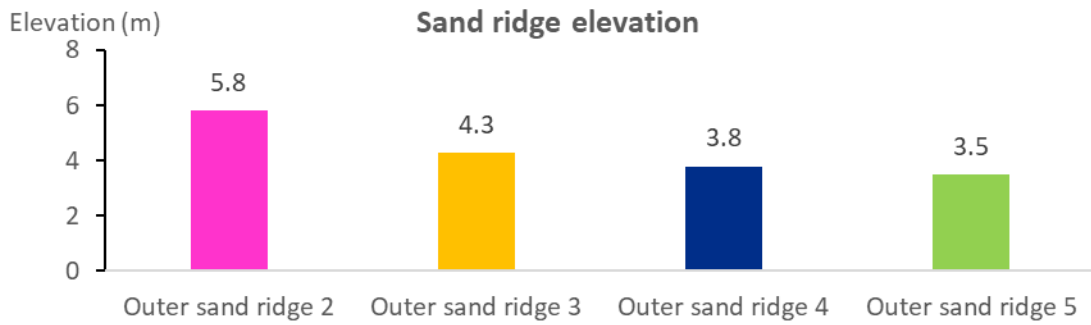
ลักษณะของตะกอนพื้นผิวเป็นตะกอนดินเหนียวที่มีอินทรีย์สารมากสะสมตัวอยู่บนตะกอนทรายขนาดหยาบ (Coarse sand) การคัดขนาดไม่ดี (Poorly sorted) ลักษณะความกลมมนเป็นแบบ Subangular และความเป็นทรงกลมแบบ High

5.1.8 ลากูนเก่า (Unit B)

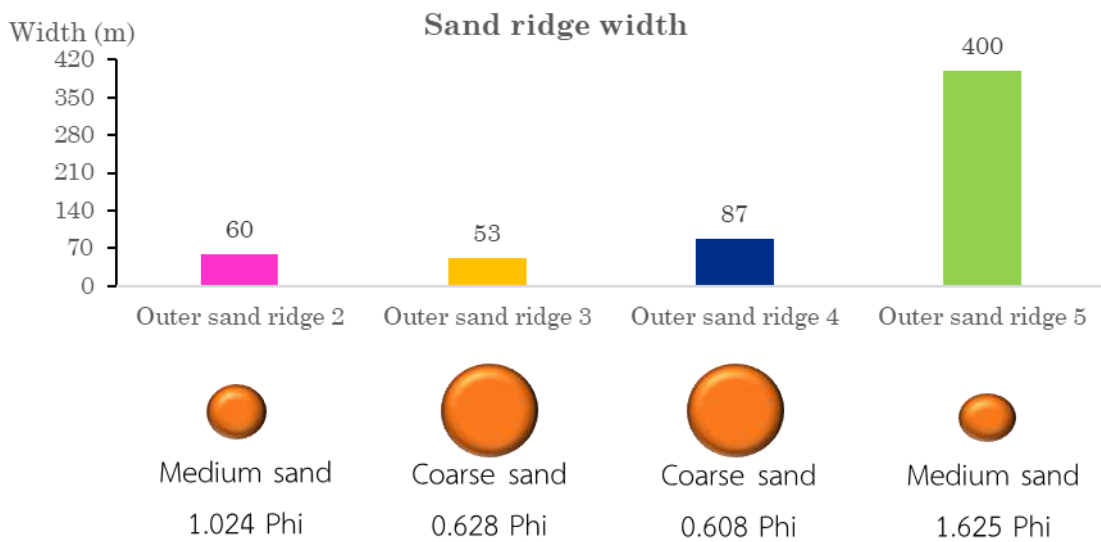
ลักษณะของตะกอนพื้นผิวเป็นตะกอนทรายขนาดปานกลาง (Medium sand) มีส่วนผสมของดินเหนียวมาก การคัดขนาดไม่ดี (Poorly sorted) ลักษณะความกลมมนเป็นแบบ Subrounded ความเป็นทรงกลมแบบ Medium-High เป็นแนวคั่นระหว่างสันทรายโบราณด้านในและสันทรายโบราณด้านนอก 1 จากการศึกษาลักษณะธรณีสัณฐานและการสำรวจภูมิประเทศ พบว่าบริเวณตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา มีการวางตัวของแนวสันทราย ดังรูปที่ 5.1.1 โดยสันทรายโบราณด้านนอก 2 ที่วางตัวอยู่ไกลจากชายฝั่งปัจจุบันมากที่สุด จะมีระดับความสูงของสันทรายมากที่สุด และระดับความสูงจะลดลงไปเรื่อยๆ จนถึงสันทรายโบราณด้านนอก 5 ที่วางตัวอยู่ใกล้ชายฝั่งปัจจุบันมากที่สุด ดังรูปที่ 5.1.2 แต่ในขณะที่บริเวณสันทรายโบราณด้านนอก 5 จะมีความกว้างของสันทรายมากที่สุด ดังรูปที่ 5.1.3



รูปที่ 5.1.1 ลักษณะภูมิประเทศทางเหนือของพื้นที่ศึกษา และการแบ่งสีตามลักษณะธรณีสัณฐาน



รูปที่ 5.1.2 ระดับความสูงของสันทรายบริเวณทางเหนือของพื้นที่ศึกษา

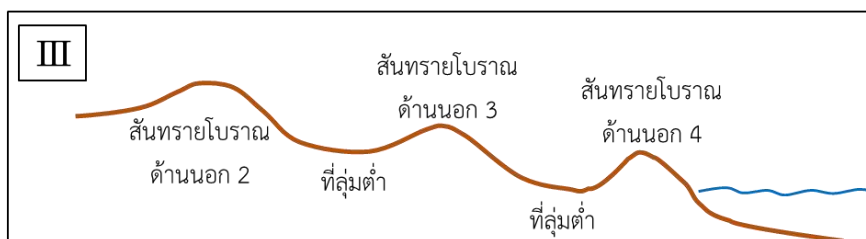
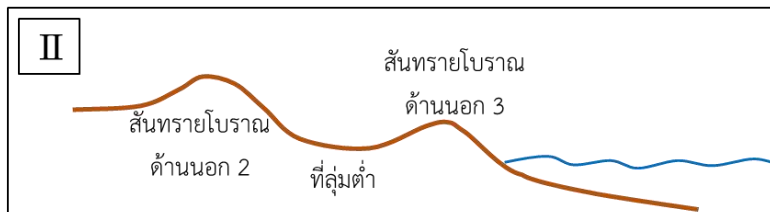
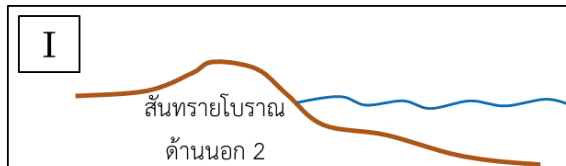


รูปที่ 5.1.3 ความกว้างของสันทรายบริเวณทางเหนือของพื้นที่ศึกษาและขนาดตะกอนที่พบ

จากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงลักษณะธรณีสัณฐานวิทยาที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลอย่างน้อย 4 ครั้งในพื้นที่ศึกษา ดังรูปที่ 5.1.4 สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงลักษณะความกว้างและความสูงของสันทรายบริเวณทางเหนือของพื้นที่ศึกษาได้ ดังนี้

- I. ระดับน้ำทะเลลดลงอย่างรวดเร็ว แล้วหยุดนิ่งระยะเวลาหนึ่ง จึงเกิดการสะสมตัวของตะกอนเป็นแนวสันทรายโบราณด้านนอก 2 ที่มีความกว้างไม่มาก

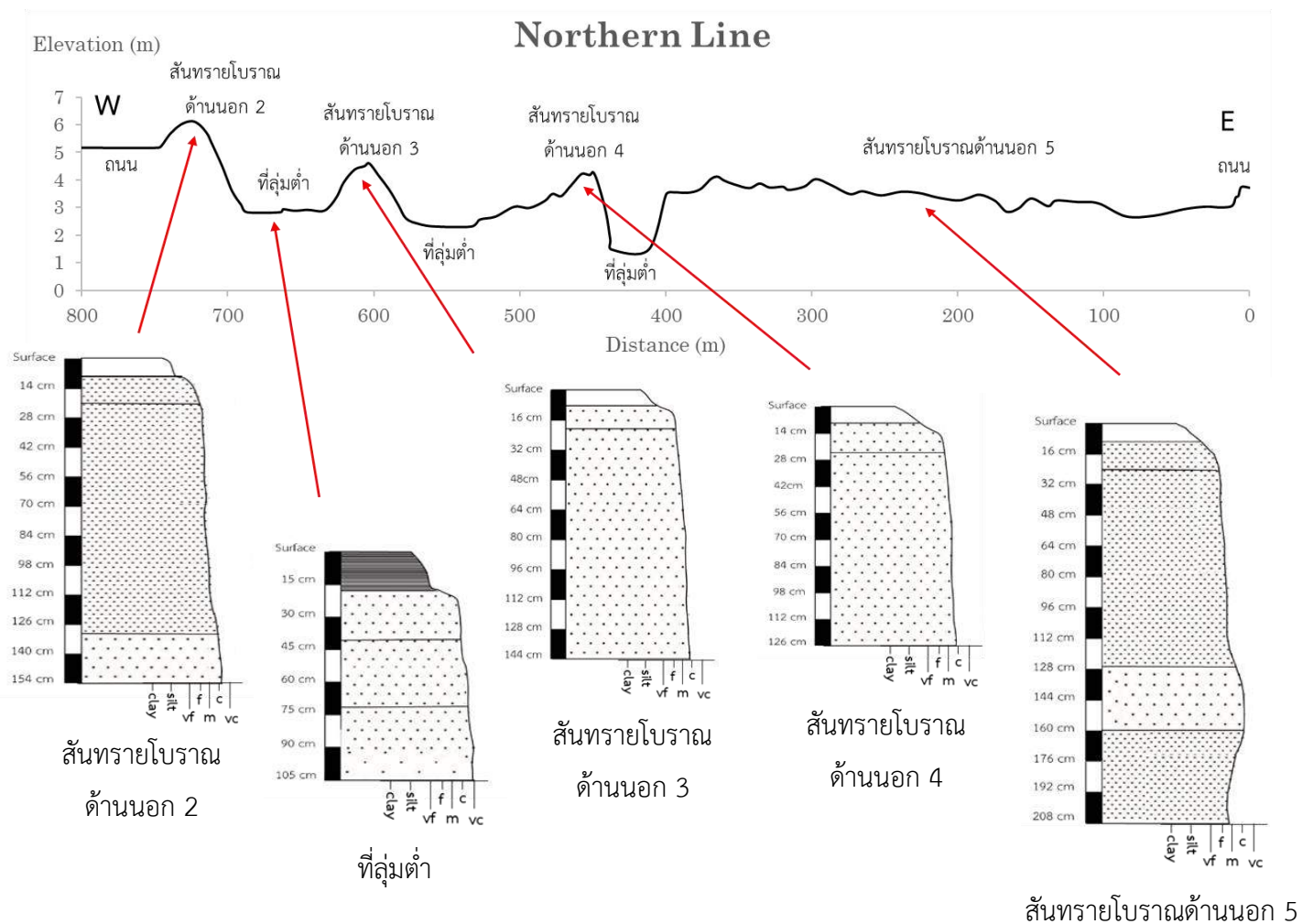
- II. ระดับน้ำทะเลลดลงอย่างรวดเร็ว แล้วหยุดนิ่งระยะเวลาหนึ่ง จึงเกิดการสะสมตัวของตะกอนเป็นแนวสันทรายโบราณด้านนอก 3 ที่มีความกว้างไม่มากและมีความสูงต่ำกว่าสันทรายโบราณด้านนอก 2 และเกิดเป็นที่ลุ่มต่ำ
- III. ระดับน้ำทะเลลดลงอย่างรวดเร็ว แล้วหยุดนิ่งระยะเวลาหนึ่ง จึงเกิดการสะสมตัวของตะกอนเป็นแนวสันทรายโบราณด้านนอก 4 ที่มีความกว้างไม่มากและมีความสูงต่ำกว่าสันทรายโบราณด้านนอก 3 และเกิดเป็นที่ลุ่มต่ำ
- IV. ระดับน้ำทะเลลดลงอย่างช้าๆ แล้วมีระยะเวลาที่หยุดนิ่งน้อยกว่าแบบอื่น จึงเกิดการสะสมตัวของตะกอนเป็นแนวสันทรายโบราณด้านนอก 5 ที่มีความกว้างมากที่สุด เนื่องจากอาจจะมีปริมาณตะกอนมาเติมมาก มีความสูงต่ำกว่าสันทรายโบราณด้านนอก 4 และมีความสูงตลอดแนวสันทรายใกล้เคียงกัน ลักษณะเป็นแนวสันทรายย่อยๆ บนสันทรายโบราณด้านนอก 5 จากการลดระดับของน้ำทะเลอย่างช้าๆ



รูปที่ 5.1.4 แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงลักษณะธรณีสัณฐานวิทยาที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล

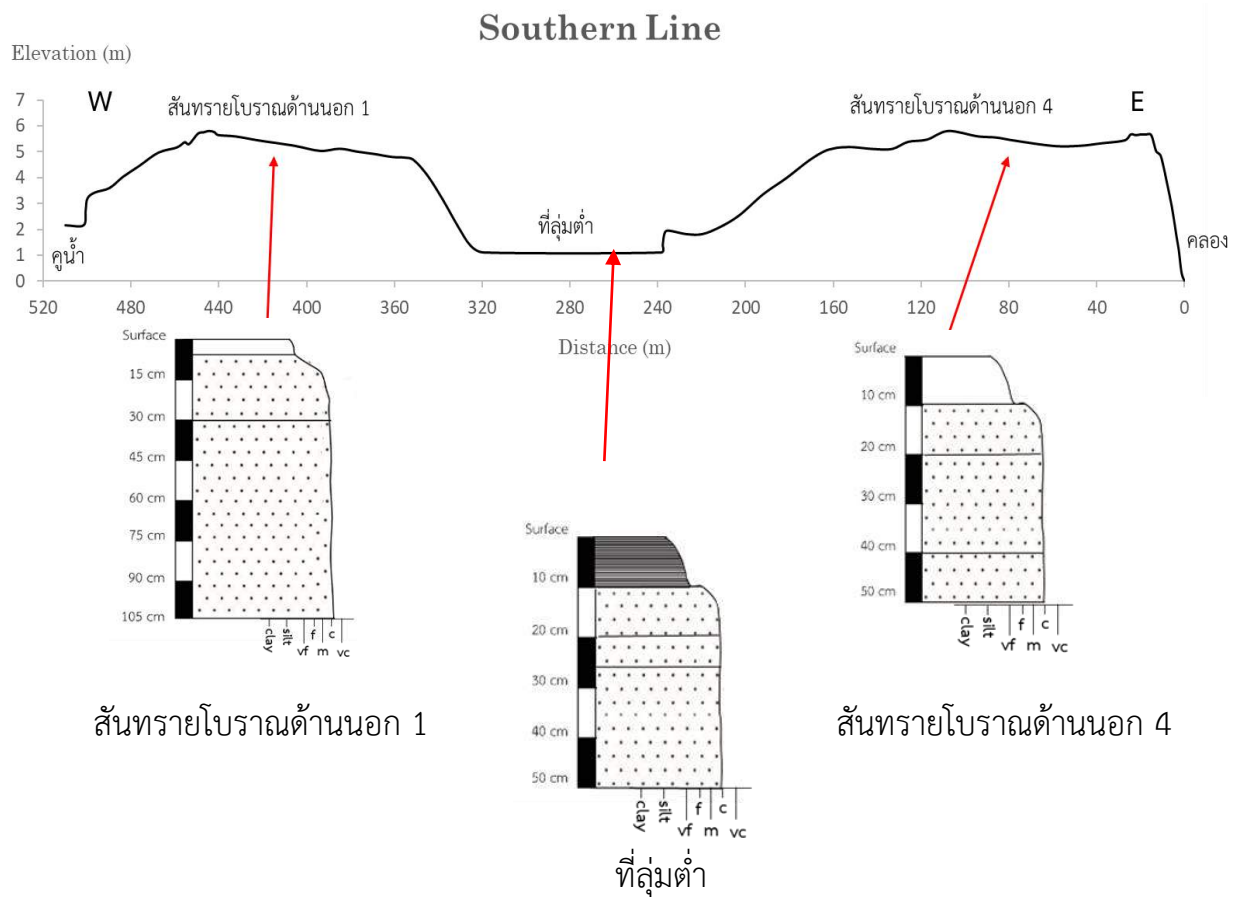
5.2 การเปรียบเทียบลักษณะธรณีฐานและสภาพแวดล้อมการสะสมตัว

บริเวณตอนเหนือของพื้นที่ศึกษาแสดงลักษณะการสะสมตัวของตะกอนที่มีปัจจัยความแรงของคลื่นที่แตกต่างกัน โดยบริเวณสันทรายโบราณด้านนอก 3 และสันทรายโบราณด้านนอก 4 พบตะกอนทรายขนาดหยาบที่สะสมตัวเนื่องจากพลังงานของคลื่นที่มากกว่าบริเวณสันทรายโบราณด้านนอก 2 และสันทรายโบราณด้านนอก 5 ที่พบตะกอนทรายขนาดปานกลางเป็นส่วนใหญ่ และมีตะกอนทรายขนาดหยาบแทรกอยู่ คาดว่าเป็นสภาพแวดล้อมการสะสมตัวของบริเวณชายฝั่งทะเลที่เกิดการลดระดับลงของน้ำทะเลโดยได้รับอิทธิพลของคลื่นเป็นหลัก

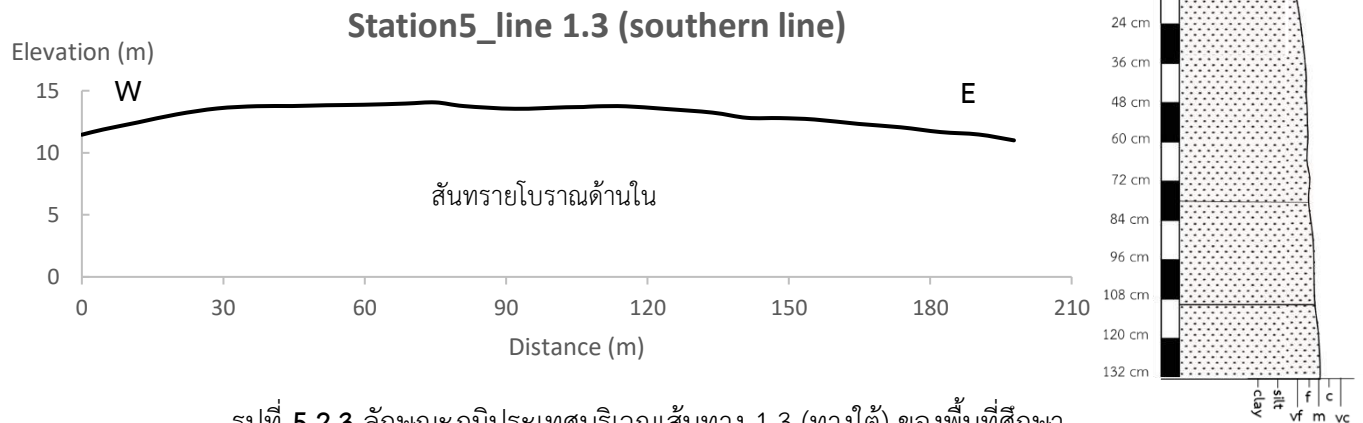


รูปที่ 5.2.1 ลักษณะภูมิประเทศทางเหนือของพื้นที่ศึกษา

บริเวณตอนใต้ของพื้นที่ศึกษาแสดงลักษณะการสะสมตัวของตะกอนที่คล้ายกัน โดยบริเวณสันทรายโบราณด้านนอก 1 และสันทรายโบราณด้านนอก 4 พบตะกอนทรายขนาดหยาบที่สะสมตัวเนื่องจากพลังงานของคลื่นที่มาก ในขณะที่บริเวณที่ลุ่มต่ำจะพบตะกอนดินเหนียวที่เกิดจากกระบวนการทางน้ำในปัจจุบันมาปิดทับตะกอนทรายขนาดหยาบด้านล่าง คาดว่าเป็นสภาพแวดล้อมการสะสมตัวของบริเวณชายฝั่งทะเลที่เกิดการลดระดับลงของน้ำทะเลโดยได้รับอิทธิพลของคลื่นเป็นหลัก



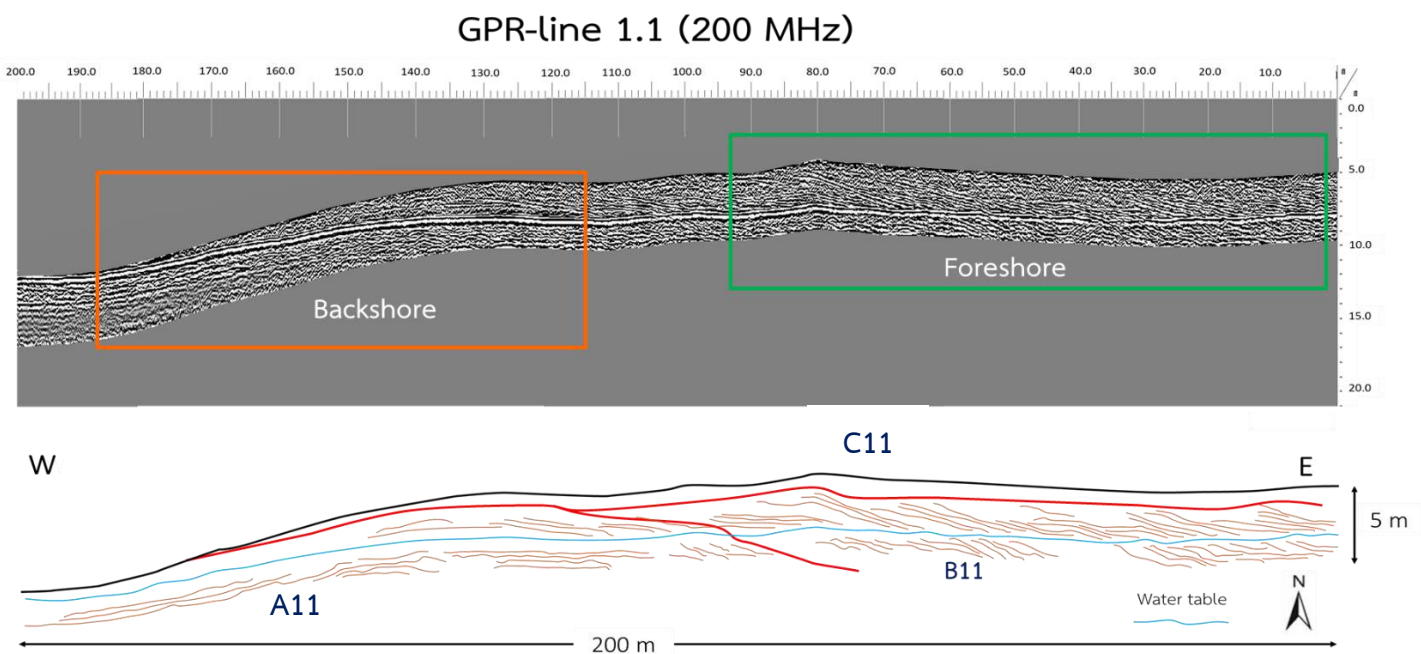
รูปที่ 5.2.2 ลักษณะภูมิประเทศทางใต้ของพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 5.2.3 ลักษณะภูมิประเทศบริเวณเส้นทาง 1.3 (ทางใต้) ของพื้นที่ศึกษา

5.3 ลักษณะปรากฏทางเรดาร์

บริเวณเส้นทางที่ 1.1 ที่ใช้คลื่นความถี่ 200 เมกะเฮิร์ต แสดงลักษณะปรากฏทางเรดาร์ของสันทรายโบราณด้านนอก 4 ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในอดีต ดังรูปที่ 5.3.1 โดยบริเวณด้านหน้าของสันทรายแสดงลักษณะการเอียงเทของชั้นตะกอนไปทางตะวันออก (ทะเล) ที่เป็นแนวหน้าหาดเดิม (Foreshore) ที่ได้รับอิทธิพลของคลื่นมากกว่า และบริเวณด้านหลังสันทรายแสดงลักษณะการวางตัวของตะกอนในแนวระดับที่เป็นแนวหลังหาด (Backshore) ที่ได้อิทธิพลของคลื่นน้อยกว่าแนวหน้าหาด



รูปที่ 5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะปรากฏทางเรดาร์และการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล

5.4 วิวัฒนาการของพื้นที่ (Evolution)

จากการศึกษาลักษณะธรณีสัณฐานวิทยาและลำดับชั้นตะกอนในพื้นที่ศึกษา สามารถแบ่งช่วงเวลาการสะสมตัวออกเป็น 7 ช่วงเวลา ดังนี้

ช่วงเวลาที่ 1 บริเวณแนวสันทรายโบราณด้านในเป็นแนวชายฝั่งเดิม

ช่วงเวลาที่ 2 มีการสะสมตัวของสันทรายโบราณด้านนอก 1 พัฒนาจากทิศเหนือลงมาทิศใต้ ทำให้พื้นที่ลุ่มด้านในกลายเป็นลากูนเก่าที่เป็นตะกอนทรายขนาดปานกลางที่มีดินเหนียวปะปนอยู่ เนื่องจากพลังงานของคลื่นลดลง

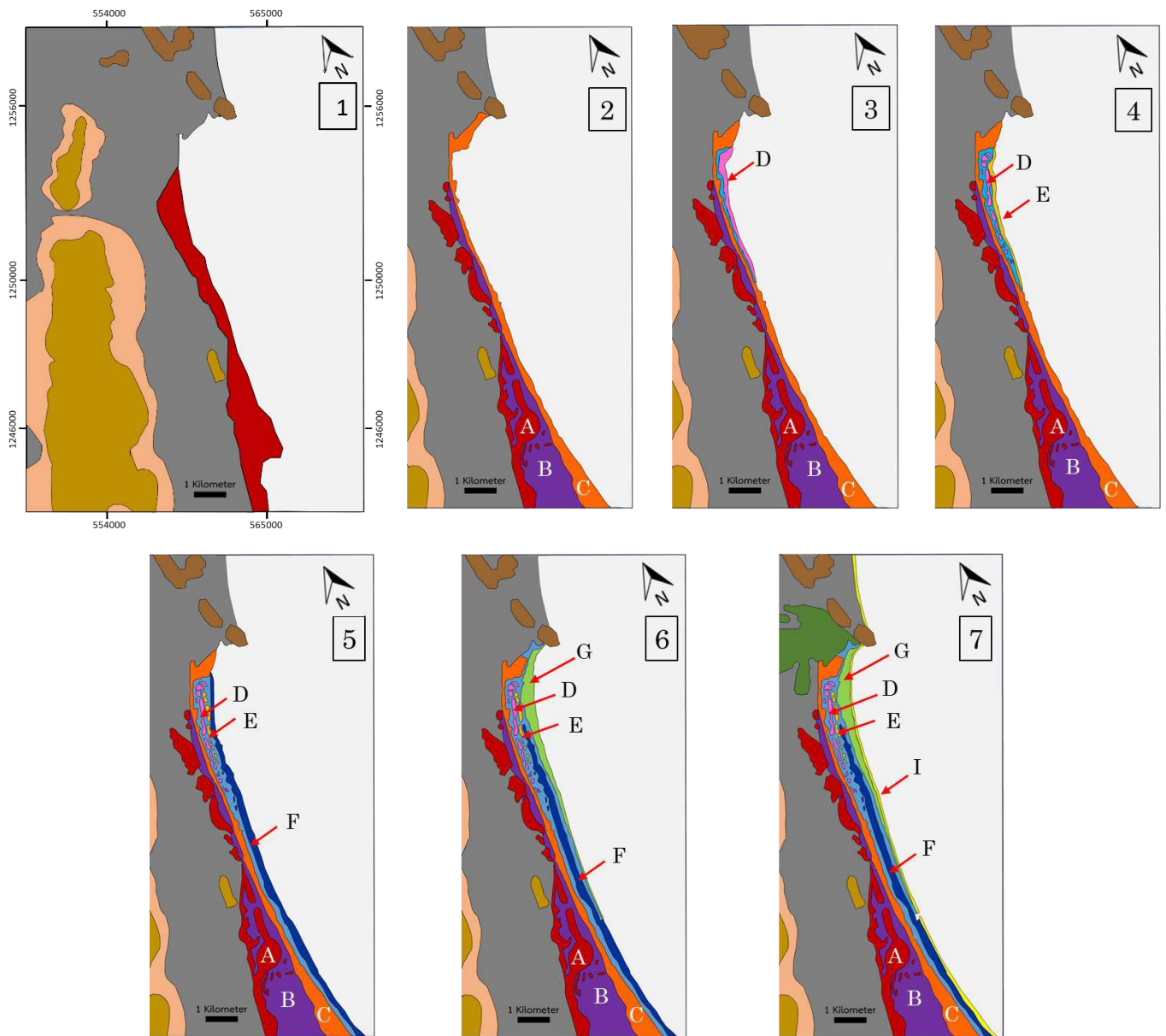
ช่วงเวลาที่ 3 มีการสะสมตัวของสันทรายโบราณด้านนอก 2 พัฒนาจากทิศเหนือลงมาถึงตอนกลางของพื้นที่ ทำให้พื้นที่ด้านในกลายเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำที่มีน้ำขังอยู่

ช่วงเวลาที่ 4 มีการสะสมตัวของสันทรายโบราณด้านนอก 3 พัฒนาจากทิศเหนือลงมาถึงตอนกลางของพื้นที่ ทำให้พื้นที่ด้านในกลายเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำที่มีน้ำขังอยู่ และเนื่องจากพลังงานของคลื่นหรือพายุที่มาก ทำให้สันทรายโบราณด้านนอก 2 ขาดออกเป็นช่วง ไม่เป็นแนวต่อเนื่อง

ช่วงเวลาที่ 5 มีการสะสมตัวของสันทรายโบราณด้านนอก 4 พัฒนาจากทิศเหนือลงมาถึงทิศใต้ของพื้นที่ ทำให้พื้นที่ด้านในกลายเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำที่มีน้ำขังอยู่ และเนื่องจากพลังงานของคลื่นหรือพายุที่มาก ทำให้สันทรายโบราณด้านนอก 3 ขาดออกเป็นช่วง ไม่เป็นแนวต่อเนื่อง

ช่วงเวลาที่ 6 มีการสะสมตัวของสันทรายโบราณด้านนอก 5 พัฒนาจากทิศเหนือลงมาถึงตอนกลางของพื้นที่ ทำให้พื้นที่ด้านในกลายเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำที่มีน้ำขังอยู่ และเนื่องจากบริเวณตอนเหนือของพื้นที่ใกล้กับปากคลอง ทำให้มีตะกอนมาเติมสันทรายโบราณด้านนอก 5 จึงมีการสะสมตัวกว้างกว่าบริเวณตอนกลางของพื้นที่ที่ไกลจากแหล่งตะกอนจากบริเวณปากคลอง

ช่วงเวลาที่ 7 มีการสะสมตัวของชายหาดปัจจุบันเป็นแนวยาวตั้งแต่ทิศเหนือลงมาทิศใต้



รูปที่ 5.4 วิวัฒนาการของพื้นที่ศึกษา

5.5 ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรศึกษาเพิ่มเติมเรื่องการกำหนดอายุ (Age Dating) ของสันทรายโบราณ เพื่อให้แบบจำลองมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น
- 2) เครื่องมือเจาะตะกอนที่เลือกใช้ ยังไม่สามารถเก็บตะกอนที่ระดับลึกได้ ในการศึกษาในอนาคตควรเลือกใช้เครื่องเก็บตะกอนที่สามารถเก็บตะกอนได้ในระดับที่ลึกขึ้น
- 3) สภาพอากาศและความชื้นมีผลต่อการสำรวจด้วยเครื่องหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์ ทำให้สัญญาณมีความคลาดเคลื่อน

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษา

จากการแปลภาพถ่ายทางดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศของพื้นที่ศึกษา ทำให้สามารถแบ่งลักษณะสัณฐานวิทยาได้ออกเป็น 14 ประเภท ดังนี้ สันทรายโบราณด้านใน (Inner sand ridge) ลากูนเก่า (Old lagoon) สันทรายโบราณด้านนอก 1 (Outer sand ridge 1) สันทรายโบราณด้านนอก 2 (Outer sand ridge 2) สันทรายโบราณด้านนอก 3 (Outer sand ridge 3) สันทรายโบราณด้านนอก 4 (Outer sand ridge 4) สันทรายโบราณด้านนอก 5 (Outer sand ridge 5) ที่ลุ่มต่ำ (Swale) ชายหาดปัจจุบัน (Sandy beach) พื้นที่ป่า (Forest area) ภูเขาในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ (NW-SE Mountain) ภูเขาในแนวเหนือ-ใต้ (N-S Mountain) ตะกอนน้ำพา (Alluvial deposit) และตะกอนเชิงเขา (Colluvial deposit)

ลักษณะธรณีสัณฐานที่แสดงถึงการลดลงของระดับน้ำทะเล ได้แก่ สันทรายสลับกับที่ลุ่มต่ำ และลากูนเก่า โดยสันทรายโบราณด้านในมีความสูงจากระดับน้ำทะเลสูงสุด และมีการลดระดับความสูงลงไปเรื่อยๆ จนถึงสันทรายโบราณด้านนอก 5 ซึ่งเป็นสันทรายที่อยู่ติดกับชายหาดปัจจุบัน ที่สัมพันธ์กับการลดลงของระดับน้ำในพื้นที่อย่างน้อย 4 ช่วงเวลา ดังนี้

- ช่วงที่ 1 เกิดเป็นบริเวณสันทรายโบราณด้านนอก 2 ระดับน้ำลดลงอย่างรวดเร็วและมีการหยุดนิ่ง
- ช่วงที่ 2 เกิดเป็นบริเวณสันทรายโบราณด้านนอก 3 ระดับน้ำลดลงอย่างรวดเร็วและมีการหยุดนิ่ง
- ช่วงที่ 3 เกิดเป็นบริเวณสันทรายโบราณด้านนอก 4 ระดับน้ำลดลงอย่างรวดเร็วและมีการหยุดนิ่ง
- ช่วงที่ 4 เกิดเป็นบริเวณสันทรายโบราณด้านนอก 5 ระดับน้ำค่อยๆ ลดลงและมีการงอกของชายฝั่งออกไป เนื่องจากมีปริมาณตะกอนเข้ามาเติมมาก จึงมีความกว้างของสันทรายมาก

ลักษณะทางกายภาพของตะกอน บริเวณสันทรายโบราณด้านใน เป็นตะกอนทรายขนาดปานกลาง และการคัดขนาดไม่ดี บริเวณสันทรายโบราณด้านนอก 1 เป็นตะกอนทรายขนาดหยาบ และการคัดขนาดไม่ดี บริเวณสันทรายโบราณด้านนอก 2 เป็นตะกอนทรายขนาดปานกลาง และการคัดขนาดปานกลาง บริเวณสันทรายโบราณด้านนอก 3 เป็นตะกอนทรายขนาดหยาบ และการคัดขนาดไม่ดี บริเวณสันทรายโบราณด้านนอก 4 เป็นตะกอนทรายขนาดหยาบ และการคัดขนาดปานกลาง บริเวณสันทรายโบราณด้านนอก 5 เป็นตะกอนทรายขนาดปานกลาง และการคัดขนาดปานกลาง บริเวณที่ลุ่มต่ำ เป็นตะกอนตะกอนดินเหนียวที่มีอินทรีย์สารมากสะสมตัวอยู่บนตะกอนทรายขนาดหยาบ และการคัดขนาดไม่ดี บริเวณลากูนเก่า เป็นตะกอนทรายขนาดปานกลาง มีส่วนผสมของดินเหนียวมาก และการคัดขนาดไม่ดี

จากการศึกษาลักษณะธรณีสัณฐานวิทยา ทำให้สามารถแบ่งวิวัฒนาการการสะสมตัวของบริเวณพื้นที่ศึกษาออกเป็น 7 ช่วงเวลา ดังนี้

ช่วงเวลาที่ 1 บริเวณแนวสันทรายโบราณด้านในเป็นแนวชายฝั่งเดิม

ช่วงเวลาที่ 2 มีการสะสมตัวของสันทรายโบราณด้านนอก 1 พัฒนาจากทิศเหนือลงมาทิศใต้

ช่วงเวลาที่ 3 มีการสะสมตัวของสันทรายโบราณด้านนอก 2 พัฒนาจากทิศเหนือลงมาตอนกลางของพื้นที่ ช่วงเวลาที่ 4 มีการสะสมตัวของสันทรายโบราณด้านนอก 3 พัฒนาจากทิศเหนือลงมาตอนกลางของพื้นที่

ช่วงเวลาที่ 5 มีการสะสมตัวของสันทรายโบราณด้านนอก 4 พัฒนาจากทิศเหนือลงมาถึงทิศใต้ของพื้นที่ ช่วงเวลาที่ 6 มีการสะสมตัวของสันทรายโบราณด้านนอก 5 พัฒนาจากทิศเหนือลงมาตอนกลางของพื้นที่

ช่วงเวลาที่ 7 มีการสะสมตัวของชายหาดปัจจุบันเป็นแนวยาวตั้งแต่ทิศเหนือลงมาทิศใต้

ลักษณะปรากฏทางเรดาร์จากการหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์ แสดงถึงการเรียงชั้นของตะกอน โดยพบว่าบริเวณสันทรายที่มีการเอียงเทของสัญญาณ สามารถแบ่งการสะสมตัวเป็นบริเวณหน้าหาด (foreshore) ที่แสดงลักษณะการเอียงเทไปทางทะเล และบริเวณสันทรายที่เป็นหลังหาด (backshore) ที่สัมพันธ์กับการลดลงของระดับน้ำทะเลและอิทธิพลความแรงของคลื่น

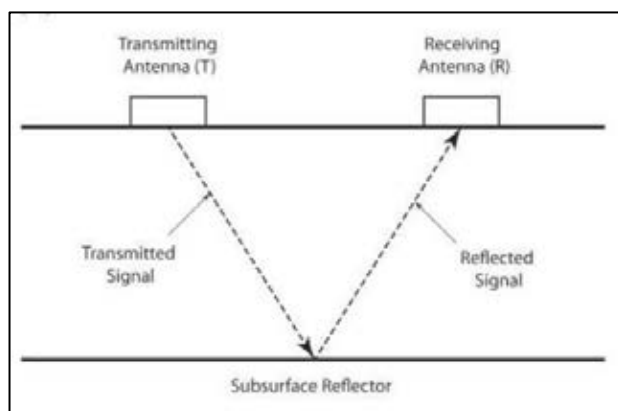
บรรณานุกรม

- กรมทรัพยากรธรณีวิทยา. การจำแนกเพื่อจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. [ออนไลน์]. 2551. แหล่งที่มา: <http://www.dmr.go.th/download/digest/Prajuab.pdf>. [20 มกราคม 2561].
- พรพิชญ บัวสถิตย์. (2560). วิวัฒนาการของชายฝั่งทะเลสมัยโฮโลซีนบริเวณอำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์. ภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา. ภูมิอากาศจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. [ออนไลน์]. 2560. แหล่งที่มา: <http://climate.tmd.go.th/data/province/ใต้ฝั่งตะวันออก/ภูมิอากาศประจวบคีรีขันธ์.pdf>. [20 มกราคม 2562].
- Brill, D., Jankaew, K., and Bruckner, H. (2015). Holocene evolution of Phra Thong's beach-ridge plain (Thailand) - Chronology, processes and driving factors. *Geomorphology*. 245: 117-134.
- Geophysical Survey System, Inc. RADAN Version 6.6. the United states: Geophysical Survey System, Inc.
- Jol, H. M. and Bristow, C. S. (2003). GPR in sediments: advice on data collection, basic processing and interpretation, a good practice guide. Geological Society London Special Publications. 211 (1): 9-27
- Lertnok, W., Choowong. M., and Thitimakorn, T. (2010). Geomorphology and Penetrating Rader Profiles of Holocene Coastal Dune, Western Coastal Plain of the Gulf of Thailand. *Bulletin of Earth Sciences of Thailand*. 3: 17-27.
- Neal, A. (2004). Ground-penetrating radar and its use in sedimentology: principles, problems and progress. *Earth-Science Reviews*. 66: 261-330.
- Nimnate, P., Choowong, M., Chutakositkanon, V., Pailoplee, S., and Phantu Wongraj, S. (2015). Evidence of Holocene sea level regression from Chumphon coast of the Gulf of Thailand. *ScienceAsia*. 41: 55-63.
- Robinson, M., Bristow, C., McKinley, J. and Ruffell, A. (2013). Ground Penetrating Radar. *Geomorphological Techniques*. British Society for Geomorphology. 1: 1-26.

ภาคผนวก

การหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์ (Ground Penetrating Radar: GPR)

➤ หลักการทำงาน



รูปที่ 7.1 หลักการทำงานของเครื่องหยั่งธรณีฟิสิกส์ด้วยเรดาร์ (Robinson et al., 2013)

➤ ความถี่ของคลื่นสัญญาณที่เลือกใช้

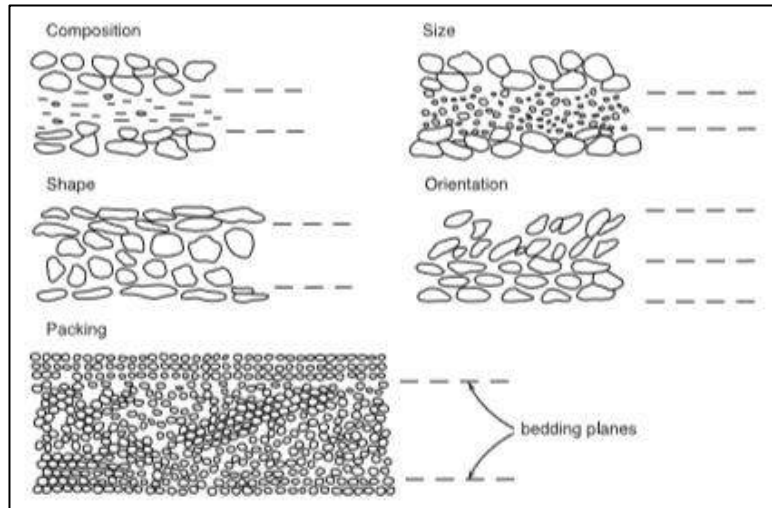
ความถี่	ความถี่สูง	ความถี่ต่ำ
ความยาวคลื่น	ความยาวคลื่นสั้น	ความยาวคลื่นยาว
การลดทอนสัญญาณ	การลดทอนสัญญาณสูง	การลดทอนสัญญาณต่ำ
ความละเอียดของข้อมูล	ความละเอียดสูง	ความละเอียดต่ำ
ความลึกมากที่สุดที่สำรวจได้	ตื้น	ลึก

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบรายละเอียดของคลื่นความถี่สูงและต่ำ

Frequency	Sample Applications	Max Depth (m.)	Typical Range (ns.)
1.5-1.6 GHz	Structural Concrete, Road, Bridge Decks	0.5	10-15
1000-900 MHz	Concrete, Shallow Soils, Archaeology	1	10-20
400 MHz	Shallow Geology, Environmental, Utility	4	20-100
200 MHz	Geology, Environmental	8	70-300
100 MHz	Geology, Environmental	20	300-500

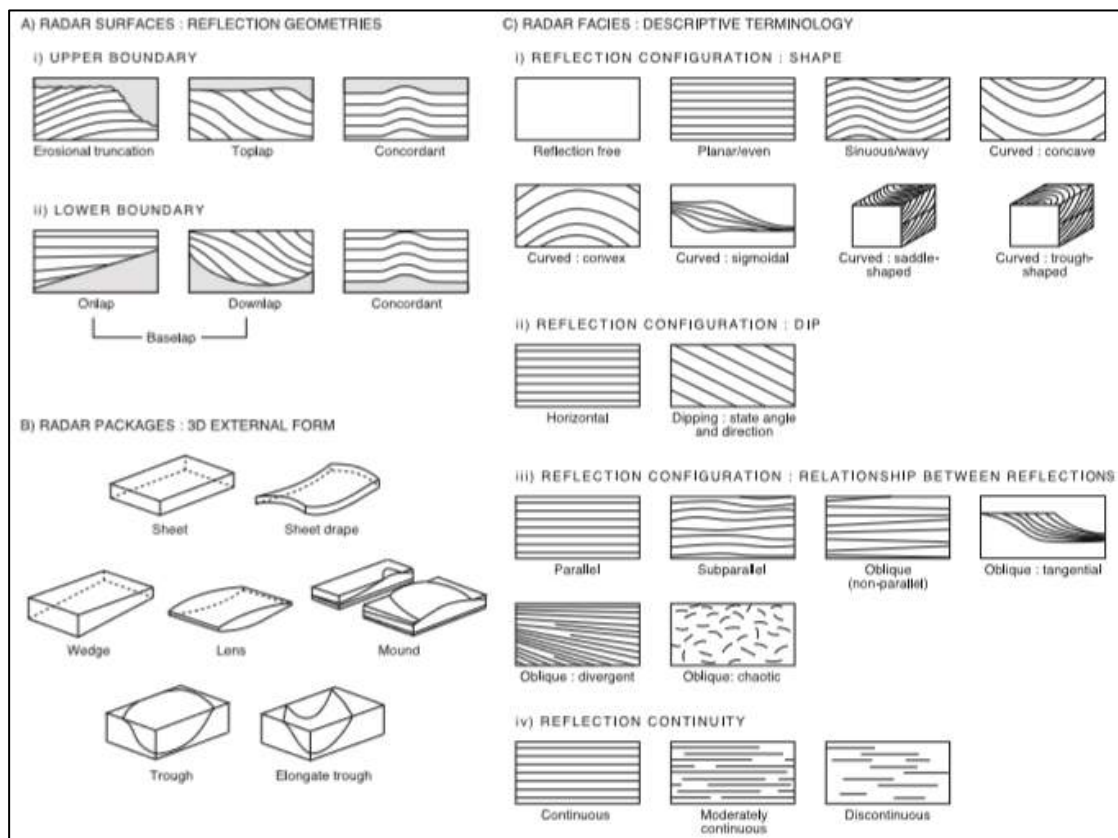
ตารางที่ 2 รูปแบบการนำไปใช้งานตามความเหมาะสมของคลื่นความถี่ช่วงต่างๆ

➤ ปัจจัยที่ส่งผลต่อลักษณะสัญญาณที่ต่างกัน



รูปที่ 7.2 ปัจจัยที่ทำให้รูปแบบของสัญญาณแตกต่างกัน (Neal, A., 2004)

➤ เกณฑ์ในการจำแนกลักษณะปรากฏทางเรดาร์



รูปที่ 7.3 การจำแนกลักษณะปรากฏทางเรดาร์ (Neal, A., 2004)